

Uso de Arduino e Micro:bit para apoiar a Educação Básica: uma Revisão Sistemática da Literatura

Pedro Henrique Conte de Araujo¹, Amaury Antônio de Castro Junior¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

pedro.conte@ufms.br, amaury.junior@ufms.br

Abstract. *This study explores the interdisciplinary relationship of Computing with other areas of the National Common Curricular Base (BNCC), which defines essential learning objectives for K-12 Education. Through a systematic literature review, various tools, strategies, and methodologies involving Arduino and Micro:bit boards applied in the K-12 were analyzed. It was observed that, although there is a support ecosystem for these technologies, most proposals are concentrated in the areas of Mathematics and Natural Sciences. In addition to the scarcity of applications in other fields, there is a demand for educational materials and teacher training. These actions can contribute to the use of these technologies in the teaching of Languages and Humanities.*

Resumo. *Este trabalho explora a relação interdisciplinar da Computação com as demais áreas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que define as aprendizagens essenciais para a Educação Básica (EB). A partir de uma revisão sistemática da literatura, foram analisadas ferramentas, estratégias e metodologias que consideram as placas Arduino e Micro:bit, aplicadas na EB. Observou-se que, embora exista um ecossistema de apoio a essas tecnologias, a maioria das propostas está concentrada nas áreas de Matemática e Ciências da Natureza. Além da escassez de aplicações em outras áreas, há uma demanda por materiais didáticos e formação de professores. Essas ações podem contribuir para o uso dessas tecnologias no ensino de Linguagens e Ciências Humanas.*

1. Introdução

Com os avanços tecnológicos das últimas décadas, observam-se mudanças nas formas de comunicação, produção, trabalho e estudo em todas as áreas do conhecimento [Castells 2009]. Essas tecnologias estão sendo integradas nas escolas para melhorar o acesso à informação, a produtividade e a qualidade do ensino. O Ministério da Educação (MEC) tem promovido políticas para estimular a incorporação das tecnologias digitais na educação, como a Política Nacional de Educação Digital [BRASIL 2023].

A incorporação de tecnologia na Educação Básica (EB) deve seguir as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que organiza as competências gerais e específicas para cada etapa da EB: Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM) [BRASIL 2018]. Duas competências gerais da BNCC destacam a importância das tecnologias digitais: Competência 4, que envolve o uso de diferentes linguagens digitais para a expressão e compartilhamento de mensagens, e Competência

5, que incentiva o uso e criação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) [BRASIL 2018].

Além dessas competências gerais, medidas concretas vêm sendo implementadas para assegurar a presença das TDIC no processo de ensino-aprendizagem. O documento complementar à BNCC, homologado em 2022 [BRASIL 2022], estabelece competências específicas para o ensino de computação que também se articulam conforme as etapas da EB. Essas competências estão organizadas em três eixos principais: o pensamento computacional, o mundo digital e a cultura digital [BRASIL 2024].

Diante do exposto, é notório o esforço do MEC, por meio da BNCC, em implementar tecnologias na estrutura da educação. Entretanto, é essencial que essa ação seja acompanhada de práticas pedagógicas para que o uso da tecnologia vá além da simples introdução de dispositivos em sala de aula e realmente contribua para o desenvolvimento de competências que preparem os estudantes para o mundo contemporâneo.

A principal contribuição desse artigo é apresentar uma revisão sistemática da literatura (RSL) que busca explorar o impacto da interdisciplinaridade entre a computação e as disciplinas pertencentes à EB, destacando o uso das placas programáveis Arduino e Micro:bit como material metodológico. Foi realizada uma análise das teorias de ensino, buscando identificar as abordagens pedagógicas mais eficazes para a utilização dessas placas programáveis em sala de aula, de modo a garantir um ensino que integre práticas ativas e significativas de aprendizado. Os resultados desta revisão sistemática foram utilizados, neste trabalho, para analisar as estratégias e metodologias encontradas nos estudos primários, com o intuito de avaliar os seus impactos para promover a aprendizagem prática nas áreas de Ciências Humanas e Linguagens. As descobertas resultantes dessas análises também são apresentadas e retratam outra contribuição deste artigo.

2. Teorias de ensino

As práticas pedagógicas são fundamentadas por teorias de ensino. A correlação entre abordagem metodológica com teoria de ensino, em qualquer área, gera um processo de investigação com uma fase exploratória que resulta numa análise de dados [Minayo 2001].

Nessa fase exploratória, cada teoria de ensino oferece um olhar distinto sobre o processo de aprendizagem, fornecendo um conjunto de técnicas para avaliar e adaptar as estratégias de ensino de acordo com os objetivos pedagógicos [Nascimento and Paim 2022].

O Sociointeracionismo de Vygotsky destaca a importância das interações sociais no desenvolvimento cognitivo. Segundo ele, o aprendizado é mediado pela linguagem e ocorre dentro da “zona de desenvolvimento proximal”(ZDP), que representa a distância entre o que o aluno consegue fazer sozinho e o que ele pode alcançar com ajuda [Vygotsky 1991].

O Construtivismo de Piaget afirma que o desenvolvimento cognitivo ocorre por estágios, nos quais a criança assimila e acomoda novas informações, ajustando seu entendimento conforme avança. O aprendizado é um processo ativo e individual em que os alunos constroem seu próprio conhecimento com base em suas interações com o ambiente [Piaget 1978].

A teoria de Bruner propõe que o aprendizado é facilitado por uma organização

em estágios: enativo, icônico e simbólico. Ele valoriza a descoberta e sugere que o ensino deve estruturar o conhecimento de modo a permitir que os alunos o redescubram progressivamente [Moreira 1999].

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, segundo Moreira, propõe que a aprendizagem é mais eficaz quando o novo conteúdo é relacionado a conhecimentos prévios do aluno, criando conexões significativas, facilitando a retenção e compreensão duradoura [Moreira 2011].

O Construcionismo de Papert defende que o aprendizado acontece de forma mais efetiva quando os alunos são ativos na construção de conhecimentos e produtos. Sugere que, ao criar algo tangível, como projetos e experimentos, os estudantes conseguem internalizar conceitos de maneira mais natural e interativa, ligando o aprendizado a experiências práticas [Papert 1986].

A teoria das situações didáticas foca nas interações entre o professor, o aluno e o conteúdo, estabelecendo que o aprendizado ocorre em situações cuidadosamente planejadas. O professor cria situações que desafiam o aluno, incentivando-o a construir o conhecimento de maneira autônoma, e então intervém para consolidar ou corrigir o aprendizado [Brousseau 2002].

A teoria dos campos conceituais propõe que a aprendizagem se organiza em “campos conceituais” que agrupam conceitos, representações e situações específicas [Moreira 2002]. Similarmente, a teoria da educação de Novak sugere uso de mapas conceituais para organizar e relacionar o conhecimento [Novak and Gowin 1984]. Conforme a teoria dos modelos mentais, as pessoas criam representações mentais simplificadas do mundo para facilitar a compreensão e resolução de problemas [Johnson-Laird 1983].

Essa diversidade de teorias, acompanhada de análises de pré-teste, pós-teste e opinião dos alunos, é fundamental para uma compreensão abrangente e concreta da eficácia das intervenções educacionais. Os testes devem seguir algumas diretrizes essenciais. Ambos precisam avaliar o mesmo conteúdo, mantendo o nível de dificuldade equivalente [Cohen et al. 2017].

A realização de uma análise antes da exposição do aluno à metodologia de ensino é crucial, pois permite que os educadores e pesquisadores compreendam o nível inicial de conhecimento e habilidades dos alunos antes da implementação de qualquer estratégia pedagógica [Cohen et al. 2017]. Por outro lado, a análise pós-experimental fornece dados essenciais para avaliar o impacto das práticas educacionais implementadas [Cohen et al. 2017]. Comparar os resultados obtidos após a aplicação de uma metodologia com os dados da análise pré-experimental permite medir efetivamente o progresso dos alunos e a eficácia da abordagem adotada.

Além das análises pré e pós, a aplicação de questionários de satisfação dos alunos é uma ferramenta valiosa para obter um retorno direto sobre as experiências de aprendizado. A coleta da opinião e perspectivas dos alunos é importante para os métodos qualitativos de pesquisa, entrevistas e questionários [Cohen et al. 2017].

3. Arduino e Micro:bit

O movimento Maker é uma cultura que valoriza o “faça você mesmo” por meio da prática, criatividade e experimentação, promovendo aprendizado ativo e interdisciplinar em áreas

como eletrônica, robótica e programação no contexto educacional [Blikstein 2020].

Entre as diversas possibilidades de utilização de dispositivos usados no movimento, podem ser citados os microcontroladores. Estes são dispositivos físicos integrados que incorporam as funções de um processador central, memória e periféricos de entrada/saída em um único chip, normalmente presentes em placas programáveis.

Embora existam muitas outras placas programáveis com microcontroladores no mercado, como ESP32, Raspberry Pi Pico e STM32, o Arduino e o Micro:bit têm o emprego mais habitual no contexto da educação devido à acessibilidade e custo-benefício, ecossistema e documentação, versatilidade para projetos interdisciplinares, facilidade de programação e compatibilidade com ferramentas educacionais.

O Arduino é uma plataforma open-source com placas de fácil uso, que possuem entradas e saídas digitais e analógicas, permitindo conectar dispositivos eletrônicos. Seu ambiente de desenvolvimento integrado simplificado possibilita desde a aprendizagem básica de programação até a construção de sistemas de automação mais complexos [Arduino 2024].

O Micro:bit é uma placa compacta e educativa, com sensores integrados, matriz de LEDs e conectividade Bluetooth, facilitando experimentos sem muitos componentes externos. Ela é ideal para alunos de diversas idades e níveis de habilidade, incentivando o aprendizado de programação, física e interação com o ambiente [Micro:bit 2024].

4. Trabalhos Relacionados

Em uma consulta no *Google Scholar*, *Scopus*, *CAPES*, *ScienceDirect*, *Springer*, *ACM*, *Ieexplorer*, *EduCAPES*, *ERIC*, *SciELO*, *Redalcy*, *SOL* e *engineering village*, utilizando a string de busca (“Arduino”OR “Micro:bit”) AND (“Revisão sistemática”OR “RSL”), não foi possível identificar revisões sistemáticas que abordassem todas as áreas do conhecimento da EB. Devido a limitação de espaço, somente os 3 trabalhos mais relevantes são apresentados.

[Jeirla Alves Monteiro 2022] foca exclusivamente no ensino de Física, esse trabalho examina 41 estudos de 2011 a 2021, analisando como o Arduino tem sido usado em aulas práticas. A revisão seguiu um protocolo rigoroso de seleção, inclusão e extração de dados, oferecendo uma visão detalhada da implementação do Arduino em sala e em atividades experimentais.

[Fernandes 2020] investiga o uso de materiais eletrônicos de baixo custo para aulas práticas de Química no Brasil, destacando a utilização de colorímetros e fotômetros, e identificando a predominância dessas práticas no Ensino Superior, com sugestões de incorporação de metodologias mais abrangentes.

[Coutinho Júnior et al. 2021] utiliza a abordagem Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (PICO) para mapear estudos sobre o uso do Arduino no ensino de Física, aplicando critérios rigorosos de inclusão e exclusão e priorizando uma análise detalhada dos temas e ferramentas pedagógicas utilizadas.

5. Métodos

Apesar de diversos estudos sobre o tema, poucos abordam de forma integrada todas as áreas do conhecimento da EB, dificultando a compreensão total do impacto das tecno-

logias no ensino. Este artigo visa realizar uma RSL para analisar o uso do Arduino e Micro:bit em todas as áreas da EB, investigando como essas ferramentas se alinham às práticas educativas e teorias de ensino, e avaliando seu impacto no desempenho acadêmico e na satisfação dos alunos.

Questões de pesquisa elaboradas para esta revisão. Como o Arduino e o Micro:bit têm sido utilizados como ferramentas pedagógicas nas diferentes áreas de conhecimento da BNCC? Quais são as limitações e possibilidades específicas para cada área? Quais disciplinas ou componentes curriculares da BNCC demonstram maior afinidade e potencial de integração com o uso do Arduino e do Micro:bit, e quais fatores pedagógicos ou curriculares influenciam essa afinidade? Quais metodologias e abordagens pedagógicas têm sido aplicadas para a integração do Arduino e do Micro:bit no ensino das diferentes áreas de conhecimento da BNCC? Em que medida essas abordagens contribuem para alcançar os objetivos educacionais estabelecidos para cada área? Quais impactos pedagógicos, cognitivos e motivacionais o uso do Arduino e do Micro:bit promove nas diversas áreas de conhecimento da BNCC? Como esses impactos influenciam a aprendizagem, o engajamento e o desenvolvimento de habilidades específicas dos alunos em cada área?

Após formular a questão de pesquisa, a seguinte *string* de busca foi criada a fim de contemplar as questões de pesquisa: (“Arduino”OR “Micro:bit”) AND (“Ensino”OR “Aprendizagem”OR “Educação”) AND (“Educação Básica”OR “Ensino Médio”OR “Ensino Fundamental”OR “Educação Infantil”)

Após estruturação e validação da *string*, os critérios de exclusão e inclusão, Tabela 1, foram definidos para identificar estudos primários relevantes e minimizar vieses.

Tabela 1. Critérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão	Exclusão
Aplicação numa turma da EB durante o período regular da disciplina; Artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, teses; Estudo realizado no âmbito da EB;	Aulas realizadas fora do horário regular; Estudos Secundários; Aulas realizadas exclusivamente para estudantes do Ensino Superior ou EJA
Estudos brasileiros; Estudos publicados a partir de 2017; Integração do Arduino/Micro:bit com alguma disciplina da EB.	Estudos estrangeiros; Estudos publicados antes de 2017; Disciplinas eletivas; Aulas realizadas para as disciplinas técnicas do Ensino Técnico; Estudos de não-livre acesso; Estudos com implementação incompleta.

O ano de 2017 foi escolhido devido ao fato de que em abril de 2017, o MEC entregou a versão final da BNCC ao Conselho Nacional de Educação (CNE). Foram excluídos estudos currículos e abordagens pedagógicas distintas da EB regular. Também, excluir estudos realizados fora do horário de aula e sobre disciplinas eletivas garante que as conclusões reflitam a realidade do ensino formal, alinhando-se aos objetivos curriculares, controlando o ambiente de aprendizagem e promovendo a inclusão de todos os alunos.

Ademais, apesar da educação brasileira seguir tratados internacionais, ela é principalmente regida pela Lei de Diretrizes de Bases da Educação (LDBEN), Lei n. 9.394/96. Este documento orienta a política educacional no Brasil, visando assegurar uma educação de qualidade, inclusiva e equitativa para todos os cidadãos [Bertuol 2020]. Portanto, a

escolha de rejeição de estudos estrangeiros se firma pelo fato desses estudos não se encaixarem no contexto histórico e sócio-cultural da educação brasileira estabelecido pela LDBEN.

As seguintes bibliotecas digitais na área da computação foram utilizadas, pois englobam pesquisas interdisciplinares em Informática na Educação: *Google Scholar*, *Scopus*, *CAPES*, *SciELO*, *ERIC*, *Redalyc*, *EduCAPES*, *SOL* e *Engineering Village*.

Para este artigo, os seguintes critérios de qualidade foram definidos: o trabalho deve aplicar uma metodologia diretamente fundamentada em alguma teoria de ensino reconhecida; apresentar os materiais e métodos necessários para a construção do experimento prático, seja ele presencial ou virtual; propor uma sequência didática detalhada e completa; realizar uma análise prévia e completa dos alunos antes da aplicação do experimento; realizar uma análise posterior e completa dos alunos após a realização do experimento; e aplicar um questionário de satisfação aos alunos, realizando uma análise detalhada e completa do feedback obtido.

O primeiro critério garante que as práticas pedagógicas sejam eficazes e alinhadas às melhores práticas. Em seguida, a apresentação clara dos materiais e sequência didática detalhada e completa, são essenciais para a reprodutibilidade dos experimentos.

Para cada um desses critérios foi atribuído uma resposta com uma respectiva nota: Sim (1 ponto); Parcialmente (0,5 ponto); e Não (0 ponto). Totalizando uma pontuação máxima de 6 pontos. Apenas estudos com pontuação maior que 3 serão aceitos.

Após a avaliação, foram selecionados 65 estudos primários. Cada estudo primário foi lido por completo e extraídos os seguintes dados serão extraídos: área do conhecimento da BNCC; conteúdo abordado; público-alvo; teoria de ensino apresentada no artigo; descrição da metodologia; uso do Arduino e/ou do Micro:bit; materiais para realização do experimento; desenvolvimento dos alunos após experimentos; opinião dos alunos sobre o experimento.

6. Resultados

A Tabela 2 a seguir mostra a quantidade de artigos selecionados por área do conhecimento, Ciências da Natureza (NAT), Ciências Humanas (HUM), Linguagens (LIN) e Matemática (MAT). A Tabela 3 apresenta a quantidade de estudos conforme a etapa da EB a que se referem.

Área de Conhecimento	Estudos
NAT	59
HUM	0
LIN	0
MAT	8

Etapa da EB	Estudos
EM	59
EF	8
EI	0

Os estudos foram categorizados por área do conhecimento, sendo que, na área de NAT, abordam temas variados como cinemática, eletricidade, termodinâmica e outros. Já na MAT, os artigos cobrem tópicos como operações matemáticas, funções, geometria analítica, entre outros. No entanto, há uma escassez de estudos nas áreas de HUM e LIN.

A análise das etapas da EB revela uma maior concentração de estudos voltados para o EM, com poucos estudos no EF e nenhuma pesquisa focada no EI.

A Tabela 4 revela uma diversidade de abordagens teóricas, com destaque para a Teoria da Aprendizagem Significativa, que aparece em 32 estudos. Outras teorias, como as de Situações Didáticas e dos Modelos Mentais, têm pouca representatividade. No EM, a Teoria da Aprendizagem Significativa predomina no ensino de NAT, especialmente em Física. No EF, algumas teorias foram aplicadas, como a Teoria Sociocognitiva sendo usada para o ensino de Matemática.

Tabela 4. Quantidade de Estudos por Teoria

Teoria	Estudos
Teoria da Aprendizagem Significativa	32
Teoria do Construcionismo	6
Teoria do Construtivismo	10
Teoria dos Campos Conceituais	3
Teoria do Socioconstrutivismo e teoria Sociointeracionista de Vygotsky	13
Teoria de Bruner	3
Teoria das Situações Didáticas, teoria de Educação de Novak e teoria dos Modelos Mentais	1

A Tabela 5 detalha os tipos de análise realizados nos estudos, mostrando que 47 artigos realizaram análise pré-experimental, 61 fizeram análise pós-experimental, e 33 aplicaram questionários de satisfação aos alunos. Isso indica que a maioria dos estudos fez uma avaliação completa dos alunos, embora 18 não tenham considerado o nível de conhecimento inicial e 4 não realizaram a análise pós-experimental.

Tabela 5. Estudos por Tipo de Análise

Tipo de Análise	Estudos
Análise pré-experimento	47
Análise pós-experimento	61
Questionário de satisfação dos alunos	33

7. Discussão

Nesta seção, a análise dos resultados obtidos é aprofundada e interpretada à luz dos objetivos e questões de pesquisa estabelecidos. Também são levadas em consideração as metodologias pedagógicas associadas ao uso dessas tecnologias, avaliando como cada abordagem contribui para a aprendizagem e para os objetivos educacionais específicos das áreas de conhecimento. Finalmente, a discussão dos impactos pedagógicos, motivacionais e cognitivos dessas ferramentas, examinando como influenciam o engajamento, a motivação e o desenvolvimento de habilidades específicas dos alunos em cada disciplina.

7.1. Aplicação do Arduino e Micro:bit para o ensino de conteúdos de cada área

Esta seção detalha o uso do Arduino pela análise das sequências didáticas de cada estudo, com ênfase nos conteúdos ensinados e nos componentes utilizados em cada aplicação.

Por meio das sequências didáticas, os professores conseguem descrever detalhadamente as técnicas empregadas, o que favorece uma progressão pedagógica bem planejada e alinhada aos objetivos de aprendizagem. Somente o Arduino é abordado, pois nenhum dos estudos qualificados utilizou o Micro:bit como ferramenta.

Em [Sobreira et al. 2017], alunos construíram circuitos reais e virtuais para explorar energia renovável, usando LEDs, sensores LDR, motores e placas solares, programados via Scratch. [Junior et al. 2019] aplicou sensores ópticos, de temperatura e de corrente para ensinar cinemática, termometria e eletrodinâmica, com práticas integrando teoria e experimentação. [Melo 2023a] abordou lançamento oblíquo, com medições práticas usando potenciômetros e LDRs. Em [Fernando Mendes dos Santos and José Sena dos Santos 2018], um plano inclinado e um servo motor ajudaram a medir coeficientes de atrito em diferentes superfícies.

Em [Silva et al. 2022], sensores de cor e LEDs foram usados para ensinar óptica das cores, incluindo adaptações para estudantes com deficiência visual. [de Lima 2020] explorou o efeito fotoelétrico e dualidade onda-partícula com sensores LDR e fotodiodos. [Alves 2017] investigou ondas, radiação e dopagem de semicondutores através de LEDs.

[Feitoza 2023] desenvolveu um reator hermético para estudar estequiometria, monitorando gases com o sensor MQ-8. Em [Cardoso 2019], sensores de pressão e distância facilitaram a compreensão de gases ideais.

[Filete and Castro 2020] utilizou um robô seguidor de linha para integrar conceitos de geometria e trigonometria. [Mella 2022b] empregou carrinhos robôs para ensinar movimento, sistemas lineares e coeficientes da reta, unindo matemática e física. Já [Oliveira et al. 2023] realizou oficinas de robótica onde os alunos programavam um robô para executar operações matemáticas e resolver problemas geométricos, integrando conceitos de matemática e robótica. Componentes: robô com Arduino, motores e sensores.

Percebe-se que a Física se adapta bem ao uso do Arduino, especialmente pela prática experimental, que conecta o conhecimento prévio dos alunos às concepções científicas. A interdisciplinaridade da Física, voltada para compreender princípios fundamentais do universo, reforça o incentivo à realização de estudos nessa área.

Entretanto, o ensino de Física enfrenta desafios como tempo limitado de aulas, falta de laboratórios, alta quantidade de alunos por turma e deficiência na base matemática dos estudantes. Esses fatores dificultam o uso de práticas experimentais, levando muitos professores a optarem por métodos tradicionais. Além disso, a formação insuficiente de professores e limitações no currículo agravam a situação, destacando a necessidade de maior integração entre Matemática e o uso de placas programáveis, como Arduino, para fortalecer a base dos alunos e facilitar o aprendizado em Física e outras disciplinas.

Há, contudo, uma carência de estudos que utilizem o Arduino para representar visualmente conceitos matemáticos, indicando um campo promissor para futuras pesquisas. Já em HUM e Lin, embora seus objetos de estudo sejam diferentes das áreas exatas, experimentos como a Óptica das Cores [Silva et al. 2022] e o uso de cenas de filmes para ensinar Física [Moura 2019] sugerem um potencial de integração, ao ilustrar fenômenos visuais e sonoros que contribuem para o desenvolvimento cultural e comunicativo dos alunos.

Apesar de não haver estudos que integrem exclusivamente placas programáveis a HUM e Lin, o potencial dessa interdisciplinaridade é promissor. Em Lin, o Arduino e o Micro:bit poderiam ser usados para criar histórias interativas, esculturas responsivas, projetos bilíngues ou monitoramento de movimentos. Já em HUM, essas ferramentas poderiam simular eventos históricos ou geográficos, promovendo uma compreensão dinâmica de questões espaciais e temporais.

Embora o Micro:bit seja acessível e versátil para ensinar programação e eletrônica, sua aplicação pedagógica ainda é pouco explorada. Essa lacuna limita a integração criativa da tecnologia no ensino, reforçando a necessidade de incentivar pesquisas e práticas que utilizem o Micro:bit para enriquecer abordagens didáticas em todas as áreas, contribuindo para uma formação mais completa e integrada dos alunos.

7.2. Metodologias pedagógicas associadas ao uso do Arduino e Micro:bit

Este tópico foca na organização dos estudos segundo as teorias de ensino aplicadas, destacando os resultados específicos obtidos em cada caso. Essa abordagem permitirá entender de forma clara o impacto de cada metodologia sobre o aprendizado e as percepções dos estudantes.

Com base na teoria de Bruner, três estudos foram realizados, mas apenas [Junior et al. 2019] alcançou nota máxima nos critérios de qualidade. No 1º ano, os alunos analisaram informações e discutiram os resultados considerando as margens de erro do Arduino; no 2º ano, refletiram sobre variações de temperatura e conexões com escalas termométricas; e no 3º ano, compreenderam variações de tensão na rede elétrica e compararam dados de pilhas. Experimentos sobre MRU e Queda Livre impactaram 90% dos alunos do 1º ano, 80% dos do 2º ano relataram aprendizado, e 68% do 3º ano entenderam os fenômenos observados.

Na teoria do Construcionismo, seis estudos foram analisados, mas nenhum contemplou as três análises. Em [Melo 2021], alunos aprenderam Termodinâmica, correlacionaram conceitos à realidade e programaram, enquanto [Mella 2022a] destacou interesse dos alunos por projetos e poucas dificuldades em programação e circuitos.

Na teoria do Construtivismo, dez estudos foram analisados, mas nenhum completou as análises. Em [Melo 2023b], alunos aprenderam sobre lançamento oblíquo e gravidade, relatando que tecnologias educacionais facilitaram a compreensão.

Na teoria Socioconstrucionista e/ou de Vygotsky, entre treze estudos, apenas dois atingiram excelência. Em [Costa 2021], alunos desenvolveram conceitos sobre ondas sonoras e levitação acústica, com destaque para o interesse em aulas experimentais.

Na teoria da Aprendizagem Significativa, estudos que aplicaram as três avaliações obtiveram sucesso; por exemplo, [Albuquerque 2019] revelou autonomia dos alunos na ligação entre conceitos teóricos e aplicações cotidianas, com motivação expressa nos questionários qualitativos.

Pela Teoria das Situações Didáticas, [Guimarães et al. 2022] mostrou avanços em cinemática, embora não tenha coletado opiniões dos alunos. Por fim, em teorias como Campos Conceituais, Modelos Mentais e educação de Novak, [Souza et al. 2023] demonstrou evidências de aprendizagem significativa e troca de significados, evitando respostas mecanicistas.

Com base na análise dos estudos e resultados obtidos, conclui-se que as metodologias pedagógicas associadas ao uso de placas programáveis apresentam tanto efetividade quanto desafios. Destaca-se que a aplicação de abordagens teóricas integradas a tecnologias impacta positivamente o aprendizado, especialmente na Física, que se beneficia da manipulação prática para a compreensão de conceitos complexos.

Metodologias que incorporam práticas experimentais aumentam o engajamento e a motivação dos alunos, promovendo um aprendizado ativo e participativo. No entanto, a ausência de estudos específicos em HUM e LIN sugere a possibilidade de teorias de ensino ainda não exploradas, que poderiam ser mais adequadas para esses contextos.

Para o público infantil, o desenvolvimento de habilidades básicas como curiosidade, coordenação motora e lógica inicial é favorecido por teorias que priorizem exploração e aprendizado lúdico. Já em HUM e LIN, competências voltadas para análise, comunicação e reflexão poderiam ser trabalhadas por metodologias que integrem pensamento crítico e interdisciplinaridade.

Dada a escassez de pesquisas nessas áreas, há pouca clareza sobre como adaptar e aplicar diferentes teorias de ensino de forma eficaz. Isso evidencia a necessidade de mais estudos para identificar abordagens pedagógicas com maior impacto educativo em diversos contextos.

7.3. Limitações

As principais limitações deste estudo incluem o foco exclusivo no contexto brasileiro, o que restringe a generalização dos resultados para outros cenários educacionais, e a falta de detalhamento teórico em alguns estudos analisados, dificultando a compreensão das bases pedagógicas empregadas. Essas restrições indicam a necessidade de pesquisas futuras que ampliem o escopo e aprofundem a análise pedagógica para possibilitar uma visão mais ampla e comparativa do uso do Arduino e Micro:bit no ensino.

8. Considerações Finais

O uso do Arduino possui um enorme potencial pedagógico, especialmente no ensino de Física, por meio da experimentação prática, onde sequências didáticas bem estruturadas alinham objetivos de aprendizagem com técnicas eficazes, promovendo uma progressão significativa. Contudo, há uma lacuna de estudos que explorem essas tecnologias na etapa da EI e em áreas como HUM e LIN, além de uma carência de abordagens experimentais no ensino de MAT, evidenciando a oportunidade de integrar práticas mais abrangentes e inovadoras. Barreiras como a falta de infraestrutura e a necessidade de capacitação docente ainda limitam sua aplicação, tornando essencial o investimento em formação e melhorias estruturais para maximizar o impacto dessas metodologias.

Para trabalhos futuros, recomenda-se expandir a análise para contextos internacionais, permitindo comparações e identificação de padrões aplicáveis em diferentes cenários educacionais. Além disso, sugere-se explorar o uso do Arduino e Micro:bit em áreas como HUM e LIN, testando metodologias interdisciplinares que promovam habilidades criativas. É essencial também que novos estudos explicitem as teorias pedagógicas utilizadas, consolidando um corpo teórico que facilite a comparação entre práticas e a replicabilidade dos estudos.

Referências

- [Albuquerque 2019] Albuquerque, M. A. d. (2019). Elevador robodidático: um ensino modular de física. Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco.
- [Alves 2017] Alves, A. M. (2017). Uma abordagem para o ensino de dispositivos led no ensino médio. Dissertação (mestrado profissional em ensino de física), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.
- [Arduino 2024] Arduino (2024). About arduino. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/about>. Acesso em: 18 jun. 2024.
- [Bertuol 2020] Bertuol, P. d. O. A. (2020). Tratados internacionais e as políticas públicas educacionais no brasil.
- [Blikstein 2020] Blikstein, P.; VALENTE, J. M. E. (2020). EducaÇÃo maker: Onde estÁ o currÍculo?
- [BRASIL 2018] BRASIL (2018). Base nacional comum curricular. [Brasília]: Ministério da Educação, MEC.
- [BRASIL 2022] BRASIL (2022). Notícias. [[Brasília]: Ministério da Educação, MEC. Acessado em: 26 de outubro de 2024.
- [BRASIL 2023] BRASIL (2023). Lei Nº 14.533, de 11 de Janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Brasília, DF: Secretaria-Geral.
- [BRASIL 2024] BRASIL (2024). Tecnologias digitais da informação e comunicação no contexto escolar: possibilidades. [Brasília]: Ministério da Educação, MEC, [2024]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- [Brousseau 2002] Brousseau, G.; BALACHEFF, N. C. M. S. R. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics: didactique des mathématiques, 1970-1990*. Mathematics Education Library, v. 19. Kluwer Academic Publishers.
- [Cardoso 2019] Cardoso, J. M. (2019). Proposta didática para o ensino das variáveis de estado de um gás ideal com uso de arduino. Dissertação (mestrado profissional), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, SC.
- [Castells 2009] Castells, M. (2009). *The Information Technology Revolution*, chapter 1, pages 28–76. John Wiley Sons, Ltd.
- [Cohen et al. 2017] Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education*. Routledge, 8th edition.
- [Costa 2021] Costa, M. F. S. d. (2021). Levitação acústica e o ensino de ondulatória-uma abordagem investigativa.
- [Coutinho Júnior et al. 2021] Coutinho Júnior, A. d. L., Monteiro, J. A., Costa, D. F. d., and Sales, G. L. (2021). O ensino de física integrado a plataforma arduino, uma revisão sistemática de literatura. *Educere et Educare*, 16(40):175–197.

- [de Lima 2020] de Lima, J. F. (2020). O laser e os conceitos de polarização e efeito fotoelétrico em uma abordagem significativa no ensino médio. Dissertação (mestrado nacional profissional em ensino de física), Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ.
- [Feitoza 2023] Feitoza, A. d. M. (2023). Construção e aplicação de um protótipo de reator utilizando plataforma arduino para discutir conceitos relacionados à estequiometria. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- [Fernandes 2020] Fernandes, J. P. A. (2020). Instrumentação eletrônica com materiais alternativos para aulas experimentais de química: uma revisão integrativa.
- [Fernando Mendes dos Santos and José Sena dos Santos 2018] Fernando Mendes dos Santos, T. and José Sena dos Santos, P. (2018). Relato e análise de uma sequência didática sobre forças de atrito com uso de kits de robótica educacional no primeiro ano do ensino médio. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 16(2):71–80.
- [Filete and Castro 2020] Filete, F. A. and Castro, R. G. S. (2020). Robótica com arduino como recurso pedagógico para o ensino de geometria e trigonometria. In *Anais do XII Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica / V Congresso Fluminense de Pós-Graduação*, Campos dos Goytacazes. Galoá. Acesso em: 04 Nov. 2024.
- [Guimarães et al. 2022] Guimarães, R. S., Guadagnini, P. H., and Barlette, V. E. (2022). Integrando tecnologias em sala de aula: Um estudo com alunos de ensino fundamental em aulas de ciências com aquisição de dados em tempo real. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 5(2).
- [Jeirla Alves Monteiro 2022] Jeirla Alves Monteiro, Maria de Fátima Vilhena, F. H. S. d. S. I. C. R. d. L. A. d. L. C. J. (2022). Arduino no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura de 2011 a 2021.
- [Johnson-Laird 1983] Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cognitive science series. Harvard University Press.
- [Junior et al. 2019] Junior, J. G. S. L. et al. (2019). *Atividades experimentais com Arduino abordando fundamentos da cinemática, termometria e eletrodinâmica na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Gabriel Sales Pimenta em Marabá, PA*. PhD thesis, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.
- [Mella 2022a] Mella, R. (2022a). Robótica educacional: uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio.
- [Mella 2022b] Mella, R. (2022b). Robótica educacional: uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio.
- [Melo 2021] Melo, L. A. d. (2021). Estação meteorológica portátil com cultura maker interdisciplinar para ensino de física e programação de computadores.
- [Melo 2023a] Melo, P. R. C. (2023a). Instrumentação com arduino para o ensino de física – lançamento oblíquo. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA. Orientador: Carlos José Freire Machado.

- [Melo 2023b] Melo, P. R. C. (2023b). Instrumentação com arduino para o ensino de física – lançamento oblíquo. Mestrado nacional profissional em ensino de física, Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Santarém.
- [Micro:bit 2024] Micro:bit (2024). What is the micro:bit? inspiring students to get creative with coding since 2016. Disponível em: <https://microbit.org/get-started/what-is-the-microbit/>. Acesso em: 18 jun. 2024.
- [Minayo 2001] Minayo, M. C. d. S. (2001). *Teoria, método e criatividade*. 18 ed. Petrópolis: Vozes.
- [Moreira 1999] Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.
- [Moreira 2002] Moreira, M. A. (2002). *A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a Pesquisa nesta Área.*, volume 7 of *Investigações em Ensino de Ciências*. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n. Acesso em 14/04/2015.
- [Moreira 2011] Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- [Moura 2019] Moura, G. Y. S. (2019). *A física no cinema: recortes de filmes como recurso didático articulado a demonstrações experimentais com suporte arduino*. PhD thesis, Dissertação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF
- [Nascimento and Paim 2022] Nascimento, T. J. and Paim, M. M. W. (2022). Aproximações entre as metodologias ativas e as teorias da aprendizagem. *Pesquisa e Debate em Educação*, 12(1):1–e34655.
- [Novak and Gowin 1984] Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. cambridge University press.
- [Oliveira et al. 2023] Oliveira, I., Campos, G., Souza, A., and Oliveira, F. (2023). Joanimath robot: Uma plataforma robótica para o auxílio no ensino-aprendizagem da matemática. In *Anais do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 319–327, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Papert 1986] Papert, S. (1986). *LOGO: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense.
- [Piaget 1978] Piaget, J. (1978). *A tomada da consciência*. São Paulo: Melhoramentos. Tradução de Edson Braga de Souza.
- [Silva et al. 2022] Silva, L., Moraes, R., Gonçalves, C., Santa Brígida, Â., Brasil, M., and Fraiha, S. (2022). Ensinando a física da cor do objeto para alunos com deficiência visual por meio de um protótipo em arduino. *Revista do Professor de Física*, 6(Especial):269–279.
- [Sobreira et al. 2017] Sobreira, E. S., Viveiro, A., and d’Abreu, J. (2017). Programação com arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do ensino fundamental. In *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*, Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina.
- [Souza et al. 2023] Souza, A. N., Ramos, S. C., and Ramos, J. A. P. (2023). Um produto educacional operacionalizado por recursos tdic para o estudo do movimento: Da mecânica clássica à relatividade especial. *Experiências em Ensino de Ciências*, 18(4):1–25.

[Vygotsky 1991] Vygotsky, L. S. (1991). *Learning how to learn*. São Paulo: Livraria Martins Fontes. 4a ed.