



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

MANUELLE TAISSA DA SILVA SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS SUBSTITUTIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES NO ENPEC E ENEBIO**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2025**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MANUELLE TAISSA DA SILVA SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS SUBSTITUTIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES NO ENPEC E ENEBIO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. O Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Manuelle Taissa da Silva.

A Utilização de Métodos Substituívos no Ensino de Biologia: Uma análise de publicações do ENPEC e ENEBIO / Manuelle Taissa da Silva Santos. - Vitória de Santo Antão, 2025.

47 : il., tab.

Orientador(a): kênio Erithon Cavalcante Lima

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2025.

1. Metodologias substitutivas. 2. Ensino de Biologia. 3. Tecnologias educacionais. 4. Maquetes. 5. Modelos 3D. 6. Recursos alternativos. I. Lima, kênio Erithon Cavalcante. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

MANUELLE TAISSA DA SILVA SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS SUBSTITUTIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES NO ENPEC E ENEBIO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 27/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) / Centro Acadêmico de Vitória (CAV)

Profº. Dr. Luiz Augustinho Menezes da Silva (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) / Centro Acadêmico de Vitória (CAV)

Profº. Me. Suzana de Lourdes Sousa Freitas (Examinador Externo)

Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco - SEE/PE

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a utilização de metodologias substitutivas no ensino de Biologia, com ênfase nas tecnologias, maquetes e modelos 3D, como alternativas ao uso de materiais biológicos. A pesquisa se baseia na análise de artigos selecionados nas edições da ENPEC e ENEBIO, que abordam o uso de recursos como simuladores, jogos digitais e plataformas educacionais, identificando a prevalência de tecnologias como método substitutivo. A metodologia adotada consistiu na análise de artigos científicos e na sistematização das informações em quadros, permitindo a categorização dos recursos identificados como substitutivos. Além disso, foram examinados os diferentes recursos empregados no ensino de Biologia, buscando compreender sua aplicabilidade e relevância dentro do contexto educacional. Através da análise quantitativa e qualitativa dos dados, observou-se que, embora o uso de metodologias substitutivas esteja crescendo, ainda há confusão com os métodos alternativos, devido à falta de uma categorização teórica robusta. Os resultados destacam a crescente utilização de recursos digitais e tridimensionais como ferramentas didáticas, proporcionando novas possibilidades para a inclusão e acessibilidade no ensino de Ciências. No entanto, a escassez de publicações específicas com a terminologia “metodologias substitutivas” sugere uma lacuna no entendimento e aplicação desses métodos no contexto educacional. Conclui-se que a implementação dessas metodologias representa uma inovação significativa para a educação em Biologia, com potencial para substituir materiais biológicos de maneira mais acessível e inclusiva.

Palavras-chave: Metodologias substitutivas, Ensino de Biologia, Tecnologias educacionais, Maquetes, Modelos 3D, Recursos alternativos.

ABSTRACT

This study aims to investigate the use of replacement methodologies in Biology education, with an emphasis on technologies, models, and 3D maquettes as alternatives to the use of biological materials. The research is based on the analysis of selected articles from the ENPEC and ENEBIO editions, which address the use of resources such as simulators, digital games, and educational platforms, identifying the prevalence of technologies as a replacement method. The adopted methodology consisted of analyzing scientific articles and systematizing information in tables, allowing the categorization of resources identified as replacements. In addition, different resources used in Biology education were examined to understand their applicability and relevance within the educational context. Through quantitative and qualitative data analysis, it was observed that, although the use of replacement methodologies is growing, there is still confusion with alternative methods due to the lack of a robust theoretical categorization. The results highlight the increasing use of digital and three-dimensional resources as teaching tools, providing new possibilities for inclusion and accessibility in Science education. However, the scarcity of specific publications using the term "replacement methodologies" suggests a gap in the understanding and application of these methods in the educational context. It is concluded that the implementation of these methodologies represents a significant innovation for Biology education, with the potential to replace biological materials in a more accessible and inclusive manner.

Keywords: Substitute methodologies, Biology teaching, Educational technologies, Models, 3D models, Alternative resources.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 A Bioética no Contexto Escolar e no Ensino de Biologia.....	11
2.2 Metodologias substitutivas- Panorama histórico e sua aplicação na Biologia.....	12
2.3 A utilização de métodos substitutivos no ensino.....	15
3 OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Critérios de Seleção dos Trabalhos Completos.....	19
4.2 Critérios de Avaliação.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Análise Quantitativa do ENPEC e ENEBIO.....	21
5.2 Análise Qualitativa do ENPEC XII.....	24
5.3 Análise Qualitativa do ENEBIO.....	27
5.4 Discussão e comparação entre os eventos.....	35
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A **Bioética**, fundamentada em princípios como a dignidade e o respeito à vida, estabelece diretrizes essenciais para a defesa dos direitos dos animais, especialmente em sua utilização para fins científicos e educacionais. Esses princípios ressaltam a necessidade de considerar a ética no uso de seres vivos, incentivando alternativas que preservem sua integridade (OLIVEIRA, 2013). Além da preocupação com os organismos utilizados, é igualmente relevante levar em conta as percepções dos alunos sobre o uso de material biológico, incluindo animais. Nesse contexto, as **metodologias substitutivas** no ensino de Biologia surgem como uma alternativa relevante, sobretudo no que diz respeito ao uso de tecnologias. No entanto, sua implementação ainda enfrenta desafios que limitam sua aplicação efetiva nas escolas (SILVA, 2021).

Mas o que caracteriza um método substitutivo no ensino de Biologia? Trata-se de uma abordagem que visa proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa, utilizando materiais que possam substituir o uso de organismos biológicos ou animais. Essas técnicas incluem, entre outras, o uso de aplicativos, ilustrações, maquetes e modelos tridimensionais (Fischer, 2020, p.14). O objetivo principal é substituir métodos tradicionais que possam ser antiéticos, inacessíveis ou impraticáveis para determinados alunos ou contextos.

Já as metodologias alternativas utilizam-se de estratégias inovadoras que complementam ou diversificam o ensino tradicional, tornando a aprendizagem mais dinâmica e interativa. Essas metodologias não substituem completamente o método convencional, mas agregam novas formas de ensino (Oliveira, 2021). O objetivo principal é tornar o ensino mais interativo e acessível, mas sem eliminar completamente os métodos tradicionais.

A adoção de metodologias acessíveis, bioéticas e que respeitem a vida e o bem-estar de alunos e professores é essencial para um ensino inclusivo e responsável. Métodos substitutivos são aqueles que eliminam completamente o uso de materiais biológicos, oferecendo alternativas igualmente eficazes para a aprendizagem, como modelos 3D e tecnologias digitais. Já os métodos alternativos, embora reduzam ou minimizem o uso desses materiais, ainda podem envolver

organismos vivos em algum nível. Essa distinção é fundamental para garantir que o ensino de Biologia evolua com práticas que promovam tanto a ética quanto a eficiência pedagógica, possibilitando um aprendizado significativo sem a necessidade de exploração de seres vivos.

Frequentemente, professores recorrem a métodos substitutivos não por uma escolha pedagógica planejada, mas por conta da indisponibilidade de material biológico, o que, na prática, acaba incorporando estratégias alinhadas aos princípios bioéticos. Esse alinhamento se reflete tanto na perspectiva dos alunos – ao serem poupados de contato com determinados materiais biológicos que podem gerar desconforto ou reações adversas – quanto na dos professores, que encontram nessas metodologias alternativas acessíveis e eficazes para o ensino. Muitos estudantes, inclusive, relatam repulsa, desconforto ou até alergias ao contato com animais ou substâncias comumente utilizadas nas atividades práticas (MAGALHÃES, 2006).

Além da perspectiva da bioética, é relevante discutir a proteção e a biossegurança no âmbito das práticas que utilizam materiais biológicos. Indo além do que já foi citado anteriormente sobre os desconfortos, vale ressaltar as diversas doenças e reações causadas pelo contato com certos tipos de materiais, por isso a importância dos EPIs (Equipamento de Proteção Individual) ao manipular esses materiais (Bertelli, 2023). Certas práticas em sala de aula e em laboratórios exigem cuidados específicos em sua manipulação, o que limita a atuação dos alunos muitas vezes, o que acaba resultando em aulas meramente expositivas, sendo o professor o único atuante da prática.

Voltando os olhares para a utilização de animais, os impactos ecológicos também se tornam relevantes para a discussão sobre os métodos que substituam esses seres vivos. A remoção de insetos, anfíbios e outros animais do ambiente natural para fins de manipulação pode acarretar sérios impactos ecológicos. Essas espécies desempenham papéis fundamentais no equilíbrio dos ecossistemas, atuando em diferentes níveis da cadeia alimentar e contribuindo para a manutenção da biodiversidade. Por exemplo, os anfíbios são importantes bioindicadores de mudanças ambientais devido às suas características fisiológicas e comportamentais (IPAAM, 2022). A extração desses animais pode levar ao desequilíbrio ecológico,

causando alterações na cadeia alimentar dos habitats de onde foram retirados (SEMIL, 2023). Além disso, o tráfico de animais silvestres contribui para a extinção de inúmeras espécies e para o surgimento de novas doenças, representando uma ameaça significativa à biodiversidade (UFSM, 2020).

A implementação de métodos substitutivos – como modelos tridimensionais, aplicativos interativos e outras tecnologias – não apenas assegura aos alunos o **direito de escolha**, mas também proporciona aos professores recursos acessíveis para aprimorar o ensino. Além disso, tais práticas reafirmam o compromisso com os **direitos dos animais**, com os valores bioéticos, protetivos e de biossegurança, promovendo um aprendizado mais humanizado e ético.

Nesse cenário, eventos acadêmicos como o **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)** e o **Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)** desempenham um papel fundamental. O **ENPEC**, organizado pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), é um dos mais importantes espaços para a divulgação de pesquisas e debates sobre metodologias inovadoras no ensino de Ciências e Biologia. Já o **ENEBIO**, promovido pela Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), concentra-se especificamente na formação de professores e no desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas para o ensino de Biologia. Ambos os eventos contribuem significativamente para a disseminação de estudos sobre metodologias substitutivas, fomentando discussões sobre sua aplicabilidade e eficácia no contexto educacional brasileiro.

Ademais, é importante destacar que as metodologias substitutivas têm um papel crucial na inclusão de alunos com deficiência, como os deficientes visuais. Modelos tridimensionais e maquetes oferecem recursos acessíveis que permitem a esses alunos interagir com os conteúdos de forma tátil e significativa. Por exemplo, a utilização de modelos tridimensionais de órgãos do corpo humano ou de processos biológicos proporciona uma aprendizagem mais acessível e interativa, permitindo que alunos com deficiência visual vivenciem conceitos de forma direta e envolvente. Esses recursos são uma forma efetiva de garantir a inclusão, pois possibilitam o acesso ao conhecimento sem depender da visão, utilizando o tato como principal sentido de exploração. Além disso, a criação de maquetes e modelos 3D promove o

entendimento de conceitos complexos de Biologia, tornando-os acessíveis a todos os alunos, independentemente de suas limitações (Santos, 2024).

Atualmente, o ensino de Biologia passa por transformações significativas, impulsionadas pela inovação tecnológica e pela crescente conscientização sobre os direitos dos animais. A adoção de metodologias substitutivas tem o potencial de **redefinir a percepção social** acerca desses direitos, beneficiando tanto os animais – que são poupados de intervenções diretas – quanto os estudantes e professores, que passam a contar com recursos mais seguros, acessíveis e eticamente responsáveis para suas práticas pedagógicas.

Este trabalho busca, assim, compreender como as metodologias substitutivas são trabalhadas no ensino de Biologia, investigando de que forma os recursos didáticos vêm sendo aplicados na prática pedagógica. A pesquisa se fundamenta na análise de publicações do ENPEC e ENEBIO, eventos acadêmicos de referência na área, para identificar quais metodologias são mais recorrentes e como são classificadas dentro do contexto educacional. O principal objetivo é analisar essas publicações a fim de compreender a extensão do uso de metodologias substitutivas, destacando sua aplicabilidade e os desafios conceituais que envolvem sua distinção em relação aos métodos alternativos. Dessa forma, pretende-se contribuir para uma reflexão mais ampla sobre a adoção desses recursos no ensino de Biologia e sua relevância para a inovação didática, a acessibilidade e os princípios bioéticos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Bioética no Contexto Escolar e no Ensino de Biologia

A Bioética constitui um tema de grande relevância para o ensino de Biologia, pois engloba princípios e ações voltadas à proteção e ao respeito à vida, sendo essencial para a formação ética de futuros profissionais da área biológica (Dória, 2011). Esta área caracteriza-se por um conjunto de diretrizes que orientam pesquisas e estudos científicos, especialmente em Biologia, guiando práticas com base em reflexões éticas sobre a conduta adequada e responsável no manejo de seres vivos (Heck, 2005).

Conforme Mayumi (2022), os princípios bioéticos fundamentais incluem:

- **Não Maleficência:** busca minimizar prejuízos ao ser vivo;
- **Beneficência:** visa adotar métodos que tragam benefícios ao organismo em estudo;
- **Autonomia:** concede ao ser humano o direito de decisão sobre seu próprio corpo;
- **Justiça:** defende o respeito e a equidade para todos os seres vivos.

No ambiente escolar, é responsabilidade do professor, enquanto mediador, abordar esses princípios, incentivando os alunos a refletirem sobre as dimensões éticas e morais dos conteúdos. Esse processo promove o desenvolvimento do pensamento crítico, proporcionando aos estudantes uma fundamentação ética para suas futuras ações e escolhas (Santos, 2014).

Discussões sobre o uso de animais em aulas práticas, como no ensino de Zoologia, têm ganhado relevância ao longo dos anos, em resposta ao movimento de pesquisadores e ativistas em defesa dos direitos animais. Esse debate abrange os limites éticos que o ser humano deve observar em relação aos animais não-humanos, sendo mediado pela Bioética tanto no âmbito científico quanto pedagógico (Fischer, 2022, apud Feijó, 2008).

A Zoologia, sendo uma área que tradicionalmente envolve o uso e a manipulação de organismos vivos, deveria integrar discussões bioéticas de forma constante, visto que tais práticas são mais debatidas no meio acadêmico do que nas

escolas. O uso de animais sacrificados em aulas, por exemplo, é uma prática que requer considerações éticas e questionamentos sobre a real necessidade pedagógica e científica desse recurso (Santori, 2020).

Um estudo realizado em duas cidades de Minas Gerais (Rodrigues, 2020) revelou dados alarmantes sobre o conhecimento de alunos do ensino básico, tanto de escolas públicas quanto privadas, em relação ao tema da Bioética e ao uso de animais. Os resultados foram considerados abaixo do esperado, uma vez que os estudantes demonstraram pouco entendimento sobre os critérios éticos de uso e manipulação de animais. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de introduzir e aprofundar a discussão bioética no ensino básico, visando promover uma compreensão mais ampla sobre a importância da harmonia entre o ser humano e o meio ambiente.

Voltando o olhar ao ensino da zoologia, Rodrigues(2022,p.2), utilizando de pensamentos de pesquisadores como Carniatto(2017), Furlan e Fischer (2020), enfatizam:

[...]Outro aspecto importante a se considerar sobre o ensino de Zoologia é com relação às questões éticas relativas ao uso de animais em aulas. Com a crescente discussão sobre os direitos dos animais não humanos e cientes da responsabilidade do homem na conservação do planeta e na manutenção da biodiversidade, se faz necessário desenvolver recursos alternativos ao uso de animais no ensino e na pesquisa no nível superior (Rodrigues, 2022,p.2).

É diante desse aspecto dos recursos substitutivos que o ensino de Biologia poderá pôr em prática os princípios bioéticos, com ênfase na perspectiva do uso de métodos substitutivos.

2.2 Metodologias substitutivas- Panorama histórico e sua aplicação na Biologia

Os métodos de ensino de Biologia devem transcender o conteúdo programático, enfatizando a formação de cidadãos conscientes e sensíveis às questões ambientais e, especialmente, aos direitos dos animais não-humanos (Santori, 2020). É com base nessa perspectiva que as metodologias substitutivas se

inserir no contexto pedagógico, buscando promover um equilíbrio entre práticas educativas e o respeito aos direitos dos seres vivos.

A utilização de metodologias substitutivas já está presente em muitas aulas de Biologia, ainda que, em alguns casos, de forma inconsciente por parte dos docentes. Ao lidar com a ausência de material biológico, muitos professores recorrem a abordagens, como o uso de maquetes, modelos anatômicos artificiais, desenhos e aplicativos, introduzindo, assim, métodos substitutivos para o ensino de conteúdos específicos (Carniatto, 2017). Tal prática evidencia que a eficácia no processo de ensino-aprendizagem pode ser alcançada sem a necessidade de recorrer a procedimentos invasivos ou à manipulação de cadáveres, evitando práticas que poderiam ser consideradas eticamente questionáveis (Fischer, 2022). Desse modo fica claro que modelos didáticos podem auxiliar na aprendizagem, podemos afirmar assim que:

Os modelos didáticos podem auxiliar de forma substancial no processo de ensino e aprendizagem de outros conteúdos biológicos, pois permitem que os alunos tenham uma visão tridimensional e concreta dos conceitos biológicos, diferente das imagens planas dos livros didáticos. Além disso, mostrou-se uma estratégia metodológica diferenciada e de baixo custo, que poderá ser utilizada independentemente dos recursos disponibilizados em instituições de ensino. (Duarte, 2023, p.16)

Diante desse contexto, a utilização de métodos substitutivos em aulas de Biologia emerge como uma estratégia para integrar os princípios bioéticos no processo educativo, sem comprometer a qualidade do aprendizado. Pelo contrário, esses métodos devem ser claros e acessíveis, facilitando a compreensão e o envolvimento dos alunos.

Para contextualizar a importância das metodologias substitutivas, é essencial compreender o histórico de defesa animal, que remonta à Revolução Científica (Kuhn, 2003). Uma revolução científica representa uma mudança de paradigma, estabelecendo uma nova visão e remodelando as bases teóricas e éticas (Dos Santos Braz, 2015). Antes dessa transformação, animais eram amplamente tratados como seres inferiores, utilizados para atender aos interesses humanos, uma perspectiva defendida por pensadores como Descartes, Rousseau e Kant (Felipe, 2007). Em oposição a essa visão, o filósofo Tom Regan, defensor dos direitos

animais, advogava pela igualdade de direitos entre todos os seres vivos. Sua teoria dos direitos morais dos animais estabelece as bases para o novo paradigma de proteção aos direitos dos animais não-humanos (Silva, 2007).

O entendimento de que os animais são seres sencientes, e portanto merecedores de proteção, resultou no desenvolvimento do conceito dos 3Rs: *replacement* (substituição), *reduction* (redução) e *refinement* (refinamento) (Russell & Burch, 1959). Esses princípios orientam a prática científica, promovendo a substituição de animais sempre que possível, a redução do número de indivíduos utilizados e o aprimoramento das técnicas de manejo, com vistas à minimização do sofrimento animal (Fischer, 2020).

No Brasil, a proteção dos animais é garantida pela Constituição Federal, que, em seu art. 225, § 1º, inciso VII, determina a preservação da fauna e da flora e proíbe práticas que contribuam para a extinção de espécies (Brasil, Constituição, 1988). Diversas leis complementam essa proteção, como a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), que considera maus-tratos a animais um crime ambiental (Brasil, 1998). Em 2020, essa lei foi alterada pela Lei nº 14.064/2020, aumentando as penas para aqueles que praticam maus-tratos contra animais (Brasil, 2020). Diante desse cenário, o professor de Ciências e Biologia desempenha um papel fundamental na aplicação desses conceitos e princípios bioéticos em sala de aula. Esse docente é amparado por uma série de documentos orientadores, que visam ao desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes fundamentais para a formação no ensino básico e superior. Entre esses documentos, destaca-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Brasil, 1996), que regula a organização e o funcionamento da educação no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1999), e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEN), aplicadas às Ciências e Biologia (Lima, 2008).

Finalmente, é responsabilidade das Instituições de Ensino Superior (IES), que formam biólogos e educadores, desenvolver estratégias que promovam o cumprimento dos códigos de ética, capacitando profissionais para atuar de forma

consciente e eticamente fundamentada no ensino de Biologia. Temos desse modo que:

Por sua especificidade, o Código de Ética do Biólogo (CFBio, 2002) determina em seu Artigo 13 que: “caberá ao Biólogo, principalmente docentes e orientadores, esclarecer, informar e orientar os estudantes de Biologia [...] sobre os princípios e normas deste Código de Ética”. Assim, a legislação responsabiliza as IES formadoras dos Biólogos Bachareis e Licenciados e seus professores pela apropriação e pela aplicação dos princípios deste Código de Ética junto a seus graduandos. Em outras orientações, antes mesmo da Lei n. 11.794, o CFBio já recomendava o uso de recursos alternativos / substitutivos, sempre que possível, em atividades práticas de ensino e de pesquisa com manuseio de animais. (Lima, 2011 p.85)

Diante de tais ações de proteção à vida dos animais no território brasileiro, se torna de grande relevância as discussões sobre a defesa dos direitos de tais seres frente ao ainda relutante uso de métodos alternativos de pesquisa e ensino que os envolvam.

2.3 A utilização de métodos substitutivos no ensino

No Brasil, o uso de computadores e da internet teve seu impulso inicial na década de 1970, com um foco especial nas áreas informativa e educacional. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) representaram um marco nesse processo, promovendo o desenvolvimento de meios de comunicação como o rádio e a televisão, que contribuíram de forma significativa para o avanço social e tecnológico do país (Klein et al., 2020). Klein (2020) ainda afirma que:

As tecnologias na educação são ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar a aprendizagem dos alunos, bem como, servir de suporte às atividades docentes. Nesse aspecto, é importante ressaltar que a educação está diretamente relacionada aos acontecimentos da sociedade e assim, também à tecnologia e à globalização. A tecnologia na educação se torna uma forma de propiciar mais informações e conhecimentos aos estudantes (KLEIN et al., 2020, p. 280).

Ao longo das décadas, além das TICs, surgiram as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), caracterizadas pelo uso de equipamentos digitais como computadores, a internet e o desenvolvimento de aplicativos móveis. Essas tecnologias se integram de maneira intrínseca ao cenário educacional

contemporâneo, oferecendo ferramentas inovadoras e didáticas para o processo de ensino-aprendizagem (Tutor Mundi, 2020).

O ensino de Biologia tradicional tem passado por grandes transformações devido ao uso dessas tecnologias, que proporcionam uma melhor compreensão dos conteúdos e permitem abordagens pedagógicas mais envolventes, tornando as aulas mais atrativas e interativas para os estudantes (Marinalva et al., 2022). Durante a pandemia de COVID-19, o ensino de Biologia teve que adaptar-se rapidamente ao contexto de isolamento social, recorrendo aos recursos digitais como principal meio de transmissão de conteúdo. Nesse período, observou-se o desenvolvimento de aplicativos móveis voltados ao ensino de temas específicos, como Zoologia de invertebrados, que utilizam realidade aumentada e modelos 3D para representar invertebrados marinhos (Aviz et al., 2020). No Brasil, os aplicativos voltados para o ensino de Biologia ainda se concentram majoritariamente nos temas de Citologia e Botânica (Aguilar et al., 2022).

Diante desses avanços, o desenvolvimento de ferramentas digitais que possibilitem o ensino de diversos conteúdos em Biologia, especialmente em Zoologia, pode oferecer uma abordagem bioética ao ensino, tornando-se uma realidade cotidiana para professores e alunos da educação básica. Assim, conteúdos variados podem ser explorados por esses métodos, superando barreiras tradicionais na implementação dessas abordagens.

Com o avanço das realidades virtuais e dos aplicativos móveis, há uma oportunidade crescente para que professores se adaptem e inovem suas práticas pedagógicas, utilizando recursos que promovam a interação e facilitem o aprendizado (Affeldt et al., 2019). Um exemplo promissor de ferramenta para a criação de métodos substitutivos é o MIT AI2 App Inventor, plataforma gratuita lançada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 2013 e originalmente desenvolvida pelo Google em 2009. Essa plataforma permite o desenvolvimento de aplicativos para Android, proporcionando uma base acessível para a criação de conteúdos substitutivos em diversas áreas da Biologia (Nunez et al., 2022).

O uso de vídeos como método no ensino de Biologia tem se mostrado uma ferramenta eficaz para promover uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente. Através de vídeos educativos, os alunos podem visualizar conceitos biológicos complexos de maneira clara e acessível, o que facilita a compreensão de temas como fisiologia, genética, evolução e ecologia. Segundo Borba (2018), a utilização

de vídeos permite uma abordagem visual que complementa o aprendizado teórico, despertando maior interesse e favorecendo a fixação do conteúdo. Além disso, vídeos sobre experimentos, processos celulares e sistemas biológicos oferecem aos estudantes a oportunidade de explorar conteúdos que seriam difíceis de vivenciar em sala de aula devido a limitações práticas. A tecnologia, ao ser integrada no processo educativo, promove uma aprendizagem ativa e oferece aos docentes recursos diversificados para atender diferentes estilos de aprendizagem (Oechsler, 2022). Eles são uma ferramenta que pode ser integrada em abordagens pedagógicas inovadoras.

O uso de modelos 3D no ensino de Biologia tem se mostrado uma estratégia inovadora e eficaz para melhorar a compreensão de conceitos complexos, como a estrutura celular, anatomia e fisiologia. Esses recursos permitem que os alunos visualizem de maneira interativa e detalhada conteúdos que seriam difíceis de entender apenas com imagens bidimensionais ou descrições teóricas. Segundo Bezerra (2023), os modelos tridimensionais estimulam o aprendizado ativo, oferecendo aos estudantes a possibilidade de explorar diferentes perspectivas e manipular modelos em tempo real, o que favorece a retenção do conhecimento.

Além disso, a utilização de tecnologias como a realidade aumentada e os modelos 3D pode ser particularmente benéfica para alunos com necessidades especiais, oferecendo alternativas acessíveis para a compreensão dos temas estudados. O mesmo pode ser dito do uso de maquetes (Zanarotti, 2023). Essas abordagens não apenas enriquecem o aprendizado, mas também tornam o ensino de Biologia mais inclusivo e adaptado às necessidades de uma geração digitalmente conectada (Almeida, 2023).

As metodologias substitutivas no ensino de Biologia não se limitam apenas ao uso de tecnologias, modelos 3D, maquetes ou vídeos, mas dependem essencialmente da finalidade pedagógica e da forma como são aplicadas. Um recurso só pode ser considerado substitutivo quando realmente elimina a necessidade do uso de materiais biológicos sem comprometer a qualidade do aprendizado. Dessa forma, a substituição não está atrelada exclusivamente ao tipo de material utilizado, mas sim ao seu potencial de suprir, de maneira ética e eficaz, a função originalmente desempenhada pelo material biológico, garantindo uma aprendizagem significativa e acessível.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a aplicação de métodos substitutivos no ensino de Biologia a partir da análise dos trabalhos do ENPEC e ENEBIO, investigando sua presença no contexto educacional brasileiro e seu papel na promoção da bioética, inovação e melhoria do aprendizado.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a utilização de diferentes abordagens metodológicas substitutivas no ensino de Biologia;
- Avaliar a relação entre a escassez de referencial teórico sobre metodologias substitutivas e a dificuldade de reconhecimento dessas práticas na literatura acadêmica;
- Discutir os principais pontos sobre a adoção de metodologias substitutivas no ensino de Biologia a partir da análise comparativa entre as publicações do ENPEC e ENEBIO.

4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, adotou-se uma abordagem metodológica baseada em uma **análise quantitativa**, além de uma **análise qualitativa** de artigos selecionados pelas palavras-chaves e temáticas correspondentes que abordam o uso de **metodologias substitutivas** no ensino de Biologia. O estudo tem caráter **exploratório**, utilizando fontes **bibliográficas**, e fundamenta-se na abordagem qualitativa descrita por Bogdan (1994).

A coleta de dados foi realizada a partir dos **anais dos eventos acadêmicos ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)** – edições **XII, XIII e XIV** – e **ENEBIO (Encontro Nacional de Ensino de Biologia)** – edição **VIII e IX** abrangendo publicações do período de **2019 a 2023**. Esses eventos foram selecionados devido à sua relevância na divulgação de estudos inovadores no ensino de Ciências e Biologia, possibilitando uma análise criteriosa das metodologias substitutivas mais recentes.

4.1 Critérios de Seleção dos Trabalhos Completos

Os artigos incluídos na pesquisa foram selecionados com base nos seguintes critérios:

- **Período de publicação:** Foram considerados apenas artigos publicados entre **2019 e 2023**, garantindo a atualidade das metodologias e práticas analisadas.
- **Relevância para o tema:** A seleção contemplou estudos que abordam metodologias substitutivas e alternativas no ensino de Biologia.
- **Palavras-chave utilizadas na busca:**
 - Metodologias substitutivas
 - Recursos alternativos
 - Tecnologia
 - Maquetes
 - Modelos 3D

4.2 Critérios de Avaliação

Os artigos selecionados foram submetidos a uma avaliação, considerando os seguintes aspectos:

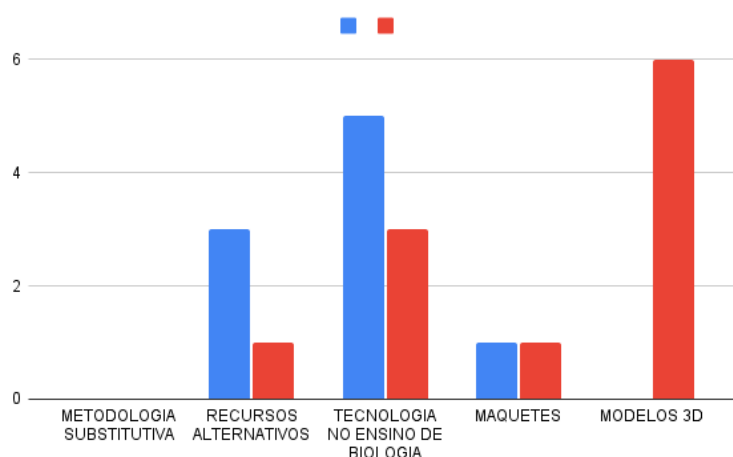
- **Adequação metodológica:** Verificação da compatibilidade das abordagens adotadas nos estudos com os objetivos desta pesquisa.
- **Clareza e objetividade:** Análise da organização textual, com ênfase na forma como as metodologias foram descritas e aplicadas.
- **Impacto educacional:** Investigação sobre a **eficácia** das metodologias substitutivas no ensino de Biologia.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados indica que as metodologias substitutivas não são reconhecidas como métodos substitutivos, se confundindo em muitos pontos com os métodos alternativos. Um fator determinante para a tal confusão é a falta de arcabouço teórico sobre as metodologias substitutivas no ensino de Biologia, onde a pesquisa por métodos alternativos se torna mais acessível nas bases de dados acadêmicos. Mas o fato de não possuir muita publicidade não quer dizer que tais métodos não sejam utilizados, como exemplo temos o considerável número de artigos que utilizam a tecnologia e modelos 3D como formas de substituir o uso de material biológico, tornando algo acessível e respeitando a todos os envolvidos. A pesquisa revelou **0** resultado em relação a palavra-chave **metodologia substitutiva** nas edições da ENPEC e ENEBIO, mas como os métodos substitutivos são conhecidos como recursos que podem substituir o uso de material biológico, foram selecionados **20** artigos, sendo **9** deles do ENPEC e **11** deles encontrados nas edições do ENEBIO. As palavras-chaves, **recursos alternativos, tecnologia na Biologia, maquetes e modelos 3D**, foram norteadores dessa pesquisa. Os recursos alternativos foram colocados como parâmetros pelo fato da recorrente discordância entre o que é substitutivo e o que é alternativo, os artigos foram analisados e selecionados conforme os requisitos de um método substitutivo. Assim, foram selecionados os artigos nas seguintes proporções:

5.1 Análise Quantitativa do ENPEC e ENEBIO

Gráfico 1. Quantidade de Artigos Selecionados no XII ENPEC e ENEBIO VIII-ENPEC em **azul** e ENEBIO em **vermelho**.



Fonte: A Autora, 2025

Utilizando os parâmetros propostos, o ENPEC XIII e XIV não entraram na análise devido a falta de publicações com relevância para o presente estudo. Tais edições foram analisadas e assim sendo, o ENPEC XIII ocorrido no ano de 2021 ocorreu no formato online, não foram encontrados trabalhos que tivessem relação com o objeto de estudo. O ENPEC XIV ocorreu no formato presencial na Universidade Estadual de Goiás (UEG), e também não foram encontrados trabalhos relacionados ao presente trabalho.

O ENEBIO IX não foi analisado devido a falta de acesso aos seus artigos que ainda não foram disponibilizados no site da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBIO).

A partir do gráfico anterior, foi possível observar a predominância da tecnologia como método substitutivo mais citado. Os recursos apresentados como alternativos, foram dispostos dessa forma devido a escassez de referencial de métodos substitutivos reconhecidos e publicados com tal nomenclatura. Os trabalhos selecionados nessa temática alternativa foram analisados e interpretados como podendo ser substitutivos ao uso de determinados materiais biológicos, e portanto sendo relevantes para a atual pesquisa.

A análise dos trabalhos apresentados no ENPEC demonstra uma predominância do uso de **recursos tecnológicos** em comparação com **maquetes** como metodologia substitutiva no ensino de Biologia. Os dados indicam que **85,7%** dos estudos analisados exploram o uso de tecnologias educacionais, enquanto apenas **14,3%** abordam a aplicação de maquetes como ferramenta pedagógica. Esse resultado evidencia uma preferência pela incorporação de recursos digitais e tecnológicos no ensino, possivelmente devido à sua versatilidade e potencial para simular fenômenos biológicos de forma interativa e acessível. Por outro lado, as maquetes, embora menos representadas, desempenham um papel importante em metodologias inclusivas, especialmente para o ensino de alunos com deficiência visual, ao proporcionar uma experiência de aprendizado tátil e concreta, como foi proposto no trabalho por Júnior (2019).

Dentro da categoria de **tecnologias educacionais**, os estudos analisados demonstram que os **jogos digitais** representam **60%** das abordagens mencionadas, enquanto **vídeos** correspondem a **40%**. Como já analisado por Affeldt (2019), essa distribuição sugere que os jogos digitais têm sido amplamente utilizados como

estratégia didática, possivelmente devido ao seu caráter interativo e à capacidade de engajar os estudantes na construção do conhecimento. Os vídeos, embora também sejam ferramentas eficazes para a visualização e compreensão de conceitos científicos, possuem uma abordagem mais passiva de aprendizado em comparação aos jogos, que incentivam a experimentação e a resolução de problemas. Dessa forma, a predominância dos jogos digitais reflete uma tendência crescente na adoção de metodologias ativas de ensino, alinhadas às novas demandas pedagógicas e tecnológicas, como visto e analisado por Oliveira (2023).

A análise dos trabalhos apresentados no ENEBIO sobre metodologias substitutivas evidencia uma diversidade de recursos didáticos utilizados no ensino de Biologia. Os dados indicam que os **modelos 3D** são a estratégia mais recorrente, representando **50%** das abordagens mencionadas, enquanto **aplicativos** correspondem a **20%**, e **réplicas e maquetes** possuem a mesma porcentagem de uso, com **10%** cada. Esse panorama reforça a crescente valorização das tecnologias tridimensionais como alternativas eficazes para a substituição de métodos tradicionais, proporcionando experiências interativas e dinâmicas no aprendizado de conceitos científicos, tal afirmação é corroborada por Silva (2018) que afirma que a utilização desses métodos torna o aprendizado eficaz e interativo. Ainda que maquetes e réplicas sejam menos utilizadas, elas continuam sendo ferramentas relevantes, especialmente no ensino de alunos com necessidades específicas, ao oferecerem representações concretas de estruturas biológicas, tal afirmativa é vista no artigo de Paixão (2021) que contribui para o aprendizado de cariótipo a partir de recursos tridimensionais.

Dentro desse contexto, os **aplicativos educacionais**, que representam **20%** das abordagens analisadas, destacam-se por sua flexibilidade e acessibilidade, permitindo que os alunos interajam com conteúdos de forma personalizada e autônoma. Os **modelos 3D**, que lideram o percentual, apresentam um grande potencial para **substituir práticas experimentais tradicionais**, possibilitando a visualização detalhada de estruturas biológicas sem a necessidade do uso de animais ou materiais biológicos. Essa predominância reflete uma tendência na área educacional voltada para a incorporação de **recursos tecnológicos inovadores**, que promovem um ensino mais interativo, acessível e alinhado às novas demandas pedagógicas.

5.2 Análise Qualitativa do ENPEC XII

A partir dessa análise, foi possível identificar que determinados trabalhos publicados foram encontrados utilizando determinadas palavras-chave, outros trabalhos foram selecionados ao serem lidos e analisados e assim podendo ser anexados à presente pesquisa. Esse levantamento permitiu inferir tendências nas pesquisas da área, destacando como esses métodos vêm sendo incorporados e discutidos no campo da educação científica (Silva, 2018). A seguir, apresenta-se um quadro síntese com os títulos analisados.

Quadro 1: Títulos dos artigos selecionados e organizados por palavra-chave no ENPEC XII

Artigos - ENPEC XII (2019)			
Palavras-chaves			
Recursos alternativos	Tecnologia	Métodos substitutivos/ Modelos 3D	Maquetes
“Análise dos modelos explicativos estruturados por estudantes dos anos iniciais sobre a formação do câncer de pele”	“Tecnologia Assistiva: acessibilidade ao ensino de Ciências por meio de jogos computacionais inclusivos “	-	“Ensino em modelos: formação continuada de professores de ciências e biologia no contexto da deficiência visual”
“Uma análise crítica ao uso de animais para fins didáticos: uma abordagem abolicionista”	“O uso de modelos qualitativos como recurso didático para o Ensino de Ciências”	-	-
Para além do livro didático e do quadro: o que dizem estudantes e docentes sobre a utilização de Recursos Didáticos Alternativos nas aulas de Biologia”	“Mapeamento dos usos das tecnologias aplicadas em Atividades Experimentais no Ensino de Biologia no Brasil”	-	-
-	“Aprendendo Ciências por meio da construção de jogos digitais”	-	-

-	“Aprendendo Biologia por um canal de vídeo aulas: percepção de estudantes da área da Saúde sobre suas vantagens e desvantagens”	-	-
---	---	---	---

Fonte: A Autora, 2025

Foram analisados 92 trabalhos publicados no ENPEC XII, dos quais apenas 9 foram considerados relevantes para esta pesquisa. Dentre eles, 3 se destacaram por sua maior contribuição para a discussão sobre metodologias substitutivas. A seguir, apresenta-se a análise dos pontos principais dos trabalhos que mais se destacaram por sua temática e discussão sobre o tema metodologia substitutiva.

Quadro 2: Análise dos pontos principais dos artigos do ENPEC- Temática: Processos, recursos e materiais educativos

Palavra-chave	Artigo	Pontos principais
Recursos alternativos	Uma análise crítica ao uso de animais para fins didáticos: uma abordagem abolicionista	● Analisa as implicações éticas e pedagógicas dessa prática, propondo uma reflexão sobre alternativas que respeitem os direitos dos animais e promovam métodos de ensino mais humanizados. ● Aborda uma reflexão importante sobre o uso de animais em atividades educacionais, destacando as questões éticas e pedagógicas envolvidas. ● Os autores propõem uma mudança de paradigma, sugerindo a busca por alternativas que não envolvam o uso de seres vivos para fins de ensino. Nesse contexto, as metodologias substitutivas se apresentam como uma solução relevante, uma vez que oferecem recursos que permitem aos alunos aprenderem de forma eficaz e ética, sem a necessidade de utilizar material biológico.
Tecnologia	Mapeamento dos usos das tecnologias aplicadas em atividades experimentais no Ensino de Biologia no	● O estudo realizou um mapeamento das aplicações de recursos tecnológicos em atividades experimentais no ensino de Biologia

	Brasil	no Brasil, analisando relatos de experiências e pesquisas concluídas entre 2012 e 2017 nos principais encontros da área, como o ENEBIO e o próprio ENPEC. ● A relação entre o artigo mencionado e as metodologias substitutivas está na ênfase do estudo sobre a incorporação de recursos tecnológicos em atividades experimentais, o que representa uma forma de metodologia substitutiva. ● Ao mapear o uso dessas tecnologias, o artigo contribui para a compreensão de como práticas pedagógicas inovadoras estão sendo implementadas no ensino de Biologia no Brasil, oferecendo alternativas às abordagens tradicionais e enriquecendo o processo educativo.
Maquetes	Ensino em modelos: formação continuada de professores de ciências e biologia no contexto da deficiência visual	● O trabalho aborda o desenvolvimento e a avaliação de um programa de formação continuada para professores de Ciências e Biologia em escolas públicas de Campo Grande, MS. ● O objetivo principal é capacitar esses educadores na construção e utilização de modelos concretos que facilitem o ensino de estudantes com deficiência visual. A iniciativa busca promover a inclusão educacional, fornecendo aos professores ferramentas e estratégias para atender às necessidades específicas desses alunos. ● As metodologias substitutivas referem-se a abordagens alternativas que complementam ou substituem métodos tradicionais de ensino, visando atender às diversas necessidades dos alunos. No contexto da deficiência visual, essas metodologias incluem o uso de materiais táteis, modelos tridimensionais, recursos auditivos e outras ferramentas que tornam o conteúdo acessível. ● A formação continuada proposta no artigo está alinhada a essas metodologias, pois capacita os professores a desenvolver e implementar recursos didáticos adaptados, promovendo uma educação inclusiva e eficaz para estudantes com deficiência visual.

A análise dos trabalhos apresentados no ENPEC revela a diversidade de abordagens relacionadas aos métodos substitutivos no ensino de Biologia, destacando o uso de recursos alternativos, tecnologias educacionais e modelos didáticos adaptados. Os estudos apontam para uma crescente preocupação com as implicações éticas e pedagógicas do uso de animais em atividades didáticas, evidenciando a necessidade de práticas mais humanizadas e alinhadas às reflexões abolicionistas. Nesse sentido, as tecnologias educacionais emergem como ferramentas essenciais para substituir experimentações tradicionais, permitindo a realização de atividades experimentais de forma ética e inovadora. Além disso, como apontado no trabalho de Silva (2021), a aplicação de modelos concretos e materiais táteis, especialmente no contexto da deficiência visual, demonstra o potencial das metodologias substitutivas na promoção da inclusão educacional. Essas abordagens não apenas viabilizam um ensino mais acessível, mas também incentivam a adoção de estratégias pedagógicas que respeitam a diversidade dos estudantes e favorecem um aprendizado significativo, sem recorrer ao uso de seres vivos para fins instrucionais.

5.3 Análise Qualitativa do ENEBIO

Antes de apresentar o quadro com a análise dos títulos dos trabalhos do ENEBIO, é importante ressaltar que a metodologia utilizada para a seleção e organização dos dados seguiu os mesmos critérios adotados na análise dos trabalhos do ENPEC. Essa estratégia possibilitou uma compreensão mais ampla das temáticas abordadas, evidenciando como a comunidade acadêmica tem discutido métodos substitutivos.

Quadro 5. Títulos dos artigos selecionados no ENEBIO VIII- Temática: Atividade prática como recurso alternativo para o ensino de Biologia

Artigos- ENEBIO VIII (2021)				
Temática- Atividade prática como recurso alternativo para o ensino de Biologia				
Recursos alternativos	Tecnologia	Métodos substitutivos	Maquetes	Modelos 3D
“Eca, um bicho!”: O emprego de oficinas como ferramenta de	“O uso de vídeos como ferramenta de Ensino na	-	-	“Construindo modelos didáticos tridimensionais

desmistificação e valorização dos insetos"	disciplina de Paleontologia: uma experiência com alunos do Ensino Superior"			de baixo custo para o Ensino de divisão celular (mitose e meiose) na disciplina de Biologia para o ensino médio"
-	"Ar3d Arthropoda um aplicativo de realidade aumentada para Ensino de artrópodes"	-	-	"A construção de réplicas de registros fósseis como ferramenta para o Ensino de Ecologia e Evolução"

Fonte: A Autora, 2025

Na temática selecionada, foram analisadas **126 publicações**, mas apenas **5 trabalhos** atenderam aos critérios estabelecidos pelas palavras-chave. Esse dado revela que, embora haja uma vasta produção acadêmica sobre o tema, a adoção de **métodos substitutivos** no ensino de Biologia ainda é um fenômeno relativamente recente e, possivelmente, subexplorado. A seguir, apresenta-se a análise qualitativa desses estudos.

Quadro 6. Análise dos pontos principais dos artigos do ENEBIO - temática: Atividade prática como recurso alternativo para o ensino de Biologia

Palavra-chave	Artigo	Pontos principais
Recursos alternativos	"Eca, um bicho!" O emprego de oficinas como ferramenta de desmistificação e valorização dos insetos"	● Investiga como as oficinas de educação ambiental podem contribuir para desconstruir percepções negativas e valorizar socialmente os insetos. ● Utilizando uma abordagem de pesquisa-ação, o estudo aplicou questionários semiestruturados a 25 participantes de oficinas realizadas na EEMTI João Nogueira Jucá, em Fortaleza-CE. ● Os resultados indicam que atividades educativas são fundamentais para ressignificar a forma como a entomofauna é percebida socialmente. A relevância do artigo se deu pelo enfoque na valorização da ecologia dos insetos e de sua valorização

		como ser vivo. A relação entre o artigo mencionado e as metodologias substitutivas está na ênfase do estudo sobre a incorporação de oficinas de educação ambiental, o que representa uma forma de metodologia substitutiva. ● Ao utilizar oficinas como ferramenta educativa, o artigo contribui para a compreensão de como práticas pedagógicas inovadoras estão sendo implementadas no ensino de Biologia no Brasil.
Tecnologia	“Ar3d Arthropoda um aplicativo de realidade aumentada para Ensino de artrópodes”	● Apresenta o desenvolvimento de um aplicativo educacional que utiliza a realidade aumentada (RA) para auxiliar no ensino de Biologia, especificamente sobre o filo Arthropoda. ● O aplicativo, denominado AR3D Arthropoda, foi estruturado para dispositivos móveis com sistema operacional Android e combina elementos virtuais em 3D de 60 espécies de artrópodes com o ambiente real, possibilitando uma interatividade do usuário com as imagens projetadas na tela do dispositivo. ● A utilização de tecnologias como a realidade aumentada no ensino de Biologia exemplifica uma metodologia substitutiva, que busca diversificar e enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. ● Essa estratégia facilita a compreensão de conceitos complexos e promove uma aprendizagem mais ativa e significativa.
Modelos 3D	“A construção de réplicas de registros fósseis como ferramenta para o Ensino de Ecologia e Evolução”	● Investiga a eficácia de uma sequência didática que envolve a confecção de réplicas fósseis no ensino médio. ● A pesquisa, conduzida com 56 estudantes, buscou avaliar como essa abordagem prática pode facilitar a compreensão de conceitos relacionados à ecologia e evolução. ● Os resultados indicaram que, apesar das limitações financeiras, a utilização de ferramentas didáticas como a construção de réplicas de fósseis auxilia na aprendizagem de conteúdos fragmentados, desperta o interesse dos alunos e promove uma conexão entre paleontologia, ecologia e evolução. ● A confecção de réplicas permite que os alunos manipulem modelos sem o risco de deterioração, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa. Além de facilitar a compreensão dos conceitos de

		Paleontologia, Ecologia e Evolução, essa abordagem estimula o pensamento crítico e integra diferentes áreas do conhecimento. • Como estratégia inclusiva, possibilita o acesso a conteúdo científico mesmo em escolas sem acervo fóssilífero, tornando o ensino mais dinâmico e interativo.
--	--	--

Fonte: A Autora, 2025

Os três artigos analisados abordam metodologias substitutivas no ensino de Biologia, utilizando oficinas educativas, tecnologia e modelos tridimensionais como alternativas às práticas tradicionais. O primeiro artigo destaca oficinas de educação ambiental como ferramenta para ressignificar a percepção dos alunos sobre insetos, enquanto o segundo apresenta um aplicativo de realidade aumentada para o ensino de artrópodes, promovendo interatividade e engajamento. Já o terceiro investiga o uso de réplicas fósseis na aprendizagem de Ecologia e Evolução, possibilitando uma abordagem prática sem a necessidade de acervos fóssilíferos. Em comum, os três estudos demonstram como estratégias inovadoras tornam o ensino mais dinâmico, acessível e inclusivo, substituindo métodos convencionais por abordagens que incentivam a participação ativa dos alunos.

A análise da temática **Formação de Professores de Ciências e Biologia** nos trabalhos do ENEBIO revelou uma baixa ocorrência dentro das palavras-chave selecionadas, com apenas **um** artigo identificado. Por outro lado, a temática apresentada no quadro abaixo abrange **145** publicações. Isso pode indicar que, embora o tema da formação docente seja relevante, as palavras-chave utilizadas para a pesquisa podem não ter capturado todas as abordagens possíveis, ou, de fato, pode haver uma escassez de artigos que tratam especificamente dessa temática dentro do contexto das metodologias substitutivas.

Quadro 7. Títulos dos artigos selecionados no ENEBIO VIII- Temática: Formação de professores de Ciências e Biologia

Artigos- ENEBIO VIII (2021)				
Temática- Formação de professores de Ciências e Biologia				
Recursos alternativos	Tecnologia	Métodos substitutivos	Maquetes	Modelos 3D

-	“Desenvolvimento profissional de professores pelo uso de aplicativos de celular no Ensino de Ciências e Química”	-	-	-
---	--	---	---	---

Fonte: A Autora, 2025

O quadro a seguir resume os pontos principais do artigo sobre a **Formação de Professores de Ciências e Biologia**.

Quadro 8. Análise dos pontos principais dos artigos do ENEBIO- temática: Formação de professores de Ciências e Biologia

Palavra- chave	Artigo	Pontos principais
Tecnologia	“Desenvolvimento profissional de professores pelo uso de aplicativos de celular no Ensino de Ciências e Química”	● A pesquisa qualitativa, fundamentada na metodologia de pesquisa-ação, analisa como esses professores lidam com os aplicativos, as dificuldades enfrentadas, a frequência de uso em sala de aula e as possíveis contribuições para o ensino e a aprendizagem. ● Além de apresentar diversos aplicativos educacionais, o estudo busca capacitar os professores para sua utilização eficaz. A incorporação de aplicativos móveis no ensino de Ciências e Química exemplifica uma metodologia substitutiva, que visa diversificar e enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. ● Essa abordagem não apenas facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também promove o engajamento dos estudantes, tornando o aprendizado mais atrativo e alinhado às demandas tecnológicas contemporâneas. ● Portanto, o uso de aplicativos educacionais atua como uma metodologia substitutiva eficaz, ampliando as possibilidades pedagógicas e contribuindo para a formação continuada dos docentes.

Fonte: A autora, 2025

A análise do artigo selecionado sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências e Biologia revela um claro foco na incorporação de **metodologias**

substitutivas que buscam aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. A utilização de aplicativos educacionais, como explorado no estudo sobre o desenvolvimento profissional de professores de Ciências e Química, exemplifica a tendência de diversificação dos recursos pedagógicos, como analisado no trabalho de Garcia (2021). Tanto as tecnologias digitais quanto às abordagens práticas, como oficinas e modelos 3D, compartilham o objetivo de enriquecer o ensino sem depender de recursos tradicionais, como espécimes reais ou acervos fossilíferos.

Essas metodologias substitutivas não só tornam o aprendizado mais interativo e dinâmico, mas também oferecem oportunidades de formação contínua para os docentes, preparando-os para utilizar ferramentas modernas de maneira eficaz.

O quadro sobre a temática **Ensino de Ciências e Biologia - Inclusão e Diversidade** no ENEBIO também foi organizado da mesma forma que as duas temáticas anteriores. Segue o quadro:

Quadro 9. Títulos dos artigos selecionados no ENEBIO VIII- Temática:Ensino de Ciências e Biologia- Inclusão e diversidade

Artigos- ENEBIO VIII (2021)				
Temática- Ensino de Ciências e Biologia- Inclusão e diversidade				
Recursos alternativos	Tecnologia	Métodos substitutivos	Maquetes	Modelos 3D
-	-	-	“Maquete do paladar como recurso didático para o ensino-aprendizagem do conteúdo de órgãos do sentido”	“Lac 3D: um recurso didático tridimensional para o ensino do operon da lactose”
-	-	-	-	“Utilização de materiais didáticos em 3D para o ensino da sistemática filogenética no ensino médio.”
-	-	-	-	“Cariótipo 3D: um recurso tridimensional para o ensino de

				deficientes visuais, sobre os conceitos do tema cariótipo.”
-	-	-	-	“Criação de materiais didáticos em impressão 3D, para o Ensino de ciclos bioquímicos”

Fonte: A Autora, 2025

O quadro sobre a temática **Ensino de Ciências e Biologia - Inclusão e Diversidade** no ENEBIO destaca a predominância da palavra-chave **modelos 3D**, que se mostrou a mais recorrente entre os artigos analisados. Isso indica que, dentro dessa temática, o uso de **modelos tridimensionais** tem se consolidado como uma estratégia eficaz para promover a inclusão no ensino, proporcionando uma aprendizagem mais acessível e interativa. A utilização de modelos 3D facilita a compreensão de conceitos complexos, tornando o ensino de Ciências e Biologia mais inclusivo e adaptado às necessidades de diferentes estudantes, especialmente aqueles com dificuldades de aprendizagem visual ou conceitual.

Por fim, a temática em questão contou com **55 publicações**, das quais apenas **5** se mostraram relevantes para a pesquisa. Por fim, segue a análise qualitativa dos 2 artigos selecionados em cada palavra-chave.

Quadro 10. Análise dos pontos principais dos artigos do ENEBIO- temática: Ensino de Ciências e Biologia- Inclusão e diversidade

Palavra-chave	Artigos	Pontos principais
Maquetes	“Maquete do paladar como recurso didático para o ensino-aprendizagem do conteúdo de órgãos do sentido”	● Explora a utilização de uma maquete que simula a boca humana, visando auxiliar no ensino dos órgãos dos sentidos, especificamente o paladar. ● Este recurso didático permite que os alunos identifiquem e nomeiem partes do corpo relacionadas ao paladar, além de compreenderem suas respectivas funções.

		● A aplicação prática da maquete em sala de aula proporciona uma experiência interativa, facilitando a assimilação dos conteúdos abordados. A implementação de maquetes no ensino de Biologia alinha-se às metodologias substitutivas, que buscam diversificar e enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. ● Ao substituir ou complementar métodos tradicionais, como aulas expositivas, por abordagens mais interativas, como o uso de modelos tridimensionais, os educadores promovem uma aprendizagem mais ativa e significativa. ● O uso de maquetes estimula o interesse dos alunos, promove a participação ativa e contribui para a construção do conhecimento de forma colaborativa.
Modelos 3D	“Artigo: Cariótipo 3D: um recurso tridimensional para o ensino de deficientes visuais, sobre os conceitos do tema cariótipo”	● Propõe a utilização de modelos tridimensionais impressos em 3D como ferramentas pedagógicas para o ensino de cariótipo a estudantes com deficiência visual. ● Esses modelos permitem a exploração tátil dos cromossomos humanos, facilitando a compreensão de conceitos como a quantidade de cromossomos, diferenças entre os cariótipos masculino e feminino, aneuploidias e doenças cromossômicas. A aplicação desses recursos didáticos visa promover a inclusão social e educacional, superando barreiras e ampliando horizontes educacionais para alunos com deficiência visual. ● No contexto do ensino de cariótipo, os modelos 3D substituem representações bidimensionais, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais interativa e acessível. ● A implementação de modelos tridimensionais no ensino de cariótipo exemplifica uma metodologia substitutiva eficaz, que não apenas enriquece o processo educativo, mas também contribui para a inclusão e acessibilidade no ambiente escolar.

Fonte: A Autora, 2025

A comparação entre os artigos revela que tanto o uso de **maquetes** quanto de **modelos 3D** no ensino de Biologia se alinham com metodologias substitutivas, promovendo uma abordagem mais interativa e acessível ao aprendizado. Ambos os

recursos permitem uma compreensão tátil e visual dos conteúdos, tornando o ensino mais dinâmico e inclusivo. Enquanto as maquetes, como a do paladar, facilitam a identificação e nomeação de partes do corpo, os modelos 3D, como os de cariótipo, favorecem a exploração detalhada de conceitos complexos, como cromossomos e suas variações. Em comum, esses métodos substitutivos oferecem alternativas práticas aos métodos tradicionais, estimulando a participação ativa dos alunos e ampliando as possibilidades de aprendizagem, especialmente para estudantes com necessidades especiais.

5.4 Discussão e comparação entre os eventos

A análise dos dados coletados a partir dos trabalhos apresentados no ENPEC e ENEBIO demonstra uma discrepância significativa na abordagem das metodologias substitutivas no ensino de Biologia. A ausência da expressão “metodologia substitutiva” nas bases de dados desses eventos reforça a ideia de que tais práticas ainda não são amplamente reconhecidas ou diferenciadas de métodos alternativos. Essa confusão conceitual se deve à carência de um arcabouço teórico consolidado na literatura acadêmica nacional, dificultando sua disseminação e aplicação nas pesquisas educacionais.

Os resultados indicam que, apesar dessa limitação terminológica, a implementação de metodologias substitutivas é uma realidade nos estudos analisados. No ENPEC, a predominância do uso de tecnologias educacionais é evidente. Esse panorama sugere que a digitalização do ensino tem sido uma estratégia eficaz para substituir métodos tradicionais, fornecendo aos alunos um ambiente interativo e dinâmico para a compreensão de conceitos biológicos. Por outro lado, o uso de maquetes aparece em apenas alguns dos estudos, demonstrando uma menor adesão dessa estratégia, ainda que sua importância seja reconhecida, especialmente no ensino de alunos com deficiência visual, por oferecer uma experiência tátil e concreta do conteúdo.

No ENEBIO, a tendência é ligeiramente diferente, com uma maior distribuição entre os recursos utilizados. Os modelos 3D são os mais citados, seguidos pelos aplicativos, enquanto réplicas e maquetes representam cada uma mesma porcentagem das abordagens. Esse dado evidencia uma valorização crescente das

tecnologias tridimensionais, que permitem a visualização detalhada de estruturas biológicas sem a necessidade de materiais biológicos reais, favorecendo a acessibilidade e a interatividade no aprendizado. Citando Affeldt (2019), o destaque para os aplicativos também reforça a importância da digitalização como uma estratégia pedagógica que se adapta às novas demandas educacionais.

Comparando esses dados com a literatura acadêmica disponível, observa-se que a utilização de tecnologias substitutivas, especialmente os modelos 3D e plataformas interativas, têm sido amplamente estudada em pesquisas internacionais como confirma Bezerra (2023). Estudos apontam que o uso de impressão 3D e realidade aumentada potencializa a compreensão de estruturas biológicas, facilitando a aprendizagem ativa e melhorando a retenção do conhecimento. As metodologias substitutivas estão cada vez mais presentes, especialmente por meio do uso de maquetes e modelos 3D. A utilização de modelos tridimensionais como modelos 3D e as maquetes continuam sendo amplamente empregadas como ferramentas pedagógicas, tais modelos defendidos e analisados por Carniatto (2017). Ademais, Zanarotti (2023), também defende no seu trabalho que a literatura sugere que o uso de maquetes e modelos físicos continua sendo uma estratégia valiosa, principalmente em contextos onde os recursos digitais ainda são limitados ou de difícil acesso.

Dessa forma, a análise comparativa entre os trabalhos do ENPEC e ENEBIO demonstra que, apesar da não utilização sistemática do termo "metodologia substitutiva", suas práticas estão sendo amplamente empregadas, com uma forte tendência à incorporação de tecnologias educacionais. No entanto, a ausência de uma fundamentação teórica robusta sobre o tema no Brasil limita sua disseminação e reconhecimento acadêmico. Portanto, é essencial que novas pesquisas aprofundem essa discussão, diferenciando metodologias substitutivas de alternativas e promovendo sua sistematização no ensino de Biologia.

7 CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que as metodologias substitutivas no ensino de Biologia, embora presentes, ainda são frequentemente confundidas com métodos alternativos, principalmente pela ausência de uma categorização teórica mais consolidada. As tecnologias, como simuladores e modelos 3D, se destacam como recursos substitutivos eficazes, com um número crescente de publicações que exploram essas alternativas. A relevância deste estudo reside na contribuição para a compreensão das metodologias substitutivas, que se apresentam como soluções viáveis para substituir o uso de material biológico, oferecendo alternativas que promovem a inclusão e acessibilidade no ensino de Ciências.

Além disso, a análise de dois artigos sobre o uso de modelos 3D no ensino de Biologia para alunos com deficiência visual ilustra como os recursos substitutivos podem ser eficazes para a inclusão. O primeiro artigo aborda a criação de modelos 3D para o ensino do cariótipo, permitindo que estudantes com deficiência visual explorem de forma tátil e interativa os cromossomos humanos. O uso de impressão 3D proporciona uma aprendizagem significativa, permitindo a compreensão de conceitos complexos que seriam inacessíveis com métodos tradicionais, como representações bidimensionais ou apenas auditivas. O segundo artigo destaca o uso de modelos tridimensionais no ensino de órgãos dos sentidos, como a maquete do paladar, permitindo que alunos com deficiência visual tenham acesso a representações táteis dos conceitos de biologia, superando a barreira da falta de material visual.

A análise comparativa entre os eventos ENPEC e ENEBIO revelou que o ENEBIO apresentou um maior número de artigos relacionados ao uso de modelos 3D como recurso didático, enquanto o ENPEC teve um enfoque mais expressivo em tecnologias educacionais e recursos alternativos. A partir da análise qualitativa dos artigos, observou-se que ambas as abordagens possuem fundamentação pedagógica que sustenta sua aplicação no ensino de Biologia, evidenciando seu potencial para substituir materiais biológicos de forma ética e acessível. Os estudos analisados demonstram que essas metodologias, quando bem estruturadas, podem ser incorporadas às práticas docentes, promovendo um aprendizado significativo e alinhado às demandas contemporâneas da educação.

Apesar dos esforços para mapear os recursos substitutivos, a limitação de publicações que utilizam a terminologia 'metodologias substitutivas' dificultou uma análise mais aprofundada sobre sua disseminação nas bases de dados acadêmicas e em eventos como o ENPEC e o ENEBIO. Isso evidencia a necessidade de mais estudos que explorem a aplicação desses métodos. Futuros estudos poderiam aprofundar o uso de modelos 3D e outras tecnologias no contexto do ensino de Biologia, investigando sua aplicabilidade em diferentes contextos educacionais e níveis de ensino. Além disso, é essencial o desenvolvimento de novas abordagens teóricas que permitam distinguir de forma clara os métodos substitutivos dos alternativos, ampliando a compreensão de suas potencialidades pedagógicas.

Em síntese, a implementação de metodologias substitutivas representa um avanço significativo na inovação do ensino de Biologia, ao oferecer alternativas mais acessíveis e inclusivas. A evolução tecnológica e a adaptação do ensino às novas demandas pedagógicas são fundamentais para o aprimoramento contínuo do processo educacional. O uso de modelos 3D para alunos com deficiência visual exemplifica a importância da inclusão e da utilização de tecnologias que permitem a todos os alunos, independentemente de suas limitações, a acessibilidade ao conhecimento científico.

Além disso, a adoção dessas metodologias traz benefícios para áreas como a **ecologia, biossegurança e bioética**. No contexto ecológico, a substituição do uso de materiais biológicos contribui para a preservação da fauna e da flora, reduzindo a necessidade de coleta de organismos vivos para fins didáticos. Em termos de biossegurança, a utilização de recursos biológicos e organismos alternativos minimiza riscos associados ao manuseio de substâncias, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais seguro.

Do ponto de vista bioético, as metodologias substitutivas promovem uma educação pautada no respeito à vida, estimulando uma formação científica mais consciente e alinhada com princípios éticos fundamentais. A adoção de metodologias substitutivas no ensino de Biologia oferece benefícios adicionais ao reduzir os riscos associados ao manuseio de substâncias químicas perigosas e materiais perfurocortantes. O uso de ácidos, bases, álcoois e éteres em ambientes educacionais pode expor estudantes e profissionais a perigos como queimaduras,

intoxicações e incêndios. Além disso, instrumentos como estiletes, tesouras e alfinetes apresentam riscos de cortes e perfurações, podendo levar a infecções ou outras complicações. Ao implementar alternativas seguras, como simulações virtuais e materiais inertes, é possível minimizar esses riscos, promovendo um ambiente de aprendizagem mais seguro e alinhado às diretrizes de biossegurança. Dessa forma, essas inovações não apenas aprimoram o ensino de Biologia, mas também incentivam uma abordagem pedagógica mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

AFFELDT, B. B. et al. Desenvolvimento e avaliação de aplicativos para dispositivos móveis por professores da educação básica. **Scientia cum Industria**, 2019.

AGUIAR, W. P. BORGES-NOJOSA, M. VASCONCELOS, H. L. Aplicativos móveis utilizados no ensino de Biologia: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 1, 2022.

ALMEIDA, G. G. **Impressão 3D: um estudo exploratório sobre desenhos de modelos de negócio**. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12142/tde17032020-180812/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

AQUINO, C.; FERNANDA, E.; COELHO, G. I. Utilização de materiais didáticos em 3D para o ensino da sistemática filogenética no ensino médio. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 2021, Online. **Anais[...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/CEGO_TRABALHO_EV139_MD4_SA22_ID1177_11032020084146.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

ARSLAN, R.; KOFOĞLU, M.; DARGUT, C. Development of augmented reality application for biology education. **Journal of Turkish Science Education**, v. 17, n. 1, p. 62-72, 2020. DOI: 10.36681/tused.2020.13.

AVIZ, L. C. S. et al. Processo de ensino-aprendizagem de Zoologia: padrões de interação, ludicidade e inteligências múltiplas. **Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 74-92, 2020.

BARBOSA, V, R. A construção de réplicas de registros fósseis como ferramenta para o ensino de Ecologia e Evolução. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8., 2021, Online. **Anais [...]**. Online: ABEB, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/CEGO_TRABALHO_EV139_MD8_SA17_ID1405_02092020181237.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

BARBOSA, V, R. Eca, um bicho! O emprego de oficinas como ferramenta de desmistificação e valorização dos insetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/74691>. Acesso em: 6 fev. 2025.

BARCELLOS, L.S. COELHO, G. R. Aprendendo Biologia por um canal de vídeo aulas: percepção de estudantes da área da Saúde sobre suas vantagens e desvantagens. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC) 12., 2022, Natal. **Anais [...]**. Natal : ABRAPEC, 2022. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1333-1.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2025.

BENEDETTI, T. Tutor Mundi. **A importância das TDICs para a educação**. 10 set.2020.Disponível em:
<https://tutormundi.com/blog/importancia-das-tdics-para-a-educacao/>. Acesso em: 5 jan. 2024.

BERTELLI, C. et al. Acidentes com material biológico: fatores associados ao não uso de equipamentos de proteção individual no Sul do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 03, p. 789-801, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/1413-81232023283.08222022>. Acesso em: 5 fev. 2025. ISSN 1678-4561.

BORBA, M. C.; OECHSLER, V. Tecnologias na educação: o uso dos vídeos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 391–423, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n2.8434>.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Port, 1994.

BEZERRA, D. M. M. S. Q. et al. Impressão 3D: possibilidades para o desenvolvimento de material didático no ensino de Biologia. *Anais IX CONEDU*, Campina Grande: **Realize Editora**, 2023. Disponível em:
<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/99914>. Acesso em: 19 jan. 2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de Crimes Ambientais, de 1998**. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=Causar%20polui%C3%A7%C3%A3o%20de%20qualquer%20natureza,a%20um%20ano%2C%20e%20multa.
 Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.064/2020, Crimes de maus-tratos aos animais, de 2020**. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14064.htm#view.
 Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação / Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996.

CARNIATTO, C. H. O. **Propostas pedagógicas substitutivas ao uso de animais no ensino superior: uma revisão**. *Pubvet*, v. 11, n. 5, 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.22256/PUBVET.V11N5.443-451>. Acesso em: 12 dez. 2023.

COELHO, B. M.; NAZARÉ, E. K. Maquete do paladar como recurso didático para o ensino-aprendizagem do conteúdo de órgãos do sentido. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/CEGO_TRABALHO_EV139_MD4_SA22_ID638_07092020220517.pdf. Acesso em: 2 fev. 2025.

DÓRIA, T. A. F.; MOREIRA, L. M. A. A bioética na formação do biólogo: um desafio contemporâneo. **Revista FACED**, Salvador, n. 20, p. 99-122, 2011.

DOS SANTOS BRAZ, L. C. F.; SILVA, T. T. A. O processo de coisificação animal decorrente da teoria contratualista racionalista e a necessária ascensão de um novo paradigma. **Revista Brasileira de Direito**, v. 11, n. 2, 2015.

DUARTE, A. C. O. **Ensino de biologia além da sala de aula: uso dos modelos biológicos**. Ecologia Política, Agroecologia e Comunidades Tradicionais (Dossiê), v. 4, n. 2, 2022.

DUARTE, A. C. Ensino de biologia além da sala de aula: uso dos modelos biológicos. **SAPIENS - Revista de Divulgação Científica**, v. 4, n. 2, p. 127–145, 2023. <https://doi.org/10.36704/sapiens.v4i2.7217>.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Site oficial do XIV ENPEC**. Disponível em: <https://www.enpec2023.com.br/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

FEIJÓ, A. M. G. et al. Análise de indicadores éticos do uso de animais na investigação científica e no ensino em uma amostra universitária da área da Saúde e das Ciências Biológicas. **Scientia Medica**, v. 18, n. 1, p. 10-19, 2008.

FELIPE, S. T. **Ética e experimentação animal: fundamentos abolicionistas**. Florianópolis: UFSC, 2007.

FILHO, R. M. C. et al.. O uso de vídeos como ferramenta de ensino na disciplina de paleontologia: uma experiência com alunos do ensino superior. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74498> >. Acesso em: 06/02/2025.

FISCHER, M. L.; FURLAN, A. L. D. Métodos alternativos ao uso de animais como recurso didático: um novo paradigma bioético para o ensino da zoologia. **Educação em Revista**, v. 36, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-4698230590>. Epub 11 set. 2020. ISSN 1982-6621.

FISCHER, M. L.; FURLAN, A. L. D. A representação do animal como recurso didático: etapa 2 do modelo de reconstrução educacional (MRE). **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 24, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240108>. Epub 28 mar. 2022. ISSN 1983-2117.

GARCIA, L. F. C. BASTOS, W. G.; SILVA, F. V. PASTOR JÚNIOR, A.A. Desenvolvimento profissional de professores pelo uso de aplicativos de celular no Ensino de Ciências e Química. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/TRABALHO_EV139_MD1_SA18_ID1230_04032020113522.pdf. Acesso em: 2 fev. 2025.

GONÇALVES, T. M. Construindo modelos didáticos tridimensionais de baixo custo para o ensino de divisão celular (mitose e meiose) na disciplina de biologia para o ensino médio. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74859>>. Acesso em: 06/02/2025.

HECK, J. N. **Bioética: contexto histórico, desafios e responsabilidade**. *Ethic@*, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 123-139, dez. 2005.

IKETANI, G.; NOGUEIRA, E. F. C.; PAIXÃO, P. T. dos S. P. DA; SILVA, J.C. , A. da; SILVA, R. A. A. da. Lac 3D: um recurso didático tridimensional para o ensino do operon da lactose. VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/CEGO_TRABALHO_EV139_MD4_SA22_ID1027_09032020101836.pdf. Acesso em: 1 fev. 2025.

IPAAM – INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS. **Diagnóstico ambiental: aspectos bióticos e impactos ecológicos**. Manaus: IPAAM, 2022. Disponível em: https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/VOLUME-III-CAP-2-DIAG-AMB-BIOTICO_REV-FINAL-2.pdf. Acesso em: 5 fev. 2025.

JÚNIOR, A.J.V.; GOBARA, S.T. Ensino em modelos: formação continuada de professores de ciências e biologia no contexto da deficiência visual. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1337-1.pdf>. Acesso em: 03 Dez. 2024.

KLEIN, D. R.; CANEVESI, F. C. S. Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. **Educere - Revista da Educação**, v. 20, n. 2, p. 279-299, 2020.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2003.

LIMA, K. E. C.; MAYER, M.; CARNEIRO-LEÃO, A.; VASCONCELOS, S. Conflito ou convergência? Percepções de professores e licenciandos sobre ética no uso de animais no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 353-369, 2008.

LIMA, K. E. C. Problematização como estratégia para discussão sobre bioética e biossegurança no ensino de zoologia: uma experiência entre licenciandos em Ciências Biológicas. **Revista Ensaio Educacional** (Belo Horizonte), v. 13, p. 81-97, set. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130306>.

LOPES, L. C. **Para além do livro didático e do quadro: o que dizem estudantes e docentes sobre a utilização de Recursos Didáticos Alternativos nas aulas de Biologia**. 2019. [s.l.]: Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26811/1/2019_LoyaneCaldasLopes_tcc.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

MAGALHÃES, M.; ORTÊNCIO FILHO, H. **Alternativas ao uso de animais como recurso didático**. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 9, n. 2, p. 147-154, 2006.

MARINALVA, M. E. A. et al. Projeto de extensão oficinas de aplicativos educacionais para professores de biologia. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 3, n. 2, 2022.

MAYUMI, Y.. **Quais são os princípios básicos da bioética e como são usados?**. Iclinic Blog, 23 set. 2022. Disponível em: <https://blog.iclinic.com.br/principios-da-bioetica/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MORAIS, E. D.; MORAES, K. S. dos S.; CHAVES, J. V.; TALLINI, K.; PERES, A.; PRESTES, L. M. Criação de materiais didáticos em impressão 3D para o ensino de ciclos bioquímicos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – NORDESTE (EREBIO-NE), 8.; SEMINÁRIO CAPIXABA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB), 2., 2021, Online. **Anais [...]**. ABEB, 2021. Disponível em: <https://www.sbenbio.org.br/geral/publicacoes-nos-anais-do-enebionline-viii-enebio/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

NUNEZ, E. S. FRANÇA, C. R.; MAROCCO DE RÉ, M.; RUTZ, C. A plataforma App Inventor e a oferta de aplicativos educacionais como recurso pedagógico nas aulas de matemática do ensino médio através de celulares Android. **XII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**, Universidade Federal da Fronteira, 2022.

NUNES NETO, N. F. Uma análise crítica ao uso de animais para fins didáticos: uma abordagem abolicionista. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2022, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2022. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1686-1.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2025.

OECHSLER, V.; PEREIRA, C.E.T. **Uso e produção de vídeos didáticos por professores da Educação Básica**. Pelotas, p. 84–97, 2022.

OLIVEIRA, A.T. et al.. Tecnologia assistiva: acessibilidade ao ensino de ciências por meio de jogos computacionais inclusivos. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 14., 2023. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92891>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

OLIVEIRA, K. F. T.. **Metodologias alternativas no ensino de Ciências e Biologia: uma análise bibliográfica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) – Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2012>. Acesso em: 27 jan. 2025.

OLIVEIRA NAVES, B.T.; FREIRE DE SÁ, M. F.. **Por uma bioética da biodiversidade**. Revista Bioética y Derecho, Barcelona, v. 27, p. 56-58, jan. 2013. Disponível em: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext & pid=S1886-58872013000100006&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872013000100006&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 19 jan. 2025.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus**, v. 5, n. 10, p. 128-137, 2019.

PAIXÃO, P. T. dos S. P. da; IKETANI, G. Cariótipo 3D: um recurso tridimensional para o ensino de deficientes visuais, sobre os conceitos do tema cariótipo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), 8., 2021, Recife. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/TRABALHO_EV139_MD4_SA22_ID498_30032020204344.pdf. Acesso em: 1 fev. 2025.

REGAN, T. **The struggle for animal rights**. Clarks Summit: International Society for Animal Rights, 1987.

RODRIGUES, M. N. S.; SILVA, C. P. P. Aprendendo a ensinar zoologia: um relato de caso de uma proposta de atividade para prática de formação docente usando materiais alternativos. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, 2022.

RODRIGUES, A. S.; MOREIRA, B. S. L.; BATISTA, R. M.; et al. Percepção de alunos do ensino médio de duas escolas de Minas Gerais acerca do tema bioética animal. **Educativa, Goiânia**, v. 23, p. 1-25, 2020.

RUSSELL, W. M. S.; BURCH, R. L. **The principles of humane experimental technique**. London: Methuen & Company, 1959.

SANTOS, I. L.; SHIMIZU, H. E.; GARRAFA, V. Bioética de intervenção e pedagogia da libertação: aproximações possíveis. **Revista Bioética**, 2014.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: associando a cultura maker à resolução de problemas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 2020.

SANTOS, T. V. **Apontamentos para novas perspectivas no ensino de Ciências e Biologia: a resignificação do sujeito animal**. 2018. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SANTOS, W. C. S., et al. Modelagem 3D: desenvolvimento e aprimoramento de um material didático para estudantes com deficiência visual. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 10., 2024, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/112094>. Acesso em: 06 fev. 2025.

SANTORI, R. T.; MIRANDA, J. C.; SILVA, R. M. Sacrifício e uso de animais para aulas práticas: a visão de licenciandos em Ciências Biológicas da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 1. ed. Niterói: **Intertexto Editora e Consultoria**, 2020.

SEMIL – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DE SÃO PAULO. **Como ajudar a combater o tráfico e o comércio ilegal de animais silvestres?** São Paulo: SEMIL, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/10/como-ajudar-a-combater-o-trafico-e-o-comercio-ilegal-de-animais-silvestres/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SILVA, A. C. L.; SILVA, M. O. Tecnologia Assistiva: acessibilidade ao ensino de Ciências por meio de jogos computacionais inclusivos. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2022, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2022. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92891> . Acesso em: 6 fev. 2025.

SILVA, D. G. et al. O uso das tecnologias na formação inicial de licenciandos em Ciências Biológicas: abordagens presentes em periódicos e eventos em ensino das ciências. **Revista Tecnologia e Educação**, v. 11, n. 31, 2017. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wpcontent/uploads/2019/12/Art14-Ano-11-vol31-Dezembro-2019.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2021.

SILVA, F. R. et al.. Ar3d arthropoda um aplicativo de realidade aumentada para ensino de artrópodes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ENEBIO), VIII ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIÃO NORDESTE (EREBIO-NE) e II SIMPÓSIO CEARENSE DE ENSINO DE BIOLOGIA (SCEB) 2021, Online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74718> >. Acesso em: 06/02/2025.

SILVA, T. F. DA et al. METODOLOGIAS ALTERNATIVAS: UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 202–210, 2018.

SANGIONI, L. A. et al. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 91–99, 30 out. 2013.

SILVA, L. O.; SILVA, M. O. Ensino em modelos: formação continuada de professores de ciências e biologia no contexto da deficiência visual. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12, 2019, Natal. **Anais [...]** Natal: ABRAPEC, 2019.

SILVA, P. M. **O uso de tecnologias no ensino de Biologia. 2021**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, [S.l.], 2021.

SILVA, T. T. A. Direito animal e os paradigmas de Thomas Kuhn: reforma ou revolução científica na teoria do direito?. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 2, n. 3, 2007.

SOUZA NETO, L. G.; LIMA, Cavalcante, K.E.; ARAÚJO, L. F. Mapeamento dos usos das tecnologias aplicadas em Atividades Experimentais no Ensino de Biologia no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2022, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2022. Acesso em: 6 fev. 2025.

Tráfico de espécies silvestres ameaça a biodiversidade da fauna brasileira. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/midias/arco/trafico-animais-silvestres.>>. Acesso em: 5 fev. 2025.

KUROISHI, L. Z. et al. Maquete como modelo didático no ensino superior do curso de Ciências Biológicas: biologia do desenvolvimento. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, v. 4, n. 1, p. 145–158, 28 jul. 2023.