



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANNA MARTA SILVA VIANA

**O USO DO ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Imperatriz – MA

2026



ANNA MARTA SILVA VIANA

**O USO DO ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas – CCENT,
da Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão – UEMASUL, do curso Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Murilo Barros Alves

Imperatriz – MA

2026



V614u

Viana, Anna Marta Silva

O uso do arduino como recurso didático no ensino de biologia: revisão sistemática de literatura. / Anna Marta Silva Viana. – Imperatriz, MA, 2025.

43 f. ; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2026.

1. Arduino. 2. Ciências Biológicas. 3. Educação. 4. Metodologia ativa. 5. TDICs. I. Título.

CDU 573

Ficha elaborada pela Bibliotecária: **Jarina Serra Santos – CRB: 13/953**





ANNA MARTA SILVA VIANA

**O USO DO ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Aprovado em: 26/06/2026

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br MURILO BARROS ALVES
Data: 02/07/2026 14:21:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Murilo Barros Alves (Orientador)

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCELO FRANCISCO DA SILVA
Data: 04/07/2026 22:15:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Francisco da Silva

Doutor em Biologia de Agentes Infecciosos e parasitários
Universidade Federal do Pará

Profª. Ms. Jeovania Oliveira Lima

Mestre em Agricultura e Ambiente
Universidade Estadual do Maranhão



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha melhor amiga e
amor.





AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a minha companheira de vida Beatriz Elaine, suas palavras e presença foram responsáveis por me confortar em meio a um período tortuoso e caótico. Sua paciência e cumplicidade me guiaram enquanto estive perdida em mim mesma. Sempre será a luz que esclarece este mar turbulento de pensamentos.

A minha mãe, agradeço seu esforço diário para que pudesse concluir os estudos. Ao meu irmão mais novo, agradeço sua companhia, por muitas vezes silenciosa, mas presente.

Aos meus colegas que vieram a ser amigos e companheiros nessa jornada de quatro anos, cada um deixou um ensinamento que levarei comigo para a vida. Todos os sorrisos, lágrimas, piadas de humor ácido, e principalmente a presença até o final, foram fundamentais para a criação de lembranças que nunca esquecerei. Aos educadores/biólogos, Alexandre, Edna Vitória, João Vitor, Naiara e Livia, agradeço ter podido conhecê-los.

Aos docentes do curso de Ciências Biológicas, agradeço seus ensinamentos, lições que por vezes trouxeram saberes para além da vida acadêmica. O conhecimento adquirido por meio de suas orientações estará sempre preservado em minha mente e conduta como futura profissional da educação e bióloga.

Ao orientador deste trabalho, professor Murilo, agradeço ter aceitado me orientar durante esta trajetória final do curso, serei eternamente grata.

Por fim, mas não menos importante, a cada mulher que não aceitou um não por parte da sociedade, a cada mulher que lutou pelo direito de aprender e ser ouvida, a cada mulher que enfrentou desafios inimagináveis para poder ser quem quiser e como quiser. Agradeço a maratona que estas tiveram que percorrer para que hoje eu possa estar me formando em uma universidade pública.



EPÍGRAFE

“Deus abençoe as meninas doces

Deus abençoe as
meninas sonhadoras

Deus abençoe as meninas livre

Deus abençoe até as meninas
malvadas

Sim, até as malvadas”

Mean Girls, Katseye, 2025.



RESUMO

No último século as civilizações contemporâneas avançaram dentro do campo tecnológico. Os recursos digitais presentes em nosso dia a dia, influenciaram e modificaram diversos aspectos da sociedade, como por exemplo as formas de trabalhar, transmissão de informações e como nos relacionamos. No âmbito educacional, a utilização de instrumentos denominados TDICs (Tecnologia Digitais da Informação e Comunicação) tornou-se popular entre as práticas docentes, descritos como métodos interativos que incentivam o desenvolvimento de um ensino - aprendizagem mais substancial. O ensino de biologia é caracterizado como um espaço que possibilita estabelecer conexões entre diversos campos do conhecimento. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo realizar uma avaliação do uso da ferramenta tecnológica Arduino, como recurso pedagógico no ensino de Biologia, existentes na literatura. Esta revisão contemplou as etapas exigidas no protocolo sistemático de revisão sistemática, analisando estudos publicados no corte temporal de 2016 aos 6 primeiros meses de 2026. Como descritores de busca foram utilizadas as palavras “Arduino”, “Biologia”, “Biology”, “Ensino” e “Educação”. Após a realização de buscas em plataformas acadêmicas Google Acadêmico, Periódicos CAPES, Scielo e Web of Science, foram selecionados 84 estudos, em sequência os exemplares foram submetidos ao processo de triagem, onde somente 10 estudos foram incluídos na seleção e análise final. Os resultados expuseram a relevância positiva do uso da plataforma Arduino como aparato pedagógico, logo que o mesmo exibiu ser um meio acessível e fácil manuseio, sua versatilidade possibilita sua presença em diversas áreas do ensino de biologia. A pesquisa elucidou a escassez de ensaios científicos sobre a temática do uso do Arduino no campo da biologia, evidenciando a necessidade da realização de mais projetos de pesquisa sobre este assunto em específico.

Descritores: Arduino, Ciências Biológicas, Educação, Metodologia Ativa, TDICs.



ABSTRACT

Over the last century, contemporary civilizations have made significant technological advancements. Digital resources integrated into our daily lives have influenced and transformed various aspects of society, such as work practices, information dissemination, and interpersonal relationships. In the educational sphere, the use of tools known as TDICs (Digital Information and Communication Technologies) has gained popularity in teaching practices; these are described as interactive methods that foster a more substantial teaching-learning process. Biology education is characterized as a field that enables connections to be established across various areas of knowledge. Thus, this study aimed to evaluate the use of the Arduino technological platform as a pedagogical resource in biology education, based on existing literature. This review followed the steps required by a systematic review protocol, analyzing studies published between 2016 and the first six months of 2026. The search terms used were "Arduino," "Biologia," "Biology," "Ensino" (Teaching), and "Educação" (Education). Following searches on academic platforms—Google Scholar, Periódicos CAPES, SciELO, and Web of Science—84 studies were initially selected; these were subsequently subjected to a screening process, resulting in only 10 studies being included in the final selection and analysis. The results demonstrated the positive value of using the Arduino platform as a pedagogical tool, as it proved to be accessible and easy to use, with a versatility that allows for its application across various areas of biology education. The research highlighted a scarcity of scientific studies regarding the use of Arduino in the field of biology, underscoring the need for further research projects on this specific topic.

Descriptors: Arduino, Biological Sciences, Education, Active Methodology, ICTs.





LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Placa de Arduino.....	17
Figura 2 - Etapas de seleção.....	21
Figura 3 - Fluxograma PRISMA expondo as etapas executadas conforme o método de pesquisa proposto...	23
Figura 4 - Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Brasília - Campus Planaltina, curso técnico em agropecuária, observando o experimento sobre Fotossíntese.....	31
Figura 5 - Modelo didático do sistema cardiovascular.....	33
Figura 6 - Modelo didático de neurônio.....	33
Figura 7 - Modelo 3D de boto com sensor ultrassônico e monitor LCD acoplado...	34
Quadro 1 - Critérios de seleção...	20
Quadro 2 - Principais aspectos extraídos de materiais acadêmicos incluídos na revisão sistemática...	24
Tabela 1 - Quantitativo de artigos encontrados nos respectivos bancos de dados.....	24
Gráfico 1 - Tipos de estudos selecionados.....	26
Gráfico 2 - Percentual do nível de escolaridade dos participantes das pesquisas.....	27
Gráfico 3 - Conteúdos biológicos presentes nos estudos selecionados.....	28



Gráfico **4** - Anos de publicação dos
estudos
selecionados.....
29





LISTA DE SIGLAS

TDICs - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação.

MEA - Metodologias de ensino ativas.

BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

RIS - Sistemas de Informação de Pesquisa.

ABP - Aprendizagem baseada em problemas.

DIY - Faça você mesmo.

IoT - Internet das coisas.

MEI - Método de Ensino Investigativo

STEAM - É um acrônimo em inglês para *Science* (Ciência), *Technology* (Tecnologia), *Engineering* (Engenharia), *Arts* (Artes) e *Mathematics* (Matemática).



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1. O ensino de Biologia Contemporâneo.....	15
3.2. O Arduino e sua atuação no âmbito educacional.....	16
3.3. Conflitos e barreiras na adição de Arduino no ensino.....	18
4 METODOLOGIA.....	20
4.1. Tipo de estudo.....	20
4.2. Protocolo de levantamento de dados.....	20
4.2.1. Descritores e Bases de dados.....	20
4.2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	20
4.2.3. Processo de seleção.....	21
5 RESULTADOS.....	24
6 DISCUSSÃO.....	30
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38



1 INTRODUÇÃO

No último século as civilizações contemporâneas avançaram dentro do campo tecnológico. Os recursos digitais presentes em nosso dia a dia, influenciaram e modificaram diversos aspectos da sociedade, como por exemplo as formas de trabalhar, transmissão de informações e como nos relacionamos.

Nesse cenário, Castells (2005), criou a expressão “sociedade em rede” referindo-se a hierarquia social fundamentada através das redes operadas por Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), o mesmo enfatiza que além de uma sociedade interligada de forma física, há outra, mas em formato virtual, onde a conjunção de ambas, estruturam o que somos atualmente.

O termo cibercultura, empregado por Santos e Santos (2012), que se refere à cultura contemporânea associada às tecnologias digitais em rede, criando uma relação entre técnica e vida social, enfatiza a relevância da sociedade em rede, e como a mesma é capaz de influenciar a integração de novas tecnologias na vida das pessoas.

Na educação, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) estão cada vez mais presentes nas práticas docentes como meio de promoção de métodos de aprendizagens mais significativos. (MEC, 2025). De acordo com o Cieb (2018), é necessário enfatizar que para incorporar as tecnologias digitais na educação não se trata apenas de utilizá-las como meio ou suporte para promover aprendizagens ou despertar o interesse dos alunos, mas sim utilizá-las com os alunos para que construam conhecimentos com e sobre o uso dessas TDICs.

A implementação de recursos tecnológicos em sala de aula, tem como objetivo apoiar os professores a optarem por metodologias de ensino ativas (MEA), alinhando o processo de ensino-aprendizagem à realidade dos estudantes e despertando maior interesse e engajamento dos alunos em todas as etapas da Educação Básica. (BNCC, 2018).

Dentre os recursos tecnológicos escalados para o uso em sala de aula, as placas de interfaces estão destacadas, como ferramentas acessíveis. Entre os tipos de interfaces, as placas Arduino propiciam uma tecnologia de baixo valor aquisitivo e acesso simplificado para o desenvolvimento de projetos, a pequena placa de microcontrolador pode ser conectada ao computador por via USB, além de conseguir estabelecer conexão com eletrônicos externos.





(Monk, 2014, p. 5).

A área da biologia, é vista como o campo mais acessível para estabelecer relações interdisciplinares, logo que a mesma não é constituída de somente uma, mas sim diversas linhas de conhecimento. (Amorim, 1998). O uso de métodos tecnológicos no ensino de ciências biológicas, além de tornar a disciplina estimulante para os estudantes, auxilia a construção de conhecimento em outras áreas, o que acaba por reforçar o conceito de sustentabilidade previsto na Base Nacional Comum Curricular. (Moreira *et al.*, 2018).

Contudo, apesar dos avanços na inclusão de instrumentos tecnológicos, como o Arduino, o ensino biológico em sua maioria ainda é baseado em aulas teóricas. (Krasilchik, 2008). O ensino tradicional no campo das ciências biológicas, pode tornar complicado o entendimento de alguns temas por parte dos alunos, consequentemente resultando em perda de interesse e relevância. (Oliveira, 2005).

Embora existam diversos relatos de experiências envolvendo o Arduino no ensino de Ciências, os estudos encontram-se dispersos na literatura, dificultando a compreensão das principais aplicações, conteúdos abordados, estratégias metodológicas e evidências sobre sua contribuição para o ensino de Biologia. Dessa forma, torna-se necessária uma revisão sistemática capaz de sintetizar esse conhecimento.

Tendo em vista tal cenário, de que maneira o Arduino pode ser utilizado como uma ferramenta pedagógica no ensino de Biologia? Conforme este questionamento, esta pesquisa de revisão sistemática de literatura, apresentará uma análise quantitativa e qualitativa do potencial de uso do Arduino, como ferramenta pedagógica no ensino de biologia, a investigação será fundamentada a partir da atual literatura disponível sobre a temática.





2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, o potencial de uso do Arduino como recurso pedagógico no ensino de Ciências Biológicas

2.2. Objetivos específicos

- Realizar análise de artigos publicados no período de tempo de 2016 aos 6 primeiros meses de 2026;
- Identificar os tipos de experimentos abordados;
- Expor as lacunas existentes na literatura.





3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. O ensino de Biologia Contemporâneo

Com o início da revolução científica no século XVI, que deu origem a uma nova forma de concepção dos processos e fenômenos naturais, a qual foi denominada pouco tempos depois como “Revolução epistemológica”, pensadores como Copérnico, Galileu, Kepler e Newton passaram a basear os conhecimentos em métodos que buscavam a objetividade, contribuindo para o surgimento da ciência moderna. (Marcondes, 2016).

Os estudos científicos passaram por reformulações, a disciplina escolar considera “História Natural” abrangia conteúdos de zoologia, botânica e mineralogia até o início da década de 1960, contudo ao serem adicionados os conteúdos de genética e teoria da evolução, a matéria passou a ser denominada como “Biologia”, o estudo da vida. (Ferreira; Marandino; Selles, 2009).

O ensino de Biologia como componente curricular não surgiu de forma espontânea nos sistemas educacionais brasileiros. (Silva; Medeiros 2025). Sacristán (2013), retrata o currículo como possuidor de várias dimensões, uma vez que é o resultado das relações entre várias pessoas. Conclui-se que, sua trajetória é marcada por transformações históricas que envolvem desde a constituição da Biologia como campo científico nesse caso, até as modificações curriculares resultantes de contextos políticos, filosóficos e legais.

De acordo com Brasil (2018) a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, o documento estabelece o ensino de biologia fundamentado a partir da sistematização de leis, teorias e modelos. Com este conjunto de fatores, é permissível que os estudantes possam investigar, analisar e debater problemas em busca de soluções para diversos cenários, sejam eles sociais ou ambientais.

A Biologia, de acordo com Silva et al., (2025) na qualidade de componente curricular das Ciências da Natureza, é uma área fundamental para a formação de indivíduos críticos e conscientes de seu papel no mundo. Ao tratar de temas como ecologia, genética, evolução, saúde e biodiversidade, o ensino de Biologia no Ensino Médio ocupa um papel decisivo na construção do pensamento científico e na compreensão dos fenômenos naturais e sociais que influenciam a vida no planeta.



Segundo Krasilchik (2008), o ensino de biologia enquadra-se como um pilar na formação de cidadãos críticos e consistentes nas dinâmicas entre os seres vivos e o ambiente. Porém, o ensino desta disciplina requer mais do que apenas memorização de conceitos, o mesmo deve incentivar o desenvolvimento do pensamento científico, a compreensão da imensa complexidade da vida e pôr fim à ética existente por trás da presença da ciência na sociedade.

As metodologias de ensino do âmbito das ciências naturais com ênfase no contexto biológico têm adquirido novos recursos de ensino. Nos últimos anos, aquisições de aparelhos tecnológicos, aprendizagem baseada em problemas (ABP), salas de aula investidas e o ensino por meio de investigação têm conquistado âmbito da biologia em sala de aula. (Bianchetti; Machado, 2009). Essa inversão de papéis proporciona uma mudança significativa na construção da participação e aprendizagem dos estudantes.

3.2. O Arduino e sua atuação no âmbito educacional

No cenário de possibilidades das ferramentas digitais, as metodologias ativas e o Movimento Maker vêm contribuindo de forma significativa para as práticas de ensino dos professores, pois possibilita que os estudantes sejam envolvidos no próprio processo de aprendizagem (Moran, 2018).

De acordo com Paniago et al. (2024), o Movimento Maker é uma extensão tecnológica da cultura “DIY” popularmente conhecida como “faça você mesmo” que incentiva pessoas em seu cotidiano seja comum ou profissional a construir, modificarem, consertarem e fabricarem seus projetos por conta própria. Práticas que envolvam o uso de impressoras 3D e 4D, cortadora a laser, robótica, Arduino, entre outras, proporcionam um espaço dinâmico onde os estudantes podem exercitar sua criatividade, proatividade e cooperação na resolução de problemas do dia - a - dia.

Estruturalmente, o Arduino, trata-se de uma pequena placa de microcontrolador que contém um conector USB que permite ligá-la a um computador, além de diversos pinos que permitem a conexão com circuitos eletrônicos externos, como motores, sensores luminosos, alto-falantes, microfones dentre outras possibilidades. (Monk, 2014).



Figura 1 - Placa de Arduino



Fonte: Silva et al., 2025.

Conforme, Cesário et al. (2021) no atual cenário, plataformas de hardware livre como o Arduino e sistemas baseados em (IoT) vêm se popularizando como ferramentas acessíveis, multifacetadas e interativas, com poder de modificar espaços de aprendizagem e de promover democratização de acesso ao conhecimento tecnológico. O Arduino, por sua base de código aberto, promove a possibilidade de criação de projetos de baixo valor monetário permitindo que estudantes, professores e pesquisadores desenvolvam soluções que envolvem sensores, atuadores e sistemas de controle. (Silva; Wilson; Domingos, 2025).

Segundo Banzi e Shiloh (2015), a combinação de conhecimentos básicos com tecnologias digitais como interfaces Arduino podem promover a construção de projetos úteis e divertidos para os estudantes, como uma estação meteorológica de pequeno porte, um complexo de irrigação automática para jardins escolares ou pequenos protótipos de robôs auxiliares.

A integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais têm ocupado papel de destaque na pesquisa educacional, especialmente no âmbito da cultura Maker e da abordagem STEAM, onde ambos propõem uma evolução em referente a modelos tradicionais de ensino, ao valorizar a aprendizagem experiencial, a resolução de problemas e a interdisciplinaridade. (Figueiredo et al., 2025).



Estudos atuais vêm enfatizando que a conexão estabelecida entre a tecnologia sua aplicação no ambiente escolar e em iniciativas educacionais comunitárias contribuem para adoção de metodologias ativas de aprendizagem, como por exemplo, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o que estimula o desenvolvimento de competências essenciais atualmente, como pensamento computacional, autenticidade, cooperação e resolução de problemas. (Marín et al.; Santos et. al, 2023).

Parra et al., (2023) afirma que iniciativas educacionais que possuem como componentes Arduino e IoT vêm demonstrando excelentes ferramentas na valorização em engajamento da inclusão social, seja por meio de tecnologias assistivas com foco em pessoas com deficiência, ou por projetos extensivos realizados por universidade direcionados a comunidades socialmente carente ou grupos minoritários.

3.3. Conflitos e barreiras na adição de Arduino no ensino

A educação é um processo contínuo, sujeita a modificações, como intervenções positivas para o seu aprimoramento, o emprego de tecnologias na área da educação pode influenciar de forma significativa a relação ensino-aprendizagem. Desta forma a globalização de recursos tecnológicos no espaço escolar oportuniza para professores e alunos uma experiência satisfatória e estimulante. (Sena; Tonini, 2024).

Contudo, é relevante salientar que apesar da popularização do uso de recursos tecnológicos na educação, este mesmo cenário pode ser limitado devido alguns fatores, dentre eles a capacitação limitada por parte do educador para aplicação de tais recursos em sala de aula. (Carraro; Ostemberg; Santos, 2020). O uso de recursos tecnológicos, de acordo com Kleemann, Machado e Pereira (2025), em grande parte depende da intenção do educador em reconhecer o seu papel no ensino, de forma que além de modificar a prática pedagógica, seja capaz de reinventá-la.

De acordo com a Lei nº 15.100/2025 o uso de celulares e dispositivos eletrônicos por estudantes tanto a rede pública e privada da educação básica é proibido, este fator desfavorece a aquisição e aplicação de projetos baseado em plataformas como o Arduino, tendo em visto que este tipo de recurso tecnológico requer em sua maioria conexão com outros aparelhos eletrônicos. (Tezani, 2017).





Apesar da fácil aquisição de materiais como o Arduino que possui um valor monetário acessível, Borges (2022) afirma que a dificuldade de adesão deste recurso como parte do roteiro didático está diretamente ligada a falta de infraestrutura presente nas instituições de ensino. A inexistência ou falta de manutenção de laboratório de ciências ou informática, obriga professores a adaptarem suas aulas o que resulta na maioria dos casos em uma aprendizagem deficiente. (Cardoso, 2023).



4 METODOLOGIA

4.1. Tipo de estudo

Esta revisão enquadra-se como uma revisão sistemática de literatura, este tipo de estudo possui como fonte de dados a literatura sobre determinado assunto. (Linde; Willich, 2003). O processo de esquematização de uma revisão sistemática de acordo com Sampaio e Mancini (2006) baseia-se na elaboração de um protocolo de pesquisa, que contenha os seguintes passos: Definição da pergunta ou questão de busca, plataformas que serão utilizados para o levantamento de dados; critérios de inclusão e exclusão do material; análise de conteúdo para a seleção final; leitura íntegra dos resultados da seleção final e análise e interpretação dos dados.

4.2. Protocolo de levantamento de dados

4.2.1. Descritores e Bases de dados

Foram delimitadas quatro plataformas de artigos científicos como bases para a procura por dados, as selecionadas foram: Periódicos CAPES, Google Acadêmico, Scielo e Web of Science. Foram utilizadas como palavras – chaves, as seguintes palavras: “Arduino” “Ensino de biologia” “Biologia” “Educação” “Biology”.

4.2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Conforme realizada a pesquisa nas plataformas de dados, os resultados encontrados, foram triados com base nos critérios de inclusão e exclusão. A determinação de critérios de seleção neste tipo de metodologia tem como finalidade identificar somente arquivos que correspondem ao questionamento proposto pela revisão. Os mesmos estão enumerados e especificados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de seleção

Critérios de inclusão/exclusão		
1	Uso do Arduino como ferramenta pedagógica de ensino	Inclusão
2	Artigos publicados entre 2016 aos 6 primeiros meses de 2026	Inclusão

3	Linguagem português ou inglês	Inclusão
4	Artigos disponibilizados na íntegra	Inclusão
5	Foco na área de ensino de biologia	Inclusão
6	Trabalhos dos tipos: Monografias, Teses ou Dissertações	Inclusão
7	Trabalhos publicados com foco em outras áreas o ensino de ciências (Física, matemática ou química)	Exclusão
8	Trabalhos com foco em engenharia sem viés pedagógico	Exclusão
9	Trabalhos com foco no ensino superior	Exclusão

Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

4.2.3. Processo de seleção

Para esta etapa da metodologia, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados. Inicialmente, houve a leitura superficial dos títulos e resumos dos estudos encontrados. Os artefatos selecionados foram submetidos a leitura integral de conteúdo, dessa forma verificando se os mesmos atendem ao objetivo de pesquisa. Em sequência, foram extraídos dados específicos de cada artigo, como: autor, data de publicação e objetivo de pesquisa. (Figura 2).

Figura 2 - Etapas de seleção



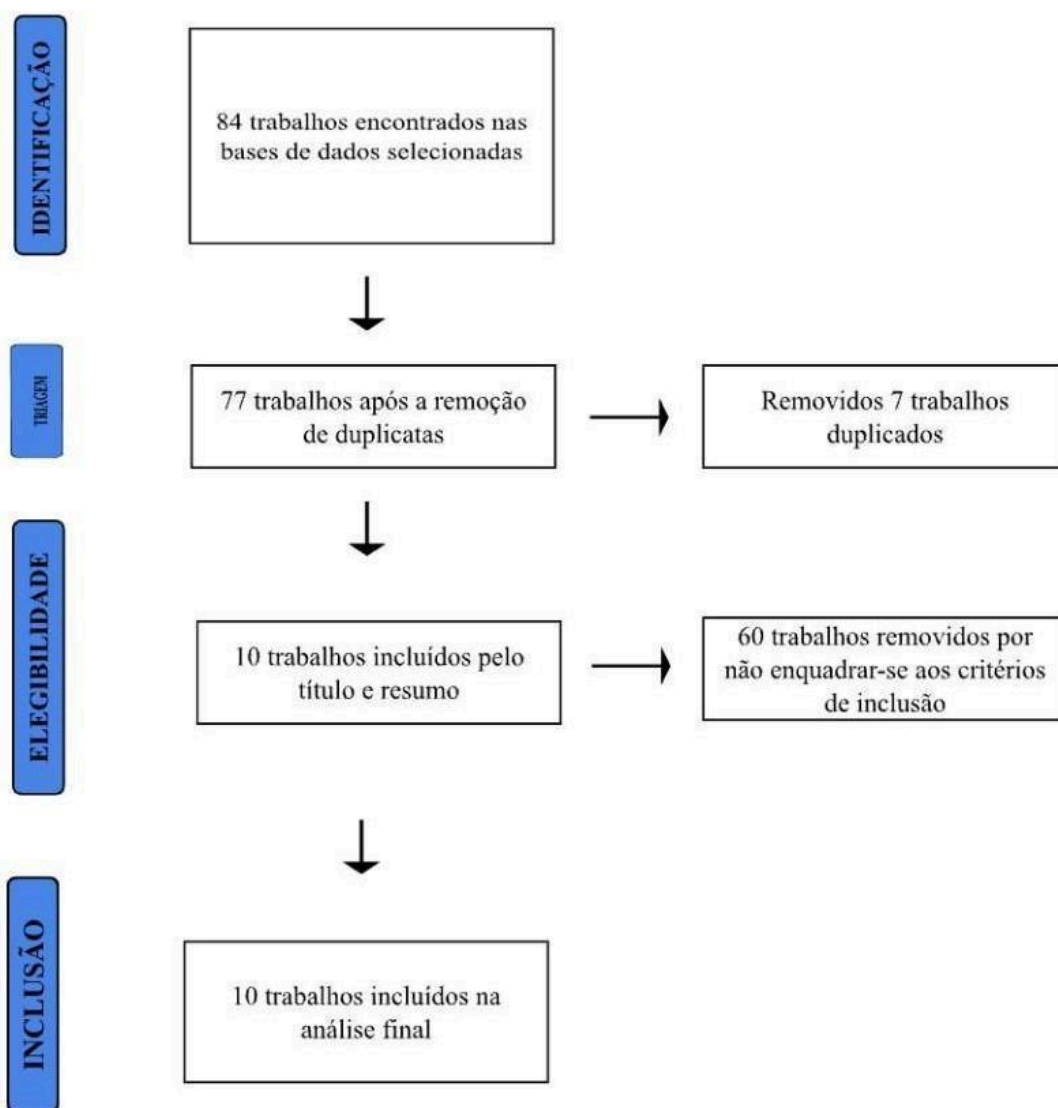


Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Para otimizar a seleção e síntese do material encontrado nos bancos de dados específicos, a plataforma de referência Rayyan foi utilizada como ferramenta de auxílio ao longo desta etapa da metodologia. O processo de seleção dentro do software de gerenciamento teve início a partir do upload dos arquivos pré-selecionados, os mesmos foram convertidos em formato RIS, para que fosse realizada a leitura pelo software. Após a conclusão do upload, realizamos a análise superficial de cada artigo, em sequência aplicando os critérios de inclusão e exclusão. As etapas desempenhadas com o auxílio da assistente de revisão estão expostas na figura 3.

Figura 3 - Fluxograma PRISMA expondo as etapas executadas conforme o método de pesquisa proposto.





Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Os 10 (dez) trabalhos incluídos na análise final estão presentes nos resultados e discussão de forma comparativa. Os dados extraídos de cada estudo, como, autores, data de publicação, modalidade de pesquisa, país de pesquisa e objetivos estão expostos abaixo. (Quadro 2).

5 RESULTADOS

Após a realização do levantamento de dados por meio das plataformas científicas (Google Acadêmico, Scielo, Periódicos CAPES e Web of science) a somatória total foi de 84 (oitenta e quatro) artigos, conforme a utilização dos descritores e sem a adição de filtros de elegibilidade (Tabela 1). Do acervo encontrado, houve a eliminação de 7 (sete) estudos, sendo os mesmos duplicatas, totalizando 77 (setenta e sete). Desta quantidade foram removidos 60 (sessenta) trabalhos por não serem adequados de acordo com os critérios de inclusão. Ao final, somente 10 (dez) artigos foram analisados de forma integral e encaminhados para a análise final. (Quadro 2).

Tabela 1 - Quantitativo de artigos encontrados nos respectivos bancos de dados.

Plataformas de dados	Material obtido
Google Acadêmico	72
Periódicos - CAPES	9
Scielo	3
Web of Science	0
Total	84

Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Quadro 2 - Principais aspectos extraídos de materiais acadêmicos incluídos na revisão sistemática.

Nº	Autores	Modalidade de pesquisa	País de pesquisa	Objetivo
1	Venturoso, 2025	Dissertação	Brasil	Promover o engajamento estudantil na exploração do tema fermentação alcoólica por meio da integração dos recursos da plataforma Arduino.
2	Constantino et al. 2024	Artigo científico	Brasil	Demonstrar o princípio de funcionamento do mecanismo de ecolocalização utilizado por golfinhos de forma prática por meio de um microcontrolador Arduino.



3	Prates; Souza; Santos, 2024	Artigo científico	Brasil	Implementar modelo de atividade que interligue o ensino de biologia com a robótica por meio da construção de um terrário monitorável por sistema baseado na plataforma Arduino.
4	Martins; Souza; Cortez, 2026	Artigo científico	Brasil	Implementar questões socioambientais através da prática de técnicas de compostagem/vermicompostagem associada a plataforma Arduino.
5	Barbosa, 2020	Dissertação	Brasil	Construir um modelo didático do sistema cardiovascular do corpo humano associado à robótica com a participação de estudantes do nível médio.
6	Costa, 2024	Dissertação	Brasil	Investigar como proposta Maker de ensino usando uma horta escolar como contexto sociocultural pode fortalecer o ensino de ciências dinamicamente.
7	Brandão; Costa; Delgado, 2021	Artigo científico	Brasil	Impulsionar o nível de aprendizado dos estudantes por meio do uso metodologia MEI associado ao Arduino no ensino do conteúdo de fotossíntese.
8	Foffano, 2025	Monografia	Brasil	Desenvolver um protocolo de aula
				prática investigativa, com foco no cultivo de cogumelos que utilize como ferramenta de execução uma câmara de frutificação de baixo custo, associada a plataforma Arduino.
9	Sandes et al., 2019	Artigo científico	Brasil	Construir um modelo didático que represente de forma prática como ocorre um impulso nervoso no corpo humano.

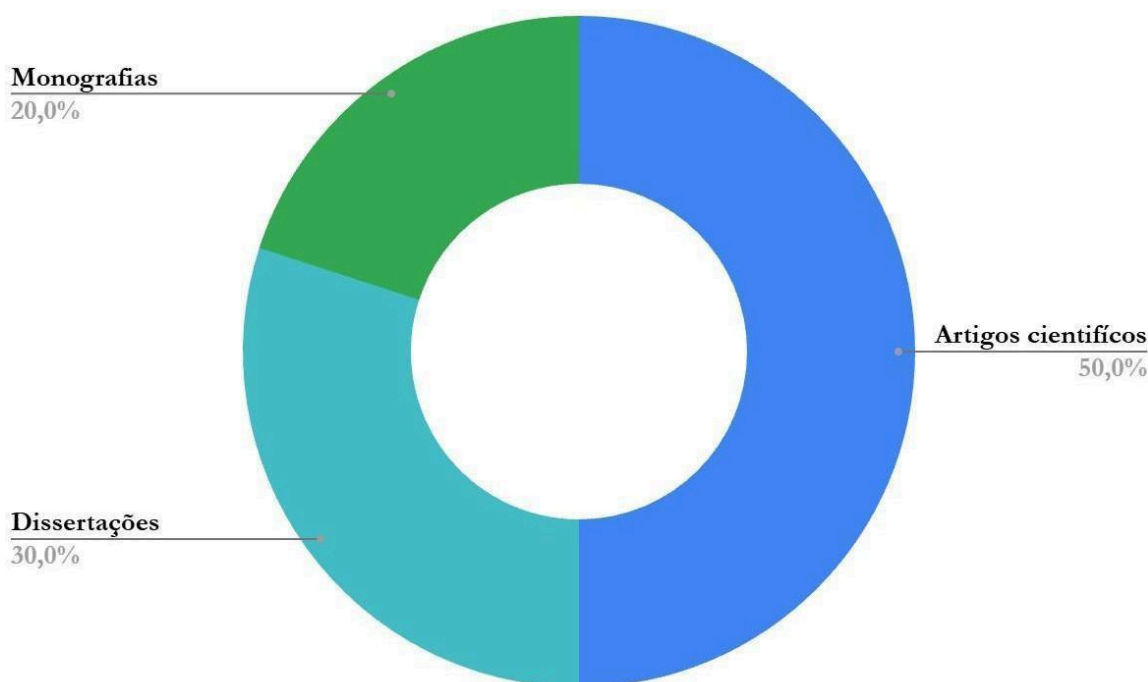


10	Duarte , 2024	Monografia	Brasil	Utilizar a plataforma Arduino com base para o desenvolvimento de uma proposta experimental com ênfase em ensinar conceitos científicos ligados à radiação ultravioleta e suas implicações no contexto biológico.
----	------------------	------------	--------	--

Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Os 10 (100%) materiais presentes no quadro acima, 5 (50,0%) são artigos científicos, 3 (30,0%) dissertações de mestrado e 2 (20,0%) monografias (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Tipos de estudos selecionados:

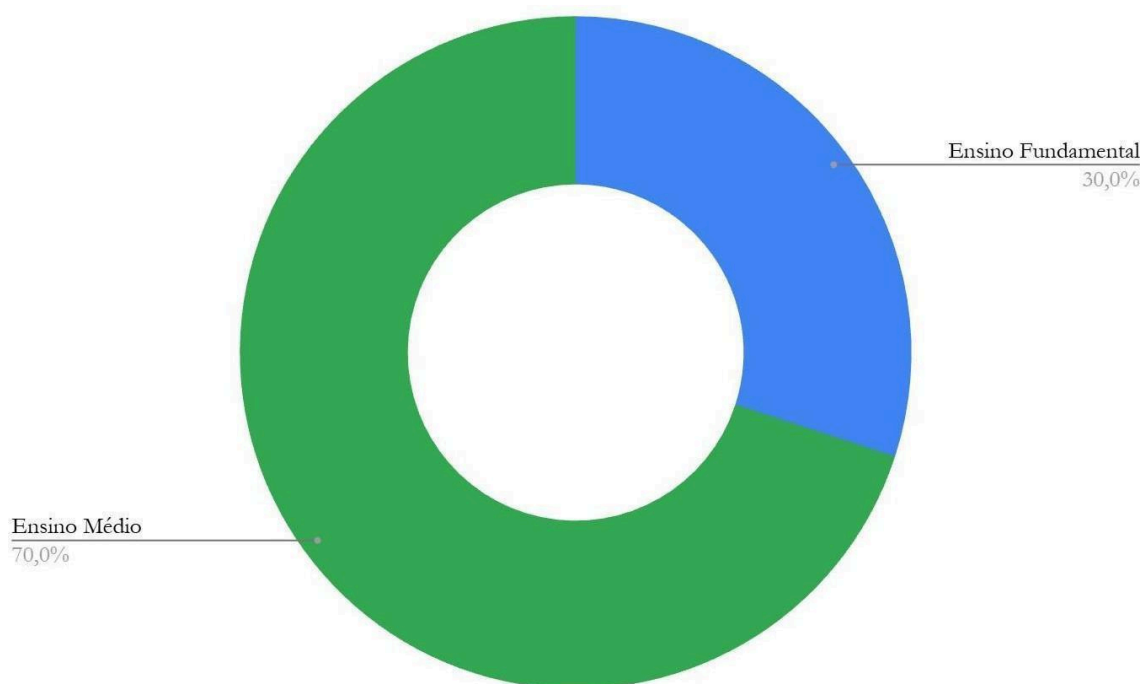


Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Em relação ao nível de escolaridade dos estudantes que foram o público alvo das pesquisas, 7 estudos foram aplicados com alunos do ensino médio, enquanto os 3 restantes tiveram como participantes alunos do ensino fundamental (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Percentual do nível de escolaridade dos participantes das pesquisas:



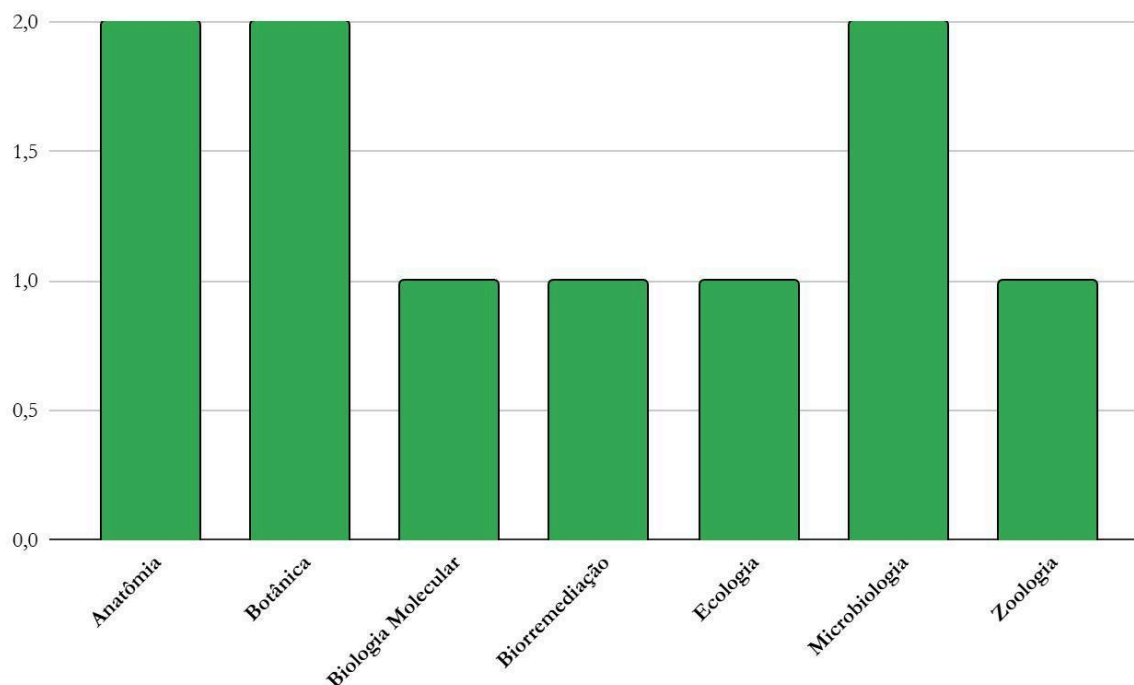


Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Após a realização da análise integral dos estudos selecionados, observou-se uma diversificação em relação aos conteúdos biológicos abordados em cada estudo. Dentre eles, 2 possuíam o foco em Anatomia, 2 em Botânica, 1 em Biorremediação, 1 em Biologia Molecular, 1 em Ecologia, 2 em Microbiologia e por fim 1 em Zoologia. (Gráfico 3).



Gráfico 3 - Conteúdos biológicos presentes nos estudos selecionados:

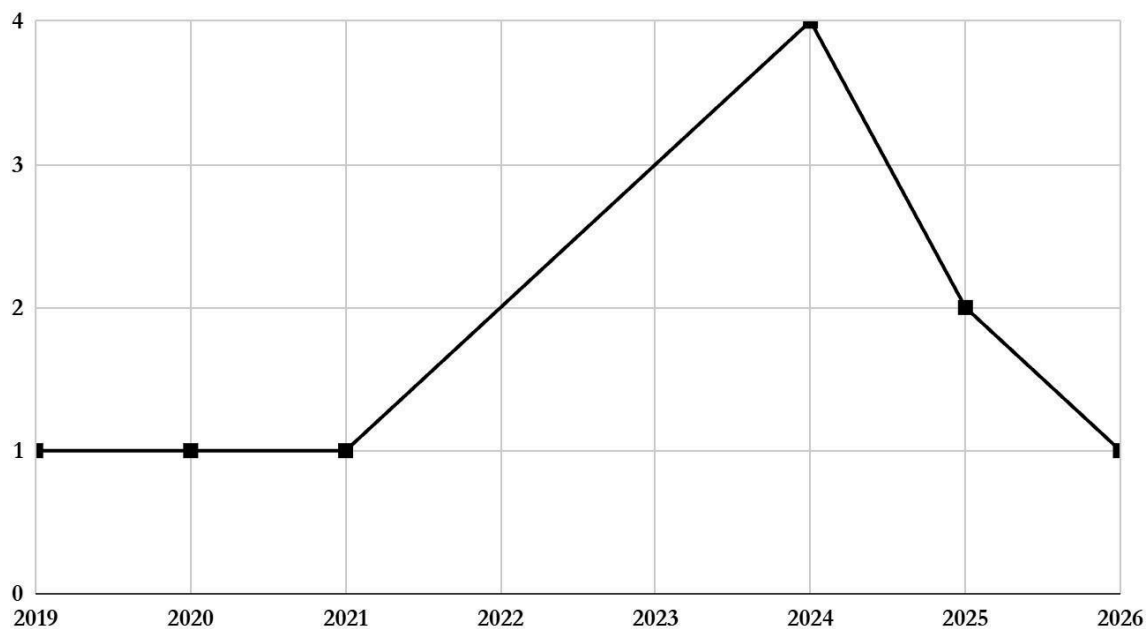


Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Como um dos critérios de inclusão para a seleção dos estudos foi o corte temporal entre os anos de 2016 a 2026. De acordo com o gráfico 4, é possível observar que entre os anos de 2019 a 2021 mantém-se linear, porém, a um aumento no intervalo de tempo entre 2024 e 2025, retornando ao modo linear ao chegar em 2026.



Gráfico 4 - Anos de publicação dos estudos selecionados:



Fonte: Elaborado pela autora, 2026.





6 DISCUSSÃO

Desde a década de 80, educadores consideram que, inevitavelmente, a informática atingiria a educação e a escola, assim como ela atingiria a sociedade como um todo. (Rezende, 2022). Conforme o avanço da tecnologia sobre o cotidiano da sociedade, a educação apresentou a necessidade de integrar o ensino de Ciências aos meios digitais. (Silva-Batista; Moraes, 2019). No contexto do ensino de Ciências Biológicas, a realização de práticas experimentais é fundamental para a compreensão de conceitos e a contextualização interdisciplinar. (Venturoso, 2025).

A integração do Arduino na metodologia de ensino dos estudos analisados, demonstrou a versatilidade do uso da plataforma para o aprofundamento educacional em diversas áreas da biologia. De acordo com Araújo e Martins (2017), a experimentação direta, combinada com o uso de tecnologias acessíveis, pode potencializar o aprendizado ao permitir que os alunos façam conexões imediatas entre a teoria e a prática, enriquecendo assim sua compreensão.

O ensino de biologia em algumas áreas pode ser descrito como “monótono” ou “maçante” pelos estudantes, como exemplo os estudos voltados para botânica, o que consequentemente fortalece o desinteresse e fragmenta o senso de relevância do assunto para as jovens gerações. Contudo, a colaboração entre metodologias ativas e ferramentas tecnológicas podem tornar o ensino de determinados assuntos mais dinâmico. Em sua proposta de ensino baseado em MEI, Brandão, Costa e Delgado (2021) construíram um sistema luminoso controlado por uma placa Arduino UNO com intuito de demonstrar a relevância da variação luminoso (fotoperíodo) dentro do processo de fotossíntese, para uma turma de 2º ano do ensino médio do Instituto Federal de Brasília - Campus Planaltina. A placa estava responsável pelo controle da variação de luminosidade, posteriormente gerando dados que foram analisados pelos estudantes. (Figura 4).

Figura 4 - Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Brasília - Campus Planaltina, curso técnico em agropecuária, observando o experimento sobre Fotossíntese.



Fonte: Brandão et al. 2021.

Nos estudos selecionados, em sua maioria, as pesquisas caracterizaram o uso de tecnologias como o Arduino, como acessível, tendo em vista o valor monetário e a programação da placa. Essa plataforma, de acordo com Jamieson (2011), desempenha de forma eficiente seu papel no processo educacional e por tratar-se de um instrumento flexível pode ser usado em ocasiões práticas ou projetos mais complexos em diversos níveis da educação.

Após a reformulação do ensino médio no Brasil, o índice de projetos executados com turmas de ensino médio em relação às turmas de ensino fundamental mostrou-se notável. As Políticas Educacionais têm incentivado a adoção de TDIC, visando aprimorar o processo de ensino - aprendizagem. (Santos; Repolês, 2024). Pesquisas voltadas para esta temática fortalecem o impacto positivo da inclusão destas ferramentas como métodos pedagógicos, favorecendo e construindo um ensino mais significativo.

O Ensino por Investigação (E.I) é uma das metodologias de abordagem pedagógica no ensino de ciências que descreve os princípios de funcionamento do pensamento científico ao educando e quando associada a um tema gerador de questões socioambientais, contempla



os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) (Martins; Souza; Cortez, 2026).

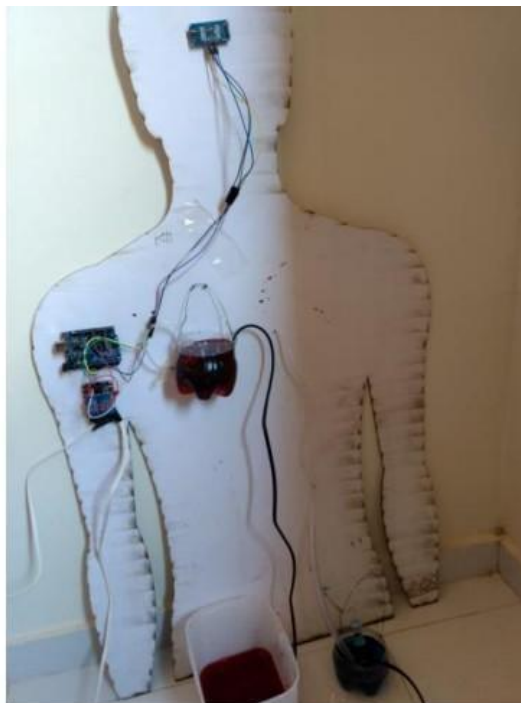
A associação entre os tipos de metodologias de ensino em ciência e a ferramenta tecnológica Arduino é uma importante fonte para concretização da aprendizagem na área de ciências desde estudantes dos anos iniciais aos anos finais. (Oliveira, 2018). Barcelos e Batista (2019) afirmam que o uso de tecnologia traz otimização de tempo em sala de aula para os professores ministrarem os conteúdos do currículo educacional, somado ao desenvolvimento de competências por parte dos alunos, dentro e fora do ambiente escolar, como por exemplo, a possibilidade de o aluno refletir e interpretar a realidade em torno de si.

Em 2019, Martins, Souza e Cortez realizaram um projeto de forma semipresencial em decorrência do período pandêmico em duas escolas da rede estadual da cidade de São Carlos, no estado de São Paulo. O projeto combinou metodologia E.I, com o Arduino para ensinar aos estudantes os conceitos teóricos e práticos sobre a compostagem e a vermicompostagem. Com preparação do substrato orgânico utilizando resíduos providos de sobras da merenda escolar, os estudantes em conjunto a equipe de pesquisadores utilizaram sensores de temperatura e umidade interligados a uma plataforma Arduino modelo UNO para a coleta em tempo real de dados e variações.

Dentre as metodologias de ensino associadas ao uso da plataforma Arduino, a elaboração de modelo de didáticos utilizado a placa como parte do sistema operacional tornou-se popular. Dos artigos elencados, dois apresentam este tipo de abordagem colaborativa, que de acordo com Garcia (2015) o processo de montagem torna-se mais importante do que o produto final. Barbosa (2020) em conjunto com estudantes do ensino médio, construíram um protótipo escolar do sistema cardiovascular do ser humano, utilizando uma placa Arduino para programar a circulação de fluidos que simulavam o funcionamento do sistema cardiovascular. (Figura 5). Sandes et al. (2019) com intuito de tornar o ensino de fisiologia neural fácil de compreender, projetou e executou a montagem de um modelo didático de um neurônio que explicasse como ocorre a reação que desencadeia um impulso nervoso. Neste projeto o modelo Arduino utilizado controla as luzes que indicam os picos de atividades neurais. (Figura 6).

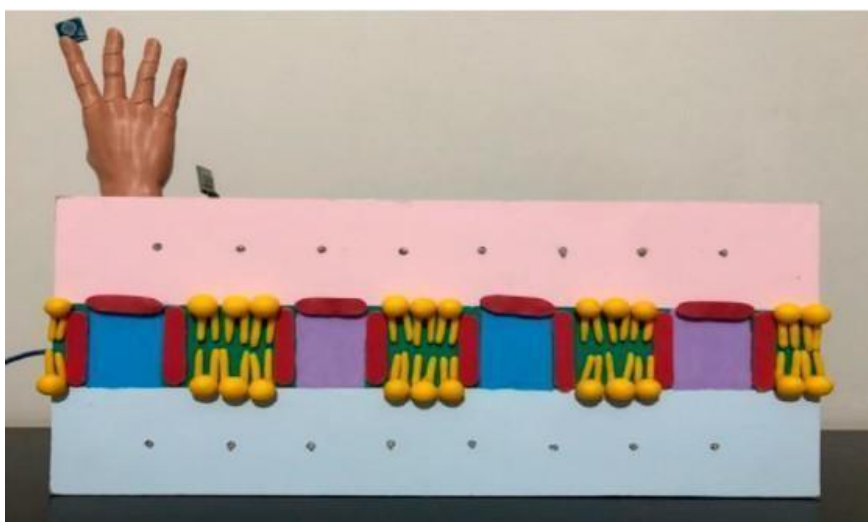


Figura 5 - Modelo didático do sistema cardiovascular.



Fonte: Barbosa, 2020.

Figura 6 - Modelo didático de neurônio.



Fonte: Sandes et al. 2019.

Constantino et al. (2025) em sua proposta didática inovadora, utilizou um microcontrolador Arduino para simular a ecolocalização de golfinhos, com alunos do ensino médio. No estudo, o sistema de controle esquematizado, foi acoplado a um modelo 3D de um boto, o protótipo emitia pulsos sonoros de alta frequência, onde o eco ao retornar gerava dados equivalente à distância de objetos do modelo 3D. O projeto teve como um dos objetivos específicos a adaptação sensorial para alunos com deficiência visual, demonstrando o potencial da tecnologia para a equidade no acesso ao conhecimento científico. Além de facilitar a compreensão do tema pelos estudantes, a pesquisa reforçou questões ambientais importantes, como por exemplo, a preservação da espécie marinha em evidência e como os impactos ambientais resultantes da poluição atual ameaçam a ecologia da espécie. (Figura 7).

Figura 7 - Modelo 3D de boto com sensor ultrassônico e monitor LCD acoplado.



Fonte: Constantino et al. 2025.



Conforme os relatos das pesquisas, as TDICs como o Arduino, são chaves para o ensino - aprendizagem, o que torna o ambiente de sala de aula mais interativo e atrativo aos estudantes. Demo (2007, p. 59) em sua visão da educação ideal, reforçar que o ensino de ciências deve ultrapassar as barreiras tradicionais e incorporar ferramentas tecnológicas que possibilitem aos alunos vivenciar os conceitos teóricos de forma tangível e significativa.

Entretanto, a popularização da Educação Maker e Metodologias Ativas, desencadeou uma questão dentro do ensino de biologia. A mudança de cenário acarretou na adaptação acelerada por parte dos professores da área. Lopes (2021), em sua pesquisa com um grupo de professores de licenciatura em ciências biológicas da rede federal de ensino do estado de São Paulo, explorou as dificuldades na incorporação de tecnologias digitais no ensino de biologia sob a perspectiva dos docentes. Após a análise dos resultados, os participantes apresentaram um consenso que apontava como obstáculos a falta de precisão científica, excesso de simplificação da ciência e ausência de uma contextualização sólida.

Moreira e Latini (2008) realizaram um estudo onde os professores relataram que o aspecto central das dificuldades para a implementação de atividades tecnológicas está ligada ao gerenciamento dos recursos das escolas. Em contrapartida, o estudo realizado por Hack (2007) os professores descrevem a origem do problema em implementar as TDIC em sala de aula devido à ausência de equipamentos e capacitação adequada para o manuseio de tais instrumentos digitais.

Nestas condições, a inclusão de novas tecnologias na escola não traz garantias de que estas serão utilizadas de forma positiva para o desenvolvimento do ensino - aprendizagem, as inovações tecnológicas não podem ser categorizadas como inovações pedagógicas, logo que ambas possuem significados distintos (Mill, 2013). Por cenários como este, Koehler e Mishra (2013) afirmam que, não se pode pensar as práticas pedagógicas, baseadas pelas TDIC, de maneira isolada, de forma que não seja considerado às questões proeminentes de conhecimento pedagógico e específicos de cada área de ensino.

As TDICs de acordo com Aleixo et al. (2024) só serão eficazes no ensino de Biologia, se houver a capacitação adequada dos professores para utilizá-las, dessa forma alinhando os objetivos educacionais às necessidades dos alunos. A formação continuada, nesse contexto, assume papel fundamental para o sucesso na implementação de





metodologias utilizando TDICs, logo que possibilita ao docente desenvolver competências para selecionar, adaptar e aplicar recursos digitais de forma crítica e coerente com a realidade da turma. (Souza, 2025).

Lopes (2021) destaca a necessidade da criação de espaços de reflexão para a discussão de como as práticas pedagógicas dos docentes vêm interagindo com as tecnologias digitais frente aos diferentes contextos socioculturais vivenciados pelos estudantes. O reconhecimento do papel fundamental dos docentes na elaboração, realização de suas práticas educativas e a forma como se dá o desenvolvimento profissional da docência ao longo do tempo colabora para a formação crítica dos sujeitos educadores.

O educador que se vê como indivíduo protagonista de sua prática e usa as TDIC de forma crítica e criativa, com foco na aprendizagem significativa do aluno, coloca-se em sintonia com as linguagens e símbolos que parte da realidade do aluno, demonstra respeito pelo processo de aprendizagem e busca compreender o universo de conhecimentos através das interpretações realizadas pelos alunos com um suporte tecnológico. (Almeida; Valente, 2011).

Moran (2007) afirma que a incorporação de tecnologias digitais nas práticas pedagógicas dos docentes estabelece uma conexão entre alunos, professores e o mundo. Mas, Costa (2021) enfatiza que, para tal estabelecimento é necessário que, por meio de uma mediação, a integração da tecnologia e do currículo educacional esteja intimamente interligada, proporcionando ao aluno, a construção de um conhecimento atrelado ao uso de ferramentas digitais de maneira crítica e seletiva, de forma que o docente seja o orientador e não o detentor do conhecimento, dessa forma guiando o estudante em seu processo de ensino - aprendizagem.

A cooperação de profissionais capacitados e a utilização das tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas pode criar condições de ensino para que o aluno desenvolva habilidade de interagir, pesquisar, interpretar, refletir, construir e sistematizar os conhecimentos de modo que o ensino aconteça para além de uma simples exposição de conteúdo. (Freitas; Almeida, 2012).





7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da realização desta pesquisa foi possível elucidar o quão escasso é o acervo de estudos que objetificam o uso do Arduino como ferramenta pedagógica no ensino de biologia. É evidente a necessidade da realização de pesquisas sobre a temática, onde o foco não seja direcionado a engenharia do aparato tecnológico, mas sim o ensino. O arduino deve ser visto como o meio, a Biologia e Pedagogia são fim. Contudo, a síntese dos estudos analisados comprovou a eficácia do uso do Arduino como recurso pedagógico para o ensino de Biologia, podendo ser utilizado como apoio para o ensino de diversos conteúdos biológicos. Além de que o mesmo proporciona ao estudante relacionar o conteúdo teórico à prática. As ferramentas digitais em cooperação com educadores capacitados são o alicerce para construção e evolução do pensamento crítico das futuras gerações, um aspecto não deve sobressair sobre o outro, mas sim trabalhar de forma conjunta, tendo sempre como objetivo a educação de crianças e jovens.

Ao fim, os estudos encontrados apesar de poucos, demonstraram alto valor para esta pesquisa, seus conhecimentos foram extremamente relevantes para solucionar o questionamento central deste estudo.





REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo, 2011.
- ALEIXO, A. M.; LEAL, S.; AZEVEDO, J. **Tecnologias digitais no ensino de Biologia: desafios e perspectivas.** Revista de Educação e Tecnologia, v. 15, n. 2, p. 45–60, 2024.
- AMORIM, Antônio Carlos Rodrigues. **Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio.** Revista Investigação em Ensino de Ciências, v. 3, p. 61-80, 1998.
- BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Arduino: uma introdução prática.** 2. ed. Novatec, 2015.
- BARBOSA, Emanuel Carvalho. **Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica.** Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2020.
- BARCELOS, Gilmar Teixeira; BATISTA, Silvia Cristina Freitas. **Ensino híbrido: aspectos teóricos e análise de duas experiências pedagógicas com Sala de Aula Invertida.** Revista RENOTE Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 2, p. 60-75, 2019.
- BIANCHETTI, Lucídio; MACHADO, Ana Maria Netto. **Educação superior: velhas e novas questões.** UFSC, 2009.
- BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRANDÃO, Ana Clara Lopes; DA COSTA FERNANDES, Silvia Dias; DELGADO, Marina Neves. **Uso do método de ensino investigativo na abordagem da fotossíntese no Ensino Médio.** Revista Eixo, v. 10, n. 2, p. 37-47, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.
- CARDOSO, Maria Luiza Martins. **Em que a falta de laboratório nas escolas afeta o ensino de ciências e biologia?** Monografia. Instituto Federal Goiano, 2023.
- CARRARO, Marcia Regina Simpioni; OSTEMBERG, Eber; SANTOS, Pricila Kohls dos. **As tecnologias digitais na educação e nos processos educativos durante a pandemia do Covid-19: relatos de professores.** Educação por Escrito, v. 11, n. 2, p. 1-11, 2020.



CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. Editora Paz & Terra. 6. ed. v. 1, 1999.

CESÁRIO, M. A. T. et al. **IoT na educação: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 29, n. 2, p. 55–64, 2021.

CIEB. Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Currículo de Referência em Tecnologia e Computação**. 2018.

CONSTANTINO, Diana Marcela Rodrigues et al. **Modelo didático e tecnologia: uma abordagem inclusiva para ensinar ecolocalização de golfinhos no Ensino Médio com uso do Arduino**. 2024.

COSTA, Joane de Souza. **Uma experiência de horta escolar como proposta maker para o Ensino de Ciências**. 2024.

COSTA, Roseli Terra Oliveira. **Formação docente: inovar é preciso**. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2021.

DEMO, Pedro. **Professor do futuro e reconstrução do conhecimento**. Vozes, p. 59, 2007.

DUARTE, Igor Alberto. **Radiação ultravioleta e o ensino de biologia: utilizando o Arduino como recurso didático**. 2024.

FOFFANO, Marlon Oliveira Alves. **Cultivo de fungos no ensino de ciências e suas tecnologias**. 2025.

FREITAS, Maria do Carmo Duarte; ALMEIDA, Marcus Garcia. **Docentes e discentes na sociedade da informação**. In: A escola no Século XXI, v. 2, 2012.

GARCIA, Maria Cristina Moraes. **Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

HACK, J. R. **O uso contextualizado de mídias e multimídias em sala de aula: aportes para a formação continuada de docentes do ensino fundamental e médio**. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2007.

JAMEISON, Peter. **Arduino for Teaching Embedded Systems: Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat?** In: International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering, p. 16-19, 2011.





KLEEMANN, Robson; MACHADO, Celiane Costa; PEREIRA, Elaine Corrêa. **Tecnologias Digitais e Educação: desafios no processo de ensino e aprendizagem.** Educação & Formação, Fortaleza, v. 10, 2025.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. **The technological pedagogical content knowledge framework.** In: Handbook of Research on Educational Communications and Technology. New York: Springer, 2013. p. 101-111.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia.** 4. ed. Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LINDE, Klaus; WILLICH, Stefan N. **How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine.** J R Soc Med, p. 17-22, 2003.

LOPES, Yasmin Maria da Silva. **As tecnologias digitais no ensino de Biologia: uma análise sob a perspectiva dos docentes de licenciatura em Ciências Biológicas de uma rede federal paulista de ensino.** Monografia, 2021.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Márcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** 2009.

MARCONDES, Danilo. **Textos básicos de filosofia e história das Ciências: A revolução científica.** 1. ed. Zahar, 2016.

MARTINS, Nicolas Fernandes; DE SOUZA, Pierre André; CORTEZ, Adria Vasconcelos. **A placa de Arduino como ferramenta no ensino de ciências por investigação na compostagem/vermicompostagem em temática socioambiental aplicada.** Educação em Foco, v. 29, n. 57, p. 1-21, 2026.

MILL, Daniel. **Mudanças de mentalidade sobre educação e tecnologia: inovações e possibilidades tecno pedagógicas.** In: MILL, D. (org.). Escritos sobre educação, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular.** 2025.

MONK, Simon. **30 Projetos com Arduino.** 2. ed., 2014.

MOREIRA, D. G.; LATINI, R. M. **Recursos Midiáticos e Núcleo de Tecnologia Educacional: o que dizem os Professores de Química.** In: XIV ENEQ, 2008.

MORAN, J. M. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** Papirus, 2. ed., 2007.

MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Penso, p. 1-26, 2018.





OLIVEIRA, D. G.; FONSECA, W. **Robótica Pedagógica, uma forma diferenciada para o ensino de Ciências na região Amazônica.** Educitec, v. 4, n. 9, p. 278-288, 2018.

OLIVEIRA, Silmara Sartoreto. **Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados.** Dissertação de Mestrado. UFPR, 2005.

PANIAGO, Rosenilde Nogueira. **O estágio curricular supervisionado nas licenciaturas do IF Goiano com pesquisas, tecnologias e inovações makers.** 2024.

PARRA, Diego Alejandro et al. **Tecnologia e educação rural: Arduino como ferramenta de equidade no ensino básico colombiano.** Revista Educación y Sociedad, v. 35, 2023.

PRATES, Maria Fernanda Lopes; SOUZA, Melissa Milano Koch de; SANTOS, Vinicius Cardoso dos. **Ecoar: o uso do Arduino no auxílio do ensino de ciências biológicas no Ensino Fundamental II.** 2024.

REZENDE, Flavia. **As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica Sob a Perspectiva Construtivista.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, 2002.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O que significa currículo?** In: Saberes e incertezas sobre o currículo. Penso, p. 16-35, 2013.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica.** Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

48. SANDES, Silvio Santos Lacrose et al. ***Modelo didático do impulso nervoso*.** Anais da SNCT do IFS, v. 1, n. 1, p. 299-301, 2019.

SANTOS, João Vitor Palhares; REPOLÊS, Maria Catarina Paiva. **Percepções de docentes da educação profissional e tecnológica acerca da reorganização curricular do novo ensino médio.** Educ. Rev., v. 40, e49141, 2024.

SANTOS, Rosamary Santos; SANTOS, Edméa Oliveira. **Cibercultura: redes educativas e práticas cotidianas.** Revista Eletrônica Pesquiseduca, v. 4, n. 7, p. 156-183, 2012.

SENA, Eliana Barbosa de; TONINI, Adriana Maria. **Educação Tecnologia: Perspectivas e Desafios da integração da tecnologia em sala de aula.** Anais do 9º Seminário e IV Simpósio, 2024.

SILVA, Aldeni Barbosa et al. **O ensino de Biologia: desafios e perspectivas contemporâneas.** Research, Society and Development, v. 14, n. 8, 2025.





SILVA, Maurício Rodrigues; WILSON, Rodrigo Erthal; DOMINGUES, Raphael Martins. **Arduino e Internet das Coisas aplicados na educação e inclusão social**. ARACÊ, v. 7, n. 7, p. 37579-37596, 2025.

SILVA, Vitor Saivo Regis; MEDEIROS, Emerson Augusto. **Ensino de biologia no Brasil: da origem curricular à contemporaneidade**. v. 15, n. 37, 2025.

SILVA-BATISTA, Inara Carolina da; MORAES, Renan Rangel. **História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais)**. Revista Educação Pública, v. 19, n. 26, p. 1-5, 2019.

SOUZA, Maria de Fátima Martiniano de. **Usos e desafios das tecnologias no ensino de biologia**. 2025.

TEZANI, Thaís Cristina Rodrigues. **Nativos digitais: considerações sobre os alunos contemporâneos e a possibilidade de se (re)pensar a prática pedagógica**. Doxa, v. 19, n. 2, p. 295-307, 2017.

VENTUROSOSO, Luiz; TÉCHIO, Kachia; RONQUI, Ludimilla. **Uso do Arduino no ensino de Biologia através de uma sequência didática sobre o tema fermentação para o Ensino Médio**. 2025.

