BIODIESEL EM AÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL, CIDADANIA E SUSTENTABILIDADE

Alysson Benite de Freitas[1], Fabiana de Freitas Lopes Benite[2], Alline Braga Silva[3], Wesley Fernandes Vaz[4]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí/ alysson.freitas@ifg.edu.br
[2]Universidade Federal de Jataí (UFJ) / fabiana.freitas@discente.ufj.edu.br
[3]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí / alline.braga@ifg.edu.br
[4]Universidade Federal de Jataí (UFJ) / wesley_fernandes_vaz@ufj.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta uma experiência pedagógica, Biodiesel em Ação na Educação Básica, desenvolvida em três escolas de Ensino Médio em Jataí-GO, que integrou sustentabilidade, experimentação e gamificação ao ensino de Química. O projeto consistiu na coleta de óleo de fritura usado (OFU) pelos estudantes, posteriormente empregado na síntese de biodiesel em atividades laboratoriais realizadas na Universidade Federal de Goiás (UFG). As práticas envolveram desde o reconhecimento de vidrarias e normas de segurança até a determinação de ácidos graxos livres por titulação e a reação de transesterificação. Para verificar a efetividade pedagógica, compararam-se q avaliações tradicionais (AVT) e laboratoriais (AVL) por meio de teste t pareado, revelando diferenças estatisticamente significativas para o 1º ($p < 0,001$) e 2º anos ($p < 0,05$), enquanto no 3º ano as médias também foram superiores, porém sem significância ($p = 0,05$). A gamificação, baseada em créditos de carbono, intensificou o engajamento dos alunos, enquanto atividades complementares, como vídeos e maratonas de perguntas, reforçaram conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Os resultados demonstram que a proposta tem potencial de gerar impactos ambientais pelo reaproveitamento do OFU e aprendizagem significativa, promovendo preceitos de cidadania, consciência ambiental e participação social.

Palavras-chave: Ensino de Química. Educação Ambiental. Sustentabilidade. Óleo de Fritura Usado. Biodiesel.

Introdução

O Ensino Médio brasileiro apresenta importantes desafios quanto à aprendizagem de Ciências da Natureza, em especial da Química, disciplina frequentemente associada à abstração excessiva e à dificuldade de aplicação prática pelos estudantes (Leite; Lima, 2015). Diversos autores destacam que metodologias centradas apenas na exposição teórica limitam o interesse e a compreensão conceitual, reforçando a necessidade de estratégias didáticas que aproximem os conteúdos científicos da realidade social e ambiental dos alunos (Moraes; Cremer, 2018). Nessa perspectiva, Demo (2011) enfatiza que o papel do professor não deve restringir-se à transmissão de conteúdos, mas à criação de situações de pesquisa que promovam autonomia e autoria, tornando o estudante sujeito ativo na construção do conhecimento.

Nesse contexto, a Química assume papel relevante na formação de cidadãos capazes de compreender problemas ambientais e propor práticas sustentáveis (Freitas; Vaz, 2021). A Química Ambiental, articulada a áreas como Física, Biologia e Sociologia, contribui para

discutir sustentabilidade e práticas "verde", orientadas ao uso responsável dos recursos naturais (Manahan, 2013; Mendes Sandri; Santin Filho, 2019).

Sendo assim, a Educação Ambiental constitui um eixo integrador capaz de articular o ensino de Química com práticas cidadãs e sustentáveis, favorecendo a formação crítica dos estudantes (Cortes Junior; Fernandez, 2016; Vaz; Freitas, 2022). Um exemplo relevante é o descarte inadequado do óleo de fritura usado (OFU), resíduo comum no cotidiano que, ao ser lançado na rede de esgoto ou em corpos hídricos, gera impactos ambientais significativos, como obstrução de tubulações, poluição da água e elevação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (Souza et al., 2018). Por outro lado, esse mesmo resíduo pode ser valorizado como matéria-prima para a produção de biodiesel, um biocombustível renovável que contribui para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar a emissão de gases de efeito estufa (Almeida, 2010).

A abordagem do OFU no ambiente escolar permite integrar titulação ácido-base, funções orgânicas e transesterificação a práticas experimentais e discussões CTSA, fortalecendo competências científicas, cooperação, cidadania e consciência ambiental (Solomons; Fryhle, 2006; Souza et al., 2018; Loureiro; Torres, 2016).

Diante disso, este trabalho investigou o potencial pedagógico do projeto *Biodiesel em Ação na Educação Básica*, desenvolvido em três escolas de Ensino Médio de Jataí-GO na década de 2010, articulando ensino de Química, extensão universitária e educação ambiental. O problema central foi compreender de que forma a integração entre experimentação química e práticas ambientais pode favorecer a aprendizagem significativa e a conscientização socioambiental dos estudantes.

Metodologia

Realizou-se um estudo de caso qualitativo em três escolas privadas de Ensino Médio de Jataí-GO (Bogdan; Biklen, 1994; Gamboa, 2013). O projeto integrou a coleta de OFU pelos estudantes e a produção de biodiesel em parceria com a UFG, campus Jataí-GO. Os alunos foram organizados em grupos, com registros em formulários eletrônicos hospedados nos blogs utilizados à época como ambiente de coleta: https://facedaquimica.blogspot.com.br, https://benitenaface.blogspot.com.br (inativo) e https://bomconselhodequimica.blogspot.com.br. As coletas ocorreram em quatro momentos, e os dados foram validados por formulários com anexação de fotos.

O projeto foi estruturado no formato de gincana, onde cada litro de OFU coletado

corresponderia a uma pontuação virtual chamada de "créditos de carbono" (Quadro 1). Também foram atribuídos créditos em desafios complementares, como produção de vídeos, listas e maratonas de perguntas. A classificação final dos grupos ocorreu de acordo com o total de créditos acumulados por turma.

Quadro 1. Créditos de carbono atribuídos por litro de OFU coletado

Coleta	**Créditos de carbono/L de OFU**
1ª (primeiro bimestre)	10
2ª (segundo bimestre)	9
3ª (terceiro bimestre)	8
4ª (quarto bimestre)	7

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

O projeto teve início em fevereiro de 2014 e foi concluído em novembro do mesmo ano.

Síntese do Biodiesel

O processamento do OFU no laboratório seguiu as seguintes etapas (Shriver; Atkins, 2006; Solomons; Fryhle, 2006):

1. Filtração simples com remoção de partículas sólidas utilizando filtro improvisado com meia de nylon (Figura 1).



Figura 1. Filtração simples. Fonte: acervo do autor (2014).

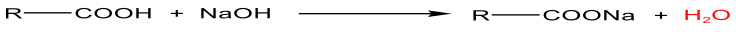
2. Determinação de água com o aquecimento de amostras em béquer sobre chapa com termômetro. A presença de bolhas até 50 ºC indicava água; ausência de bolhas até 60 ºC confirmava a aptidão do OFU para o processamento (Figura 2).



Figura 2. Determinação de umidade do OFU. Fonte: acervo do autor (2014).

3. Titulação ácido-base com a determinação dos ácidos graxos livre (AGL) com bureta,

Erlenmeyer e solução padrão de NaOH (Figura 3), conforme a reação:

4. 

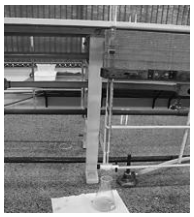


Figura 3. Titulação do OFU. Fonte: acervo do autor (2014).

5. Transesterificação com o metanol, em virtude de seu melhor rendimento. Na presença de NaOH P.A., ocorreu a formação de metóxido de sódio, nucleófilo responsável pela reação de transesterificação (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

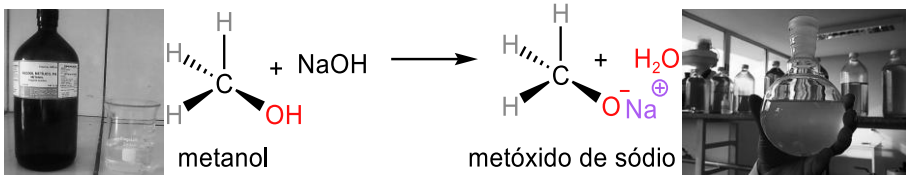


Figura 4. Reação de neutralização do metanol com formação de alcóxido. Fonte: acervo do autor (2014).

A mistura OFU + metóxido foi mantida a 50 ºC por 3 horas, resultando em biodiesel (Figura 4).



Figura 4. Síntese do biodiesel a partir do OFU e metóxido de sódio.Fonte: acervo do autor (2014).

6. Separação de fases após resfriamento, observando a separação do biodiesel (fase menos densa) e do glicerol (fase mais densa), removido por decantação ou sifonação (Figura 5).



Figura 5. Separação do biodiesel do glicerol. Fonte: acervo do autor (2014).

Destino do OFU

Durante as etapas de coleta, os estudantes entrevistaram os responsáveis pelo OFU e registraram as informações em formulário eletrônico, indicando o destino provável do resíduo

caso não tivesse sido recolhido pelo projeto. As opções incluíam: (i) produção de sabão; (ii) descarte direto na rede de esgoto; (iii) descarte no solo; (iv) e outros.

As respostas foram tabuladas e transformadas em percentuais relativos, permitindo avaliar a contribuição do projeto para evitar impactos ambientais. Para essa etapa, utilizou-se o procedimento de categorização semântica para sistematizar a confiabilidade na análise qualitativa das informações (Bardin, 2011).

Aulas práticas no contexto do biodiesel e avaliações

As aulas práticas, realizadas no laboratório da UFG, foram planejadas conforme cada série: no 1º ano, normas de segurança, vidrarias e precisão volumétrica; no 2º ano, titulação ácido-base do OFU e cálculos associados aos AGL; e, no 3º ano, transesterificação, reagente limitante, catalisador e ausência de água no processo.

Na semana seguinte à realização das práticas, os alunos responderam a uma avaliação escrita sem consulta, elaborada a partir das atividades experimentais (Bardin, 2011; Bogdan; Biklen, 1994). Essa avaliação foi denominada AVL (avaliação laboratorial). Para fins de comparação, foram utilizadas também as notas das AVT (avaliações tradicionais), que correspondem a provas aplicadas sem a mediação de aulas práticas, no modelo usual das escolas.

Análise estatística

Para verificar diferenças entre AVT e AVL, aplicou-se o teste t pareado (*Pair-Sample t-Test*), no software Origin 2018, considerando três pares de avaliações (AVT1 x AVL1, AVT2 x AVL2 e AVT3 x AVL3). Adotou-se $p < 0,05$ como critério de significância.

Vídeo Desafio

O vídeo desafio consistiu na produção, pelos grupos, de material audiovisual de 1min30s a 3min sobre as coletas de OFU, estimulando criatividade, reflexão crítica e articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A avaliação considerou diferentes dimensões, conforme os critérios descritos no Quadro 2, com atribuição de créditos de carbono de acordo com o desempenho de cada grupo.

Quadro 2. Critérios do vídeo desafio e seus respectivos créditos de carbono.

Categorias	Créditos de carbono
Criatividade	50
Contextualização do trabalho com a Química e o Meio Ambiente	80
Entrevista com membros do grupo	20
Entrevista com terceiros	50
Qualidade da pergunta feita pelo entrevistador	50

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Além da pontuação, os vídeos foram submetidos a uma análise qualitativa, pautada na metodologia de categorização temática (Bardin, 2011). A partir desse processo, emergiram quatro eixos principais que estruturaram a discussão:

- impactos ambientais do descarte inadequado do OFU,
- potencial dos biocombustíveis como alternativas sustentáveis,
- engajamento e criatividade dos estudantes na produção audiovisual e
- responsabilidade socioambiental.

Esses eixos dialogam diretamente com as dimensões do referencial CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), permitindo aprofundar a análise pedagógica e formativa da atividade (Almeida, 2010; Loureiro; Torres, 2016)

Resultados e discussões

O projeto contou com 210 estudantes, distribuídos em 38 grupos de três escolas privadas de Ensino Médio de Jataí-GO (Tabela 1). No Colégio A participaram 108 estudantes em 16 grupos; no Colégio B, 46 estudantes em 11 grupos; e, no Colégio C, 56 estudantes em 11 grupos.

Tabela 1: Distribuição dos estudantes participantes por colégio e série

Colégio	1º Ano	2º Ano	3º Ano	Total de Estudantes	Nº de Grupos
A	36	42	30	108	16
B	21	11	14	46	11
C	25	16	15	56	11
Total	82	69	59	210	38

Fonte: elaborado pelo autor.

Durante 2014, foram coletados aproximadamente 8 mil litros de OFU, encaminhados ao laboratório da UFG para processamento em biodiesel. A mobilização envolveu estudantes, famílias e estabelecimentos locais, contribuindo para reduzir o descarte inadequado do resíduo

na rede de esgoto e para ampliar a conscientização ambiental.

Destinação potencial do OFU

A Figura 6 apresenta o destino provável do OFU, caso não tivesse sido recolhido pelo projeto. Constatou-se que 51% dos resíduos seriam destinados à produção de sabão artesanal. Os estudantes também observaram, que parte significativa do OFU é comercializada por proprietários de bares e restaurantes, devido à alta demanda dessa matéria-prima.

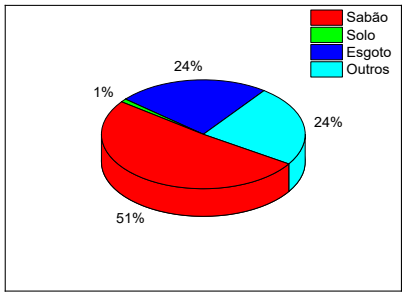


Figura 6. Potencial destino do OFU. Fonte: autor (2025).

Embora a produção de sabão artesanal represente uma alternativa ao descarte direto em redes de esgoto, essa prática ainda gera impactos ambientais relevantes (Amaral; Chaud; Reigota, 2019). O uso de soda cáustica, por exemplo, pode elevar o pH da água e comprometer a qualidade dos efluentes (Shriver; Atkins, 2006).

Verificou-se que 24% do OFU coletado, cerca de 2 m³, foi desviado do descarte inadequado na rede de esgoto, evitando a contaminação de aproximadamente 20 milhões de litros de água (Almeida, 2010). O resultado reforça a relevância de práticas educativas que integrem ciência, cidadania e sustentabilidade (Freitas; Vaz, 2021; Loureiro; Torres, 2016).

Verificação de aprendizagem

Após as aulas práticas realizadas pelos estudantes no laboratório da UFG, eles foram avaliados sobre os principais conceitos abordados. Então, comparou-se as notas em duas categorias: AVT (Avaliação Tradicional) e a AVL (Avaliação Laboratorial) para os três colégios (Figura).

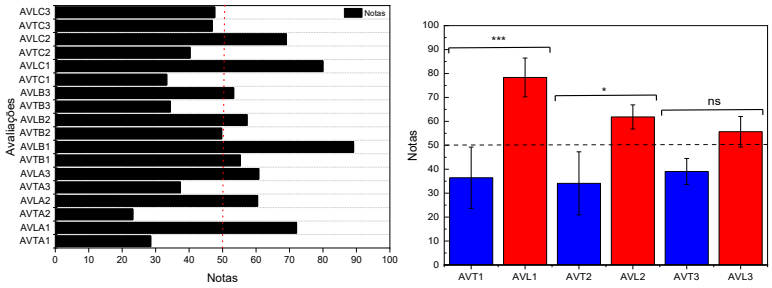


Figura 8. Notas das Avaliações Tradicionais (AVT) e Laboratoriais (AVL) nos três colégios e comparação das médias (± DP). Estatística: $p \geq 0,05$ (ns); $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***). Fonte: autor (2025).

A Figura 8 indica médias superiores nas AVL em relação às AVT nas três séries, sugerindo que as aulas práticas contribuíram para melhor desempenho acadêmico e maior apropriação dos conceitos trabalhados.

Do ponto de vista estatístico, as diferenças entre AVT e AVL foram significativas no 1º ano ($p < 0,001$) e no 2º ano ($p < 0,05$), evidenciando o impacto das aulas práticas nesses grupos. No 3º ano, embora as médias das AVL tenham se mantido superiores, a diferença não foi estatisticamente significativa (ns), possivelmente em razão da maior maturidade e experiência dos estudantes, o que reduz o efeito relativo das práticas em comparação com os anos iniciais.

De modo geral, a experimentação favoreceu a aprendizagem de conteúdos abstratos e ampliou o engajamento discente, especialmente nos anos iniciais do Ensino Médio, nos quais os estudantes ainda consolidam conceitos fundamentais (Vaz; Freitas, 2022).

Vídeo Desafio e Conscientização Ambiental

Os vídeos produzidos pelos estudantes abordaram a coleta adequada do OFU, os riscos do descarte em redes de esgoto e as relações entre propriedades físico-químicas, poluição hídrica e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (Figura 9) (Almeida, 2010; Loureiro; Torres, 2016; Souza et al., 2018).



Figura 7. Impactos do descarte inadequado do OFU (vídeo desafio). Fonte: acervo do autor (2014).

Também foi ressaltado o papel dos biocombustíveis como alternativas energéticas

sustentáveis, capazes de mitigar impactos ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis, como o aumento da concentração atmosférica de CO_2 e o agravamento do efeito estufa (Figura 8) (Cortes Junior; Fernandez, 2016).



Figura 8. Biocombustíveis e mitigação do efeito estufa (vídeo desafio). Fonte: acervo do autor (2014).

Os vídeos demonstraram engajamento e trabalho colaborativo, expressos inclusive na produção de paródias criativas (Figura 9), que reforçaram o valor educativo da coleta de OFU (Loureiro; Torres, 2016). Além disso, transmitiram mensagens de responsabilidade e compromisso socioambiental assumidos pelos participantes.



Figura 9. Paródia sobre a coleta do OFU e compromisso dos estudantes com a sustentabilidade.
Fonte: acervo do autor (2014).

De forma geral, as produções audiovisuais evidenciaram potencial pedagógico ao integrar Química, sustentabilidade e cidadania. A gamificação contribuiu para intensificar a motivação, o trabalho colaborativo e a participação dos estudantes nas coletas e atividades complementares (Akahoshi; Souza; Ribeiro Marcondes, 2018; Bezerra et al., 2024; Vaz; Freitas, 2022).

Os resultados demonstraram ganhos significativos em três dimensões complementares (Cortes Junior; Fernandez, 2016; Demo, 2011; Loureiro; Torres, 2016): (i) ambientais, pela correta destinação do OFU; (ii) pedagógicas, ao promover uma aprendizagem de conteúdos abstratos por meio da experimentação; (iii) e sociais, ao estimular atitudes cidadãs.

Considerações Finais

O projeto demonstrou potencial para articular ciência, sustentabilidade e cidadania no ensino de Química. A coleta e reutilização do OFU para síntese de biodiesel contribuíram para reduzir impactos ambientais e aproximar os conteúdos escolares de problemas reais. A

comparação entre AVT e AVL indicou que a experimentação favoreceu o aprendizado, sobretudo nos anos iniciais do Ensino Médio. A gamificação, por sua vez, fortaleceu o engajamento, a cooperação e o senso de responsabilidade socioambiental dos estudantes.

Termos de uso de Inteligência Artificial Generativa

Neste trabalho não foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa.

Referências

AKAHOSHI, Luciane Hiromi; SOUZA, Fabio Luiz; RIBEIRO MARCONDES, Maria Eunice. Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzido por professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, 18 dez. 2018.

ALMEIDA, Jozimar Paes de. **Biodiesel: o "Óleo Filosofal": desafios para a educação ambiental no caldeirão do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: ScieLo, 2010.

AMARAL, Venâncio Alves; CHAUD, Marco Vinícius; REIGOTA, Marcos Antônio dos Santos. Alternativas políticas e pedagógicas da produção de sabão artesanal: um diálogo com a Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 14, n. 3, p. 50–74, 13 set. 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1ª edição ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BEZERRA, Erich Teles *et al.* GAMIFICAÇÃO E ESTUDOS MEDIADOS POR TECNOLOGIA: ENGAJAMENTO E MOTIVAÇÃO NO AMBIENTE EDUCACIONAL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 3102–3117, 29 jul. 2024.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto editorial, LDA, 1994.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos; FERNANDEZ, Carmen. ENVIRONMENTAL EDUCATION IN CHEMISTRY TEACHER TRAINING: A DIAGNOSTIC STUDY AND SOCIAL REPRESENTATIONS. **Química Nova**, 2016.

DEMO, Pedro. **Praticar ciência**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

FERNANDES VAZ, Wesley; BENITE DE FREITAS, Alysson. O DESPERTAR DO PENSAR CERTO NO ENSINO INTERDISCIPLINAR DE PILHAS. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 2, p. 121–140, 25 jul. 2022.

FREITAS, Alysson Benite de; VAZ, Wesley Fernandes. O Ensino de Radioatividade em Química e a Educação Ambiental no Aspecto da Racionalidade. **Debates em Ensino e Aprendizagem da Química**, v. 6, n. 1, p. 53–69, 2021.

GAMBOA, Silvio Sáchez. **Projetos de pesquisa, fundamentos lógicos: a dialética entre perguntas e respostas**. Chapecó: Argos, 2013.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, José Ossian Gadelha de. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380–398, ago. 2015.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; TORRES, Juliana Rezende. **Educação Ambiental: dialogando com Paulo Freire**. São Paulo: Cortez, 2016.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MENDES SANDRI, Marilei Casturina; SANTIN FILHO, Ourides. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34, 11 out. 2019.

MORAES, Ana Carolina de; CREMER, Marta Jussara. METODOLOGIAS ATIVAS PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM COMPARATIVO DAS METODOLOGIAS FUNDAMENTADAS NA PROBLEMATIZAÇÃO. *In*: **Ensino, pesquisa e realizações**. *[S.l.]*: Antonella Carvalho de Oliveira, 2018. p. 178–193.

MORAIS, João Kaio Cavalcante de; HENRIQUE, Ana Lúcia Sarmento. Epistemologia da prática e da práxis: características das pesquisas sobre formação docente para Educação Profissional. **Educação**, 29 jun. 2022.

NATALY MARIA DE OLIVEIRA, Souza *et al.* IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE INADEQUADO DO ÓLEO DE COZINHA E AS SUAS FORMAS DE REUSO. *In*: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2018.

PENELUC, Magno da Conceição; PINHEIRO, Bárbara Carine Soares; MORADILLO, Edilson Fortuna de. Possíveis confluências filosóficas e pedagógicas entre a educação ambiental crítica e a pedagogia histórico-crítica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 157–173, jan. 2018.

SHRIVER, Duward F.; ATKINS, Peter. **Inorganic Chemistry**. Fourth ed. *[S.l.]*: Oxford University Press, 2006.

SILVA, João Batista da. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e09932803, 13 mar. 2020.

SOLOMONS, T. W. Graham.; FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica**. 8ª ed. Rio de Janeiro (RJ): LTC, 2006. v. 1

WANDERLEY, Fabiana. ABORDAGEM BEHAVIORISTA E HUMANISTA: IMPLICAÇÕES PSICOPEDAGÓGICAS. **ARACÊ**, v. 7, n. 8, p. e7103, 6 ago. 2025.