

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA COM ÊNFASE NA BIOTECNOLOGIA

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND CLIMATE CHANGE MITIGATION: A DIDACTIC APPROACH WITH EMPHASIS ON BIOTECHNOLOGY

Renatta Cardoso da Silva¹
Caroline Gomes Pereira²
Maria Josinete Araujo Costa³
Alessandro Oliveira Silva⁴

Área Temática 05: Meio ambiente, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

A educação ambiental é uma ferramenta essencial para a construção de uma sociedade consciente e comprometida com a mitigação dos impactos provocados pelas mudanças climáticas, especialmente na região amazônica. Com base nessa premissa, este trabalho teve como objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática que integrasse conceitos de biotecnologia, metabolismo energético e sequestro de carbono, visando aprofundar o conhecimento dos estudantes e estimular o pensamento crítico em relação à sustentabilidade. A metodologia foi implementada com 34 alunos do 2º ano do ensino médio, no âmbito da Residência Pedagógica, e estruturada em três etapas: um quiz diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio, dez aulas intercalando teoria e prática, e a culminância no evento II BIOTEC. O quiz inicial revelou um desempenho superior ao esperado, com 75% de acertos, indicando que os estudantes já possuíam uma base relevante sobre metabolismo energético e captura de carbono. As aulas seguintes abordaram temas como fotossíntese, fermentação e quimiossíntese, utilizando práticas laboratoriais, simulações e estudos de caso para exemplificar aplicações biotecnológicas no combate às mudanças climáticas. Na culminância, os alunos apresentaram painéis, maquetes e demonstrações práticas, demonstrando domínio dos conteúdos e desenvolvimento de competências comunicativas e científicas. O evento recebeu cobertura institucional, ampliando o alcance das discussões sobre sustentabilidade e educação ambiental. Os resultados indicam que a sequência didática proposta foi eficaz para fortalecer a compreensão sobre processos biotecnológicos voltados à mitigação do dióxido de carbono, promovendo o protagonismo discente e a interdisciplinaridade. Conclui-se que abordagens pedagógicas inovadoras são fundamentais para a formação de cidadãos críticos, aptos a enfrentar os desafios ambientais e a promover a conservação da sociobiodiversidade.

Palavras-Chave: Biotecnologia, Educação ambiental, Mudanças climáticas, Sequestro de carbono

Abstract

Environmental education is an essential tool for building a conscious society committed to mitigating the impacts caused by climate change, especially in the Amazon region. Based on this premise, this

¹ Estudante do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFTO. e-mail: renatta.silva@estudante.ifto.edu.br

² Estudante do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFTO. e-mail: caroline.pereira@estudante.ifto.edu.br

³ Docente do Curso Técnico em Agropecuária e Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFTO. e-mail: josinete.araujo@ifto.edu.br

⁴ Docente do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFTO. e-mail: alessandro.silva@ifto.edu.br

study aimed to develop and apply a didactic sequence integrating biotechnology concepts, energy metabolism, and carbon sequestration, with the goal of deepening students' knowledge and stimulating critical thinking regarding sustainability. The methodology was implemented with 34 second-year high school students as part of the Pedagogical Residency program and structured in three stages: a diagnostic quiz to assess prior knowledge, ten classes combining theory and practice, and the culmination in the II BIOTEC event. The initial quiz revealed performance exceeding expectations, with a 75% correct answer rate, indicating that the students already had a relevant understanding of energy metabolism and carbon capture. The subsequent lessons covered topics such as photosynthesis, fermentation, and chemosynthesis, utilizing laboratory practices, simulations, and case studies to exemplify biotechnological applications in combating climate change. In the culmination, students presented panels, models, and practical demonstrations, showcasing mastery of the content and the development of communication and scientific skills. The event received institutional coverage, broadening the discussions on sustainability and environmental education. The results indicate that the proposed didactic sequence was effective in strengthening the understanding of biotechnological processes aimed at mitigating carbon dioxide, promoting student protagonism and interdisciplinarity. It is concluded that innovative pedagogical approaches are crucial for forming critical citizens capable of facing environmental challenges and promoting the conservation of socio biodiversity.

Keywords: Biotechnology, Environmental Education, Climate Change, Carbon Sequestration.

1. Introdução

A educação ambiental tem se tornado cada vez mais relevante no contexto atual, onde as questões relacionadas às mudanças climáticas e à sustentabilidade se apresentam como desafios globais urgentes. A conscientização sobre esses problemas precisa ser integrada ao processo educativo, de forma que os estudantes não apenas compreendam as complexidades ambientais, mas também se sintam motivados a agir de maneira responsável. Segundo Pinto *et al.* (2025), a educação deve ser um processo de conscientização, no qual o educando não só adquire conhecimento, mas também se torna sujeito da transformação do mundo. Nesse sentido, a biotecnologia surge como uma ferramenta importante para a educação ambiental, pois oferece soluções tecnológicas que podem contribuir para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A biotecnologia, um campo da ciência que aplica o conhecimento biológico para o desenvolvimento de produtos e processos, tem um papel crucial na sustentabilidade ambiental. De acordo com Pelizzari, Da Silva e Felipe (2022), ela tem se destacado por suas contribuições em áreas como agricultura, saúde e conservação ambiental. A aplicação de biotecnologia no sequestro de carbono, por exemplo, apresenta soluções inovadoras para reduzir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Isso é particularmente relevante para a região amazônica, que desempenha um papel fundamental no ciclo global de carbono, sendo responsável por uma grande parte da absorção desse gás (Jesus et al., 2021).

A região amazônica é um bioma essencial para a regulação do clima global, devido à sua vasta vegetação e capacidade de capturar e armazenar grandes quantidades de carbono. No entanto, as mudanças climáticas, impulsionadas pela crescente emissão de gases poluentes, têm afetado negativamente a capacidade de a Amazônia manter esse equilíbrio. Segundo Silva (2021), o desmatamento e a degradação da floresta contribuem para o aumento das emissões de CO₂, exacerbando os efeitos das mudanças climáticas. Nesse contexto, o ensino sobre o sequestro de carbono e as soluções biotecnológicas para mitigar essas emissões torna-se fundamental.

A sequência didática proposta neste estudo busca integrar os conceitos de biotecnologia, metabolismo energético e sequestro de carbono, com o intuito de ampliar a compreensão dos estudantes sobre as formas de mitigar os impactos ambientais causados pelas mudanças climáticas. A metodologia adotada visa desenvolver o pensamento crítico dos alunos, estimulando-os a refletir sobre o papel da biotecnologia na promoção da sustentabilidade. Segundo Andrade (2019), o ensino de ciências deve ser abordado de maneira que os alunos possam aplicar o conhecimento adquirido na solução de problemas reais, e não apenas na memorização de conceitos.

Em um mundo cada vez mais globalizado, as questões ambientais exigem uma abordagem interdisciplinar que conecte diferentes áreas do saber. A biotecnologia, ao lidar com processos biológicos, proporciona uma ponte entre as ciências naturais e as tecnologias aplicadas, permitindo soluções práticas para desafios ambientais. Conforme destaca Jesus et al. (2021), o uso de microrganismos e plantas geneticamente modificados para capturar carbono oferece uma estratégia inovadora e eficiente para reduzir as emissões de CO₂, um dos principais causadores das mudanças climáticas.

Além de suas aplicações na mitigação das mudanças climáticas, a biotecnologia também pode ser empregada no desenvolvimento de processos sustentáveis, como a criação de biofertilizantes, a descontaminação de solos e a produção de biocombustíveis (Silva, 2021). Esses avanços contribuem para a promoção de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado, em que a tecnologia é utilizada para a preservação ambiental e para a melhoria da qualidade de vida das populações. Dessa forma, a integração da biotecnologia ao currículo escolar não só amplia o entendimento dos estudantes sobre as tecnologias emergentes, mas também os prepara para atuar de forma responsável e crítica frente aos desafios ambientais.

O impacto das mudanças climáticas já é visível em diversas partes do mundo, com o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como secas, enchentes e furacões. A necessidade de soluções para mitigar esses efeitos é urgente, e a biotecnologia se apresenta como uma das principais aliadas nesse processo. De acordo com Jesus et al. (2021), a aplicação de tecnologias biológicas para a captura de carbono é uma das estratégias mais promissoras para combater as mudanças climáticas, pois permite a remoção do CO₂ da atmosfera e o seu armazenamento de forma segura.

No Brasil, a implementação de estratégias de educação ambiental, aliadas ao ensino de biotecnologia, é essencial para preparar as novas gerações para os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A educação deve, portanto, ser vista como um meio para capacitar os estudantes a compreender os processos naturais e tecnológicos que podem ser utilizados para mitigar os impactos ambientais. O ensino de biotecnologia oferece, assim, uma oportunidade para conectar o conhecimento científico com a prática, estimulando o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis.

A proposta deste trabalho é, portanto, oferecer uma sequência didática que permita aos estudantes do ensino médio explorar de maneira aprofundada os conceitos de sequestro de carbono, biotecnologia e sustentabilidade. A metodologia envolve atividades práticas e teóricas que incentivam a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos não apenas adquiram conhecimento, mas também desenvolvam competências para aplicar esse conhecimento em sua vida cotidiana. A culminância desse processo será a realização de uma exposição, onde os alunos poderão compartilhar suas descobertas e reflexões sobre o tema, evidenciando o desenvolvimento do pensamento crítico e da conscientização ambiental.

2. Metodologia

A metodologia do estudo foi desenvolvida como parte do Programa de Residência Pedagógica, com o objetivo de integrar a teoria e a prática de maneira inovadora, promovendo a aprendizagem significativa dos alunos. O trabalho não se submeteu ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) devido ao seu caráter pedagógico e de experiência educacional. A sequência didática foi aplicada a uma turma do 2º ano do ensino médio, composta por 34 alunos, no turno vespertino. A turma foi escolhida por ser representativa de um grupo de estudantes que cursam uma disciplina de ciências biológicas, com foco no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento crítico e à educação ambiental.

Inicialmente, a sequência didática teve início com a aplicação de um quiz diagnóstico, que consistiu em duas aulas de 50 minutos cada, para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o sequestro de carbono na atmosfera. O quiz foi formulado com perguntas que abordavam temas como o conceito de carbono, as fontes de emissão de gases de efeito estufa, e os processos naturais e artificiais de captura e armazenamento de carbono. O objetivo foi mapear o nível de conhecimento dos estudantes e identificar as áreas que necessitavam de maior aprofundamento. Os resultados do quiz mostraram que 75% dos alunos já possuíam uma compreensão razoável sobre o tema, o que permitiu avançar rapidamente para o conteúdo mais detalhado.

Após a avaliação inicial, dez aulas de 50 minutos foram ministradas, com uma metodologia híbrida que combinava ensino teórico e atividades práticas. Durante as aulas, foram abordados temas como fotossíntese, fermentação, quimiossíntese e processos de biotecnologia aplicados ao sequestro de carbono. Além das explicações conceituais, os alunos participaram de atividades práticas que incluíam simulações de processos biotecnológicos, como a utilização de microrganismos para captura de carbono e a análise de técnicas para otimização de culturas. Estudos de caso também foram apresentados, permitindo aos alunos explorar diferentes cenários e soluções biotecnológicas para os desafios ambientais. Revisões periódicas foram realizadas a fim de consolidar o aprendizado, sanar dúvidas e reforçar os conceitos discutidos.

Ao longo das aulas, os alunos foram estimulados a manter um portfólio com suas observações, reflexões e resultados de atividades práticas. Esse portfólio foi utilizado como instrumento de avaliação formativa, que não apenas indicava o desenvolvimento de habilidades científicas, mas também incentivava os estudantes a refletir sobre a aplicação do conhecimento no contexto real. A metodologia adotada procurou integrar, de forma interdisciplinar, conceitos de biologia, química e física, estabelecendo conexões entre os conteúdos escolares e os desafios ambientais contemporâneos, especialmente os relacionados às mudanças climáticas.

A culminância da sequência didática ocorreu com a realização do evento II BIOTEC, promovido pelo Programa de Residência Pedagógica, no qual todas as turmas envolvidas na residência apresentaram seus trabalhos e conhecimentos adquiridos sobre o sequestro de carbono e a biotecnologia. Este evento final permitiu que os estudantes demonstrassem, de forma criativa e interativa, o que haviam aprendido ao longo do processo. As apresentações incluíram a exposição de painéis informativos, maquetes ilustrativas e demonstrações ao vivo,

com destaque para a utilização de recursos visuais e experimentos demonstrativos de processos biotecnológicos.

Durante o evento, os alunos também apresentaram projetos inovadores, mostrando sua capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos para propor soluções sustentáveis. Além disso, o evento teve uma grande importância para o desenvolvimento das habilidades de comunicação e apresentação dos alunos, que foram desafiados a explicar conceitos complexos de forma clara e acessível ao público. O evento recebeu cobertura institucional, com destaque no setor de comunicação do IFTO-Campus Araguatins, o que possibilitou a divulgação do projeto e ampliou sua visibilidade, evidenciando a relevância da biotecnologia no contexto da educação ambiental e da mitigação das mudanças climáticas.

O impacto do evento foi significativo, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e interdisciplinar, onde os alunos tiveram a oportunidade de compartilhar suas ideias, discutir soluções e aprender com os colegas. A experiência de aplicar os conhecimentos de forma prática e de participar de um evento que envolveu a comunidade escolar contribuiu para fortalecer o protagonismo estudantil e a conscientização ambiental. A metodologia empregada, portanto, não só promoveu o aprendizado acadêmico, mas também incentivou o envolvimento dos estudantes em questões sociais e ambientais de grande relevância, consolidando a aprendizagem como um processo contínuo e interativo.

3. Resultados/Discussões

Os resultados obtidos a partir da sequência didática sobre o sequestro de carbono na atmosfera evidenciam um impacto significativo na compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados, especialmente no que diz respeito à aplicação da biotecnologia para mitigar as mudanças climáticas. Durante as dez aulas de 50 minutos, foi possível observar um avanço considerável no entendimento dos alunos, refletido em suas participações ativas e questionamentos durante as atividades e discussões em sala. A abordagem prática e interativa, com atividades como simulações e experimentos de laboratório, foi essencial para consolidar os conceitos aprendidos e transformar o conhecimento teórico em habilidades práticas. Esse processo é apoiado por autores como Rosa (2025), que destacam a importância de metodologias ativas no ensino de Ciências, como forma de engajar os alunos e proporcionar uma aprendizagem mais eficaz.

A aula prática de fermentação (Figura 1), por exemplo, foi uma das atividades que mais se destacaram no processo de aprendizagem dos estudantes. Ao observar como os microrganismos podem ser utilizados para processos biotecnológicos que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, os alunos tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos sobre biotecnologia de maneira tangível. Segundo Ribeiro (2023), o uso de microrganismos para a captura de carbono é uma das abordagens biotecnológicas promissoras, e experiências como essa ajudam os estudantes a visualizar o impacto real da biotecnologia em um contexto ambiental.

Figura 1: Aula prática de fermentação



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

Simulações de processos biotecnológicos, como as realizadas nas aulas subsequentes, também desempenharam um papel fundamental no processo de ensino. Os alunos, por meio de experimentos de laboratório e simulações computacionais, puderam observar de forma concreta como diferentes tipos de plantas e microrganismos capturam carbono, reforçando a compreensão dos mecanismos envolvidos no sequestro de carbono. Estudos como o de Silva e Patel (2024) destacam que o uso de simulações práticas e interativas no ensino de ciências permite aos alunos uma compreensão mais profunda e aplicável dos conteúdos, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

A utilização de estudos de caso também contribuiu para a consolidação dos conhecimentos. Ao analisar exemplos reais de aplicações biotecnológicas no sequestro de carbono, os alunos puderam contextualizar a teoria com a prática, compreendendo como a biotecnologia pode ser aplicada em cenários do mundo real para enfrentar desafios ambientais. Conforme apontado por Guimarães et al. (2024), a contextualização do conhecimento por meio

de estudos de caso ajuda os alunos a desenvolverem uma visão crítica sobre o uso das tecnologias na solução de problemas globais, como as mudanças climáticas.

Figura 2: Simulação de captura de carbono por plantas



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

A culminância da sequência didática foi o evento II BIOTEC, um marco na integração do conhecimento adquirido pelos alunos ao longo da sequência. O evento, que envolveu a participação de todas as turmas com residentes do Programa de Residência Pedagógica, foi uma oportunidade para os alunos não apenas compartilharem seus conhecimentos, mas também desenvolverem habilidades de comunicação e apresentação científica. A exposição, que incluiu painéis, maquetes e demonstrações ao vivo (Figura 3), evidenciou a criatividade dos alunos e sua capacidade de aplicar conceitos complexos de biotecnologia em um formato acessível ao público escolar. A importância de eventos como o II BIOTEC é ressaltada por Barbosa e Alves (2024), que defende a promoção de práticas pedagógicas que incentivem os alunos a se envolverem com a disseminação do conhecimento científico, desenvolvendo habilidades de comunicação e promovendo a aprendizagem colaborativa.

Figura 3: Stand de exposição do evento II BIOTEC



Fonte: Turma de 2º ano do Ensino Médio (2024)

Além disso, a participação dos alunos na organização do evento foi um aspecto significativo do projeto, pois contribuiu para o desenvolvimento de competências relacionadas à gestão de projetos e ao trabalho em equipe. A equipe organizadora (Figura 4), composta por alunos, professores e residentes, desempenhou um papel fundamental na criação de um ambiente estimulante e colaborativo para as apresentações, promovendo a interdisciplinaridade e a troca de conhecimentos. De acordo com Silva e Rosa (2025), a interação entre diferentes grupos de alunos em projetos colaborativos como esse pode promover a construção conjunta do saber e fortalecer as habilidades de resolução de problemas e criatividade.

Figura 4: Equipe organizadora do evento II BIOTEC



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

O quiz inicial (Figura 5), aplicado no início da sequência didática, também teve um papel crucial na organização das aulas e na identificação das lacunas no conhecimento dos alunos sobre o sequestro de carbono. Essa ferramenta, de acordo com Pinto *et al.* (2025),

contribui para um diagnóstico preciso das necessidades de aprendizagem dos alunos, permitindo que a abordagem pedagógica seja ajustada conforme as dificuldades e interesses dos estudantes. O quiz também serviu como um ponto de partida para o aprofundamento do conteúdo, estabelecendo as bases para as discussões teóricas e práticas que se seguiram.

Figura 5: Aplicação do quiz para avaliar o conhecimento prévio



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

O evento II BIOTEC foi amplamente divulgado por meio de banners informativos (Figura 6), que ajudaram a ampliar a conscientização sobre a importância do sequestro de carbono e da biotecnologia no contexto ambiental. A divulgação visual foi uma estratégia eficaz para envolver a comunidade escolar e despertar o interesse pelo tema.

Figura 6: Banner de divulgação do stand



Fonte: Turma de 2º ano do Ensino Médio (2024)

Por fim, a cobertura do evento pelo setor de comunicação do IFTO-Campus Araguatins, com a publicação de uma matéria sobre o projeto, ampliou o alcance da iniciativa e contribuiu para a conscientização externa sobre a importância de integrar a biotecnologia e o sequestro de carbono nas práticas educacionais. A visibilidade gerada pelo evento foi um exemplo do poder da educação para promover mudanças, conforme defendido por Silva e Castellanos (2025), que enfatiza o papel da educação científica como um catalisador para a formação de cidadãos críticos e engajados com questões ambientais globais.

Esses resultados evidenciam o sucesso da sequência didática não apenas na transmissão de conhecimento, mas também no desenvolvimento de habilidades essenciais para a formação de alunos preparados para enfrentar os desafios ambientais do futuro. Ao integrar teoria e prática, e ao proporcionar aos alunos uma experiência educativa enriquecedora, o projeto se alinha com as melhores práticas pedagógicas descritas na literatura, mostrando que metodologias ativas e colaborativas podem transformar o aprendizado de ciências e promover o protagonismo estudantil.

4. Considerações Finais

O progresso alcançado através da integração de biotecnologia e sequestro de carbono no ensino médio foi notável, especialmente com a participação ativa dos alunos e a culminância do projeto II BIOTEC. O trabalho não apenas proporcionou uma compreensão mais profunda dos conceitos biológicos e ambientais, mas também ajudou no desenvolvimento de habilidades críticas e de comunicação, fundamentais para a formação de cidadãos mais conscientes. As atividades práticas, simulações e estudos de caso foram eficazes em tornar o aprendizado mais concreto, permitindo aos alunos aplicar os conhecimentos de maneira prática.

Entretanto, ainda existem limitações, como a necessidade de mais recursos e uma infraestrutura mais adequada. Além disso, as estratégias pedagógicas precisam ser aprimoradas para garantir uma melhor assimilação dos conceitos por todos os alunos. Embora a metodologia tenha engajado muitos estudantes, as diferenças no ritmo de aprendizado indicam que é preciso adotar abordagens mais personalizadas para atender à diversidade da turma.

O impacto do projeto foi significativo no que diz respeito ao aumento do conhecimento sobre sustentabilidade e biotecnologia, mas ainda é importante continuar a trabalhar para melhorar a eficácia educacional e o engajamento dos alunos. Uma sugestão seria acompanhar os alunos após o término das atividades para avaliar a retenção do conteúdo e identificar

possíveis dificuldades persistentes. A experiência também demonstrou o potencial dos eventos de culminância, como o II BIOTEC, para fortalecer o envolvimento dos alunos e ampliar a conscientização sobre questões ambientais. O sucesso do evento foi uma prova do aprendizado e do interesse gerado pela temática, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades como comunicação científica e trabalho em equipe.

Em resumo, o projeto foi um passo importante na formação de alunos mais críticos e preparados para enfrentar os desafios ambientais. Contudo, os desafios observados durante a implementação das atividades ressaltam a necessidade de ajustes nas práticas pedagógicas para aprimorar a experiência de aprendizagem e aumentar o impacto do ensino de biotecnologia e sustentabilidade nas escolas. A continuidade de iniciativas como essa é essencial para consolidar os conhecimentos adquiridos e promover mudanças duradouras na relação dos alunos com o meio ambiente.

5. Agradecimentos

A pesquisa agradece à CAPES pelo apoio fundamental e pelos recursos que viabilizaram a realização deste projeto. Ao IFTO – Campus Araguatins, pelo suporte institucional, infraestrutura e ambiente acadêmico propício ao desenvolvimento da sequência didática. A equipe de Comunicação do IFTO Araguatins merece destaque pela cobertura do evento II BIOTEC, que contribuiu significativamente para a ampliação da visibilidade do projeto e para a divulgação de seus resultados. Agradecimentos também à equipe organizadora do evento, cuja dedicação e colaboração foram essenciais para o sucesso da culminância, proporcionando uma experiência enriquecedora para todos os envolvidos.

6. Referências Bibliográficas

ANDRADE, A. C. de. Trabalhando biodiversidade em uma unidade de conservação. 2019. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2019.

BARBOSA, Ranicleide Maria da Silva et al. A sala de aula invertida e a produção do conhecimento científico em feira de ciências. Anais do X CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2024.

GUIMARÃES, Lucas Peres et al. Desafios Climáticos sob o Prisma das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Journal of Education Science and Health, v. 4, n. 4, 2024.

JESUS, G. A. C. de et al. A biotecnologia como instrumento de sequestro de carbono: bactérias, microalgas e árvores geneticamente modificadas. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 11, p. 246-255, 2021.

PELIZZARI, A. DA SILVA, I. S. FELIPE, M. S. S. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. *Concilium*, v. 22, n. 4, p. 230- 247, 2022.

PINTO, Jacyguara Costa et al. Desenvolvendo cidadãos críticos: a importância dos temas transversais no currículo escolar. *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, v. 10, p. 125-134, 2025.

RIBEIRO, Renata Barros. Potencialidades biotecnológicas de microalgas no Amazonas. 2023. 124f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) Universidade Federal do Amazonas - UFAM, 2023.

ROSA, Etiene Rossi de Aguiar da. Desafios e oportunidades no ensino de ciências biológicas: eficácia das metodologias ativas e integração de tecnologias educacionais. *REVISTA DELOS*, v. 18, n. 65, p. e4521-e4521, 2025.

SILVA, E. F. L. P. CASTELLANOS, J. M. C. O construtivismo crítico e transformador para uma educação em paisagem. *Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo*, [S. l.], v. 7, p. e14389, 2025.

SILVA, R. O. da. A biotecnologia e sua importância no meio ambiente. 2021. 24 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Instituto Federal da Paraíba, 2021.

SILVA, Rodrigo Sychocki da. ROSA, Maurício Corrêa da. Projetos de aprendizagem na Matemática escolar: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Educar Mais*, v. 9, p. 1-14, 2025.

SILVA, Silvio Luiz Rutz; PATEL, Ivo. A utilização do phet colorado como recurso pedagógico para o ensino de circuitos elétricos no ensino médio. *Aracê*, [S. l.], v. 3, pág. 9932-9954, 2024.