



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS FLORIANO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALDENIZE CAMPOS MARTINS

**METODOLOGIAS UTILIZADOS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA
NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO LITERÁRIA**

FLORIANO

2024

ALDENIZE CAMPOS MARTINS

METODOLOGIAS UTILIZADOS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- Campus Floriano.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Michelle Mara de Oliveira Lima.

FLORIANO

2024

METODOLOGIAS UTILIZADOS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Aldenize Campos Martins¹

Michelle Mara de Oliveira Lima²

RESUMO

No contexto do ensino de Biotecnologia na Educação Básica, o uso de metodologias adequadas pode ser crucial para facilitar a compreensão dos conceitos complexos pelos alunos. Portanto, espera-se que os educadores busquem abordagens que tornem os conteúdos mais acessíveis e estimulantes. Este trabalho é uma revisão bibliográfica que investigou as práticas utilizadas no ensino de Biotecnologia em metodologias de nível fundamental e médio, visando identificar práticas pedagógicas eficazes e promover a discussão sobre estratégias para aprimorar o ensino destes temas. Foram selecionados 21 artigos considerados aptos para o estudo a partir de uma busca realizada na plataforma Google acadêmico. A análise desses artigos permitiu examinar diferentes abordagens pedagógicas, como: sequências didáticas, aulas práticas, jogos e oficinas didáticas, produção de revista em quadrinhos e investigação criminal. Os resultados destacam a importância dessas metodologias para tornar o ensino de Biotecnologia mais acessível e envolvente, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda dos princípios biológicos e das aplicações práticas da Biotecnologia. Esta revisão oferece percepções importantes para professores de Biologia em desenvolver estratégias inovadoras para o ensino de Biotecnologia na Educação Básica. Além disso, a pesquisa ressalta a importância dessas metodologias para promover o engajamento dos alunos, estimular o pensamento crítico e criativo, e desenvolver habilidades práticas relevantes para a área da Biotecnologia. Reconhece-se também a necessidade de adaptar as metodologias ao contexto específico de cada instituição de ensino e às características dos estudantes, visando alcançar uma aprendizagem significativa.

Palavras-chaves: Biotecnologia; estratégias pedagógicas; sequência didática; aprendizagem ativo.

ABSTRACT

In the context of teaching Biotechnology in Basic Education, the use of appropriate methodologies can be crucial to facilitate students' understanding of complex concepts. Therefore, educators are expected to seek approaches that make content more accessible and stimulating. This work is a bibliographical review that investigated the practices used in teaching Biotechnology in elementary and secondary level methodologies, with the aim of identifying effective pedagogical practices and promoting discussion on strategies to improve the teaching of these topics. 21 articles considered suitable for the study were selected from a search carried out on the Google Scholar platform. The analysis of these articles allowed us to examine different pedagogical approaches, such as: didactic sequences, practical classes, games and didactic workshops, comic book production and criminal investigation. The results highlight the importance of these methodologies in making Biotechnology teaching more accessible and engaging, providing students with a deeper understanding of biological principles and practical applications of Biotechnology. This review offers important insights for Biology teachers in developing innovative strategies for teaching Biotechnology in Basic

¹ Graduanda de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Piauí – Campus Floriano. E-mail:caflo.20191s.01.20@aluno.ifpi.edu.br

² Mestra e professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - IFPI – Campus Floriano. E-mail:michellelima@ifpi.edu.br

Education. Furthermore, the research highlights the importance of these methodologies to promote student engagement, stimulate critical and creative thinking, and develop practical skills relevant to the area of Biotechnology. The need to adapt methodologies to the specific context of each educational institution and the characteristics of students is also recognized, aiming to achieve meaningful learning.

Keywords: Biotechnology; pedagogical strategies; following teaching; active learning

Data de aprovação: 26/06/2024

1 INTRODUÇÃO

A Biotecnologia é um campo interdisciplinar que combina Biologia com tecnologia para desenvolver produtos e processos inovadores em diversos setores. Entre os setores mais impactados pela Biotecnologia estão a saúde, o meio ambiente, a produção de alimentos e a análise de dados (Luz, 2023). A Biotecnologia tem um impacto profundo e transformador na medicina e na saúde. As inovações biotecnológicas proporcionaram avanços significativos em várias áreas, incluindo diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças (Stakoviak, 2023).

Além disso, a Biotecnologia exerce uma influência significativa na produção de alimentos, revolucionando o setor agrícola e promovendo aumentos na produtividade, sustentabilidade e segurança alimentar. As inovações biotecnológicas trouxeram avanços significativos em áreas essenciais como a produção de insumos, o melhoramento genético de plantas e o processamento de alimentos (Vargas et al., 2018). Portanto, um estudo sobre Biotecnologia é relevante e necessário. Ele não apenas aumenta nossa compreensão dos processos biológicos fundamentais, mas também tem o potencial de trazer benefícios práticos significativos para a sociedade. A Biotecnologia, como ciência, deve ser compreendida em seu contexto histórico e social, pois seu desenvolvimento está intrinsecamente ligado aos valores e necessidades da sociedade. Este campo científico não evolui isoladamente; ele é moldado pelas demandas sociais e pelas influências culturais, políticas e econômicas da época (Reusing; Baptistella, 2018).

A humanidade está imersa em uma era em que o conhecimento cresce exponencialmente, tornando praticamente impossível para qualquer pessoa absorver toda a informação disponível. Especificamente na área da Biologia, até mesmo os professores revelam encontrar desafios para compreender, acompanhar e orientar a aprendizagem dos conteúdos referentes às últimas novidades científicas e biotecnológicas (Pedrancini et al., 2008). Neste contexto, os métodos de ensino convencionais frequentemente se mostram inadequados para acompanhar esse ritmo acelerado de mudanças. O uso de metodologias ativas no ensino de Biotecnologia pode representar uma abordagem inovadora projetada para superar essas limitações (Macedo et al., 2018). As metodologias ativas são abordagens pedagógicas que colocam os alunos no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a serem agentes ativos na construção do conhecimento. Diferente do modelo tradicional de ensino, onde o professor é a principal fonte de conhecimento e os alunos são receptores passivos, as metodologias ativas promovem a participação ativa, a colaboração e a autonomia dos estudantes.

No contexto do ensino de Biotecnologia, é de extrema importância que os

professores, pesquisadores, cientistas, técnicos e outros profissionais evitem abordagens simplistas e distorções que afastem a compreensão da realidade científica ao lidar com questões que têm impacto na sociedade como um todo. Portanto, é fundamental que intervenções baseadas no conhecimento científico sejam incorporadas para promover uma abordagem mais completa e precisa dessas questões, que afetam diretamente e indiretamente a vida das pessoas (Alves, 2020).

Esta área da ciência transformou significativamente nossa maneira de interagir com o mundo natural, exercendo um impacto significativo em diversos setores da sociedade. Ao explorar a manipulação de organismos vivos e sistemas biológicos, a Biotecnologia desvenda possibilidades inovadoras para lidar com desafios complexos. Essas possibilidades se estendem desde a criação de medicamentos mais eficazes até o desenvolvimento de cultivos agrícolas altamente resistentes e a mitigação do impacto ambiental associado às atividades humanas.

Portanto, apresentar a Biotecnologia na Educação Básica pode oferecer aos alunos a oportunidade de explorar e compreender os avanços e desafios enfrentados nessa área. Isso inclui a engenharia genética, a clonagem, a produção de medicamentos, a agricultura sustentável e a conservação da biodiversidade. Além disso, a Biotecnologia também levanta questões éticas e morais importantes que os alunos devem discutir e refletir.

Considerando o contexto do ensino de Biotecnologia na Educação Básica, o presente estudo concentrou-se em realizar um levantamento bibliográfico sobre as metodologias e ferramentas de ensino empregadas. Esse levantamento contemplou artigos publicados com foco nessa temática, utilizando a plataforma Google Acadêmico. Assim, o objetivo principal foi analisar na literatura atual a relação entre o ensino e a aprendizagem de Biotecnologia e as metodologias utilizadas na Educação Básica, de modo a inferir se estão sendo eficazes para a compreensão do conteúdo, de forma que possamos contribuir para as discussões acerca das mais diversas metodologias de ensino e sua efetiva aplicabilidade em Biologia.

Para isso, realizou-se um exame minucioso dos artigos selecionados, buscando percepções sobre as práticas de ensino adotadas, as ferramentas pedagógicas empregadas e os desafios encontrados na implementação dessas metodologias. A análise das dificuldades enfrentadas pelos professores e alunos ajudou a compreender melhor os obstáculos no processo de ensino e aprendizagem da Biotecnologia na Educação Básica. Com base nessa análise, foi possível observar discussões sobre as possíveis estratégias e soluções que poderiam ser implementadas para superar tais dificuldades, visando promover uma aprendizagem mais eficiente e significativa dos conteúdos de Biotecnologia pelos alunos.

Este trabalho apresenta uma estrutura organizada, cuidadosamente dividida em seções para explorar as implicações das metodologias no ensino de Biotecnologia na Educação Básica. A revisão da literatura oferece um contexto teórico embasado em estudos anteriores, explorando diferentes abordagens de ensino, estratégias pedagógicas e descobertas significativas no campo da educação em Biotecnologia para estudantes do ensino fundamental e médio. A metodologia detalha os métodos e procedimentos utilizados na implementação e avaliação das metodologias de ensino de Biotecnologia, garantindo transparência e rigor científico. Os resultados e discussão aprofundam-se nas implicações das metodologias adotadas, relacionando-as com a literatura existente e discutindo seu impacto no aprendizado dos alunos e no desenvolvimento de habilidades relacionadas à Biotecnologia. Finalmente, a conclusão resume os principais resultados, destaca limitações

e sugere possíveis direções futuras para aprimorar o ensino de Biotecnologia na educação básica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIOTECNOLOGIA

Para serem abordados os aspectos aos quais esse estudo se propõe, se faz necessário, primeiramente, realizar uma pesquisa acerca da utilização de metodologias ativas no ensino médio associado a Biotecnologia.

A Biotecnologia refere-se à aplicação de organismos vivos para produção ou produtos de interesse para a humanidade (Lopes, 2004). Esta subárea da Biologia está ganhando reconhecimento por sua relevância na sociedade. Isso tem se traduzido em um notável aumento tanto na pesquisa como na educação nessa área. O aumento na visibilidade desse tema, impulsionado pela mídia, tem levado à incorporação de uma ampla gama de conteúdos relacionados à Biotecnologia nos materiais pedagógicos e no currículo das escolas de ensino médio (Lima, 2019).

A Biotecnologia é frequentemente subestimada e sua relevância muitas vezes passa despercebida. Levantamentos prolongados em escolas públicas revelam que a compreensão dos alunos do ensino fundamental e médio sobre a Biotecnologia é consideravelmente limitada. Embora o tema esteja incluído nos currículos de Ciências e Biologia, os estudantes muitas vezes carecem de um entendimento fundamental sobre a importância da Biotecnologia (Abreu, 2023). Essa subestimação pode ser explicada pela abordagem tradicional de ensino, que frequentemente não acompanha o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas e das inovações na área da Biotecnologia. Conforme Macedo, Silva e Oliveira (2018), os métodos convencionais de ensino são muitas vezes inadequados para transmitir a complexidade e a importância prática da Biotecnologia. A ausência de metodologias ativas que envolvam os alunos de maneira mais participativa e prática contribui para essa lacuna no entendimento.

Levantamentos prolongados citado por Santos e Ferreira (2022) indicam que, em uma pesquisa realizada ao longo de três anos com alunos de 50 escolas públicas, 70% dos estudantes não conseguiram definir corretamente o que é Biotecnologia ou fornecer exemplos de sua aplicação prática. Além disso, um levantamento de Silva e Oliveira (2021) apontou que, em uma amostra de 2.000 alunos do ensino médio, apenas 15% tinham conhecimento básico sobre como a Biotecnologia é utilizada em áreas como saúde e agricultura. citar uma conotação no início da frase falando sobre levantamentos prolongados.

2.2 DESAFIOS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

O ensino de Biotecnologia enfrenta diversos desafios, sobretudo devido à complexidade e natureza abstrata dos conceitos envolvidos. É notável, entre alunos que concluem a educação básica, uma significativa dificuldade de expressão ao abordar temas relacionados à Biotecnologia (Souza, 2022). No contexto educacional, a dificuldade em abordar o conteúdo biotecnológico, juntamente com a carência de recursos didáticos e metodologias adequadas, gerou obstáculos na compreensão e assimilação dos conteúdos relacionados (Nascimento, 2020).

A ausência de equipamentos de laboratório e a limitação de aulas práticas também representam barreiras significativas para um ensino eficaz em Biotecnologia. Além disso, a adoção de métodos de ensino repetitivos pode resultar em aulas monótonas e desinteressantes, desmotiva os alunos (Gonçalves; Oliveira, 2019). Os obstáculos no ensino da Biotecnologia podem resultar em uma aprendizagem limitada por parte dos alunos, o que, por sua vez, pode levar a uma compreensão deficiente dos conceitos de Biotecnologia e uma consequente falta de interesse na área (Dahm, 2016). Embora esses temas sejam frequentemente abordados em meios como: redes sociais, televisão, jornais, sites e revistas, a falta de informações técnicas dificulta a compreensão desses assuntos pela maioria das pessoas (Silva; Ferro de melo, 2023).

A ausência de conhecimento, tanto entre os alunos quanto entre os professores, pode ser atribuída à falta de preparação dos alunos, à falta de atualização profissional dos professores e à falta de discussão de certos temas acadêmicos relevantes para a profissão, que acabam sendo intocáveis no decorrer do processo de ensino (Goiris; Reinert e Gubiotti, 2012). Adicionalmente, os tópicos relacionados à Biotecnologia, frequentemente, não recebem uma abordagem substancial nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Quando esta abordagem ocorre, geralmente se limita pequenos textos destacando apenas uma breve introdução em um capítulo, buscando associar a Biotecnologia a outros temas na Biologia. Entretanto, é crucial considerar a importância desses conteúdos, e eles devem ser devidamente apresentados no ambiente escolar (De Sousa et al., 2021).

2.3 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

A BNCC enfatiza a importância de analisar e debater questões controversas relacionadas a aplicação de conhecimentos científicos. Isso inclui, por exemplo, o uso de tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neuro tecnologias, produção de tecnologias de defesa e estratégias de controle de pragas. A BNCC destaca a necessidade de basear essas discussões em argumentos sólidos, legais, éticos e responsáveis, considerando diferente ponto de vista (Brasil, 2018).

2.4 METODOLOGIAS ATIVAS

O uso de metodologias ativas pode ser considerado um auxílio significativo na construção do conhecimento, refletindo em um avanço na formação dos estudantes (Marinet al., 2010). Essas metodologias são vistas como grandes oportunidades para a criação de resultados de aprendizagem positivos (Morgan et al., 2015).

As metodologias ativas representam uma mudança significativa no paradigma tradicional de ensino, que geralmente se baseia na transmissão hierárquica de conhecimento do professor para o aluno, colaborando para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem centrado no discente (Seabra et al., 2023). Ao centralizar os alunos no processo de aprendizagem, as metodologias ativas podem modificar o ensino de biotecnologia, preparando as novas gerações para os desafios e oportunidades do mundo biotecnológico (Santos et al., 2023).

As metodologias ativas podem representar uma mudança de paradigma no ensino de biotecnologia, transformando aulas passivas em experiências dinâmicas e envolventes (Gasparini; Neto, 2023). Elas tendem a promover um aprendizado ativo e contextualizado, permitindo que os alunos relacionem os conceitos biotecnológicos ao seu cotidiano e às demandas da sociedade (Santos et al., 2023).

A implementação de metodologias ativas no ensino de biotecnologia, como simulações e jogos, transforma a sala de aula em um laboratório virtual. Isso pode permitir que os alunos explorem os segredos da vida de maneira envolvente e significativa, promovendo uma aprendizagem profunda e duradoura (Silva, 2023). Ao incentivar a participação ativa dos alunos, as metodologias ativas os tornam mais autônomos, críticos e reflexivos, capacitando-os a enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades de um mundo em constante mudança (Valenga et al., 2019).

3 METODOLOGIA

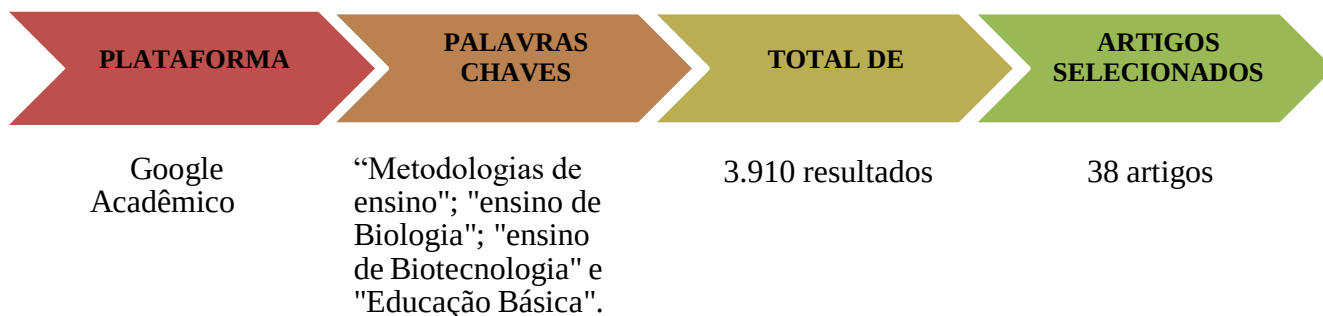
Este estudo constitui uma pesquisa bibliográfica quali-quantitativa, que integra métodos qualitativos e quantitativos para proporcionar uma compreensão abrangente do ensino de Biotecnologia. A metodologia reconhece a importância tanto dos dados numéricos quanto dos descritivos na pesquisa científica, utilizando técnicas de ambos os paradigmas para coletar e analisar dados de maneira complementar e enriquecedora. A pesquisa adota uma abordagem de revisão integrativa, cujo objetivo é sintetizar o conhecimento disponível sobre o ensino de Biotecnologia. Este método visa combinar evidências de diferentes tipos de estudos, incluindo pesquisas qualitativas, quantitativas e teóricas, para oferecer uma visão abrangente e compreensiva do tema. Através da síntese, integração e interpretação das descobertas e evidências existentes, o estudo visa não apenas consolidar o conhecimento atual, mas também identificar lacunas e direções para futuras investigações no campo educacional da Biotecnologia.

A presente pesquisa foi realizada por meio da seleção, leitura e análise de artigos disponíveis na plataforma Google Acadêmico. A escolha desta plataforma se deve ao fato de ser amplamente reconhecida e acessível, reunindo uma vasta coleção de artigos científicos, teses, livros e resumos de diversas áreas do conhecimento. Além disso, o Google Acadêmico oferece uma interface intuitiva e ferramentas de pesquisa avançadas, facilitando a localização de materiais relevantes, e é frequentemente atualizado, garantindo acesso aos trabalhos mais recentes e inovadores. Os artigos selecionados abordam as metodologias de ensino de Biotecnologia na Educação Básica. Para essa busca, foram utilizadas combinações das seguintes palavras-chave: “metodologias de ensino”, “ensino de Biologia”, “ensino de Biotecnologia” e “educação básica”. O objetivo foi identificar estudos relevantes que ofereçam abordagens e práticas relacionadas ao ensino de Biotecnologia em contextos educacionais do ensino fundamental e médio.

Os critérios de inclusão dos artigos foram definidos considerando a presença dos seguintes elementos: artigos completos que abordam a Biotecnologia no ambiente escolar; artigos científicos que discutem o uso de metodologias na educação básica para o ensino de Biotecnologia, disponíveis totalmente online e em língua portuguesa. Este trabalho não adota um critério de inclusão baseado em um marco temporal específico; portanto, foram analisados todos os artigos que abordam as metodologias de ensino de Biotecnologia na Educação Básica, independentemente do ano de publicação. Contudo, os artigos considerados adequados foram aqueles publicados entre 2007 e 2023. Os critérios de exclusão dos artigos foram estabelecidos com base na avaliação dos seguintes elementos: falta de relevância para a temática e ausência de conexão com os objetivos do presente estudo. Portanto, foram excluídas as produções que não tratam de temas relacionados às metodologias de ensino de Biotecnologia na educação básica.

Após uma busca cuidadosa, os artigos foram filtrados da seguinte maneira: 1) Avaliação dos títulos e resumos para verificar sua relevância com a temática desejada; 2) Verificação da presença de metodologias de ensino voltadas para o ensino da Biotecnologia; 3) Identificação se a metodologia proposta foi aplicada a alunos da educação básica (Figura 1).

Figura 1-Processo metodológico utilizado para encontrar e analisar estudos acerca das metodologias utilizadas no ensino de biotecnologia na Educação Básica.



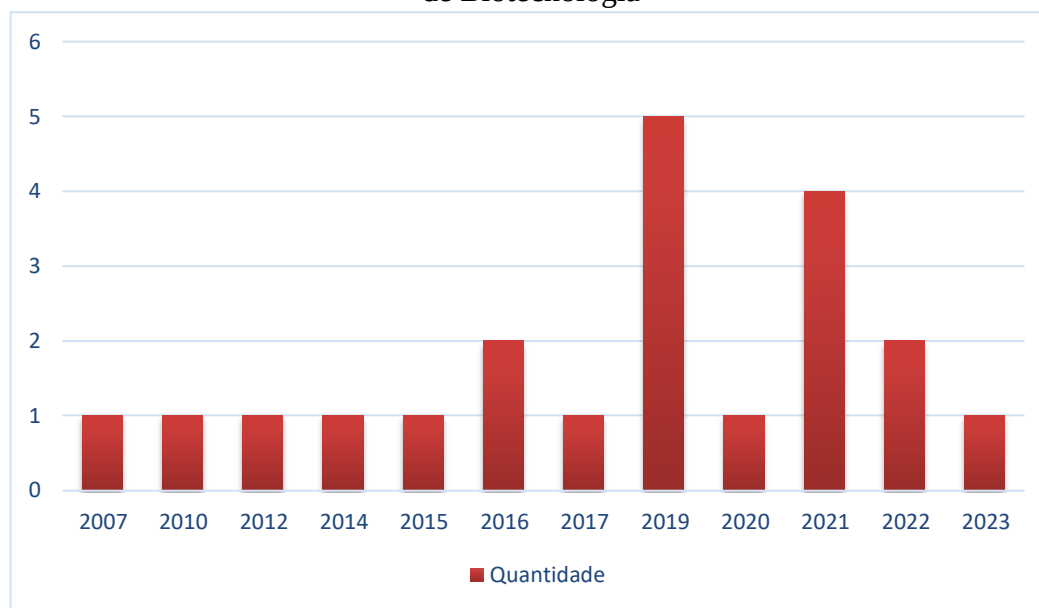
Fonte: Autora (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar uma busca com uma combinação de palavras-chave no Google Acadêmico, foram identificados um total de 3.910 resultados. Foi realizada uma análise dos títulos e resumos relacionados para selecionar os artigos pertinentes a este trabalho, resultando na escolha de 38 artigos para uma análise mais aprofundada. Dessa forma, a amostra inicialmente composta por 38 artigos relacionados à temática. Posteriormente, após uma filtragem mais detalhada, foram considerados elegíveis 21 artigos que atenderam a todos os critérios estabelecidos para análise.

Desde 2007, o número de publicações sobre metodologias de ensino de Biotecnologia na Educação Básica tem se mantido variado, não ultrapassando 5 artigos por ano, não havendo publicações sobre a temática nos anos de 2008, 2009, 2011 e 2013. Os anos de 2019 e 2021 registraram o maior número de publicações, com 5 e 4 publicações respectivamente. O aumento significativo pode ser atribuído à divulgação da técnica de edições de genes CRISPR/Cas9 em 2018, influenciando possivelmente o interesse e a pesquisa na aplicação da biotecnologia no ensino básico nos anos seguintes, como observado também em 2022 e 2016, com 2 publicações cada. Os demais anos analisados no intervalo de 2007 a 2023 contabilizam apenas uma publicação por ano (Figura 2).

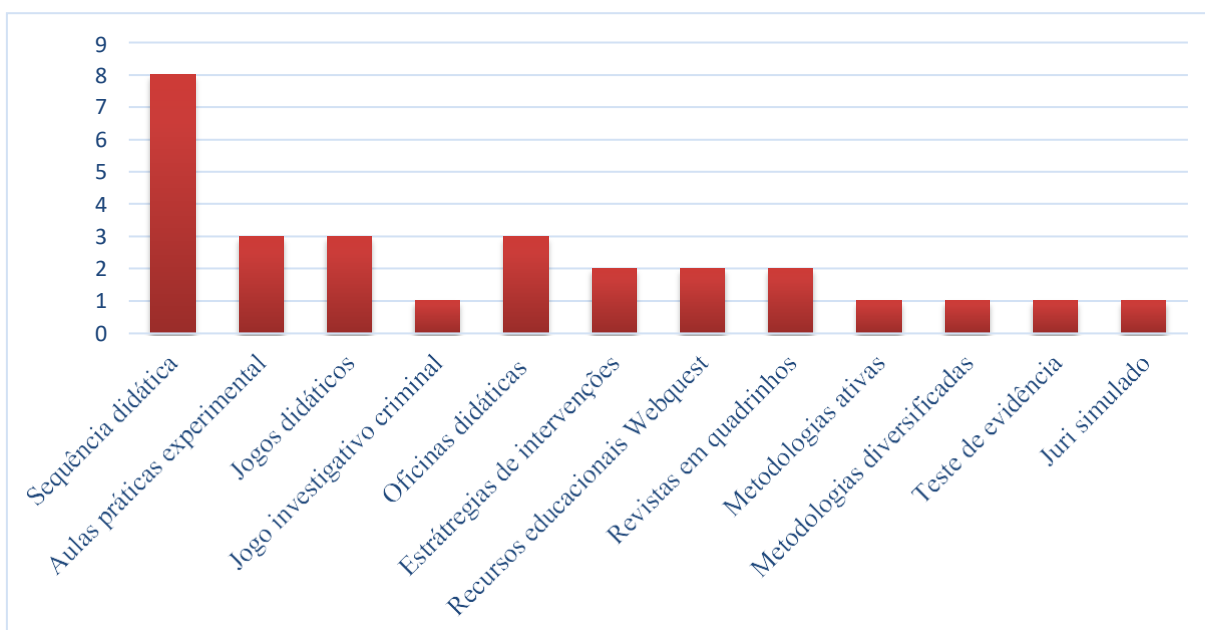
Figura 2-Quantitativo de artigos publicados por ano sobre metodologias de ensino no ensino de Biotecnologia



Fonte: autora (2024)

Além de analisar o número de publicações anuais, um estudo sobre o ensino de Biotecnologia nos permite um olhar mais detalhado sobre as metodologias de ensino utilizadas pelos autores. Através dessa análise, foi possível identificar as ferramentas mais utilizadas para despertar o interesse e a compreensão dos alunos por esta área tão relevante, devido à sua presença em vestibulares e à preparação que oferece para o futuro. As publicações revelaram que as metodologias mais utilizadas no ensino de Biotecnologia foram: Sequência Didática, aulas práticas experimentais, jogos didáticos e oficinas didáticas (Figura 3).

Figura 3-Metodologias utilizadas para o ensino de Biotecnologia.



Fonte: Autora (2024)

No ensino de Biotecnologia, é crucial adotar metodologias que coloquem o aluno como protagonista na construção de seu próprio conhecimento. Albuquerque (2026) afirma

que neste contexto, a perspectiva construtivista surge como uma maneira de entender a aprendizagem e o ensino como processos interativos indivisíveis. De acordo com Lira (2016) incorporar atividades práticas e reflexivas, as aulas se tornam mais dinâmicas e resulta em um aprendizado mais eficaz. Isso facilita o entendimento dos conceitos e contribui para um melhor domínio do assunto por parte dos alunos. Ao saírem da simples teoria e se envolverem em práticas significativas, os alunos conseguem internalizar o conhecimento de forma mais completa e aplicá-lo de maneira mais efetiva em situações do cotidiano.

Além disso, Alves (2016) ressalta a importância de empregar abordagens pedagógicas que estimulem os alunos a pensar, questionar, debater, pesquisar e interagir com seus colegas para transmitir o conhecimento científico de maneira eficaz. Essas estratégias não apenas facilitam a compreensão dos conceitos, mas também promovem o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho em equipe.

O uso de diferentes metodologias de ensino na Biotecnologia na educação básica não só simplifica a aprendizagem dos alunos, como também os equipa para lidar com os desafios e as oportunidades de um mundo cada vez mais moldado pela Biotecnologia. Souza (2008) destaca que, em relação à formação do aluno, o acesso à cultura científica durante o ensino médio é uma etapa crucial do processo educacional. Nesse contexto, a educação escolar desempenha um papel fundamental ao proporcionar uma formação básica que prepare o estudante para a vida na sociedade contemporânea, onde a visão de mundo é amplamente influenciada pela ciência.

A análise dos artigos neste estudo revelou que a abordagem de ensino mais frequente nas publicações analisadas foi o uso de sequências didáticas, adotada em oito ocasiões (Figura 3). Oliveira (2019) observou que essa metodologia possibilitou uma participação ativa da maioria dos alunos no processo de construção do conhecimento científico, resultando em um aumento significativo do protagonismo dos estudantes. Embora nem todos os objetivos propostos nas sequências didáticas tenham sido universalmente alcançados, observaram-se melhorias em vários aspectos do processo de ensino e aprendizagem com os alunos. Isso sugere que as sequências didáticas podem ser uma estratégia eficaz para promover a participação dos alunos e melhorar sua compreensão e engajamento no aprendizado científico.

Rocha (2022) as propostas de sequência didática, juntamente com o jogo elaborado, não apenas se mostraram interessantes, mas também essenciais para todos os professores de Biologia que desejam transmitir o conhecimento sobre Biotecnologia e sua relevância aos alunos. Essas abordagens combinadas demonstram a eficácia dos métodos de ensino e promovem a compreensão geral de que a Biotecnologia é uma ciência com capacidade para contribuir significativamente para o bem-estar da população em geral. Lubyi et al. (2021) o uso de diversos recursos de ensino em sequências didáticas desempenhou um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem ativo dos estudantes. Isso ficou evidente pelas interações que ocorreram durante as aulas e pelas demonstrações de interesse, motivação e entusiasmo por parte dos alunos.

Cardôso (2019), as sequências didáticas demonstraram ser favoráveis para promover discussões interdisciplinares e para contextualizar de forma mais eficaz o conteúdo à realidade cotidiana dos alunos. Como consequência, os alunos passaram a participar de debates de maneira mais engajada, utilizando conceitos e exemplos de maneira mais

criteriosa e elaborada. As análises indicam que o desenvolvimento deste produto educacional pode ter um impacto significativo no Letramento Científico. Além disso, essa estratégia de ensino pode confrontar o discurso pedagógico autoritário e fomentar um ensino de alta qualidade (Veiga; Palcha, 2022).

A sequência didática focada em temas polêmicos como Clonagem humana, Terapia gênica, Engenharia genética, entre outros, constitui mais um elemento para incentivar os alunos a aprofundarem seus conhecimentos e a exercitarem suas habilidades de pesquisa. Isso os capacita a se tornarem agentes ativos de sua própria aprendizagem, promovendo o desenvolvimento de suas capacidades e competências (Silva; Almeida; Silveira, 2010).

Fagundes et al. (2012) menciona que, ao oferecer uma experiência prática de extração de DNA e explicar as etapas do processo, os alunos puderam entender de forma mais concreta como essa molécula está presente nas células animais e vegetais. Isso não apenas fortaleceu o entendimento do conceito de DNA, mas também possibilitou uma compreensão mais profunda sobre a estrutura e o funcionamento das células. As práticas implementadas reduziram a tensão no ambiente escolar e acrescentaram dinamismo à apresentação do conteúdo. Vale destacar que essas abordagens podem beneficiar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos ao complementar a teoria (Carvalho et al., 2021).

Ao incorporar atividades práticas e reflexivas, as aulas se tornam mais dinâmicas, resultando em um aprendizado mais eficaz. Isso facilita o entendimento dos conceitos e contribui para um melhor domínio do assunto por parte dos alunos. Ao saírem da simples teoria e se envolverem em práticas significativas, os alunos conseguem internalizar o conhecimento de forma mais completa e aplicá-lo de maneira mais efetiva em situações do cotidiano (Lira, 2016).

A abordagem tradicional de ensino pode negligenciar variáveis importantes, como a contextualização do aprendizado, a construção do conhecimento e a relevância dos conteúdos, entre outros aspectos. Incorporar considerações da teoria da aprendizagem significativa e do construtivismo nas práticas escolares pode contribuir significativamente para a melhoria da formação científica dos alunos. Isso ajuda os estudantes no processo de construção de sua cidadania, capacitando-os a compreender e aplicar conceitos científicos de maneira significativa em suas vidas (Souza, 2008). A diversidade nas formas de aprendizagem entre os alunos é evidente, destacando a importância do uso de diversas metodologias em sala de aula. Ao adotar diferentes estratégias de ensino, como aulas expositivas, trabalhos em grupo, uso de tecnologia, atividades práticas, entre outras, o professor pode criar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e estimulante, onde cada aluno tenha a oportunidade de absorver o conteúdo de maneira significativa e eficaz (Cavagnoli; Soares, 2007).

A incorporação de jogos didáticos como estratégias de ensino é amplamente reconhecida como uma alternativa viável para superar muitas das falhas no processo de assimilação do conhecimento. Isso se deve ao fato de que os jogos didáticos desempenham um papel determinante na construção do pensamento crítico do aluno, além de destacar o trabalho de socialização e a troca de novos ensinamentos realizados em grupos (Santos E.; Santos S., 2020).

Bernardes (2019) o uso de jogos como atividade lúdica foi muito apreciado pelos

alunos, e essa estratégia se mostrou eficaz para reforçar o conhecimento sobre a síntese proteica. Observou-se que o jogo facilitou o entendimento dos estudantes e proporcionou outra oportunidade para esclarecer dúvidas existentes sobre o conteúdo relacionado. Lira (2016) acrescenta que, a utilização de jogos didáticos alcança diversos objetivos como: cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade. Atividade lúdica é toda dinâmica que visa divertir o praticante, proporcionando prazer na sua execução. Nesse contexto, todos os alunos das duas turmas estudadas participaram ativamente das atividades desenvolvidas nessa intervenção de jogos didáticos sobre as temáticas abordadas em sala de aula. Os resultados foram muito expressivos, evidenciando um aumento significativo do conhecimento dos temas tratados, fato comprovado pelos pós-testes.

A abordagem de utilizar um jogo de investigação criminal, como “Quem Matou Amelia Stoneheart?”, foi uma maneira inovadora e envolvente de solidificar o aprendizado sobre as aplicações da biotecnologia na investigação de crimes. O jogo permitiu que os alunos aplicassem conhecimentos sobre Biotecnologia na investigação de crimes, proporcionando uma experiência prática e envolvente. Ao criar uma sensação de urgência, a atividade se torna mais dinâmica e divertida, engajando os estudantes de maneira única. Combinando aprendizado e diversão, o jogo ofereceu uma experiência de ensino memorável, incentivando a participação ativa e a internalização dos conceitos discutidos em sala de aula. Essas abordagens destacam a eficácia da investigação criminal e promovem a compreensão do impacto positivo da Biotecnologia no bem-estar geral, demonstrando seu potencial para contribuir significativamente para a sociedade (Rocha, 2022).

Instruir os alunos a elaborar materiais didáticos, como cartilhas ou jornais, ao final da atividade, é uma excelente estratégia para promover a fixação do conteúdo e incentivar a disseminação do conhecimento adquirido. Esses materiais não apenas consolidam o aprendizado dos alunos, mas também possibilitam que compartilhem as informações com suas comunidades e famílias, ampliando o alcance dos temas discutidos durante a oficina (Silva; Almeida; Silveira, 2010). É comum que em um ambiente de aprendizagem, especialmente em um tema complexo como a Biotecnologia, alguns alunos enfrentem desafios para assimilar o conteúdo. Essas dificuldades podem ser superadas por meio de abordagens pedagógicas diferenciadas, como a realização de atividades práticas adicionais, fornecimento de material complementar de estudo, ou até mesmo a realização de revisões mais detalhadas sobre os conceitos fundamentais (Fagundes et al., 2012). Modalidades didáticas como aulas práticas, jogos educativos, simulações computacionais, projetos de pesquisa e debates em sala de aula são exemplos de abordagens que podem tornar o ensino de ciências mais atrativo e eficaz. Essas atividades permitem que os alunos se envolvam ativamente no processo de aprendizagem, explorando os conceitos de maneira mais concreta e aplicada (Lira, 2016).

Cavagnoli e Soares (2007), executaram uma pesquisa que incluiu uma intervenção na escola com o propósito de preencher uma lacuna identificada durante os estudos sobre a introdução do tema Biotecnologia no currículo do ensino médio. Essa intervenção foi realizada durante a primeira fase do processo, chamada de implementação da proposta de trabalho. Nesta etapa, foram empregadas ações práticas e estratégias específicas com o intuito de aprimorar a compreensão e estimular o interesse dos alunos por esse campo de estudo tão relevante e contemporâneo. Lira (2016), durante a implementação das intervenções didáticas, que incluíram a utilização de modelos tridimensionais das microalgas, bem como a criação de um jogo didático, e a aplicação de aulas expositivo-dialogadas e atividades práticas de demonstração, observou-se uma clara melhoria na

assimilação do conteúdo por parte dos alunos. Eles demonstraram um entendimento mais aprofundado e crítico sobre o tema, refletido em um posicionamento mais informado e consciente em relação às questões discutidas. Esta mudança sugere que as intervenções foram eficazes em promover não apenas a compreensão do conteúdo, mas também o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e reflexivo entre os alunos.

Dikenson (2023), a intervenção incluiu metodologias ativas, como sala de aula invertida, jigsaw e gamificação, visando promover maior engajamento dos alunos e facilitar a assimilação dos conteúdos abordados. Os resultados dos testes pré e pós-intervenção refletiram os efeitos positivos na aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais profunda do tema estudado. No pré-teste, nenhum aluno respondeu corretamente sobre o tema, mas no pós-teste, 63,6% acertaram. Isso indica que as metodologias ativas utilizadas tiveram um impacto positivo no aprendizado, facilitando a compreensão dos benefícios e potenciais da clonagem. Esses resultados mostram que a intervenção foi bem-sucedida e permitiram avaliar o impacto das metodologias na comunidade estudada, composta por alunos do Ensino Médio.

Costa (2019) os resultados da pesquisa indicam que o uso da WebQuest, como recurso educacional, possui um potencial significativo para promover a aprendizagem. Ela permite que os estudantes atuem como agentes ativos na construção de conceitos, além de representar um desafio para a prática docente. Costa (2021) afirma que os resultados da pesquisa mostram que a utilização de tecnologias permite aos estudantes mais autonomia na construção e compreensão de conceitos científicos no ambiente escolar.

A elaboração de uma revista em quadrinhos pode inicialmente parecer desafiadoras e complexas. Mas quando a gente se dedica a escrever e criar algo sobre um tema que interessa, com a intenção de melhorar o ensino e a aprendizagem dos nossos alunos, o trabalho acaba sendo gratificante e prazeroso. Através da revista, foi possível contribuir significativamente para a formação de opiniões e conhecimento dos alunos, além de esclarecer dúvidas sobre um tema de grande importância atualmente (Silva; Freitas; Alcântara, 2021). A produção da Revista em Quadrinhos foi percebida como algo verdadeiramente diferenciado e lúdico para a turma. A abordagem foi baseada em um material com diálogos breves e cenas do cotidiano, permitindo uma explicação simples de conceitos básicos relacionados aos transgênicos (Carvalho et al., 2021).

Cardoso (2019) o uso de Metodologias Ativas revelou-se crucial para as interações tanto entre os alunos quanto entre professor e aluno. Essas abordagens se mostraram propícias para fomentar discussões interdisciplinares e para contextualizar de maneira mais eficaz o conteúdo à realidade cotidiana dos alunos. Como resultado, os alunos passaram a se engajar de forma mais efetiva nos debates, utilizando conceitos e exemplos de maneira mais criteriosa e elaborada. A adoção de metodologias ativas se mostrou essencial na condução de práticas educativas destinadas a cultivar habilidades de alfabetização científica relacionadas ao tema em questão.

Souza (2015) destaca a eficácia das metodologias diversificadas no ensino da técnica do DNA Recombinante e suas aplicações na Biotecnologia. Os resultados evidenciam que os alunos se mostraram motivados e interessados, demonstrando compreensão significativa do conteúdo. Isso ressalta o sucesso das abordagens pedagógicas empregadas, proporcionando uma aprendizagem efetiva e satisfatória para os alunos. No entanto, é importante ressaltar, conforme observado por Souza (2015), que a simples adoção de novas

metodologias não garante automaticamente o sucesso da aprendizagem. É necessário elaborar e aplicar essas metodologias de maneira didática e lógica. A implementação bem-sucedida de novos métodos de ensino exige um maior preparo por parte dos professores. Quando planejados adequadamente, os benefícios podem ser significativos. Essa pesquisa enfatiza a importância de um planejamento cuidadoso e uma execução competente das metodologias diversificadas para alcançar os resultados desejados no processo de ensino e aprendizagem.

A introdução da ludicidade e da produção de modelos se revelou como algo inovador nas aulas de Biologia, sendo uma metodologia totalmente nova na escola onde a aplicação foi realizada. Isso despertou a curiosidade dos alunos pelo simples fato de poderem observar, tocar e criar estruturas microscópicas que normalmente são abstratas. Desta maneira, compreende-se que essa metodologia contribuiu para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, para o desempenho acadêmico e também despertou um maior interesse pela disciplina de Biologia (Carvalho et al., 2021). Utilizar estratégias metodológicas ativas, interdisciplinares e contextualizadas, que abordem os temas biotecnológicos de maneira apropriada e significativa é fundamental para despertar nos estudantes o reconhecimento do elevado potencial da Biotecnologia na produção de bens e serviços para a sociedade, bem como sua presença constante no dia a dia (Lima; Santos, 2022).

Oliveira, Ferreira e Sangiogo (2017) os dados revelam que quando o tema desperta o interesse dos alunos, eles demonstram receptividade, prestam atenção nas instruções da professora e se empenham em realizar as tarefas propostas. Esse comportamento evidencia a importância de selecionar temas relevantes e envolventes para promover um maior engajamento e participação dos alunos no processo de aprendizagem.

Oliveira (2014), durante as aulas ministradas pelo graduando em Ciências Biológicas, foi realizada uma exploração de imagens e recursos multimídia, complementada por estratégias de ensino interativa. Após essa etapa, os educandos foram submetidos a Testes de Evidências investigativos para avaliar seu desempenho. Posteriormente, foi conduzido um debate para discutir a eficácia da metodologia de ensino adotada. A análise da estrutura cognitiva dos educandos, proporcionada pelos Testes de Evidências, revelou que os alunos possuíam concepções prévias formadas ao longo de suas experiências sociais. Entretanto, a maioria da amostra não possuía um embasamento científico sólido para se posicionar sobre o tema em questão. A intervenção pedagógica possibilitou aos alunos o contato com conceitos científicos sobre o tema, demonstrando-se válida. No entanto, foi observado que a duração da intervenção foi curta para um entendimento completo do processo de transgenia.

Medeiros (2019) foram observados o protagonismo e a autonomia dos alunos participantes. Ao se envolverem ativamente na preparação, execução e reflexão sobre o júri simulado, os alunos tiveram a oportunidade de assumir papéis de liderança, tomar decisões e expressar suas opiniões de forma independente. Isso não apenas fortaleceu sua confiança em si, mas também os capacitou a se tornarem agentes ativos em seu próprio processo de aprendizagem. Os resultados obtidos confirmam que o júri simulado, quando utilizado como uma atividade lúdica, alcançou os objetivos atribuídos. Os alunos demonstraram dedicação ao se envolverem ativamente em todas as etapas do processo, desde a preparação até a apresentação final. Além disso, observou-se uma obediência às regras estabelecidas para o funcionamento do júri simulado, refletindo um comprometimento com a estrutura e o propósito da atividade.

É essencial priorizar a integração da Biotecnologia no currículo escolar, visto que, muitas vezes, essa área é negligenciada no dia a dia das escolas. Para reverter essa situação, é fundamental investir na formação contínua dos professores. Eles precisam ser capacitados para utilizar metodologias ativas, interdisciplinares e contextualizadas, que abordem os temas biotecnológicos de forma atraente e significativa para os alunos. Esse investimento não apenas enriquece a educação dos estudantes, mas também os prepara para compreender e enfrentar os desafios do mundo moderno (Lima; Santos, 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi realizada uma revisão de literatura com o intuito de examinar as metodologias utilizadas no ensino de Biotecnologia na educação básica. Foram identificadas diversas abordagens e estratégias pedagógicas empregadas por educadores para tornar o ensino da Biotecnologia mais acessível e envolvente para os alunos. Uma das principais conclusões é que, apesar da presença dessas várias abordagens estratégicas, o ensino de biotecnologia ainda carece, de modo geral, de uma abordagem pedagógica inovadora. Em muitos casos, observa-se uma dependência excessiva de modelos predefinidos e fórmulas prontas, em vez de uma contextualização que instigue a problematização durante as aulas. Portanto, há uma necessidade de uma mudança de paradigma que possibilite estabelecer uma conexão entre o conhecimento prévio dos alunos e os novos conceitos a serem desenvolvidos. Isso não só promoverá uma aprendizagem mais significativa, mas também integrada, fundamental para a compreensão abrangente da Biotecnologia.

Além disso, foi possível reconhecer a importância do uso de estratégias que inspirem a aprendizagem nessa disciplina. A promoção de aulas dinâmicas, que incentivem a participação ativa dos alunos e despertem sua curiosidade, é fundamental. Ao tornar as aulas mais envolventes e cativantes, automaticamente os estudantes se envolvem de maneira mais profunda, permitindo-lhes aprender sobre o mundo ao seu redor. Isso pode ser alcançado através da utilização de recursos didáticos diversificados, como experimentos práticos, simulações computacionais, atividades de aprendizagem colaborativa e recursos multimídia.

Em suma, este estudo ressalta a importância de uma abordagem pedagógica inovadora no ensino de Biotecnologia na educação básica, uma vez que foi observado que ao adotar estratégias que promovam uma aprendizagem mais significativa e integrada, é possível preparar os alunos para os desafios e oportunidades do mundo moderno, onde a biotecnologia desempenha um papel cada vez mais relevante.

REFERÊNCIAS

ABREU, F. C. P. d. Biotecnologia nas escolas: uma necessidade. **Revista Blog do Profissão Biotec**, [S. l.], v.10, 2023.

ALBUQUERQUE, C. Processo ensino-aprendizagem: características do professor eficaz. **Millenium- Revista de Tecnologias Educacionais e Saúde**, [S. l.], n. 39, p. 55–71, 2010.

ALVES, L. C. **O ensino de Biotecnologia na UFAM**, campus Humaitá–AM. 2020.

ALVES, V. H. T. **O portal do professor como suporte para as estratégias metodológicas no ensino de genética**. Fortaleza, 2016.

BERNARDES, A. **Biotecnologia**: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio. Brasília, 2019.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, [S.D.].

CARDÔSO, H. C. B. **Alfabetização científica e Biotecnologia**: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia. João Pessoa, 2019.

CARVALHO, P. N. A. et al. Ensino de biologia na educação básica: produção de modelos didáticos e uso de práticas lúdicas. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, e50101421667, 2021.

CAVAGNOLI, S. R.; SOARES, M. A. M. **Desmistificando a Biotecnologia**. Programas e Projetos-Produções PDE-Artigos–Biologia, Paraná, 2007.

COSTA, L. F. A metodologia ativa webquest: uma investigação em rede no ensino de ciências. in: CONAPESC DIGITAL EDITION, VI **Anais do VI CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2021.

COSTA, L. F. Aprendizagem colaborativa por intermédio da webquest como recurso digital na educação formal e na interface do processo do ensino de biotecnologia na educação básica. **Anais IV CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2019.

DAHM, S. **Experiências Práticas em Biotecnologia e suas Implicações nas Aulas de Biologia**. Paraná, 2016.

DE SOUSA, C. C. et. all. Difundindo a Biotecnologia na sociedade: Relato de experiência extensionista no contexto da pandemia da COVID-19. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 311-320, 16 set. 2021.

DIKENSON, L. **Aplicando metodologias ativas para o ensino de genética em aulas de biologia**. Foz do Iguaçu: UNILA, 2023.

FAGUNDES, W. A. et al. **Biotecnologia – extração de DNA**. Extensão Universitária, [S. l.], 2012.

GASPARINI, A. K. d. S.; NETO, D. P. d. C. A transgenia e os OGMs em sala de aula: metodologias ativas de ensino: Transgenics and GMOs in classroom: Active teaching methodologies . **Revista Cocar**, [S. l.], v. 18, n. 36, 2023.

GOIRIS, M. C.; REINERT, J. N.; GUBIOTTI, B. **Influência da falta de informação na evasão escolar na percepção dos coordenadores de curso de graduação do CCHS/UFMS**. Iniciação Científica Cesumar, Mato Grosso do Sul, 2012.

GONÇALVES, F. H. C.; OLIVEIRA, C. A. M. **Os desafios na utilização do laboratório de ciências pelos professores de ciências da natureza de uma escola pública estadual do Ceará**. Conedu, [S. l.], 2019.

LIMA, J. R. d. **A Biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos**. João Pessoa, 2019.

LIMA, J. R. d. SANTOS, L. F. M. A biotecnologia no cotidiano escolar do ensino médio: análise da percepção dos estudantes. **REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio** - ISSN: 2763-8898, [S. l.], vol. 15, n. 1, p. 260-276, 2022

LIRA, E. B. d. **Microalgas no ensino de biologia na educação básica: aspectos biotecnológicos e importância nos ambientes aquáticos**. João Pessoa, 2016.

LOPES, S. **Bio: volume único**.1. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

LUBYI, A. et al. O ensino de biotecnologia sob uma perspectiva problematizadora: uma proposta de sequência didática com base nos três momentos pedagógicos. **Anais do VIII ENALIC**. Campina Grande: Realize Editora, 2021.

LUZ, M. V. P. d. Descubra inovações biotecnológicas em 4 áreas que estão mudando o mundo. **Biominas Brasil**. Belo Horizonte, 2023.

MACEDO, K. D. d. S. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. **Escola Anna Nery Revista de enfermagem**, [S. l.], v. 22, n. 3, 2018.

MACEDO, R., SILVA, M., & OLIVEIRA, A. Metodologias ativas e o ensino de Biotecnologia: superando limitações dos métodos convencionais. **Educação e Tecnologia**, [S. l.], 27(2), 101-115.2018

MARIN, M. J. S. et al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. **Revista brasileira de educação médica**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 13–20, 2010

MEDEIROS, A. M. R. d. **Júri simulado como estratégia lúdica para o desenvolvimento do protagonismo e da autonomia por alunos do ensino médio do distrito federal**. Brasília–DF, 2019.

MORGAN, H. et al. A sala de aula invertida para estudantes de medicina. **The clinical teacher**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 155–160, 2015.

NASCIMENTO, R. G. d. et al. Prática lúdica ‘DNA recombinante’ e sua influência na percepção e no conhecimento de estudantes sobre Biotecnologia e enzimas de restrição. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v.15, No.2,2020.

OLIVEIRA, C. A. I. d.; FERREIRA, M.; SANGIOGO, F. A. A análise sobre indícios da aprendizagem sobre Biotecnologia em um projeto de trabalho em aulas de Ciências. **XI ENPEC**, Florianópolis - SC, 2017.

OLIVEIRA, F. T. M. **Teste de evidência como atividade investigativa sobre “transgenia e técnica de DNA recombinante” para alunos do ensino médio**. Belo Horizonte–MG, 2014.

OLIVEIRA, J. D. M. C. **Sequência Didática sobre Transgênicos**: Colaboratividade e Construção de Minivídeos Como Estratégia para Aprendizagem Científica Sobre Organismos Geneticamente Modificados. Minas Gerais, 2019.

PEDRANCINI, V. D. et al. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, Maringá - PR, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008.

REUSING, L.; BAPTISTELLA, R. Biotecnologia à luz da teoria crítica. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão** (ISSN: 2525-4782), Paraná, v. 3, n. 1, 2018.

ROCHA, C. R. **Investigação criminal – sequência didática e jogo de estratégia colaborativa que desenvolvem conhecimentos em biotecnologia**. Campinas, 2022.

SANTOS, S. W. d. et al. Experiências com metodologias ativas no ensino de biologia e biotecnologia. **Anais do IX ENALIC**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.

SANTOS, A.; FERREIRA, M. Compreensão da Biotecnologia entre alunos do ensino fundamental e médio: um estudo prolongado. **Journal of Science Education**, [S. l.], 38(4), 231-245, 2022.

SANTOS, E. F. d. SANTOS, S. S. C. d. Biotecnologia na sala de aula: aprendizagem através do jogo didático “bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese”. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v.15, No.1, 2020.

SEABRA, A. D. et al. Metodologias ativas como instrumento de formação acadêmica e científica no ensino em ciências do movimento. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 49, 2023.

SILVA, A. O uso de metodologias ativas no ensino de Biotecnologia: Uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Biociências**, [S. l.], v.21, 2023.

SILVA, P., & OLIVEIRA, L. Conhecimento sobre Biotecnologia em estudantes do ensino médio: uma análise longitudinal. **Educação e Pesquisa**, [S. l.], 47(2), e12345, 2021.

SILVA, N. C. d.; FREITAS, F. C. d.; ALCÂNTARA, P. N. Revista em quadrinhos como recurso metodológico lúdico no ensino de biologia: uma experiência prática na educação básica.

Revista Prática Docente, Pará, v. 6, n. 1, e014, 2021.

SILVA, R. S. d. FERRO DE MELO, S. M. **Dialogando sobre Biotecnologia no ensino médio:** relato de experiência extensionista. Codó, 2023.

SILVA, A. P. C.; ALMEIDA, E. A. d.; SILVEIRA, M. L. d. Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos de biologia do ensino médio e proposição de uma sequência didática complementar. **SBE nBio**. Número 3. Rio Grande do Norte, 2010.

SOUZA, A. D. d. **O ensino da Biotecnologia na educação básica:** uma sequência didática sobre organismos geneticamente modificados. Juiz de Fora, 2022.

SOUZA, J. B. d. **Biotecnologia no ensino médio:** modelo e aplicação em sala de aula. Mogi das Cruzes–SP, 2008.

SOUZA, I. A. d. **O uso de metodologias diversificadas para o ensino — aprendizagem de biotecnologia no ensino médio.** Inconfidentes–MG, 2015.

STAKOVIK, F. H. M. **Inovação em acesso à informação em biotecnologia:** desenvolvimento de um mecanismo de busca inteligente baseado em processamento de linguagem natural. Brasília, 2023.

VALENGA, F. et al. Uso de aprendizagem baseada em projetos com apoio de outras metodologias ativas para promover aprendizagem ativa no ensino de biotecnologia. **Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, 2019.

VARGAS, B. D. et al. Biotecnologia e Alimentos Geneticamente Modificados: Uma Revisão. Editora Unijuí – **Revista Contexto & Saúde**, [S. l.], vol. 18, n. 35, jul./dez. 2018

VEIGA, G. T. S. d.; PALCHA, L. S. A biotecnologia como trilha de aprendizagem no ensino médio: reverberações sobre o letramento científico de uma sequência didática. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Santo Ângelo - Vol. 13, n. 2., p. 243-262, mai./ago. 2022.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, por me conceder saúde e força para superar os desafios ao longo desta jornada, permitindo-me persistir e não desistir em nenhum momento do processo. À minha família, especialmente aos meus pais, minha irmã e meus avós, manifesto minha sincera gratidão pelo amor incondicional, pelo apoio financeiro e emocional, e por sempre acreditarem no meu potencial e estarem ao meu lado em todos os momentos. Dedico esta conquista a vocês, que foram minha fonte de inspiração e motivação. Vocês são meu alicerce e minha força, e sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus professores, que compartilharam seus conhecimentos e me inspiraram a buscar sempre o melhor, expressei meu agradecimento. Agradeço de forma especial às professoras que compoem a banca e que contribuíram com suas valiosas sugestões para o aprimoramento deste estudo.

Um agradecimento especial à minha orientadora, Michelle Mara de Oliveira Lima, cuja orientação, paciência e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho. Sua expertise, contribuições e conselhos valiosos me guiaram ao longo de todo o processo.

Agradeço também aos meus colegas de classe, pela amizade, pelos momentos de estudo em conjunto e pelo apoio mútuo ao longo desta jornada. Finalmente, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. Este é um marco importante na minha vida e sou grato por ter vocês ao meu lado. Muito obrigada!