

## APLICAÇÃO DO ARDUINO NO ENSINO DE ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DA EJA SOB A PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

### USING ARDUINO TO TEACH ELECTRICITY: A CASE STUDY WITH EJA STUDENTS FROM THE PERSPECTIVE OF MEANINGFUL LEARNING

 <https://doi.org/10.63330/armv1n5-002>

Submetido em: 07/07/2025 e Publicado em: 10/07/2025

**Gene Clebson Apolinário Santos**

Aluno de pós-graduação do curso de programa de pós-graduação em ensino de física - Mestrado nacional profissional em ensino de física – Polo 60 – Universidade do Estado da Bahia.  
Docente do Departamento de Ciências Humanas, Campus VI – Universidade do Estado da Bahia.

**José Vicente Cardoso Santos**

Docente do Departamento de Ciências Exatas e da Terra e do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Bahia (UNEB).

#### RESUMO

O uso de tecnologias acessíveis no ensino de Física tem se mostrado uma alternativa eficaz para promover a aprendizagem significativa, especialmente na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Este artigo tem como objetivo analisar, por meio de um estudo de caso com abordagem qualitativa, os efeitos da aplicação de uma sequência didática utilizando a plataforma Arduino no ensino de eletricidade em uma turma da EJA. Foram utilizados dados obtidos a partir de questionários diagnósticos, observações diretas, atividades práticas e pós-testes, todos analisados à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os resultados indicam que o uso do Arduino favoreceu o engajamento dos alunos, a ressignificação de conceitos abstratos como corrente elétrica, tensão e resistência, e o fortalecimento da autoestima acadêmica. Constatou-se ainda que o aprendizado foi potencializado pela valorização dos saberes prévios dos estudantes, pela contextualização dos conteúdos e pela experimentação prática. Conclui-se que a combinação entre metodologias ativas, tecnologias educacionais e fundamentos da aprendizagem significativa representa uma estratégia potente para o ensino de Física na EJA, contribuindo para uma formação crítica, autônoma e socialmente relevante.

**Palavras-chave:** Arduino; Aprendizagem significativa; Ensino de Física; Educação de Jovens e Adultos; Eletricidade.

#### ABSTRACT

The use of accessible technologies in Physics education has proven to be an effective alternative to promote meaningful learning, especially in Youth and Adult Education (EJA). This article aims to analyze, through a qualitative case study, the effects of implementing a didactic sequence using the Arduino platform in the teaching of electricity in an EJA class. Data were collected through diagnostic questionnaires, direct observations, practical activities, and post-tests, all analyzed based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. The results indicate that the use of Arduino enhanced student engagement, the re-signification of abstract concepts such as electric current, voltage, and resistance, and the strengthening of academic self-esteem. It was also found that learning was enhanced by valuing students' prior knowledge, contextualizing content, and incorporating practical experimentation. It is concluded that the combination of active methodologies, educational technologies, and the principles of meaningful learning represents a



powerful strategy for Physics teaching in EJA, contributing to a critical, autonomous, and socially relevant education.

**Keywords:** Arduino; Meaningful learning; Physics teaching; Youth and Adult Education; Electricity.



## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na Educação Básica, especialmente em turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA), apresenta desafios pedagógicos que envolvem, entre outros fatores, a abstração dos conceitos, a desconexão com o cotidiano dos estudantes e a carência de recursos didáticos experimentais. Esse cenário tem contribuído para a visão de que a Física é uma disciplina inacessível, desinteressante e descontextualizada (Santos; Nascimento; Souza, 2016). Frente a isso, a utilização de tecnologias educacionais como o Arduino emerge como uma alternativa promissora para o ensino de conteúdos como eletricidade e magnetismo, favorecendo abordagens práticas, contextualizadas e potencialmente significativas.

A plataforma Arduino, por sua versatilidade, baixo custo e aplicabilidade prática, permite que estudantes manipulem componentes eletrônicos reais e construam circuitos simples, estabelecendo conexões tangíveis com os conceitos abordados em sala de aula. Tal abordagem, quando alinhada aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), pode promover a ancoragem de novos conteúdos nos conhecimentos prévios dos estudantes, favorecendo a internalização e a resignificação conceitual. Como destaca Moreira (2010), a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se relaciona de modo não arbitrário e substantivo à estrutura cognitiva do aluno, ou seja, aos seus subsunçores.

A Educação de Jovens e Adultos, por sua especificidade, requer metodologias que valorizem as vivências dos alunos, seu tempo de aprendizagem e suas trajetórias de vida. Nesse contexto, a utilização de recursos tecnológicos, como o Arduino, pode contribuir para a motivação e o engajamento dos estudantes, além de fomentar o desenvolvimento de competências científicas, técnicas e críticas (Rodrigues-Moura, 2016; Moura et al., 2019). A implementação de sequências didáticas com atividades experimentais baseadas em problemas e contextualizadas no cotidiano da EJA permite não apenas o desenvolvimento cognitivo, mas também o fortalecimento da autoestima e da autonomia dos estudantes (Marin, 2021).

Este artigo tem como objetivo analisar os efeitos da aplicação de uma sequência didática com uso do Arduino no ensino de eletricidade em uma turma da EJA, sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa. Trata-se de um recorte de um estudo de caso desenvolvido em uma escola da rede pública estadual da Bahia, envolvendo estudantes com diferentes formações e experiências de vida. A pesquisa parte do pressuposto de que a inserção de práticas experimentais com base em tecnologias acessíveis pode transformar a relação dos estudantes com a Física, promovendo um aprendizado mais ativo, significativo e contextualizado.



## 2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como propósito principal investigar o potencial pedagógico da plataforma Arduino como recurso didático no ensino de eletricidade para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), a partir de uma perspectiva fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A proposta parte da premissa de que a inserção de tecnologias acessíveis e interativas no ensino de Física pode favorecer a construção de saberes contextualizados, articulando os conhecimentos prévios dos alunos com novos conceitos científicos.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os efeitos da utilização de uma sequência didática com a plataforma Arduino no ensino dos conceitos fundamentais de eletricidade em uma turma da EJA, sob a ótica da Aprendizagem Significativa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os conhecimentos prévios dos estudantes da EJA sobre os conceitos de eletricidade e magnetismo;
- Utilizar o Arduino como ferramenta pedagógica para promover a aprendizagem prática e contextualizada em aulas de Física;
- Observar e descrever indícios de aprendizagem significativa após a aplicação da sequência didática com o Arduino;
- Refletir sobre a contribuição da abordagem tecnológica no fortalecimento do engajamento e da autonomia dos estudantes da EJA.

## 3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, com delineamento em estudo de caso, desenvolvido com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada no município de Camaçari, na Região Metropolitana de Salvador, Bahia. A pesquisa fundamenta-se na perspectiva da Aprendizagem Significativa e está ancorada em uma abordagem metodológica investigativa, que articula atividades práticas com o uso da plataforma Arduino a partir de uma sequência didática planejada para o ensino dos conceitos fundamentais de eletricidade.

A intervenção pedagógica foi realizada no Colégio Estadual Gonçalo Muniz, tradicional instituição de ensino que oferece a modalidade EJA nos turnos matutino, vespertino e noturno. A turma participante da pesquisa é composta por 22 estudantes matriculados no Eixo VI da EJA, com idades entre 16 e 24 anos. A disciplina de Física é ofertada em encontros semanais, cada um com duas aulas de 40 minutos, às terças-



feiras. A escolha da turma baseou-se na viabilidade institucional, na receptividade dos gestores e no interesse dos alunos em participar de atividades práticas.

A sequência didática foi estruturada em sete etapas, distribuídas ao longo do ano letivo de 2023, conforme o calendário escolar da rede estadual da Bahia. As atividades foram planejadas com base nos conteúdos de eletrostática, eletrodinâmica e magnetismo, utilizando o Guia de Eletrônica Básica para a EJA. O Arduino foi utilizado em atividades experimentais que permitiram aos estudantes montar e testar circuitos elétricos simples, identificar componentes eletrônicos e compreender fenômenos físicos por meio da observação e manipulação de dados.

A coleta de dados foi realizada por meio de:

- Formulários diagnósticos para levantamento dos conhecimentos prévios sobre eletricidade e magnetismo.
- Registros observacionais durante as atividades práticas, anotando o desempenho, o engajamento e as dificuldades dos estudantes.
- Relatórios dos alunos, elaborados em grupos ao final das atividades.
- Pós-teste, contendo questões objetivas e dissertativas, aplicado ao final da sequência didática para avaliar possíveis indícios de aprendizagem significativa.

A análise dos dados foi conduzida por meio de categorias qualitativas emergentes da observação e dos registros escritos, alinhadas aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1980). Buscou-se identificar evidências de ancoragem de novos conceitos em subsunçores existentes, bem como indícios de mudanças cognitivas ou ressignificações dos conteúdos trabalhados. A triangulação dos dados obtidos a partir dos diferentes instrumentos visou conferir maior validade e confiabilidade aos resultados.

#### **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada por David Ausubel, constitui o principal alicerce teórico deste trabalho, na medida em que propõe uma alternativa ao modelo tradicional de ensino baseado na simples memorização. Segundo Ausubel, para que ocorra aprendizagem significativa, é necessário que o conteúdo seja potencialmente significativo, que o aluno tenha disposição para aprender e que haja conhecimentos prévios relevantes — os chamados subsunçores — na estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980). Essa teoria se mostra especialmente apropriada para o ensino de Física, uma vez que os conceitos desta disciplina são abstratos e exigem mediações didáticas que favoreçam a construção ativa do conhecimento, especialmente em contextos educacionais que historicamente enfrentam dificuldades pedagógicas, como é o caso da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

No âmbito da aprendizagem significativa, o papel do professor deixa de ser o de mero transmissor de conteúdo e passa a ser o de mediador entre o conhecimento científico e os saberes prévios dos estudantes.



Moreira (2010) destaca que a aprendizagem só será realmente significativa se os novos conhecimentos forem integrados à estrutura cognitiva de forma não arbitrária e substantiva, estabelecendo relações com conteúdos já internalizados. No caso da EJA, os estudantes trazem uma bagagem rica de experiências de vida e de trabalho, o que favorece a existência de subsunçores adequados para a introdução de conceitos de eletricidade e magnetismo quando mediados por ferramentas didáticas eficazes e contextualizadas.

A Educação de Jovens e Adultos é uma modalidade de ensino voltada para sujeitos que não tiveram acesso ou continuidade nos estudos regulares na idade apropriada, e que possuem características sociais, culturais e cognitivas próprias. Como destaca Gadotti (1995), a EJA não pode ser compreendida apenas como um mecanismo de correção de fluxo escolar, mas sim como um espaço de valorização do conhecimento de sujeitos historicamente excluídos do sistema educacional. Nesse sentido, a prática pedagógica na EJA deve ser pautada pelo respeito à diversidade de saberes e pelo estímulo à participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Do ponto de vista legal e político, a LDB (Lei nº 9.394/1996) estabelece a obrigatoriedade da oferta de ensino adequado às especificidades dos jovens e adultos, reconhecendo a necessidade de propostas curriculares contextualizadas e flexíveis. Complementarmente, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) orientam que o ensino de Física deve estar conectado ao cotidiano dos alunos e estimular a resolução de problemas reais (BRASIL, 1999). Assim, ao alinhar a teoria da aprendizagem significativa com os princípios da EJA e com as diretrizes nacionais de ensino, o presente trabalho propõe uma prática pedagógica inovadora e coerente com as demandas contemporâneas da educação pública.

Nesse contexto, a inserção de tecnologias educacionais, como o Arduino, representa um avanço metodológico significativo. A plataforma Arduino é um microcontrolador de código aberto que permite a construção de circuitos eletrônicos e a realização de experimentos de forma prática, acessível e interativa. Segundo Moura et al. (2019), o uso do Arduino no ensino de Física tem se mostrado eficaz na promoção do engajamento dos estudantes e na facilitação da compreensão de conceitos abstratos. A manipulação direta dos componentes eletrônicos permite ao aluno perceber, por meio da experiência concreta, a aplicação dos conceitos de corrente, resistência, tensão e potência, favorecendo a aprendizagem ativa e contextualizada.

A utilização do Arduino no ensino de eletricidade promove um ambiente de investigação científica e resolução de problemas, aspectos valorizados pelas metodologias ativas de ensino. De acordo com Rodrigues-Moura (2016), ao integrar sequências didáticas baseadas em problemas com o uso de tecnologias digitais, é possível desenvolver a alfabetização científica e técnica dos estudantes, preparando-os para uma atuação crítica e autônoma na sociedade. Tal abordagem é especialmente relevante para os alunos da EJA, que frequentemente apresentam afinidade com práticas técnicas e operacionais, oriundas de suas experiências de trabalho.



Estudos como o de Tufino e Organtini (2023) reforçam que o uso de plataformas como o Arduino, associado a recursos como smartphones, potencializa a aprendizagem em Física ao possibilitar experimentos em tempo real, coleta precisa de dados e análise imediata dos resultados. Esses autores destacam que a aplicação dessas tecnologias permite superar a limitação de recursos laboratoriais nas escolas públicas, democratizando o acesso ao conhecimento científico. Ao possibilitar que os alunos construam e testem seus próprios circuitos, o Arduino transforma a sala de aula em um verdadeiro espaço de experimentação e descoberta.

A perspectiva da aprendizagem significativa aplicada ao uso do Arduino também se alinha aos princípios da interdisciplinaridade e contextualização defendidos por Nussenzveig (1997), cujas obras foram utilizadas como base conceitual para os conteúdos de eletromagnetismo no projeto pedagógico desenvolvido. Ao abordar conceitos como campo elétrico, diferença de potencial, resistência elétrica e leis de Ohm e Coulomb por meio de experimentos com o Arduino, os estudantes são convidados a ressignificar suas concepções espontâneas e a desenvolver uma compreensão mais profunda e científica dos fenômenos.

Além de seu potencial didático, o uso do Arduino pode contribuir para a valorização da trajetória dos estudantes da EJA, uma vez que muitos deles já têm familiaridade com práticas técnicas e operacionais em seus ambientes de trabalho. Como destaca Marin (2021), quando os conteúdos escolares dialogam com a realidade dos estudantes e utilizam tecnologias próximas do seu cotidiano, há um aumento significativo na motivação e no senso de pertencimento em relação ao ambiente escolar. Esse fator é crucial para o fortalecimento da permanência e da aprendizagem no contexto da EJA.

Por fim, é importante ressaltar que o uso do Arduino, mediado por uma abordagem fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, não se restringe à aquisição de conhecimentos técnicos. Ele também favorece o desenvolvimento de competências cognitivas e metacognitivas, como o raciocínio lógico, a capacidade de análise, a resolução de problemas e a tomada de decisões. Esses elementos são fundamentais para a formação integral do estudante, conforme propõem as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular e os princípios da educação transformadora de Paulo Freire, que defendem uma aprendizagem crítica e libertadora (Freire, 1996).

Dessa forma, a fundamentação teórica que embasa este estudo articula os conceitos de aprendizagem significativa, a especificidade pedagógica da EJA e o potencial didático da plataforma Arduino. A proposta busca, portanto, integrar teoria e prática, ciência e tecnologia, escola e vida, promovendo uma educação científica mais justa, crítica e inclusiva para sujeitos que historicamente têm sido marginalizados pelo sistema educacional tradicional.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da sequência didática com a utilização da plataforma Arduino na turma da EJA revelou resultados expressivos no que se refere à aprendizagem dos conceitos de eletricidade e magnetismo. Desde a primeira etapa, observou-se um interesse crescente por parte dos estudantes, especialmente devido ao caráter prático e interativo das atividades propostas. A exposição inicial dos conteúdos, aliada ao uso de recursos como vídeos, experimentos e dispositivos eletrônicos, foi fundamental para ativar os conhecimentos prévios e preparar cognitivamente os alunos para a nova aprendizagem, conforme defende Ausubel (1980) ao destacar a importância dos organizadores prévios para a ancoragem de novos conteúdos.

Na segunda etapa da sequência, foi possível levantar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de formulários diagnósticos e discussões abertas. Os resultados indicaram que grande parte dos estudantes já possuía alguma noção empírica de conceitos como “tomada”, “corrente elétrica”, “curto-circuito” e “resistência”, especialmente aqueles que trabalham em áreas técnicas ou manutenção elétrica. Esses saberes constituíram importantes subsunçores para a aprendizagem significativa, conforme proposto por Moreira (2010), que defende a valorização dos conhecimentos prévios como ponto de partida para a construção do conhecimento formal.

A etapa de problematização, realizada por meio da análise da instalação elétrica da própria escola, contribuiu para contextualizar os conceitos e envolver os alunos em situações reais de aprendizagem. Ao mapear interruptores, tomadas e a disposição dos eletrodomésticos, os estudantes passaram a compreender, de forma concreta, os tipos de circuito (série e paralelo) e a função dos dispositivos elétricos. Essa atividade provocou um deslocamento do conhecimento cotidiano para o científico, aproximando-se do que Freire (1996) denomina de educação problematizadora e libertadora, que valoriza o saber do aluno e o integra ao processo educativo.

Na etapa seguinte, foi feita a introdução da plataforma Arduino e de seus componentes básicos, como protoboard, resistores, LEDs e o próprio microcontrolador. A familiarização dos alunos com os equipamentos foi gradual e orientada, respeitando os diferentes ritmos de aprendizagem, característica fundamental no trabalho com a EJA (GADOTTI, 1995). Muitos alunos demonstraram curiosidade e entusiasmo ao aprender a manipular o multímetro e observar o comportamento elétrico dos circuitos que eles mesmos montaram, indicando um engajamento ativo com o processo de aprendizagem.

Durante as atividades de montagem de circuitos em série e paralelo com o Arduino, observou-se que os estudantes passaram a compreender, na prática, a diferença entre corrente e tensão elétrica, bem como o comportamento das lâmpadas em diferentes configurações. O uso do multímetro permitiu a coleta de dados reais e a construção de tabelas com valores de intensidade de corrente, resistência e diferença de potencial, promovendo uma aproximação entre a teoria e a prática científica. Esse tipo de vivência está em



consonância com os princípios da alfabetização científica defendida por Rodrigues-Moura (2016) e Moura et al. (2019), que apontam a importância da experimentação para a construção de conceitos significativos.

Os grupos de trabalho formados para análise e discussão dos dados coletados desempenharam papel importante no desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, o trabalho colaborativo e a resolução de problemas. Ao comparar os circuitos, debater os resultados e justificar as diferenças observadas nos valores de corrente e tensão, os alunos não apenas demonstraram a apropriação dos conteúdos conceituais, mas também passaram a utilizar uma linguagem científica mais precisa, o que indica o avanço em direção à internalização dos conceitos, conforme argumenta Moreira (2010) sobre os processos de diferenciação e reconciliação integrativa da aprendizagem significativa.

O pós-teste aplicado ao final da sequência didática apontou um desempenho significativamente superior em relação ao diagnóstico inicial. As respostas evidenciaram a compreensão de conceitos como diferença de potencial, resistência, circuitos em série e paralelo, bem como a função do Arduino e de seus componentes. Além disso, os alunos foram capazes de articular esses conceitos com exemplos do cotidiano, como instalações elétricas domésticas, consumo de energia e manutenção de equipamentos, demonstrando não apenas o domínio técnico, mas também a capacidade de aplicar o conhecimento em situações práticas e contextualizadas.

A observação do comportamento dos alunos ao longo das aulas também revelou um aumento na autoestima acadêmica e na motivação em relação ao estudo da Física. Muitos relataram que, antes da experiência com o Arduino, consideravam a disciplina difícil e distante de sua realidade, mas que, após a sequência, passaram a enxergar utilidade e sentido nos conteúdos trabalhados. Essa mudança de atitude é um indicativo importante de que a aprendizagem significativa foi alcançada, pois, como ressalta Ausubel (1980), aprender com significado transforma o modo como o sujeito se relaciona com o conhecimento.

Outro aspecto relevante foi a percepção dos estudantes sobre o uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem. Durante entrevistas informais, diversos alunos destacaram que o uso do Arduino tornou a aula “mais interessante”, “mais parecida com a vida real” e “mais fácil de entender”. Essas manifestações corroboram os achados de Marin (2021), que destaca o papel das tecnologias educacionais como mediadoras da aprendizagem ativa, sobretudo em contextos de ensino híbrido ou em populações historicamente marginalizadas, como é o caso da EJA.

Dessa forma, os resultados obtidos ao longo da aplicação da sequência didática apontam para a eficácia da utilização do Arduino no ensino de eletricidade para a EJA, quando articulado com uma abordagem fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. A experiência permitiu não apenas o desenvolvimento conceitual, mas também a valorização da experiência dos estudantes, a promoção de práticas pedagógicas mais inclusivas e a construção de um ambiente de ensino mais dinâmico, participativo



e transformador, alinhado às necessidades reais do público da EJA e aos desafios contemporâneos da educação científica.

## 6 CONCLUSÃO

A aplicação de uma sequência didática com o uso da plataforma Arduino no ensino de eletricidade para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) demonstrou-se uma estratégia pedagógica eficaz para promover a aprendizagem significativa, conforme os pressupostos de David Ausubel. A proposta permitiu a mobilização de conhecimentos prévios dos alunos, muitos deles adquiridos em contextos de trabalho e vivência cotidiana, favorecendo a ancoragem de novos conteúdos de forma não arbitrária. A manipulação direta dos circuitos, o uso do multímetro, a visualização prática da diferença entre circuitos em série e paralelo e a construção dos próprios experimentos com a plataforma Arduino contribuíram para consolidar o entendimento de conceitos abstratos da Física, como corrente, tensão e resistência elétrica.

Os dados coletados ao longo das etapas evidenciaram que os estudantes se mostraram mais motivados, engajados e confiantes em relação à disciplina de Física. O pós-teste, os registros observacionais e as produções escritas apontaram para a apropriação conceitual dos conteúdos abordados, indicando que a metodologia adotada não apenas facilitou a compreensão dos fenômenos físicos, mas também elevou a autoestima dos alunos quanto à sua capacidade de aprender conteúdos científicos. A abordagem prática, contextualizada e colaborativa permitiu que os alunos desenvolvessem habilidades cognitivas e técnicas, bem como maior senso de pertencimento em relação ao ambiente escolar, em consonância com os objetivos da EJA e com as diretrizes da educação emancipadora proposta por Freire (1996).

Conclui-se, portanto, que a integração entre tecnologias acessíveis como o Arduino e estratégias baseadas na Aprendizagem Significativa representa um caminho promissor para o ensino de Ciências na EJA. Ao considerar as especificidades do público jovem e adulto, valorizar seus saberes prévios e propor atividades práticas que dialoguem com sua realidade, torna-se possível não apenas facilitar o processo de ensino-aprendizagem, mas também promover a inclusão, a autonomia e o desenvolvimento de competências científicas. Assim, recomenda-se que práticas como esta sejam ampliadas, institucionalizadas e aprofundadas em futuras investigações e formações docentes.



## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 1999.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GADOTTI, M. *História das ideias pedagógicas*. 4. ed. São Paulo: Ática, 1995.
- GINGL, Z. et al. A universal Arduino-based experimental system for teaching natural sciences. *European Journal of Physics*, v. 40, n. 4, p. 045702, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab0c90>.
- MARIN, M. A. Engagement in online learning environments using Arduino microcontrollers. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, v. 17, n. 6, p. 67–76, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i06.21609>.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2010.
- MOURA, A. C. C. et al. Termometria e inovações no ensino com uso do Arduino: uma experiência no IFAM/Campus Maués. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i1.924>.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica: Eletromagnetismo*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. v. 3.
- RODRIGUES-MOURA, D. C. Sequência didática baseada no modelo DBR-TLS com alfabetização científica e técnica utilizando Arduino. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 1, p. 122–139, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3895/rbect.v9n1.4139>.
- SANTOS, G. C. A.; NASCIMENTO, M. F.; SOUZA, A. S. O ensino de Física na EJA: limites e possibilidades. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 7, n. 3, p. 12–28, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v7i3.1435>.
- TUFINO, A.; ORGANTINI, G. Low-cost Arduino and smartphone-based introductory mechanics laboratory. *European Journal of Physics*, v. 44, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6404/acb8d9>.