

A ROBÓTICA COMO ELEMENTO MOTIVADOR NO ENSINO DE FÍSICA E BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA VIA APRENDIZAGEM ATIVA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Thiago Corrêa Almeida ¹
Manoela Lopes Carvalho ²

RESUMO

A inserção da tecnologia no ambiente de ensino acarreta inúmeras vantagens tanto para os estudantes quanto para os docentes, e sua eficácia como instrumento motivador para o aprimoramento do processo de aprendizagem é corroborada por múltiplas pesquisas. A robótica, por sua vez, manifesta-se como um atrativo natural para crianças e adolescentes, impelida pela sua presença na cultura geek e, sobretudo, pelas perspectivas futuristas que delineiam a sociedade contemporânea. Ela se configura como um recurso educacional de excelência para a educação básica, proporcionando um meio propício à implementação de metodologias de aprendizagem ativo, as quais são conhecidas por empoderar os estudantes em seu processo de aprendizagem. Analisando resultados obtidos em projetos seguindo esta metodologia, observamos que ao propor aos alunos atividades que permitam a observação, a comunicação, o questionamento, a discussão, a execução e o ensino entre pares, estimulamos o desenvolvimento de autonomia e desembaraço na condução das etapas do projeto, favorecendo o estabelecimento de uma aprendizagem realmente significativa dentro de uma escola de EB. Neste trabalho, realizaremos uma revisão conforme Sousa (2021), traçando uma leitura exploratória, seletiva e crítica, na função de selecionar, classificar e solucionar o problema da pesquisa ou testar as hipóteses, analisando os dados coletados para responder o problema do objeto de estudo. Realizaremos pesquisa que se configura como qualitativa-interpretativista, segundo Bortoni-Ricardo (2008), onde se busca a compreensão e interpretação dos impactos de uma ação nos atores envolvidos. O objetivo central é entender e interpretar o processo de ensino-aprendizagem na influência da experiência proporcionada pelo uso da robótica como elemento motivador no ensino de física e biologia na EB via aprendizagem ativa.

Palavras-chave: Robótica, Aprendizagem Ativa, Física, Biologia, Revisão.

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, RJ, thiagoca3@yahoo.com.br;

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ, RJ, manoelacarvalho2016@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional (RE), segundo Alves e Sampaio (2014), se caracteriza como uma estratégia de ensino interdisciplinar, lúdica e desafiadora, utilizada na promoção da aprendizagem de conceitos curriculares. Estando alinhada com as tecnologias do mundo moderno, e com a cultura em que o estudante está imerso, seja em sua comunidade, ou naquilo que consome através de filmes, séries e literatura, atua como elemento motivador no processo de ensino-aprendizagem dinâmico e interativo (ABELSON; DISESSA, 1981). Diversos pesquisadores educacionais apontam que a integração de tecnologia na sala de aula pode ser vantajosa para alunos e professores, proporcionando aos alunos importantes habilidades que auxiliam no reforço do aprendizado (BISSELL, 1998; BURNS, 2006; FELDSTEIN, 1988; NOVEMBER, 2010).

De acordo com Pereira, Araújo e Bittencourt (2019), as atividades relacionadas à Robótica estimulam diversas habilidades relevantes no mundo moderno e no mercado de trabalho, chamadas de *soft skills*, sendo elas:

- i. Estímulo ao raciocínio lógico;
- ii. Auxílio na organização mental;
- iii. Indução de habilidades de redação;
- iv. Incentivo ao aprendizado de disciplinas STEM;
- v. Auxílio ao desempenho pessoal e profissional;
- vi. Estímulo da criatividade;
- vii. Desenvolvimento de habilidade para solução de problemas.

Estas habilidades convergem com as competências esperadas dos estudantes egressos da Educação Básica, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), que preveem que o egresso deve ser capaz de se posicionar como cidadão do mundo, capaz de compreender, interpretar e opinar criticamente sobre os avanços tecnológicos e notícias de jornal, de modo a ser inserido, efetivamente, na sociedade.

Deste modo, a RE pode ser utilizada como elemento motivador e integrado às técnicas de Aprendizagem Ativa, que buscam envolver o estudante diretamente no processo de aprendizagem, fazendo algo mais do que apenas ouvir passivamente (BARBOSA; MOURA, 2013). Os estudiosos desta técnica apontam que os estudantes,

para aprender um conteúdo, não devem apenas ouvir, mas devem ler, escrever, discutir e resolver problemas. A aprendizagem ativa envolve os estudantes tanto na ação, quanto na reflexão, isto é implementado fazendo com que os estudantes, sobre determinado assunto, pesquisem, colem e analisem dados para resolução de problemas (BONWELL; EISON, 1991). Quando a aprendizagem ativa é adotada, o professor deixa de ser o único detentor do conhecimento e passa a ser o orientador e facilitador do processo de aprendizagem dos seus estudantes (SILBERMAN, 1996). Aliando a RE a técnicas de aprendizagem ativa, almejamos proporcionar a estudantes de faixas etárias diversas uma experiência de ensino-aprendizagem significativa, aplicada e contextualizada.

Na literatura podemos encontrar diversos relatos de sucesso da aplicação de metodologias de aprendizagem ativa no ensino (COSTA, 2010; ARAUJO, 2009), utilizando RE e TIC's. Um princípio básico rege a aprendizagem ativa: quanto maior a interação do aluno com a temática, maior será o sucesso no aprendizado. Sendo assim, as metodologias de aprendizagem ativa buscam estabelecer no aluno um papel ativo, transformando-o em agente de seu próprio aprendizado. Ao se afastar do modelo tradicional de ensino-aprendizagem alicerçado em teoria e memorização excessivas, a aprendizagem ativa surge como um recurso didático muito relevante e produtivo, pois favorece o uso intensivo de alguns recursos da inteligência, o desenvolvimento de *soft skills*, contribuindo para a formação de profissionais proativos, criativos, interativos, além de bem preparados tecnicamente (BARBOSA e MOURA, 2013).

Dada a importância da RE e da aprendizagem ativa no ensino, neste artigo, analisamos a literatura de 2020 a 2024, em revistas Qualis A em ensino, conforme classificações de periódico quadriênio 2017-2020. Selecionamos quatro periódicos com temática alinhada à temática de pesquisa. Seguimos então buscando o estado da arte em trabalhos acadêmicos que abordam a RE e suas tecnologias como elemento motivador no ensino de física e biologia através de técnicas de aprendizagem ativa. Nossa análise da literatura mostrou que existem muitas propostas, especialmente no campo da física, no entanto nem sempre estão alinhadas com uma proposta de intervenção pedagógica ou sequência didática, e em parte significativa dos casos a proposta não foi de fato testada e avaliada em sala de aula com estudantes da Educação Básica. Também notamos que o número de trabalhos neste tema teve um declínio nos últimos 2 anos, mostrando a necessidade e oportunidade do desenvolvimento de mais pesquisas nesta área.

METODOLOGIA

Neste trabalho, realizamos uma revisão conforme Sousa (2021), traçando uma leitura exploratória, seletiva e crítica, na função de selecionar, classificar e solucionar o problema da pesquisa, analisando os dados coletados para responder o problema do objeto de estudo. Realizamos pesquisa que se configura como qualitativa-interpretativista, segundo Bortoni-Ricardo (2008), onde se busca a compreensão e interpretação dos impactos de uma ação nos atores envolvidos. O procedimento técnico utilizado na coleta de dados foi por meio de fontes de “papel”, em suma, uma pesquisa bibliográfica. Conforme Gil (2002),

[...] a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científico. Embora em quase todos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há os desenvolvidos exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. (GIL, 2002)

Selecionamos quatro periódicos qualificados com Qualis A na classificação de periódicos 2017-2020 da CAPES, área Ensino. O Qualis Periódicos é um instrumento do processo de avaliação da pós-graduação *stricto sensu* conduzido pela CAPES, e busca analisar a qualidades dos veículos de divulgação, ou seja, os periódicos. A classificação é realizada por comitês consultores de cada área de avaliação, seguindo critérios previamente definidos pela área e aprovados pelo Conselho Técnico-Científico da Educação Superior. Utilizando este instrumento, buscamos a certeza na seleção de artigos de qualidade, devidamente avaliados por pares, fugindo dos chamados “periódicos predatórios”. Na pesquisa, selecionamos a área de ensino, e periódicos com classificação A1. Observamos que esta pesquisa apresentava resultado muito abrangente, trazendo 565 registros, a maioria de revistas com temática diversa da temática de interesse. Deste modo, para maior filtragem, inserimos um novo parâmetro, periódicos que possuíam a palavra “ensino” em seus títulos, e ampliamos a classificação adicionando também classificação A2, o que resultou em um número razoável de registros, nos permitindo realizar a seleção de quatro periódicos, que seguem: “Caderno Brasileiro de Ensino de Física”, qualis A1, “Investigações em Ensino de Ciências”, qualis A1, “Revista de Ensino de Biologia da SBenBio”, qualis A1, e “Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia”, qualis A2. Esta escolha se deu pois buscávamos abranger de forma equânime as áreas que nos propusemos a analisar, de modo que optamos por um periódico mais alinhado com a Física, um mais alinhado com a Biologia, um abrangendo Ciências, e um que seria mais multidisciplinar.

Analizamos o período de 2020 a 2024, e selecionamos trabalhos que traziam propostas utilizando tecnologias, seja especificamente a robótica ou afins, deste modo conseguimos uma amostra de onze trabalhos. Posteriormente, categorizamos os trabalhos em dois grandes grupos: propostas aplicadas em sala de aula, propostas para aplicação em sala de aula, e propostas para modernização de laboratório didático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 abaixo apresenta o total de trabalhos analisados em cada revista, ao longo dos anos de 2020 a 2024 – reforçamos que o ano de 2024 é parcial, pois considera o que já fora publicado no momento em que escrevemos este trabalho (junho de 2024).

	2020	2021	2022	2023	2024
CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA (A1)	68	62	30	24	0
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (A1)	69	59	53	51	21
REVISTA DE ENSINO DE BIOLOGIA DA SBEnBio (A1)	26	54	59	75	18
REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (A2)	57	35	33	22	7

Tabela 1: número de trabalhos em cada periódico analisado ao longo do anos.



Figura 1: total de trabalhos selecionados no período.

Observamos que foram analisados um total de 823 artigos. Na Figura 1 temos o total de artigos selecionados a cada ano. No período de análise obtivemos apenas onze trabalhos, ou seja, apenas 1,3% do total de trabalhos no período. É importante ressaltar que no período, em alguns periódicos, tivemos diversos volumes temáticos, com temas não relacionados ao tema de pesquisa, o que contribui para este baixo percentual. Ano a ano, temos um total de 7 trabalhos em 2020, 3 trabalho em 2021, zero trabalhos em 2022 e 2024, e um trabalho em 2023. Passaremos a uma síntese do que cada trabalho apresenta.

Síntese dos trabalhos

Oliveira *et al.* (2020) apresenta a construção de um dispositivo utilizando Arduino para determinar a constante de Planck através do estudo das curvas características de LASER's de semicondutor. Além do baixo custo, o uso do arduino permite automatizar o experimento. A proposta, apesar de ser voltada para laboratórios didáticos no Ensino Superior, poderia ser utilizada para abordar Física Moderna na Educação Básica. O trabalho não apresenta um guia para utilização em sala de aula, sendo mais voltado à modernização de laboratórios didáticos com recursos de baixo custo.

Giacomelli *et al.* (2020) apresenta a construção de um Pêndulo Indutor, com imã oscilando sobre uma bobina ligada a LED's. O dispositivo pode ser utilizado para abordar a Lei de Faraday-Lenz no Ensino Médio, e tem baixo custo. O trabalho não inclui relato de aplicação com estudantes, mas traz sugestão de uso do equipamento em três atividades experimentais, sugerindo que o roteiro didático seja elaborado pelo educadores, “do modo que melhor se adapte às suas concepções pedagógicas”.

Junges *et al.* (2020) apresenta a construção de um dispositivo de baixo custo com arduino para demonstrar propriedade de absorção de radiação infravermelha por gases estufa, em especial o dióxido de carbono. O trabalho não inclui relato de aplicação com estudantes, mas apresenta uma sugestão e dá referências de como a discussão pode ser realizada. Por tratar de abordagem do efeito estufa e mudanças climáticas, consideramos o trabalho extremamente relevante.

Silva Jr. e Coelho (2020) apresentam uma abordagem investigativa de ensino de ciências aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio no estudo do efeito fotoelétrico. A abordagem completa e os efeitos da mesma são apresentados, concluindo para um resultado positivo no processo de ensino-aprendizagem.

Soares e Amorim (2020) apresentam a construção de um marégrafo de baixo custo utilizando arduino. O dispositivo intenciona a investigação do fenômeno das marés

integrando atividades investigativas e prática experimental. Os resultados do dispositivo são satisfatórios, validados em comparação com dispositivo industrial da Marinha do Brasil. Não são apresentados guias para uso em sala de aula, no entanto mencionam que esperam apresentar em um trabalho posterior.

Garcia *et al.* (2021) apresenta uma atividade para estudo de balanço térmico utilizando um mini-secador de baixo custo. A proposta é utilizada em um curso de formação de professores, no entanto se sugere que é possível adaptar e utilizar na Educação Básica, mas sem adentrar em detalhes ou apresentar referências.

Silva *et al.* (2021) apresenta um dispositivo marcador de tempo utilizando arduino, para automatização e melhor obtenção das marcações. Sugere uso em experimento para obtenção da aceleração da gravidade. O trabalho não apresenta um guia para utilização em sala de aula, sendo mais voltado à modernização de laboratórios didáticos com recursos de baixo custo.

Merizio e Clement (2021) apresentam um trabalho que analisa a utilização de Tecnologias Móveis em aulas de Física sob uma perspectiva do Ensino por Investigação. Trazem cinco propostas de ações de ensino investigativas no campo de estudo das ondas sonoras, aplicadas junto a estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Observam que o uso das tecnologias, aliada a uma proposta investigativa, proporciona maior interesse e envolvimento dos estudantes.

Contin *et al.* (2020) apresenta uma proposta didática com metodologia significativa para ensino de Física Térmica aplicada em uma escola com alunos do 9º ano do ensino fundamental. Os estudantes tiveram aulas expositivas e construíram uma estação meteorológica. O trabalho apresenta toda a metodologia e os momentos atravessados pelos estudantes. Importante ressaltar que o trabalho não traz robótica educacional na montagem da estação, no entanto, existem muitos trabalhos que relatam o uso de arduino para construção de estações, de modo que a proposta didática descrita no trabalho pode ser facilmente adaptada com uso de tecnologias.

Macías *et al.* (2020) apresenta uma proposta em aprendizagem ativa baseada em projetos para ensino de eletricidade e circuitos elétricos, tematizando o uso de fontes alternativas como geradoras de eletricidade. A proposta é aplicada em uma escola de ensino médio, onde estudantes desenvolveram projetos diversos. Observaram desenvolvimento dos estudantes na identificação e resolução de problemas, assim como na argumentação de respostas, e melhora no trabalho colaborativo.

Ferrada *et al.* (2023) apresenta uma proposta educativa de projeto interdisciplinar com enfoque STEM, aplicado em turmas de 5º e 6º ano da educação primária na Espanha. O projeto aplicado se baseia na construção de cidades sustentáveis. O modelo de cidade é construído vinculado ao desenvolvimento curricular trabalhado de maneira formal. A robótica se apresenta como instrumento para enriquecimento da aprendizagem e motivação através da interação. O trabalho concluiu que a aplicação da proposta trouxe impacto positivo na atitude dos estudantes com relação às ciências e matemática.

Discussão

Vamos categorizar os trabalhos analisados da seguinte forma: propostas aplicadas em sala de aula, propostas para aplicação em sala de aula, e propostas para modernização de laboratório didático. Na Tabela 2 é possível observar a categorização dos trabalhos analisados.

Trabalho	Proposta aplicada em sala de aula?	Proposta para aplicação em sala de aula?	Proposta para modernização de laboratório didático
Contin <i>et al.</i> (2020)	x		
Ferrada <i>et al.</i> (2023)	x		
Garcia <i>et al.</i> (2021)		x	
Giacomelli <i>et al.</i> (2020)		x	
Junges <i>et al.</i> (2020)		x	
Macias <i>et al.</i> (2020)	x		
Merizio e Clement (2021)	x		
Oliveira <i>et al.</i> (2020)			x
Silva <i>et al.</i> (2021)			x
Silva Jr. e Coelho (2020)	x		
Soares e Amorim (2020)		x	

Tabela 2: categorização dos trabalhos analisados.

De acordo com a categorização, é possível observar que temos uma divisão entre propostas que tiveram aplicação em sala de aula e que não tiveram aplicação em sala de aula, demonstrando que em alguns casos o trabalho priorizou mais a montagem do dispositivo, não alcançando toda a potencialidade de testa-lo, em conjunto com uma proposta pedagógica, e verificar sua aplicabilidade e sucesso quando posto à prova em salas de aula. Além disso, tivemos duas propostas que nem sequer sugerem o uso dos dispositivos alinhados a uma proposta pedagógica, sendo mais produções técnicas do que pedagógicas, mesmo estando em revistas da área de ensino.

Com relação às propostas aplicadas em sala de aula, é interessante observar a pluralidade de propostas, sendo três aplicadas no ensino médio e duas no ensino fundamental, demonstrando que é possível trabalhar utilizando a robótica educacional em todas as faixas etárias da educação básica. Os campos estudados também são plurais, trazendo grande diversidade, sendo eles: física térmica, ciências (ensino fundamental), eletricidade, ondas sonoras e física moderna.

Um ponto negativo é que, dos onze trabalhos, apenas três são voltados à biologia e ciências, mostrando carência de estudos experimentando aprendizagem ativa com RE nestas áreas. Ao selecionarmos os trabalhos, observamos que a biologia conta com muitas propostas de trabalhos com aprendizagem ativa, no entanto a maioria se utiliza de jogos, espaços não-formais, modelos didáticos e maquetes comestíveis.

No geral, os trabalhos aplicados em sala de aula demonstram que a proposta de aprendizagem ativa sempre traz benefícios, tais como: maior participação dos estudantes, motivação, enriquecimento do que fora aprendido, desenvolvimento de *soft skills* – em suma, uma experiência de aprendizagem significativa. Além disso, no geral as propostas utilizam de materiais de baixo custo, em especial a placa arduino uno, aliada com sensores que custam menos de dez reais, e outros materiais que podem ser encontrados em descarte ou sucata.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo proporcionou uma análise abrangente sobre o uso da robótica educacional (RE) aplicada ao ensino de ciências, destacando os resultados obtidos ao longo dos anos de 2020 a 2024. Através da revisão de diversos artigos publicados em periódicos especializados, pudemos observar que a utilização de dispositivos baseados em arduino e outras plataformas de baixo custo tem ganhado espaço significativo nas práticas pedagógicas, especialmente no contexto do ensino básico.

Ao categorizar os trabalhos, foi possível identificar uma diversidade de propostas, desde experimentos em física térmica e eletricidade até abordagens mais inovadoras como o uso de tecnologias móveis e aprendizagem por investigação. No entanto, houve uma lacuna perceptível em estudos voltados para áreas como biologia e ciências, indicando uma necessidade de maior exploração da robótica educacional nesses domínios.

É fundamental destacar que os trabalhos que efetivamente aplicaram as propostas em sala de aula evidenciaram benefícios significativos, como maior engajamento dos estudantes, motivação intrínseca para aprendizagem, desenvolvimento de habilidades interpessoais e resolução de problemas. Esses resultados reforçam a importância de uma integração cuidadosa entre a tecnologia e a pedagogia, visando maximizar o potencial educacional das iniciativas com RE.

Outro aspecto relevante observado foi a predominância de materiais de baixo custo, como o Arduino Uno e sensores acessíveis, que viabilizam a replicação das propostas em diferentes contextos educacionais, especialmente em regiões com recursos limitados. Isso abre espaço para uma democratização do acesso à tecnologia educacional e para a promoção de uma educação mais inclusiva e igualitária.

Diante dos desafios identificados e das oportunidades reveladas por este estudo, recomenda-se que futuras pesquisas na área de robótica educacional priorizem uma integração mais profunda entre a tecnologia e os métodos pedagógicos, além de explorar novas aplicações em áreas do conhecimento ainda pouco exploradas. A continuidade desses esforços pode contribuir significativamente para o avanço do ensino de ciências e para a formação de estudantes mais preparados para os desafios do século XXI.

Conforme vemos na Figura 1, há um potencial a ser explorado neste campo, sendo trabalhos de pesquisa na área muito bem-vindos, assim como sua presença em cursos de formação de professores e como tema de trabalhos de conclusão de curso. É fundamental que as ferramentas tecnológicas e também as estratégias de aprendizagem ativa, sejam abordadas na formação de futuros docentes, visto seu potencial e impacto positivo na educação de jovens e adolescentes.

REFERÊNCIAS

ABELSON, H.; DISESSA, A. Turtle geometry: the computer as a medium for exploring mathematics. Cambridge: **MIT Press**, 1981.

ALVES, R. M.; SAMPAIO, F. F. DuinoBlocks: desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, V. 22, N. 3, P. 216-240, 2014.

ARAÚJO, A. C.; ANDRIOLA, W. B.; COELHO, A. A. Programa institucional de bolsa de iniciação à docência (PIBID): desempenho de bolsistas versus não bolsistas. **Educação em Revista**, N. 34, e172839, 2018.

ARAÚJO, U. F. Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. São Paulo: **Summus**, 2009.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**. v. 39, n.2, p.48-67, 2013.

BISSELL, P. M. Tune in to Technology. **Music Educators Journal**, V. 85(2), P. 36-41, 1998.

BONWELL, C.C.; EISON, J.A. Active learning: creating excitement in the classroom. **Eric Digests**, 1991.

BORTONI-RICARDO, S. M. O professor pesquisador: introdução à pesquisa qualitativa. São Paulo: **Parábola Editorial**, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

BURNS, A. M. Integrating Technology into Your Elementary Music Classroom. **General Music Today**, V. 20(1), P. 6. 2006.

CONTIN, R. C.; BARROS, M., P.; GUARREZI, S. T. Estação meteorológica como possibilidade de aprendizagem de conceitos de física térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.13, n. 1, p. 119-141, jan./abr. 2020.

COSTA, A. R. P. Metodologia de projetos: a percepção do aluno sobre os resultados da sua aplicação. **Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, CEFET-MG**, Belo Horizonte, 2010.

FELDSTEIN, S. Technology for teaching. **Music Educators Journal**, V. 74(7), P. 35-37. 1998.

FERRADA, C. A.; CARRILLO-ROSÚA, F. J.; DÍAZ-LEVICOY, D. A. D.-L. A.; SILVA-DÍAZ, F. R. S.-D. R. Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque stem para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de educación primaria de España. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 111–126, 2023.

GARCIA, R. L.; OLIVEIRA, M. A. M.; CORDEIRO, M. N.; SERPA, D. Estudo experimental da secagem de alimentos: balanço térmico em um mini secador de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 405–421, 2021.

GIACOMELLI, A. C.; SILVA, C. J. S.; ROSA, C. T. W. Construção de um pêndulo com ímã e bobina destinado ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 909–924, 2020.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? In: GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: **Atlas**, 2002.

JUNGES, A. L.; BÜHLER, A. J.; MASSONI, N. T.; SCHNEIDER SIEBENEICHLER, A. F. O “Efeito Estufa” na Sala de Aula: um experimento de baixo custo para demonstrar a absorção de radiação infravermelha por gases estufa como o dióxido de carbono. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 849–864, 2020.

MACÍAS, C. F. G.; VILLAGRÁ, J. A. M.; SAHELICES, M. C. C. Aprendizaje basado en proyectos como estrategia para aprender sobre electricidad: estudio de caso en una escuela rural colombiana. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 145–161, 2020.

MERIZIO, A. D.; CLEMENT, L. Uso de Tecnologias Móveis sob uma perspectiva investigativa em aulas de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 1453–1477, 2021.

NOVEMBER, A. Empowering students with technology. Thousand Oak, CA: **Corwin Press**, 2010.

OLIVEIRA, I. N.; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; DE MELO, C. A. O. Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 828–848, 2020.

PEREIRA, F. T. S.; ARAÚJO, L. G.; BITTENCOURT, R. Intervenções de pensamento computacional na educação básica através de computação desplugada. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, 25., 2019, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2019. p. 315-324.

SILBERMAN, M. Active learning: 101 strategies do teach any subject. Massachusetts: Ed. **Allyn and Bacon**, 1996.

SILVA, O. H. M.; SCHMIDT, L. F.; LABURÚ, C. E. Proposta de atividade experimental para estudos de frequências de um marcador de tempo usando arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 446–458, 2021.

SILVA JÚNIOR, J. M.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 51–78, 2020.

SOARES, R. G.; DE AMORIM, H. S. Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 925–943, 2020.

SOUSA, A. S. DE; OLIVEIRA, G. S. DE; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 8 mar. 2021.