



TRANSIÇÃO ENERGÉTICA MEDIADA PELA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

Beatriz de Matos Massafferri Acha David¹

Jussara Lopes de Miranda²

Lucas de Souza Silva³

Resumo

The urgent need for an energy transition arises due to the environmental impacts associated with the use of fossil fuels. Biofuels play a crucial role as an important option in this transition, and biodiesel has been mandatory in Brazil since 2005, contributing significantly to the goals of reducing greenhouse gas emissions. Teaching about new energy sources plays a fundamental role in this energy transition by raising awareness and empowering people about the benefits of biofuels. This awareness stimulates research and development of more efficient technologies, driving the transition towards a sustainable energy matrix. Investing in biofuel education prepares future generations to face energy and environmental challenges, promoting a more sustainable future. The overall objective of this work is to contextualize the energy transition using biodiesel in chemistry education, addressing it in connection with critical environmental education, socio-environmental issues, and climate change. The research methodology employed was an action research project, involving stages of social awareness, thematic awareness, scientific reading dynamics, experimental dynamics, protagonist dynamics, biodiesel trail, and the use of film material. The results provided a dynamic and engaging approach, allowing students to be closer to the concepts and applications of the discipline.

Palavras-chave: biocombustíveis, educação ambiental crítica, descarbonização, transição energética.

¹Graduanda em Licenciatura em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, beatrizdavid@gradu.iq.ufrj.br

²Prof^a. Dr^a. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ – Instituto de Química, IQ, jussara@iq.ufrj.br

³Mestrando pelo PGQU, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, lucasdesouza.r6@hotmail.com



INTRODUÇÃO

A necessidade de transição energética tornou-se premente em função dos impactos ambientais associados ao uso dos combustíveis fósseis, extremamente poluentes. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, IPCC, relatou que, por consequência do excesso de combustíveis fósseis em uso no mundo, observa-se que o aquecimento global se intensificou devido à queima dos derivados petroquímicos (Solomon, 2023). Dessa maneira, os biocombustíveis são uma opção importante neste processo de transição e o biodiesel já é obrigatório no Brasil desde 2005, contribuindo para uma boa parcela para as Contribuições Nacionalmente Determinadas (iNDC, na sigla em inglês) para a redução das emissões dos gases do efeito estufa (BRASIL, 2023).

No atual contexto global de crise ambiental, é crucial que todas as indústrias, independentemente do seu tamanho, reconheçam a importância central que desempenham e dediquem esforços contínuos à busca do desenvolvimento sustentável. Este momento crítico não apenas afeta as gerações futuras, como era considerado no passado, mas também tem um impacto direto nas gerações presentes. Estas já enfrentam sérias consequências das mudanças climáticas em suas vidas, abrangendo áreas sociais e ambientais (Boehm; Schumer, 2023). Com isso, há de se pensar em introduzir esse debate em sala de aula para que consigamos mitigar efeitos ambientais futuros, através de uma visão crítica e fundamentada no pensamento científico.

A educação ambiental é crucial para promover a conscientização e a ação pela sustentabilidade. Nestes trabalhos, adotamos uma abordagem social crítica. Além de informar sobre desafios ambientais, buscamos estimular profunda reflexão sobre questões socioambientais. Essa abordagem capacita indivíduos a se tornarem agentes de mudança, contribuindo para um futuro sustentável e soluções concretas aos problemas atuais, O referencial teórico adotado privilegia o protagonismo do aluno/cidadão, promovendo um processo crescente de autonomia e apropriação do conhecimento crítico. Por isso, selecionamos como o principal referencial teórico os pressupostos de Paulo Freire. Freire (1980) aborda o processo de conscientização como a compreensão profunda da realidade para desmistificação, incentivando um olhar crítico sobre o cotidiano. Isso é alcançado

Realização





através de estratégias que revelam mitos enganosos que perpetuam estruturas de poder. Ao aplicar essa abordagem à educação sobre biocombustíveis, como a produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha usado, os estudantes são encorajados não só a questionar dependências energéticas, mas também a explorar relações de consumo e descarte. Esse conhecimento desempenha um papel vital na transição para fontes de energia sustentáveis, impulsionando tecnologias mais eficientes e preparando as futuras gerações para os desafios energéticos e ambientais, promovendo um futuro mais sustentável.

METODOLOGIA

Para dar início ao assunto, foram introduzidas inicialmente três dinâmicas para três aulas diferentes, abordando a temática de combustíveis e suas origens. Primeiramente, o projeto foi apresentado e uma atividade adaptada de 'batata quente' foi realizada, na qual o objeto a ser passado era uma molécula de gás carbônico, visando a aumentar a afinidade com a turma. Antes de tudo, houve a sondagem do conhecimento prévio dos alunos sobre biocombustíveis, por meio de um questionário on-line composto por 11 perguntas, sendo 5 fechadas, 3 abertas, 1 em escala e 2 em escala Likert.

Na semana seguinte, deu-se início à primeira atividade, que teve a duração de duas semanas, totalizando 2 horas de aula. A dinâmica 1, intitulada 'Qual É A Cara do Meu Combustível?', consistiu na divisão da turma em cinco grupos, nos quais foram sorteados combustíveis previamente selecionados, tais como etanol, gasolina, diesel, biodiesel e gás natural. Para a realização dessa atividade, foram necessárias canetinhas, lápis de cor, cartolinas coloridas e barbante. Após o sorteio dos combustíveis, os alunos tiveram que representar graficamente o 'rosto' de cada combustível, bem como elaborar perguntas para os outros grupos adivinharem de qual combustível se tratava, com base nos desenhos criados.

A segunda atividade, denominada 'Adivinha Que Combustível Sou Eu', envolveu a troca dos combustíveis entre os grupos, e cada um deles teve que responder perguntas específicas sobre o novo combustível que receberam. Essa dinâmica foi inspirada no jogo 'Quem Sou Eu', no qual os participantes podem fazer perguntas uma de cada vez, sem

Realização



repeti-las, o que exigiu bastante atenção por parte de cada grupo. As perguntas selecionadas para a adivinhação foram as seguintes: “Sou biocombustível ou combustível fóssil?”; “de onde eu vim?”; “como eu sou produzido?” e “onde eu sou usado?”.

Essa etapa foi realizada com a participação de três grupos, sendo o primeiro grupo o 'interrogado', e os outros dois grupos escolhendo uma das quatro perguntas para fazerem, tentando descobrir o combustível sem revelá-lo ao restante da turma. Ao final das quatro perguntas respondidas, o grupo apresentava novamente o combustível, mostrando sua representação gráfica e nome, dessa vez, fornecendo todas as informações de uma vez para toda a turma. A figura 1 exibe os resultados obtidos nas dinâmicas 1 e 2, apresentadas à turma do segundo ano do Ensino Médio.

Para a terceira dinâmica, chamada “Ciência Para Todos”, e para a produção dos cartazes que divulgarão o processo de recolhimento de óleo de cozinha usado, foi decidido promover uma atividade interdisciplinar. Os alunos receberam quatro temas diferentes – mencionados abaixo –, extraídos de artigos científicos, e foram solicitados a fazer um breve resumo de cada leitura. Uma vez concluídos os resumos, eles foram trocados entre os grupos, e cada grupo ficou responsável por elaborar um cartaz informativo sobre o projeto experimental de biodiesel, envolvendo os temas dos outros grupos. Os temas foram os seguintes: a) Óleos e gorduras utilizados para a produção de biodiesel; b) Processos de obtenção do biodiesel (com foco na transesterificação); c) Biodiesel a partir do óleo de fritura: Alternativa energética e desenvolvimento socioambiental e d) Teor de biodiesel no diesel no Brasil.

A quarta dinâmica consistiu na realização do teste da proveta, cujo principal objetivo era determinar o teor de álcool (etanol) na gasolina, como demonstrado na figura 3. Essa abordagem permitiu introduzir a discussão sobre o teor de biodiesel misturado ao diesel.

Após a produção dos cartazes pelos alunos, iniciou-se a coleta de óleo vegetal usado para a futura produção de biodiesel. O esquema de coleta foi montado utilizando-se um tonel grande, ao qual foi acoplada uma tela de mosquito para reter os resíduos de fritura. Com o início da coleta, à turma foi gradualmente apresentada ao processo de transesterificação, que foi apelidado de ‘receita de biodiesel’, com o objetivo de promover

Realização





um melhor entendimento dos alunos sobre o tema. Durante a aula sobre a transesterificação, foram discutidos conteúdos como ligações químicas, polaridade, funções orgânicas e suas nomenclaturas, bem como a solubilidade de compostos. A figura 5 exibe um esquema mais detalhado do que foi escrito no quadro para os alunos, criado no programa *ChemSketch*.

Além disso, para abordar a produção industrial de biodiesel, a turma assistiu ao documentário "Biocombustíveis" do canal Biosfera, que mostrou a trajetória do óleo de cozinha desde sua coleta até a produção de sabão, biodiesel, entre outros produtos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho apresentou resultados positivos ao adotar uma abordagem protagonista e interativa para o ensino dos biocombustíveis, conforme as respostas relatadas pelos alunos nos questionários e nas rodas de conversa. As dinâmicas realizadas em grupo, a transposição da linguagem científica para de domínio público e a elaboração de cartazes promoveram uma aprendizagem colaborativa e efetiva, permitindo a exploração de conceitos-chave de forma mais envolvente. Além disso, o teste da proveta proporcionou uma compreensão prática do teor de álcool na gasolina e sua relação com o biodiesel. O documentário exibido enriqueceu a compreensão sobre a produção industrial de biodiesel, oferecendo uma perspectiva realista do processo completo, desde a coleta de óleo de cozinha até a fabricação de produtos. A abordagem despertou o interesse dos alunos, o que favoreceu uma aprendizagem mais significativa e contextualizada sobre a importância dos biocombustíveis no contexto atual.

- Sensibilização temática social: questionário.

Os alunos demonstraram muito interesse nas dinâmicas em grupo, com 84,8% deles afirmando que gostaram da abordagem. Em relação ao conhecimento sobre biocombustíveis, a maioria apresentou um nível baixo ou médio, com 63,6% tendo pontuação de 1 a 3 em uma escala de 1 a 5. Apenas 18,2% dos alunos afirmaram saber explicar a diferença entre biocombustíveis e combustíveis fósseis. No entanto, a grande maioria (84,8%) reconheceu corretamente que o biodiesel é um biocombustível. Quanto à

Realização





utilização de biocombustíveis no Brasil, 48,5% dos alunos sabiam que eles são usados no país. A definição do biodiesel dada pelos alunos variou, mas a maioria reconheceu sua natureza de combustível renovável feito a partir de fontes biológicas. Os resultados sugerem que a sensibilização temática teve um impacto positivo no conhecimento dos alunos sobre biocombustíveis, mas ainda há espaço para melhorias na compreensão do assunto. Ainda, foram extraídas as tabelas 1 e 2 do formulário colocadas abaixo.

Tabela 1. Classificação dos combustíveis em biocombustíveis ou combustíveis fósseis.

	Biocombustível	Não sei	Combustível Fóssil
Etanol	15 respostas	6 respostas	12 respostas
Gasolina	7 respostas	4 respostas	22 respostas
Diesel	8 respostas	5 respostas	20 respostas
Gás natural	15 respostas	4 respostas	14 respostas
Biodiesel	24 respostas	5 respostas	4 respostas

Tabela 2. Classificação de alguns combustíveis em fósseis ou biocombustíveis em graus de poluição.

	Nada poluente	Pouco poluente	Mediano	Poluente	Muito Poluente	Não sei
Etanol	1 resposta	7 respostas	6 respostas	11 respostas	2 respostas	6 respostas
Gasolina	0 respostas	0 respostas	6 respostas	15 respostas	9 respostas	3 respostas
Diesel	2 respostas	2 respostas	6 respostas	16 respostas	3 respostas	4 respostas
Gás natural	11 respostas	7 respostas	7 respostas	2 respostas	1 respostas	5 respostas
Biodiesel	6 respostas	11 respostas	7 respostas	1 resposta	1 resposta	7 respostas

Realização



- Sensibilização temática: dinâmica ‘Qual é a cara do meu combustível?’.

A sensibilização teve resultados positivos, melhorando o conhecimento dos alunos sobre combustíveis como etanol, gasolina, diesel, biodiesel e gás natural. As dinâmicas em grupo despertaram interesse e aumentaram a compreensão dos estudantes, proporcionando uma abordagem mais efetiva no aprendizado sobre esses combustíveis.

Qual é a cara do meu combustível?

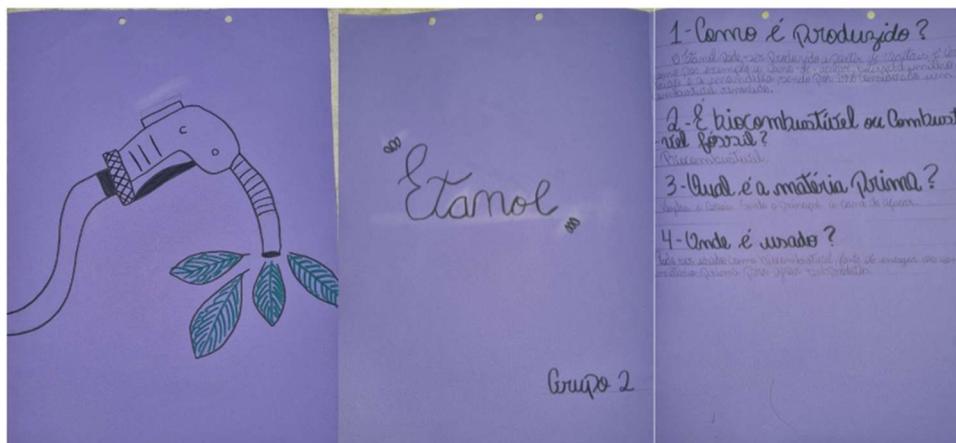


Figura 1. Um trabalho da dinâmica para exemplificar o que foi feito. Fonte: Os autores. (2023)

- Produção de cartazes através da leitura científica: letramento científico.

Nessa dinâmica, houve uma primeira parte, na qual os alunos receberam artigos científicos e fizeram resumos contendo seus eixos temáticos. Na segunda parte, os resumos foram trocados para que outros grupos fizessem os cartazes baseados nos resumos que receberam.

Produção de cartazes através da leitura científica:



Realização



Figura 2. Cartazes produzidos pelos alunos. Fonte: Os autores. (2023)

- Dinâmica de experimentação: ‘Cientista por um dia’.

O teste da proveta foi realizado com entusiasmo pelos alunos, que foram divididos em 'setores': os experimentalistas conduziram a prática, os matemáticos fizeram os cálculos do teor de etanol na gasolina, e os roteiristas redigiram o texto para as redes sociais da escola. Essa dinâmica destacou o que cada aluno mais gosta de fazer, ao mesmo tempo envolvendo conteúdo de química.

Cientista por um dia:



Figura 3. Realização do teste da proveta conforme a resolução da ANP. Fonte: Os autores. (2023)

- Dinâmica protagonista: Coleta de óleo de cozinha utilizado.

Os alunos foram os responsáveis pela montagem do sistema de coleta de óleo de cozinha reciclado e, agora, eles também realizam a coleta do óleo.

Início da coleta de óleo de cozinha:



Figura 4. Coleta do óleo de cozinha e campanha da coleta. Fonte: Os autores. (2023)

- Receita do biodiesel: estudo da reação de transesterificação envolvida na produção do biodiesel.

Realização

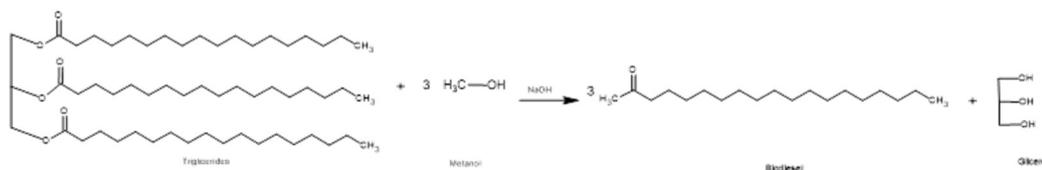


Figura 5. Reação de transesterificação para produção de biodiesel feita pelo programa *ChemSketch*. Fonte: Os autores (2023).

- Dinâmica lúdica: jogo trilha do biodiesel.

Através da competitividade, os alunos demonstraram maior interesse e conhecimento em química durante a atividade lúdica da trilha do biodiesel, que abordou conteúdos programáticos e temáticas de combustíveis previamente debatidas em sala de aula.



Figura 6: jogo trilha do biodiesel. Fonte: Os autores (2023).

- Uso de material filmico: documentário sobre biocombustíveis.



Figura 7. alunos assistindo ao documentário Biocombustíveis do Canal Biosfera. Fonte: Os autores (2023).

Tabela 3. Análise das atividades já realizadas quanto ao currículo de química e a vertente

Realização





socioambiental.

Dinâmicas	Ensino de Química	Socioambiental
Sensibilização temática	Química ambiental.	Origem, matéria-prima e uso dos combustíveis.
Dinâmica de leitura científica	Função orgânica; reações orgânicas; química ambiental.	Descarte incorreto de resíduos de cozinha, obtenção de biodiesel.
Dinâmica de experimentação	Função orgânica; função inorgânica; polaridade; solubilidade; densidade.	Conhecimento do teor de etanol anidro na gasolina na gasolina para redução de emissão de gases poluentes e materiais particulados.
Dinâmica protagonista	Química ambiental.	Direcionamento do descarte correto do óleo de cozinha usado.
Dinâmica lúdica	Função orgânica; função inorgânica; polaridade; solubilidade; ligação química; química ambiental.	Origem, matéria-prima e uso dos combustíveis; emissão de gases e materiais particulados;
Material filmico	Química ambiental.	Aplicação do óleo de cozinha usado na indústria química.

CONCLUSÕES

O trabalho em andamento no itinerário formativo de Química tem demonstrado resultados positivos, o que pode ser atribuído à participação ativa e ao crescente interesse dos alunos. Ao longo do desenvolvimento do projeto, os educadores têm se empenhado em proporcionar uma abordagem dinâmica e envolvente, possibilitando maior proximidade dos

Realização





estudantes com os conceitos e aplicações da disciplina.

A resposta notável dos alunos revela a relevância e eficácia dessa metodologia, que promove um aprendizado mais significativo e desperta o interesse pelas ciências químicas. O ambiente de aprendizagem colaborativo, juntamente com o uso de recursos didáticos inovadores, tem estimulado o engajamento e a motivação dos discentes, refletindo diretamente em seu desempenho acadêmico e na assimilação dos conhecimentos.

Apesar dos avanços e conquistas obtidos, é importante reconhecer que o projeto enfrenta uma pequena limitação devido ao novo modelo de Ensino Médio proposto pela reforma educacional. Algumas escolas públicas ainda encontram desafios em oferecer o itinerário formativo de Química de maneira adequada, conforme as diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Contudo, a perspectiva é de que, com aperfeiçoamentos contínuos na implementação e o engajamento de toda a comunidade educacional, mais estudantes possam beneficiar-se dessa abordagem inovadora. O aprimoramento dessa proposta educacional contribuirá para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a compreensão e aplicação dos conhecimentos químicos, tornando o ensino mais inclusivo, abrangente e eficiente para todos os alunos envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Químico de Petróleo e Biocombustíveis (PRH 20.1) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

REFERÊNCIAS

BOEHM, S.; SCHUMER, C. **10 conclusões do Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas de 2023**. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/10-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-sobre-mudancas-climaticas-de-2023>>. Último acesso em: jul/2023.

BRASIL. **iNDC (Contribuição Nacionalmente Determinada)**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/10570-indc->

Realização





contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada.html>. Acesso em: 29 ago. 2023.

BRASIL. RESOLUÇÃO ANP No 885, DE 20 DE SETEMBRO DE 2022 - DOU - Imprensa Nacional. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anp-n-885-de-20-de-setembro-de-2022-430743447>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

FREIRE, P. Conscientização: teoria e prática da libertação. São Paulo: Moraes, 1980.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa. Editora Paz e Terra, 1996.

KEMENES, A. O AQUECIMENTO GLOBAL: CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E POSSIBILIDADES. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883114/1/Aquecimento.pdf>>.

LIMA, G. P.. Educação ambiental crítica: da concepção à prática. Revista Sergipana de Educação Ambiental, v. 2, n. 1, p. 33-54, 2015.

MIRANDA, J. L., SILVA, F. G. O., ALMEIDA, C. D., & GERPE, R. (2019). O Antropoceno, a Educação Ambiental e o Ensino de Química. Revista Virtual de Química, 10(6), Artigo 17. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a17.pdf>. Último acesso em: jul/2023.

PAULA, A.; SANTOS, B.; PINTO, A. Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. v. 31, n. 1, 2009.

SATO, M., SILVA, R., & JABER, M. (2018). Educação Ambiental: tessituras de esperanças. Cuiabá: Editora Sustentável, EdUFMT.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das Correntes em educação ambiental. In: M. SATO; I. C. M. CARVALHO (org.). Educação Ambiental. Porto Alegre: Artmed. p. 17-45, 2005.

SOLOMON, B. D. Intergovernmental panel on climate change (IPCC). In: Dictionary of Ecological Economics. Edward Elgar Publishing, 2023. p. 302-302.

Realização

