

INTEGRAÇÃO DA ROBÓTICA NO ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS: EXPLORANDO A INTERAÇÃO ENTRE AUTOMAÇÃO E PRINCÍPIOS DA FÍSICA

INTEGRATION OF ROBOTICS IN TEACHING PHYSICAL CONCEPTS: EXPLORING
THE INTERACTION BETWEEN AUTOMATION AND PRINCIPLES OF PHYSICS

INTEGRACIÓN DE LA ROBÓTICA EN LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS FÍSICOS:
EXPLORANDO LA INTERACCIÓN ENTRE LA AUTOMATIZACIÓN Y LOS PRINCIPIOS
DE LA FÍSICA

Débora Gomes Batalha¹

RESUMO: Este estudo aborda a integração da robótica no ensino de conceitos físicos como uma possibilidade de aproximar a Física do cotidiano escolar, tornando conteúdos muitas vezes abstratos mais concretos por meio de atividades que envolvem automação, programação, sensores e atuadores, favorecendo a aprendizagem ativa e a construção de significados. O objetivo geral foi analisar como a robótica educacional pode contribuir para a compreensão de conceitos físicos, explorando a interação entre automação e princípios da Física, considerando seu potencial para apoiar o entendimento de temas como movimento, forças, energia e eletricidade em situações-problema. A justificativa do estudo se apoia na necessidade de qualificar práticas pedagógicas que aumentem o engajamento dos estudantes e fortaleçam a aprendizagem conceitual, oferecendo caminhos metodológicos mais investigativos e conectados às linguagens tecnológicas contemporâneas, sem reduzir a robótica a um uso meramente instrumental. A metodologia adotada foi a pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa, baseada no levantamento e análise crítica de produções acadêmicas sobre robótica educacional, automação e ensino de Física, organizando os achados por categorias temáticas relacionadas a estratégias didáticas e condições de implementação. Conclui-se que a robótica, quando utilizada com intencionalidade pedagógica, pode favorecer a compreensão de conceitos físicos ao articular teoria e prática, estimulando protagonismo, experimentação e argumentação, embora sua efetividade dependa de fatores como planejamento docente, formação, infraestrutura, tempo pedagógico e formas de avaliação que valorizem o processo de aprendizagem.

1

Palavras-chave: Robótica Educacional. Ensino de Física. Automação.

¹ Professora da rede pública (com experiência também no setor privado), licenciada em Matemática (UFMA) e em Ciências com habilitação em Física (UEMA), com especialização em Metodologia da Matemática e formações em robótica educacional. Atuação no IEMA como professora de Física e Robótica; mestrandona Educação (UAA) e no MNPEF (IFMA), com pesquisa sobre robótica no ensino de Física.

ABSTRACT: This study addresses the integration of robotics into the teaching of physical concepts as a way to bring Physics closer to everyday school life, making content that is often abstract more concrete through activities involving automation, programming, sensors, and actuators, thereby fostering active learning and the construction of meaning. The general objective was to analyze how educational robotics can contribute to the understanding of physical concepts by exploring the interaction between automation and the principles of Physics, considering its potential to support the comprehension of topics such as motion, forces, energy, and electricity through problem-based situations. The study is justified by the need to improve pedagogical practices that increase student engagement and strengthen conceptual learning, offering more investigative methodological paths connected to contemporary technological languages, without reducing robotics to a merely instrumental use. The methodology adopted was bibliographic research with a qualitative approach, based on the survey and critical analysis of academic publications on educational robotics, automation, and Physics teaching, organizing the findings into thematic categories related to didactic strategies and implementation conditions. It is concluded that robotics, when used with pedagogical intentionality, can enhance the understanding of physical concepts by linking theory and practice and encouraging student protagonism, experimentation, and argumentation, although its effectiveness depends on factors such as teaching planning, training, infrastructure, instructional time, and assessment approaches that value the learning process.

Keywords: Educational robotics. Physics teaching. Automation.

2

RESUMEN: Este estudio aborda la integración de la robótica en la enseñanza de conceptos físicos como una posibilidad de acercar la Física a la vida cotidiana escolar, haciendo que contenidos a menudo abstractos sean más concretos mediante actividades que implican automatización, programación, sensores y actuadores, favoreciendo el aprendizaje activo y la construcción de significados. El objetivo general fue analizar cómo la robótica educativa puede contribuir a la comprensión de conceptos físicos, explorando la interacción entre la automatización y los principios de la Física, considerando su potencial para apoyar el entendimiento de temas como movimiento, fuerzas, energía y electricidad en situaciones problema. La justificación del estudio se basa en la necesidad de cualificar prácticas pedagógicas que aumenten el compromiso del estudiantado y fortalezcan el aprendizaje conceptual, ofreciendo caminos metodológicos más investigativos y conectados con los lenguajes tecnológicos contemporáneos, sin reducir la robótica a un uso meramente instrumental. La metodología adoptada fue la investigación bibliográfica, con enfoque cualitativo, basada en el levantamiento y análisis crítico de producciones académicas sobre robótica educativa, automatización y enseñanza de Física, organizando los hallazgos por categorías temáticas relacionadas con estrategias didácticas y condiciones de implementación. Se concluye que la robótica, cuando se utiliza con intencionalidad pedagógica, puede favorecer la comprensión de conceptos físicos al articular teoría y práctica, estimulando el protagonismo, la experimentación y la argumentación, aunque su efectividad depende de factores como la planificación docente, la formación, la infraestructura, el tiempo pedagógico y formas de evaluación que valoren el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Robótica educativa. Enseñanza de Física. Automatización.

INTRODUÇÃO

A integração da robótica no ensino de conceitos físicos tem ganhado espaço no cenário educacional por dialogar com a cultura digital vivida pelos estudantes e por possibilitar que conteúdos tradicionalmente abstratos se tornem mais concretos, investigáveis e significativos no cotidiano escolar. Ao trabalhar com automação, sensores, atuadores e programação, a escola cria oportunidades para que a Física deixe de ser percebida apenas como fórmulas e passe a ser vivenciada como explicação de fenômenos, permitindo que o estudante observe, teste hipóteses, ajuste variáveis e compreenda relações entre movimento, forças, energia e eletricidade a partir de situações reais e desafiadoras. Nesse contexto, o tema deste estudo se justifica pela necessidade de fortalecer práticas pedagógicas que aproximem teoria e prática, aumentem o engajamento dos estudantes e ofereçam caminhos metodológicos viáveis para professores que buscam inovar com intencionalidade, sem transformar a tecnologia em um fim em si mesma.

Dante desse cenário, o objetivo geral deste estudo é analisar como a integração da robótica no ensino pode contribuir para a compreensão de conceitos físicos, explorando a interação entre automação e princípios da Física. Como objetivos específicos, busca-se identificar quais conceitos físicos podem ser trabalhados de forma mais efetiva por meio da robótica educacional, descrever estratégias didáticas que articulem robótica e aprendizagem conceitual e discutir possibilidades, limites e desafios para sua implementação no contexto escolar. A partir desses objetivos, define-se como problema de pesquisa a seguinte questão: De que forma a integração da robótica educacional no ensino de Física pode contribuir para a compreensão de conceitos físicos pelos estudantes, ao articular atividades de automação com princípios como força, movimento, energia e eletricidade, e quais desafios e possibilidades essa prática apresenta no contexto escolar? 3

Metodologicamente, este estudo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa, baseada no levantamento, seleção e análise crítica de produções acadêmicas relacionadas à robótica educacional, automação e ensino de Física. Foram utilizados descritores que articulam os eixos do tema e realizadas buscas em bases e repositórios acadêmicos, com critérios de inclusão e exclusão definidos para assegurar coerência e rigor na composição do corpus. A análise dos materiais foi realizada de forma interpretativa, organizando os achados por categorias temáticas, de modo a sustentar uma compreensão consistente sobre como a robótica pode qualificar o ensino de conceitos físicos e quais condições são necessárias para que essa integração ocorra com continuidade e sentido pedagógico.

MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma abordagem qualitativa, com delineamento de pesquisa bibliográfica, por compreender que, quando o objetivo é mapear debates, identificar tendências e analisar contribuições teóricas e relatos de experiências já publicados, a revisão de literatura oferece um caminho consistente para fundamentar a discussão e construir um quadro interpretativo do tema (Gil, 2008). A escolha por esse tipo de investigação se justifica porque a integração da robótica no ensino de conceitos físicos envolve diferentes dimensões (didática, currículo, automação, recursos e formação docente), e essas dimensões têm sido amplamente discutidas em produções acadêmicas, permitindo uma análise crítica a partir do que já foi construído no campo (Lakatos & Marconi, 2017).

A busca e seleção dos materiais seguiu etapas organizadas, iniciando pela definição de descritores, estruturados de modo a contemplar os eixos centrais do estudo. Foram utilizados descritores como “robótica educacional”, “robótica educativa”, “Arduino”, “automação”, “sensores e atuadores”, “ensino de Física”, “conceitos físicos”, “metodologias ativas”, “sequência didática”, “aprendizagem” e “formação docente”, combinados com operadores booleanos (AND, OR) para ampliar e refinar os resultados, conforme recomendações metodológicas para levantamento sistemático de literatura (Gil, 2008). Em seguida, as buscas foram realizadas em plataformas reconhecidas pela comunidade científica, incluindo Google Scholar, SciELO, Portal de Periódicos CAPES, além de anais de eventos acadêmicos e repositórios institucionais, por reunirem produções avaliadas e relevantes para pesquisas em educação e tecnologias, favorecendo maior confiabilidade do corpus (Lakatos & Marconi, 2017).

Os critérios de inclusão adotados consideraram: (1) textos que abordassem robótica como estratégia pedagógica, articulando ensino e aprendizagem; (2) estudos que descrevessem práticas, experiências ou discussões curriculares relacionadas à automação, programação e uso de robótica em contexto escolar; (3) produções com objetivo explicitado, metodologia descrita e resultados ou reflexões consistentes; e (4) materiais que contribuissem diretamente para compreender a robótica como ponte entre teoria e prática no trabalho com conceitos científicos. Já os critérios de exclusão envolveram: (1) materiais meramente técnicos, tutoriais ou publicações sem caráter acadêmico; (2) textos duplicados em diferentes bases; (3) produções sem contextualização mínima do estudo (ausência de objetivo, percurso ou discussão); e (4) trabalhos que mencionassem robótica de forma superficial, sem relação com processos didáticos ou conceituais. A adoção de critérios claros de seleção é fundamental para garantir rigor,

delimitação e coerência entre objetivo, corpus e análise, evitando escolhas arbitrárias ou pouco justificadas (Severino, 2016).

Após a seleção final, os textos foram organizados por categorias temáticas (fundamentos da robótica educacional, integração curricular, estratégias didáticas e desafios de implementação) e analisados de forma interpretativa, buscando convergências, lacunas e contribuições relevantes para responder ao problema da pesquisa. A análise bibliográfica, nesse sentido, não se limitou à descrição das obras, mas visou produzir uma síntese crítica, capaz de sustentar a compreensão do tema e orientar discussões fundamentadas (Severino, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensinar Física na Educação Básica é, muitas vezes, conduzir os estudantes por um território em que a linguagem parece difícil antes mesmo de o sentido aparecer. A aula começa com símbolos, unidades, gráficos e fórmulas, e o aluno ainda nem teve tempo de perceber o fenômeno que está por trás de tudo aquilo. Quando isso acontece, a Física pode ser sentida como algo distante, quase como se fosse uma língua estrangeira, e não como uma forma de ler o mundo. De acordo com Lima, Becker e Heidemann (2024), no cenário pós-pandêmico a importância de aprender conceitos científicos permanece central, mas o ensino precisa disputar atenção, reconstruir vínculos e acolher fragilidades que se intensificaram no período.

De acordo com o autor, o abstracionismo se torna um problema quando a explicação vem antes da experiência, ou quando o conteúdo é apresentado como algo que “precisa ser aceito” para depois ser entendido. O estudante até aprende a repetir termos e a seguir procedimentos, mas não constrói imagens mentais, relações e significados. Isso cria uma aprendizagem frágil, que se mantém apenas enquanto o exercício é parecido com o exemplo do professor. Conforme Souza e da Cruz Silva (2024), ao observar a aprendizagem de conceitos científicos em propostas estruturadas, torna-se evidente que a compreensão exige um percurso de construção, e não apenas exposição rápida do conteúdo.

Há ainda um peso emocional que costuma ser ignorado: a ideia de que Física é “difícil por natureza” e que somente alguns conseguem aprender. Quando essa crença se instala, o estudante entra em sala já com uma postura de defesa, esperando errar, evitando perguntas, preferindo o silêncio para não se expor. E, no fim, a desmotivação não vem apenas do conteúdo, mas do modo como a escola organiza a experiência de aprender, especialmente quando valoriza mais o acerto imediato do que o processo. De acordo com Lima et al. (2024), a defesa da

aprendizagem conceitual também envolve reconhecer que ensinar Física hoje exige lidar com novas condições de engajamento, sentido e permanência na escola.

Em muitas realidades, o professor enfrenta o desafio de ensinar em condições que limitam o acesso a experiências concretas. Mesmo quando há vontade de fazer diferente, faltam recursos, falta tempo, falta espaço adequado, e a rotina acaba empurrando para um modelo centrado em exposição e lista de exercícios. O problema é que, sem vivência do fenômeno, o estudante não consegue “ancorar” o conceito em algo palpável, e o conteúdo vira um conjunto de regras sem vida. Melo (2025) destaca que estratégias investigativas de experimentação favorecem a aprendizagem significativa justamente por criarem oportunidades de observar, testar e reorganizar ideias, o que tende a reduzir a distância entre teoria e realidade.

No contexto do Novo Ensino Médio e, especialmente, em escolas do campo, os desafios ganham camadas que não podem ser tratadas como detalhe. A forma de organização curricular, a distribuição de carga horária, as condições materiais e o reconhecimento do território interferem diretamente no modo como o professor consegue planejar e aplicar práticas pedagógicas. Quando essas especificidades não são consideradas, corre-se o risco de propor um ensino “padrão”, desconectado da vida dos estudantes e das condições reais de trabalho docente. Andrade e Paz (2024) discutem que o ensino de Física na Educação do Campo precisa dialogar com o contexto e com os sentidos do território, para que o conteúdo não seja apenas imposto, mas apropriado.

Outro ponto que sustenta lacunas conceituais é o modo como alguns conteúdos são trabalhados de forma fragmentada, como se cada unidade fosse independente. O estudante aprende movimento em um momento, energia em outro, eletricidade em outro, mas sem perceber que a Física é uma rede de relações que se conectam. Quando o conhecimento chega em pedaços isolados, a aprendizagem até pode ocorrer para a prova, porém não se consolida como compreensão integrada. De acordo com Souza e da Cruz Silva (2024), a construção de conceitos científicos se fortalece quando a sequência didática respeita progressão, retomadas e articulações, permitindo que o estudante reestruture suas ideias ao longo do percurso.

Também é comum que muitos estudantes cheguem aos anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio com dificuldades em leitura e interpretação de enunciados, o que impacta diretamente a resolução de problemas em Física. Nesse cenário, não basta “explicar melhor a fórmula”, porque a barreira muitas vezes está na compreensão do que se está perguntando, no reconhecimento do fenômeno descrito e na capacidade de decidir quais

informações importam. E, quando isso não é trabalhado, a Física vira sinônimo de frustração. Lima et al. (2024) ressaltam que aprender conceitos científicos continua sendo fundamental para formar autonomia intelectual, mas isso exige intencionalidade pedagógica para reconstruir condições de aprendizagem mais sólidas.

Aprender Física de forma significativa é quando o estudante percebe que o conceito não é um detalhe escolar, mas uma ferramenta para interpretar situações reais. Ele começa a entender que o mundo tem regularidades, relações e padrões, e que a ciência oferece formas de explicar o que acontece ao redor. Nesse tipo de aprendizagem, a fórmula deixa de ser o “fim” e passa a ser uma linguagem de síntese, usada depois que o sentido foi construído. De acordo com Lima et al. (2024), defender a aprendizagem conceitual é defender também a formação de sujeitos capazes de compreender fenômenos e tomar decisões mais conscientes em um mundo atravessado por tecnologia e informação.

A relação entre teoria e prática é o coração desse processo, porque a teoria responde a uma necessidade de explicar algo observado. Quando o estudante mede, compara resultados, identifica padrões e tenta justificar o que viu, ele cria um motivo real para aprender. A teoria passa a ter função: explicar o mundo. Se a aula inverte essa lógica e começa pela teoria como “conteúdo a decorar”, o estudante pode até repetir, mas não se apropria. Melo (2025) enfatiza que a experimentação com estratégia investigativa favorece a aprendizagem significativa justamente por colocar o aluno diante de problemas e evidências, estimulando a construção de explicações em vez de simples confirmação.

Comece o texto sem citação: no cotidiano escolar, uma das maiores diferenças entre “aprender” e “entender” está na capacidade de o estudante usar o conceito fora do exercício padrão. Quando ele consegue prever o que acontece se aumentar a massa, se reduzir o atrito, se alterar a tensão, isso indica compreensão. Quando ele apenas substitui valores sem saber o que significa, indica fragilidade conceitual. De acordo com Souza e da Cruz Silva (2024), propostas que organizam o ensino em sequências com sentido, conectando conceitos e promovendo retomadas, tendem a fortalecer essa compreensão transferível para novas situações.

O cotidiano entra como cenário legítimo de aprendizagem quando é usado para gerar perguntas e não apenas para “ilustrar” o conteúdo. Um exemplo simples: falar sobre aquecimento, sensação térmica, conservação de calor e funcionamento de aparelhos domésticos pode abrir portas para discutir termodinâmica com mais sentido. O estudante se sente dentro do tema, porque reconhece situações, e a curiosidade aparece com mais naturalidade. Conforme

Souza e da Cruz Silva (2024), ao abordar conceitos científicos com estruturas didáticas que favorecem relações e significados, torna-se possível ampliar a compreensão e reduzir o risco de memorização vazia.

Além disso, o conceito científico é também uma linguagem social: ele se constrói quando o estudante fala, explica, argumenta, registra e negocia sentidos com colegas e professor. Em Física, isso é essencial, porque muitos alunos entendem “mais ou menos” mas não conseguem expressar, e a expressão é parte da aprendizagem. Quando o professor abre espaço para diálogo, o aluno se escuta pensando, identifica contradições e aprende a sustentar uma explicação com base em evidências. De acordo com Lima et al. (2024), no mundo pós-pandêmico, reconstruir espaços de aprendizagem conceitual implica também fortalecer práticas de diálogo, escuta e participação para que a ciência volte a fazer sentido na vida escolar.

A avaliação, nesse ponto, precisa estar alinhada ao que se diz valorizar. Se a escola afirma buscar compreensão, mas avalia apenas rapidez e acerto mecânico, o estudante aprende a decorar. Se avalia explicações, interpretações, justificativas e uso do conceito em contextos variados, estimula aprendizagem mais profunda. A forma de avaliar comunica ao estudante o que realmente importa, e isso molda sua postura em sala. Melo (2025) indica que práticas investigativas e experimentais pedem também formas de acompanhamento que considerem processo, registro e argumentação, para que a aprendizagem significativa não seja apenas discurso.

Outro aspecto importante é que aprender conceitos físicos ajuda o estudante a lidar com tecnologia de forma menos passiva. Em vez de aceitar a automação como algo misterioso, ele aprende a perceber princípios: energia transformada, movimento controlado, sinais convertidos em ação, sistemas com variáveis e limites. Assim, aprender Física é também aprender a pensar criticamente sobre o mundo tecnológico. De acordo com Lima et al. (2024), manter a centralidade dos conceitos científicos é fundamental para formar sujeitos capazes de compreender e participar do mundo contemporâneo com mais autonomia.

Metodologias ativas, no ensino de Física, significam reorganizar a aula para que o estudante participe do processo de construir explicações. Ele deixa de ser apenas alguém que recebe o conteúdo e passa a ser alguém que investiga, testa, argumenta e aplica. Isso não elimina o papel do professor, ao contrário, exige ainda mais mediação, planejamento e intencionalidade. De acordo com Araújo Cavalcante e Ripardo de Alexandria (2025), ambientes investigativos

aliados a simulações virtuais podem fortalecer a aprendizagem em mecânica newtoniana, especialmente quando a proposta é estruturada de modo a favorecer investigação e reflexão.

Em eletromagnetismo, a experimentação é ainda mais importante, já que muitos fenômenos são percebidos por efeitos indiretos. Montar experiências com bússola e ímã, observar influência de corrente em uma bobina, identificar relações entre distância e intensidade percebida são formas de tornar o invisível observável. Nesses momentos, o estudante aprende a confiar no raciocínio científico: observar, registrar, comparar e explicar. Cunha e Spohr (2024) relatam que práticas experimentais em eletromagnetismo contribuem para a compreensão dos fenômenos e fortalecem repertório pedagógico, especialmente em contextos de formação docente e reflexão metodológica.

As simulações virtuais entram como recurso que amplia possibilidades, especialmente quando há limites de tempo, material ou segurança. Em mecânica, por exemplo, simulações permitem manipular variáveis rapidamente, visualizar vetores, trajetórias, forças e movimentos de forma mais clara. O risco é usar a simulação como “passatempo”, sem investigação, mas, quando bem mediada, ela se torna ferramenta poderosa para explorar relações e sustentar explicações. De acordo com Araújo Cavalcante e Ripardo de Alexandria (2025), o uso de simulações em ambiente investigativo pode gerar ganhos na aprendizagem, desde que o estudante seja conduzido a testar hipóteses, analisar resultados e discutir conclusões.

Metodologias ativas também incluem aprendizagem baseada em problemas e projetos, nas quais o estudante enfrenta um desafio que exige decisões e justificativas. Em vez de fazer exercícios repetidos, ele precisa interpretar situações, planejar ações e avaliar resultados. A Física ganha sentido porque se torna instrumento para resolver algo concreto, e o aluno percebe que o conhecimento não é enfeite, é ferramenta. Em experiências com metodologias ativas envolvendo situações reais e materiais simples, observa-se potencial para fortalecer a aprendizagem de conceitos científicos e aumentar o engajamento dos estudantes. Mininel et al. (2024) apresentam uma proposta de metodologia ativa com plantio em garrafas PET que evidencia como a aprendizagem de conceitos pode ser favorecida quando o estudante participaativamente do processo.

A robótica educacional tem se consolidado como um caminho pedagógico que aproxima o aprender do fazer, colocando o estudante diante de desafios que exigem planejamento, teste, correção e reflexão. Em vez de a tecnologia aparecer como “enfeite” ou atração pontual, ela entra como linguagem de aprendizagem, capaz de transformar conceitos em experiências concretas,

especialmente quando o ensino valoriza processos e não apenas respostas prontas. Araújo Santos et al. (2025) mostram que a integração de um robô teleguiado pode produzir desdobramentos importantes nos processos de ensino e aprendizagem, justamente por tornar a participação mais ativa e favorecer a compreensão por meio da interação.

De acordo com Araújo Santos et al. (2025), um dos ganhos mais evidentes da robótica educacional está no modo como ela reorganiza a dinâmica da aula: o estudante deixa de ocupar um lugar de espectador e passa a assumir um papel de construtor de soluções. Nesse movimento, habilidades como colaboração, persistência, escuta e tomada de decisão aparecem de forma natural, porque o robô “responde” à qualidade da ideia e do ajuste. Quando a atividade é bem mediada, o estudante percebe que o erro não é fracasso, mas dado do processo, e que aprender envolve refazer, testar e compreender o que mudou.

Ao iniciar o trabalho com robótica na escola, é essencial compreender seus fundamentos sem transformar a aula em um curso técnico desconectado do currículo. A robótica educacional pode ser vista como um ecossistema de componentes (sensores, atuadores, controladores e estruturas), organizado por uma lógica de funcionamento que envolve entrada, processamento e saída. Em outras palavras, o robô percebe o ambiente, toma uma decisão (por programação) e executa uma ação. Falcão et al. (2025) relatam experiências com Arduino Uno R3 em componente curricular eletiva e evidenciam como essa arquitetura simples, quando bem explorada, cria oportunidades ricas para aprendizagem e autoria.

De acordo com Falcão et al. (2025), o Arduino Uno R3 aparece como ferramenta potente por permitir que estudantes e professores visualizem, de maneira acessível, como um sistema automatizado se organiza. O estudante identifica que um sensor capta um sinal, que o microcontrolador interpreta esse sinal com base em uma lógica programada e que um atuador realiza uma ação, como acender um LED, girar um motor ou emitir som. Essa percepção é formativa, porque ajuda a desfazer a ideia de que a tecnologia é “mágica” e a substitui pela compreensão de que todo sistema automatizado opera a partir de princípios e decisões.

De acordo com Cavalcante e Lopes (2025), quando a robótica é integrada como eletiva curricular no Ensino Fundamental, ela pode se transformar em espaço privilegiado de experimentação pedagógica. O formato eletivo abre margem para projetos, para percursos de aprendizagem e para avaliação por processos, o que combina com a natureza investigativa da robótica. Ao mesmo tempo, a eletiva não deve ser vista como “ilha”, mas como oportunidade

de produzir aprendizagens transferíveis para outras áreas, especialmente quando o professor explicita vínculos com conteúdos e competências do currículo.

É importante reconhecer que o potencial pedagógico da robótica se expande quando o foco está em aprender conceitos e não apenas em montar dispositivos. Um estudante pode montar um robô e ainda assim não compreender o que aconteceu ali em termos de lógica, movimento, energia ou eletricidade. Por isso, a mediação docente é decisiva: é ela que transforma montagem em aprendizagem, e atividade em compreensão. Silva (2024) discute a robótica educacional como recurso pedagógico para estudantes com dificuldade de aprendizagem, evidenciando que a tecnologia pode favorecer acesso ao conhecimento quando o percurso é planejado para apoiar diferentes ritmos e formas de compreensão.

De acordo com Garcez et al. (2025), a formação docente em robótica educacional precisa ir além do “como montar” e incluir o “como ensinar com”, ajudando o professor a transformar recursos em experiências de aprendizagem. Quando o docente comprehende o propósito pedagógico, ele consegue planejar atividades alinhadas ao currículo, mediar grupos, propor perguntas de investigação e avaliar processos. Esse movimento fortalece a autonomia do professor e evita que a robótica se torne apenas evento isolado, desconectado da continuidade pedagógica.

11

Assim, os fundamentos da robótica educacional, quando bem compreendidos, sustentam um ensino mais vivo, no qual aprender envolve experimentar, explicar e reconstruir. Ao integrar componentes, lógica de automação e mediação pedagógica, a escola cria condições para que a robótica seja mais do que uma novidade: ela se torna um caminho para aprender com sentido, com autoria e com participação real. Araújo Santos et al. (2025) reforçam que a integração de robôs em processos educativos pode gerar desdobramentos significativos quando a prática é planejada e orientada para aprendizagem.

O uso de atuadores, por sua vez, favorece a aprendizagem ao tornar visível a consequência de uma decisão. Um motor que gira mais rápido, um servo que muda de ângulo, um buzzer que emite sinal sonoro: tudo isso funciona como feedback imediato. O estudante vê o efeito e compara com o objetivo. Se não deu certo, ele precisa revisar. Essa dinâmica é muito próxima do método científico: hipótese, teste, observação, ajuste. Araújo Santos et al. (2025) reforçam que a integração de robótica em processos de aprendizagem pode desencadear desdobramentos significativos quando o estudante se envolve em ciclos de tentativa e revisão.

A automação também tem um valor pedagógico forte quando se pensa em inclusão. Muitos estudantes com dificuldade de aprendizagem se beneficiam de tarefas que oferecem feedback rápido e possibilidade de aprender pelo fazer. Porém, inclusão não acontece automaticamente; ela depende de organização do trabalho, linguagem acessível e divisão de tarefas que valorize todos. Silva (2024) argumenta que a robótica pode atuar como recurso pedagógico para esses estudantes quando as atividades são planejadas para permitir participação real e construção progressiva, sem transformar a dificuldade em rótulo que exclui.

Um ponto essencial na automação é a ideia de controle: definir limites, parâmetros e respostas. Em termos pedagógicos, isso permite discutir “o que acontece se”, trabalhando com variação de condições e previsões. O estudante aprende que, se o limiar do sensor mudar, o comportamento muda; se o tempo de resposta aumentar, o robô reage diferente; se a velocidade do motor variar, a trajetória muda. Falcão et al. (2025) evidenciam que essas discussões emergem naturalmente em atividades com Arduino, porque o protótipo se torna um laboratório onde conceitos são testados em tempo real.

De acordo com Garcez et al. (2025), uma formação efetiva considera o contexto real da escola, ajuda o professor a lidar com limitações e incentiva estratégias viáveis de mediação. Isso é crucial, porque a automação pode virar frustração se a aula se limitar a “seguir tutorial” sem compreensão. Quando o professor domina a lógica do ciclo entrada-processamento-saída, ele consegue transformar qualquer protótipo em oportunidade de aprendizagem, fazendo o estudante explicar, justificar e relacionar ações com princípios.

Assim, automação, sensores e atuadores não são apenas “peças” da robótica; são conceitos em ação. Quando integrados a uma proposta pedagógica intencional, eles se tornam caminho para desenvolver raciocínio lógico, compreensão de variáveis, capacidade investigativa e autonomia. Falcão et al. (2025) reforçam que experiências em eletivas com Arduino evidenciam aprendizagens significativas quando o foco está no processo e na compreensão do sistema, e não apenas no produto final.

De acordo com Cavalcante e Lopes (2025), o formato de eletiva favorece a criação de uma cultura de aprendizagem por investigação, em que o estudante participa de etapas de concepção, montagem, programação e avaliação do protótipo. Esse tipo de percurso amplia o sentido pedagógico da robótica, porque o estudante aprende a planejar e a justificar escolhas, e não apenas a reproduzir modelos. Ao mesmo tempo, os autores mostram que a implementação

também exige organização: definição de recursos, planejamento de aulas, critérios avaliativos e articulação com a proposta pedagógica da escola.

A experiência relatada por Falcão et al. (2025) com Arduino em componente eletivo também reforça que a robótica no currículo pode se tornar um espaço potente de aprendizagem quando há intencionalidade e acompanhamento. O estudante aprende a lidar com problemas reais, a dividir tarefas, a registrar processos e a apresentar resultados. Essa dimensão de comunicação é fundamental, porque aprender ciência e tecnologia também envolve saber explicar o que foi feito e por quê, construindo argumentação e clareza conceitual.

Um desafio importante, contudo, é garantir que a robótica não reforce desigualdades dentro da sala. Em muitos grupos, estudantes com maior familiaridade tecnológica assumem o controle da programação e os demais ficam como espectadores. Isso precisa ser enfrentado pela mediação docente, por distribuição de papéis e por planejamento de etapas que exijam participação de todos. Silva (2024) alerta, em sua discussão sobre robótica como recurso para estudantes com dificuldade de aprendizagem, que a inclusão depende de escolhas pedagógicas que garantam acesso e participação real, valorizando o processo e reconhecendo diferentes formas de aprender.

De acordo com Silva (2024), práticas inclusivas em robótica envolvem linguagem acessível, tempo para repetição e retomada, e atividades que reduzam ansiedade e medo de errar. Quando o professor cria uma cultura de apoio, o estudante com dificuldade se arrisca mais e aprende mais. Essa cultura é construída por pequenas ações: elogiar o esforço, valorizar perguntas, registrar avanços, permitir que o estudante explique com suas palavras e reorganize o pensamento a partir do feedback do protótipo.

Outro ponto central é a formação docente, pois a robótica exige que o professor se sinta minimamente seguro para planejar, mediar e avaliar. Não se trata de transformar o professor em programador profissional, mas de apoiá-lo a compreender princípios e possibilidades didáticas. Garcez et al. (2025) relatam a construção de um curso em EaD para professores e indicam que esse tipo de formação pode contribuir para a implementação ao oferecer suporte, exemplos e espaço de troca, fortalecendo a confiança docente no uso pedagógico da robótica.

A robótica também pode ser integrada por meio de projetos interdisciplinares, ampliando o sentido do currículo. Ao construir um protótipo que simula um semáforo, por exemplo, é possível discutir segurança no trânsito, tomada de decisão, tempo de resposta, consumo energético e lógica de controle. Em propostas de robótica aplicada a outras áreas, como

Química, observa-se que a tecnologia pode favorecer aprendizagem ao criar situações concretas para observar variáveis e resultados. Melo et al. (2024) mostram que a robótica educacional no ensino de Química abre caminhos para experimentação e investigação, reforçando a ideia de que a robótica pode articular conteúdos de maneira mais significativa.

De acordo com Melo et al. (2024), quando a robótica entra como estratégia didática, ela pode ampliar o engajamento e favorecer a compreensão de processos, desde que o professor estabeleça relações claras entre o protótipo e os conceitos trabalhados. Esse cuidado também vale para a Física: o robô deve ser meio para discutir movimento, força, energia, eletricidade e controle, e não apenas produto final. Quando a robótica é planejada a partir de objetivos conceituais, ela se torna linguagem pedagógica e promove aprendizagens mais estáveis.

Outro desafio recorrente é a infraestrutura: número de kits, manutenção, conectividade, espaço físico e tempo pedagógico. Muitas escolas iniciam projetos com entusiasmo, mas enfrentam dificuldades de continuidade por falta de planejamento institucional. Nesse sentido, integrar robótica ao currículo exige visão de gestão: garantir materiais, organizar cronograma, formar docentes e criar estratégias para uso compartilhado. Cavalcante e Lopes (2025) mostram, em seu relato, que a implementação como eletiva envolve organizar prática docente e recursos para sustentar o percurso formativo dos estudantes.

14

Por fim, integrar robótica ao currículo é apostar em um ensino que valoriza autoria, investigação e participação. É oferecer ao estudante a possibilidade de aprender conceitos científicos e tecnológicos como experiências vividas, e não como conteúdos distantes. Quando a escola organiza condições, forma professores e desenha atividades com intencionalidade, a robótica educacional pode se tornar uma ponte potente para aprendizagens mais profundas, inclusivas e conectadas à realidade contemporânea. Falcão et al. (2025) reforçam que experiências com Arduino em eletivas demonstram esse potencial quando o trabalho é planejado como percurso formativo e não como evento isolado.

A integração da robótica no ensino de conceitos físicos fortalece a aprendizagem quando a tecnologia deixa de ser “apenas montagem” e passa a funcionar como ponte entre teoria e prática, colocando o estudante diante de situações-problema que exigem observar, levantar hipóteses, testar e explicar. De acordo com Araújo Santos et al. (2025), a presença de robôs em atividades escolares tende a ampliar a interação e a participação, favorecendo a construção de sentidos para os conteúdos quando o trabalho é mediado com intencionalidade pedagógica. Nesse caminho, estratégias didáticas com robótica podem abordar movimento, forças, energia

e eletricidade por meio de desafios como controlar a velocidade de um carrinho, programar desvios de obstáculos, acionar motores e LEDs, ou ajustar sensores para respostas automáticas, permitindo que os estudantes percebam na prática como variáveis físicas interferem no comportamento do sistema. Conforme Falcão et al. (2025), experiências com Arduino em componentes eletivos evidenciam que o ciclo perceber-decidir-agir ajuda a tornar conceitos abstratos mais concretos, estimulando autonomia e argumentação. Ainda assim, a implementação demanda enfrentar limites reais, como formação docente, infraestrutura e tempo pedagógico, pois a robótica não garante aprendizagem sozinha. Garcez et al. (2025) ressaltam que cursos formativos para professores contribuem quando articulam prática e planejamento, enquanto Cavalcante e Lopes (2025) apontam que a organização curricular e critérios de avaliação por processo são decisivos para sustentar a proposta com continuidade e sentido.

CONCLUSÃO

A conclusão deste estudo reafirma que integrar a robótica ao ensino de conceitos físicos não é apenas adicionar tecnologia à aula, mas reorganizar a experiência de aprender para que a Física ganhe corpo, sentido e presença no cotidiano escolar. Ao longo do percurso, ficou evidente que a robótica pode funcionar como uma ponte potente entre teoria e prática, porque coloca o estudante diante de situações-problema em que é preciso observar, medir, testar, ajustar e explicar, transformando fórmulas e definições em experiências concretas que podem ser vistas no comportamento do protótipo. Nesse caminho, a robótica mostrou capacidade de tornar conteúdos como movimento, forças, energia e eletricidade mais acessíveis, especialmente quando a atividade é planejada para explicitar relações entre variáveis e resultados, evitando que o foco fique apenas na montagem e no “funcionar”.

Também se confirmou que o trabalho com automação e programação amplia oportunidades pedagógicas ao evidenciar o ciclo perceber-decidir-agir, permitindo que o estudante compreenda que sistemas automatizados respondem a condições, limites e parâmetros, algo fundamental para aproximar a Física das tecnologias contemporâneas. Quando vivencia esse processo, o estudante tende a desenvolver autonomia, colaboração, persistência e argumentação, porque aprende que o resultado depende de escolhas, ajustes e justificativas, e não de acertos imediatos. Ainda assim, a implementação da robótica na escola não acontece sem desafios, e este estudo reconhece que infraestrutura, tempo pedagógico,

planejamento e formas de avaliação coerentes são condições que precisam ser tratadas com seriedade para que a proposta tenha continuidade.

Assim, conclui-se que a robótica educacional, quando alinhada a objetivos claros e sustentada por mediação docente, pode contribuir de modo significativo para qualificar o ensino de Física, promovendo aprendizagem mais investigativa, contextualizada e ativa. Mais do que ensinar “sobre robôs”, trata-se de criar condições para que estudantes aprendam Física compreendendo o mundo e participando dele com mais autonomia, curiosidade e capacidade de explicar fenômenos com base em evidências.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marcos Vinícius; PAZ, F. S. O ensino de Física no contexto do Novo Ensino Médio na Educação do Campo. *Revista Vitruvian Cogitationes*, v. 5, n. 1, p. 31-48, 2024.

ARAÚJO CAVALCANTE, Artur; RIPARDO DE ALEXANDRIA, Auzuir. Ambiente investigativo da aprendizagem da ciência aliado às simulações virtuais como metodologias ativas no ensino de Física: um estudo quase-experimental nas aulas de mecânica newtoniana no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 1, 2025.

CUNHA, Fernando Icaro Jorge; SPOHR, Carla Beatriz. Prática experimental em eletromagnetismo e ensino de Física: um relato de experiência no curso de licenciatura em ciências da natureza. *Revista Paidéi@ - Revista Científica de Educação a Distância*, v. 16, n. 29, p. 28-48, 2024. 16

LIMA, Nathan Willig; BECKER, Matheus Henrique Thomas; HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Mas vocês ainda querem ensinar física? Porque aprender conceitos científicos ainda é importante no mundo pós-pandêmico. In: CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda; VEIT, Eliane Angela; OLIVEIRA, Tobias Espinosa de (org.). *Cadernos de pesquisa do programa de pós-graduação em ensino de física da UFRGS*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2024. v. 2, p. 36-57.

MELO, Daniel Pereira. Experimentação no ensino de Física: estratégias investigativas para promover a aprendizagem significativa dos conceitos de Física no primeiro ano do Ensino Médio. 2025.

MININEL, Francisco José et al. Plantio de alface em garrafas PET como metodologia ativa na aprendizagem de conceitos científicos no Ensino Fundamental. *Revista Tópicos*, v. 2, n. 15, p. 1-16, 2024.

SOUZA, Debora Samir Conceição; DA CRUZ SILVA, Boniek Venceslau. UEPS e a termodinâmica (parte II): um olhar na aprendizagem dos conceitos científicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 2, p. 384-405, 2024.

ARAÚJO SANTOS, Roberto et al. Robótica educativa: desdobramentos da integração de um robô teleguiado nos processos de ensino e de aprendizagem. *Revista Ensina@ UFMS*, v. 6, n. 10, p. 380-397, 2025.

CAVALCANTE, Jonas Lima; LOPES, Lucas Evangelista. A integração da robótica educacional como eletiva curricular no Ensino Fundamental: um relato de experiência docente. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, v. 13, n. 19, p. 323-333, 2025.

FALCÃO, Danilo Lima et al. Robótica educacional com Arduino Uno R3: experiências e aprendizagem em um componente curricular eletiva. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 11, p. e19730, 2025.

GARCEZ, Darla ES et al. Um relato de experiência sobre a construção e aplicação de um curso em EaD de robótica educacional para professores. In: *WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*. Anais [...]. [S.l.]: SBC, 2025. p. 938-947.

MELO, Paulo César de et al. Uso da robótica educacional aplicada ao ensino de química. 2024.

SILVA, Maria da Guia Torres da. Robótica educacional como recurso pedagógico para estudantes com dificuldade de aprendizagem. 2024.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2017.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez, 2016.