

DISCUSSÕES SOBRE PROPRIEDADE DOS GASES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTS COM USO DE SIMULAÇÃO

Karla Kilma Correia¹, Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos²

¹ Secretaria de Educação de Pernambuco/ EREM PIO XII, karlakilmacorreia@outlook.com

² Universidade Federal Rural de Pernambuco/Departamento de Química, flaviacrisgomes@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A quantidade de emissão de gases poluentes produzidos pelo ser humano é crescente (Real, 2005; Neto et al., 2011), e de acordo com Rocha, Rosa e Cardoso (2009, p. 94), não há uma exatidão das consequências ambientais, causadas pela interferência humana na composição da atmosfera do planeta. Entretanto, os impactos decorrentes devem ser discutidos para que haja uma conscientização de diminuição de emissão dos gases poluentes. Um meio viável e por vezes, eficaz de abranger tais discussões é no espaço escolar, visto que o mesmo deve priorizar a formação cidadã dos seus estudantes. Ademais, considerando também que quando os conteúdos específicos da Química não são relacionados aos problemas ambientais e sociais, identifica-se a necessidade de se apresentar estratégias de ensino que explorem diversos recursos e assim, que essa estruturação possibilite o despertar crítico nos estudantes.

Neste trabalho, se escolheu como temática a “Emissão dos gases poluentes na atmosfera”, relacionando o conteúdo dos gases à poluição ambiental, visto que mesmo que a composição da atmosfera seja constante, as moléculas dos gases são modificadas. Havendo então a formação de novos compostos e reações contínuas que possibilitam a mudança gasosa neste ambiente. E com isso, implicando na formação da poluição fotoquímica, da chuva ácida e o efeito estufa (Rocha; Rosa; Cardoso, 2009, p. 94). Então, compreender as interações a nível atômico molecular, no modo submicroscópico, das interações das substâncias gasosas a partir dos gases emitidos, de certa forma é conscientizar a população sobre meios de diminuir as emissões dos gases poluentes. Nesta perspectiva, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) viabiliza o despertar do senso crítico quando são discutidas situações reais do dia a dia com os conteúdos implícitos na problemática escolhida.

Na abordagem CTS se defende o uso de recursos para auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem (Hofstein et al., 1988, apud Teixeira, 2003, p. 183). Assim, fazer uso da CTS não requer apenas um aprofundamento no conteúdo específico, mas também o de traçar relações com problemas reais envolvendo os conceitos de forma transdisciplinar. Assim, o docente precisa estar apto para orientar o discente na esfera da ciência e sociedade, pois com ele sendo mediado é possível alcançar o desenvolvimento de habilidades e competências para a construção do conhecimento crítico e a solução de problemas presentes na sociedade (Santos; Mortimer, 2001).

Como meio de melhor compreender este tipo de interação, mediante o assunto de Propriedade dos Gases (Rocha; Rosa; Cardoso, 2009), este trabalho se baseou nos estudos sobre CTS (Auler; Bazzo, 2001; Santos; Mortimer, 2000; Teixeira, 2003), para promover uma discussão acerca de máquina térmica, impacto socioambiental, como também do recurso oriundo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Ribeiro; Greca, 2002; Vasconcelos, 2016), para compreender o modo submicroscópico do comportamento dos gases emitidos para a atmosfera, partindo da análise de como os discentes expressão suas representações mentais (Johnson-Laird, 1983; Justi, 2001) mediante o estudo dos gases. Com suporte de uma experimentação demonstrativa para a percepção de como ocorre a emissão de gases poluentes na atmosférica no modo macroscópico (Silva; Machado; Tunes, 2010) relacionando assim com as TICs.

Neste viés, o objetivo deste trabalho foi de analisar como a abordagem CTS relacionadas com a experimentação mais a simulação PhET, contribuem para compreensão do estudo de propriedades dos gases utilizado com discentes do 2º ano do ensino médio em uma escola pública.

METODOLOGIA

Este trabalho refere-se a uma pesquisa qualitativa e exploratória (Gerhardt; Silveira, 2009), apresentando os principais pontos investigados relacionados à temática de propriedade dos gases, utilizando de experimentação e simulação em uma sequência didática. O seu desenvolvimento foi devido à escassez de trabalhos acadêmicos relacionados ao conteúdo de propriedades dos gases no ensino básico.

A pesquisa foi adequada para o ensino remoto, utilizando ferramentas virtuais como: questionário estruturado no JotForm; grupo no WhatsApp; Google Meet e Google Classroom. Os participantes foram de uma escola pública da Região do Agreste Pernambucano, que também participava do programa, contando então com 12 discentes do 2º ano do ensino médio, com a faixa etária de 16 a 19 anos. Para as identificações dos discentes foram utilizados códigos: (D1, D2, D3 e sucessivamente). Devido o espaço deste manuscrito, apresenta-se de forma sucinta, a descrição dos momentos estruturados na sequência didática, vide Quadro 1.

Quadro 1- Descrição da sequência didática sobre Propriedade dos Gases

DIA 1 DA APLICAÇÃO	
1º Mo- mento	A aplicação aconteceu através da inscrição do JotForm. Após, obter todas as inscrições, um grupo no WhatsApp foi criado e através do mesmo disponibilizado o link de acesso no Google Meet. Ao iniciar a reunião no Google Meet, teve uma discussão em relação a máquinas térmicas, com fins de saber as concepções prévias dos estudantes. Após, a discussão eles responderam ao questionário sobre este assunto. Em seguida, realizou-se a leitura do texto “Emissões de poluentes por veículos automotores” de Santos (2016), no qual se apresenta o contexto histórico do uso das máquinas térmicas e o seu impacto no meio ambiente. Discussão retomada no 2º momento.
2º Mo- mento	A discussão do texto foi relacionada, com o intuito dos discentes realizarem a tomada de decisão sobre o que fariam para que os combustíveis utilizados agredissem menos o meio ambiente e analisar o custo-benefício dos combustíveis apresentados comparando

	aos que são utilizados atualmente. Os estudantes analisaram a experimentação de caráter demonstrativo no site de Darry tools ¹ , visando à construção de uma máquina térmica, tendo como objetivo investigar quais são as propriedades dos gases envolvidas no sistema montado; discutir quais são os tipos de gases emitidos e qual o impacto ambiental derivado das máquinas térmicas. Após, os posicionamentos dos discentes, eles foram direcionados para explorar a simulação “Propriedade dos Gases” do PhET ² com o desenvolvimento da máquina térmica.
DIA 2 DA APLICAÇÃO	
3º Mo- mento	Houve uma questão problemática no qual os discentes utilizaram do PhET na simulação “Propriedades dos gases”, para responder e relacionar o experimento da máquina térmica demonstrativo, com ênfase nos aspectos microscópicos. Em seguida, eles ‘Explicaram, com base nas propriedades dos gases as relações existentes entre o que foi realizado na simulação e o funcionamento da máquina térmica.
4º Mo- mento	Adiante, os estudantes utilizando de uma questão problemática elaboraram desenhos e explicaram como ocorre o comportamento das propriedades dos gases através da máquina térmica. Esses desenhos e suas explicações foram tomados como modelos mentais e usados como dados da pesquisa para analisar a compreensão deles sobre o assunto.

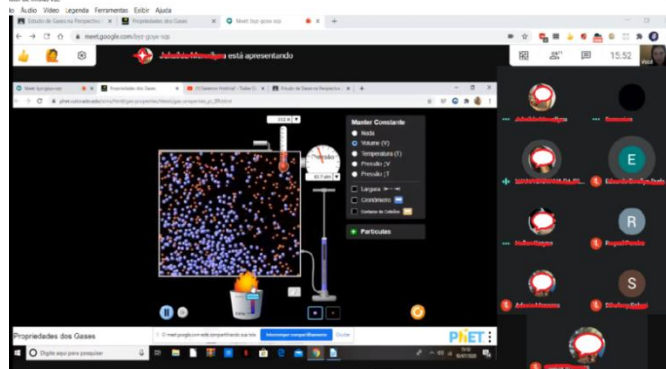
Fonte: própria.

Todos os dados coletados foram analisados e organizados seguindo critérios construídos pelas próprias autoras, baseados nos referenciais apresentados no decorrer deste artigo. Essas categorias estão apresentadas nos resultados, buscando potencializar as discussões e assim, a compreensão de aplicação da sequência didática. Devido a limitação do espaço, neste trabalho são apresentados os resultados obtidos no 3º e 4º encontro devido o foco ser na relação do uso da simulação com a atividade experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O 3º encontro foi iniciado com uma explação sobre as propriedades dos gases, utilizando-se a simulação “Propriedades dos Gases” do site PhET. Os discentes tiveram que manipular as variáveis que a simulação oferece e estabelecer relações entre elas e o que tinha sido discutido sobre máquinas térmicas. Na figura 1, tem-se a imagem da sala do Google Classroom, no momento do registro, o discente D8 estava explicando como realizou o manuseio para os demais alunos.

Figura 1: Registro imagético da simulação de Propriedades dos Gases por D8



Fonte: Própria.

¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jywA55Fie4Q> acesso em: 25. mar. 2025.

² Disponível em: aceso em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html 29 mar. 2025

Dos participantes deste momento, apenas quatro apresentaram explicações relacionando a simulação e a experimentação. D1 explica:

O de ontem, comparado ao de hoje, tem bastante semelhança, pois tinha suas moléculas dentro, e quando foi adicionada temperatura sua pressão aumentou, em uma caixa abriu, e no outro aconteceu do gás sair, e dar ar para o negociinho girar. A semelhança entre eles é, que quando se adiciona temperatura eles mudam, seja de pressão (D1).

O termo “*de ontem*” remete a experimentação demonstrativa da construção da máquina térmica, e em suas relações é identificada a noção de volume constante, com: “*pois tinha suas moléculas dentro*”, mas sem relacionar temperatura e pressão, apenas uma variação de temperatura. Nessa mesma perspectiva, D5 consegue relacionar de forma sucinta:

Podemos perceber que nos dois experimentos as propriedades que variam nesses casos a temperatura e a pressão. No primeiro tinha um furo e quando a temperatura e a pressão aumentavam o gás saía do recipiente, já no segundo o recipiente está fechado, mas com o aumento da pressão a tampa explode (D5).

O discente identifica as relações entre temperatura e pressão proporcionalidade em ambos os experimentos e explana comportamento do volume em forma de gás. Justifica-se em termos macroscópicos, pois a temperatura e pressão aumentam, o gás sai e a tampa explode. Mesmo assim, D5 não menciona o aumento da temperatura devido a fonte de calor, com o agitação das moléculas levando a um aumento da pressão interna e como o recipiente não suporta à pressão exercida, ele explode liberando o gás.

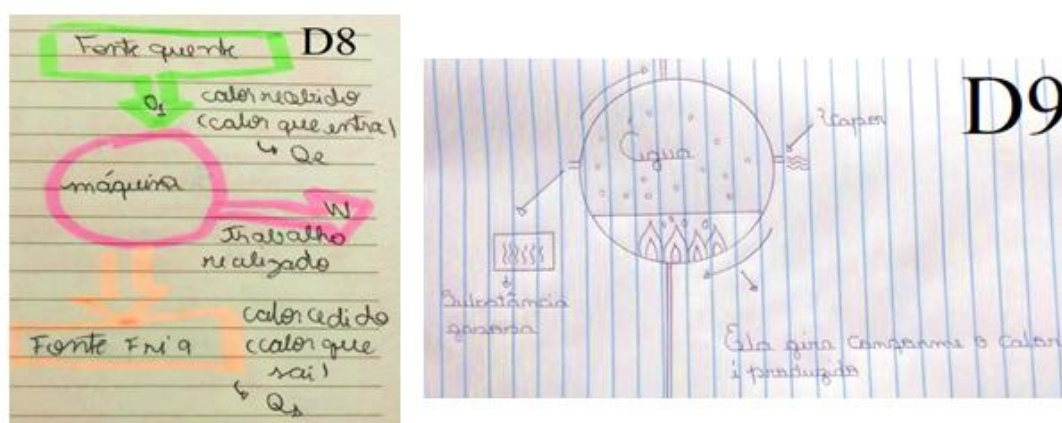
No critério parcial obteve-se 6 respostas em que os estudantes explicam a simulação do PhET, mas não faz elos com a experimentação demonstrativa. Isto pode ser verificado com a seguinte fala “quanto maior a temperatura, maior vai ser a agitação das moléculas e com isso fica mais fácil da caixa estourar” (D7), mantendo a relação do agitação das moléculas e o aumento da temperatura, porém explica isso no sistema isolado da simulação, sem nos dar oportunidade de analisar a sua construção do conhecimento em relação a máquinas térmicas. De modo semelhante, é observado na fala “*Quanto maior for à temperatura, mais provável é de que a caixa estoure*” (D10), apresentando apenas uma variável (temperatura), porém não mantém relações com o experimento demonstrativo e a simulação.

Por fim, a segunda pergunta do terceiro momento “*Explique com base nas propriedades dos gases as relações existentes entre o que foi realizado na simulação e o funcionamento da máquina térmica*”, não houve respostas categorizadas como satisfatórias, as quais deveriam explorar o termo “*lei isocórica*”, apresentasse a simbologia da lei e o seu comportamento na máquina térmica. Seis respostas foram categorizadas como parciais, como a respostas de D5: “*Com base na propriedade dos gases podemos perceber que quando aquecemos um sistema as moléculas do mesmo se agitam e através disto podemos ter a geração de algum tipo de energia*”. Ele não menciona a parte simbólica do conceito de propriedades dos gases, mas mantém a relação da adição de calor no

sistema, o agitação das moléculas e a energia gerada. D9 diz: “No experimento utilizei a temperatura e a pressão, isso ajudou para que ocasionasse uma compressibilidade das moléculas com mais facilidade”, indicando a relação de variáveis temperatura e volume. Por fim, 4 respostas consideradas insatisfatórias, com erros conceituais, como em “a variação de temperatura e volume, utilização da pressão como nas máquinas térmicas” (D11), quando na verdade, não há variação de volume em ambos os experimentos.

Quando solicitados para desenhar “como você imagina o funcionamento da máquina térmica considerando os aspectos microscópico e macroscópico do fenômeno, representando as substâncias gasosas presentes no mesmo”, ela tinha como objetivo identificar os diversos modos mentais de acordo com os autores Jonhson-Laird (1983), Johnstone (1993) e Justi (2010). Obteve-se 4 representações da máquina térmica com aspectos do modelo cinemático de Jonhson-Laird (1983), como apresentado na figura 1.

Figura 1: Representações estudantis categorizadas como modo cinemático de Jonhson-Laird (1983).



Fonte: Própria.

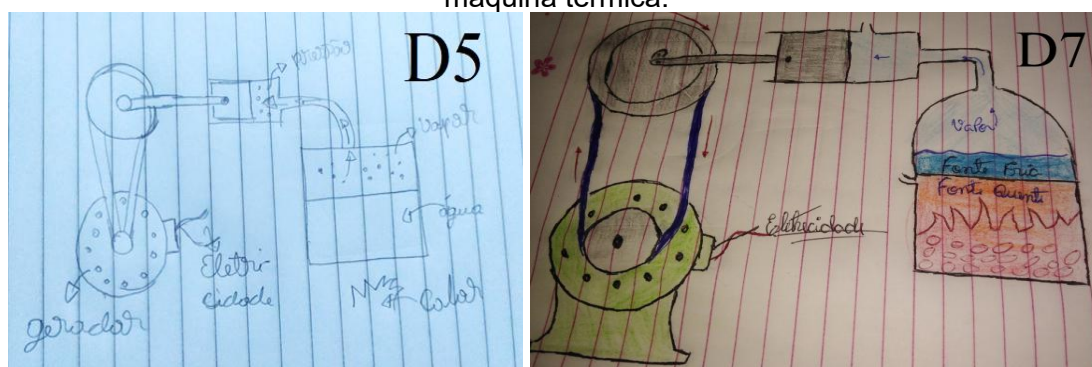
Observa-se que D8 utilizou setas para indicar a entrada da fonte quente e a saída da fonte fria, e aponta com a seta o trabalho realizado, proporcionando a ideia do movimento que a máquina térmica faz para gerar energia; então de acordo com Jonhson-Laird (1983) a proposta de D8 é caracterizada como modo cinemático por representar mudanças e movimentos sem haver uma descontinuidade temporal. Ainda na análise do modelo cinemático, a representação D9 também é assim categorizada. Em ambas se demonstram aspectos importantes para que o funcionamento da máquina aconteça de forma eficaz, fazendo uso do modo submicroscópico representando as substâncias gasosas, vapor, calor fornecido e a água que está contida no recipiente para ocorrer o desempenho. Muitos discentes não possuem a consciência de introduzir os aspectos submicroscópicos em suas representações, dificultando a ideia da compreensão do fenômeno através do modo submicroscópico.

Quando perguntou a D9 como foi realizar um desenho explicando a máquina térmica, se explica:

É muito difícil, eu pensei em alguma coisa pra você saber que estava funcionando, né?! Tivesse uma base. Não sei se você viu na imagem que tem uns fios segurando do lado e do outro uma bola em que ela girasse, pra saber se tá funcionando aquele experimento e dentro da bola, tem uma comporta com fogo e com água, como aquecedor. Ai, pra saber se estava funcionando tinha que ter uma base pra ela girar no caso (D9).

Então, D9 descreve as dificuldades, mas consegue explicar o funcionamento da máquina térmica, analisando a veracidade do próprio modelo mental, que inclusive tem aspectos distintos de como foi apresentado na aplicação. A procura da veracidade de modelo assemelha-se muito a necessidade de comprovar a ciência utilizando equações, como muitas propostas didáticas fazem logo a construção do conhecimento estudante é uma perspectiva distinta e apreciada, devido à verificação do conhecimento através de um modelo mental. É identificada na representação D5 e D7 a descrição de acordo com Johnstone (1993) o modo macroscópico, o modo concreto (Justi, 2010) e a imagem (Jhonhson-Laird, 1983), sendo representações na forma tridimensional que explicam o fenômeno comparado ao objeto real, como visto na figura 2.

Figura 2: Representação do modelo mental no modo macroscópico do funcionamento da máquina térmica.



Fonte: Própria.

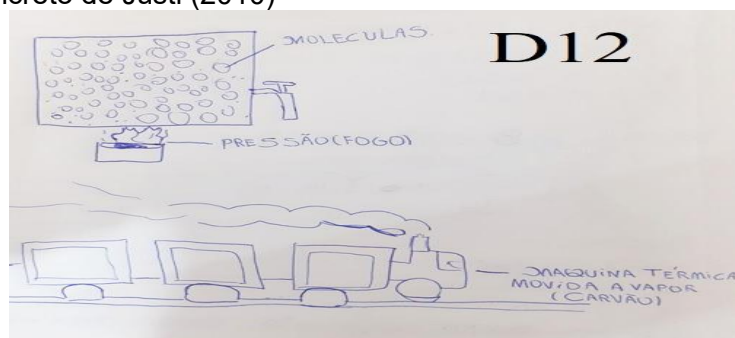
É observada, também a preocupação de D5 e D7 de desenhar o reservatório que contém água, a válvula para passar o fluido, o pistón, cilindro, como também o gerador e a eletricidade. Entretanto, os discentes não representam a válvula de saída levando a compreensão errônea de que as máquinas térmicas são 100% eficientes, quando na verdade há liberação de fonte fria. Quando foi perguntado a D5 sobre como ele representou o funcionamento da máquina térmica, tem-se:

Só pensei em como é gerado a energia e fiz um desenho, basicamente. Como funciona um gerador e essas coisas; Mediadora: Você pensou na visão mais macroscópica ou microscópica, ou no geral?; D5: Pensei em colocar os dois, não sei se ficou certo (D5).

As representações de D5 e D7 contêm a energia elétrica e como isso acontece através do funcionamento da máquina vapor, como também apresentam as variáveis que foram discutidas, logo se pode dizer que D5 teve a consciência de manter o elo entre o macroscópico e

submicroscópico. Na representação D12 (figura 3) acerca do funcionamento da máquina térmica, tem-se o modelo mental imagem (Jhonson-Laird, 1983) e o modo concreto (Justi, 2010), no qual o objeto está sendo representado como na forma real e em 3D.

Figura 3: Modelo mental categorizado a partir das relações entre o triângulo de Jhonson-Laird (1983) e modo concreto de Justi (2010)



Fonte: Própria.

Há duas representações em D12, que embora façam parte de um todo ambas na forma com expressado não explicam qual a compreensão que o discente possui, visto que D12 tentou manipular o que foi discutido no momento 3 com a simulação, mas a fonte de calor que é descrita está associada à pressão. Quando na verdade, a fonte de calor é que faz com que a energia cinética seja elevada, aumentando o grau de agitação das moléculas, elevando a pressão interna, a qual impulsiona o vapor a escapar. Quando questionou D12 acerca da sua representação, obteve-se o seguinte diálogo:

Mediadora: D12 conta pra gente, como você se sentiu pra ter q colocar em um papel, algo que você nem sabia que estava pensando sobre, que é como funcionava uma máquina térmica?

D12: meio que, a primeira coisa que veio na minha mente foi se é microscópico tem que ter moléculas, então eu vou fazer um monte de bolinhas, para representar as moléculas e embaixo eu vou fazer o fogo, para dizer que essas moléculas estão agitadas. E depois, eu fiz como se fosse a bombinha, para ter uma representação de onde essas moléculas existiram. Ai, embaixo, eu fui e fiz o trem, porque ele é movido a carvão, então achei interessante fazer ele assim.

Nesta resposta, a discente compreendeu o funcionamento, entretanto, na representação não foi tão perceptível às relações. Ela usa o trem para representar a sua fonte de energia, o carvão, então a discussão de CTS realizada no início da aplicação se faz presente em D12 com suas interpretações, mesmo que, não tenha explanado sobre poluente atmosférico, ficando subentendido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as informações coletadas ao longo da sequência didática, observou-se um rendimento satisfatório dos dados em relação aos objetivos propostos, especialmente no que se refere à abordagem CTS para o entendimento das propriedades dos gases na atmosfera. A experimentação com a máquina térmica e a simulação “Propriedades dos gases”, do PhET,

mostraram-se recursos relevantes para auxiliar a compreensão em nível atômico-molecular e favorecer a tomada de decisões conceituais. Nos encontros iniciais, alguns discentes demonstraram domínio ao discutir aspectos sócio-histórico-ambientais relacionados ao uso das máquinas térmicas, enquanto outros destacaram questões ligadas ao senso crítico, à relação custo-benefício, às emissões de gases poluentes pelas empresas e à importância de atitudes individuais e coletivas.

No primeiro momento, as respostas dos estudantes não se mostraram robustas, mas evidenciaram tentativas de estabelecer relações e construir conhecimento, mais do que apresentar explicações precisas. Apesar das dificuldades em explicar o funcionamento da máquina térmica a partir do experimento e da simulação, os discentes apresentaram críticas, posicionamentos e tomadas de decisão, ainda que sutis. Verificou-se maior facilidade em estabelecer conexões no nível macroscópico, com base na perspectiva CTSA, enquanto o nível submicroscópico se apresentou como um desafio mais recente, embora passível de representação, com menor articulação do modo simbólico. Mesmo diante dessas limitações, os estudantes conseguiram se expressar, indicando que as ferramentas utilizadas foram eficazes para compreender o que foi aprendido, atendendo aos objetivos desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, D; BAZZO, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciênc. educ. (Bauru)*, v. 7, n. 1, pág. 1-13. Acesso em 30 mar. 2025. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001&lng=en&nrm=iso
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- JOHSTONE, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of chemical Education*, v.70, n.9, 701-705.
- JUSTI, R. (2010). Modelos e modelagem no ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In A: SANTOS, L.P do; MALDANER, O.A. (orgs). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, p. 210-230.
- RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. (2003). SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E FERRAMENTAS DE MODELIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO QUÍMICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA PUBLICADA. *Química Nova na Escola*, n.4, v. 26, p. 542-549. Acesso em: 7.mai.2025. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000400017.
- ROCHA, J. C; ROSA, A. H; CARDOSO, A. A.(2009). *Introdução à Química Ambiental*. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Rev. Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p.95- 111. Acesso em:30 set. 2025. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100007
- SILVA, R. R. DA. MACHADO, P.F.L. TUNES, E. (2010). Experimentar sem medo de errar. In A: SANTOS, L.P. DO. MALDANER, O. A. *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, p.232-261.
- VASCONCELOS, F.C.G.C.de. (2016). *ESTRATÉGIA FLEXQUEST: Possibilidades para a flexibilização do conhecimento*. Curitiba: Appris.