UMA PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL INOVADOR PARA O ENSINO DE ÓPTICA DA VISÃO: modelagem e experimentação a partir do uso de microcontroladores para a inserção de tecnologias digitais para a Educação Básica no Ensino de Física

Bruno César da Silva Alves [1]

Weslle da Silva Barbosa [2]

Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez [3]

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de pesquisa voltada ao desenvolvimento de um produto educacional para o ensino de Óptica da Visão, fundamentado na modelagem e na experimentação mediadas por microcontroladores como estratégia para o ensino de Física. A proposta surge diante das dificuldades observadas na aprendizagem de conceitos de óptica geométrica, em razão do caráter abstrato e teórico com que esses conteúdos costumam ser abordados na Educação Básica. Nesse contexto, busca-se integrar tecnologias digitais, automação e atividades experimentais investigativas por meio de plataformas como Arduino, sensores ópticos, servomotores e sistemas de aquisição de dados, possibilitando a representação de fenômenos relacionados ao funcionamento do olho humano e aos principais distúrbios da visão, como miopia, hipermetropia e astigmatismo. Além de favorecer a compreensão dos conceitos físicos, a proposta pretende estimular a conscientização sobre a saúde ocular, aproximando os conhecimentos científicos do cotidiano dos estudantes. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa, contemplando a construção de um protótipo de baixo custo e de uma sequência didática investigativa fundamentada em metodologias ativas e aprendizagem significativa. Espera-se que o produto educacional contribua para tornar o ensino de Física mais dinâmico, contextualizado e acessível, favorecendo o desenvolvimento do pensamento científico, tecnológico e investigativo.

Palavras-chave: Óptica da Visão, Microcontrolador, Arduino, Experimentação, Ensino de Física.

[1] Licenciado em Física (2026) pelo Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA-UFPE). E-mail: bruno.csalves@ufpe.br. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9279-8693;

[2] Graduando em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico do Agreste (CAA). E-mail: weslle.barbosa@ufpe.br;

[3] Doutor em Física (2007) pelo Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN), Departamento de Física (DF), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Associado do Núcleo de Formação Docente (NFD) do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA-UFPE), e orientador. E-mail: ernesto.rodriguez@ufpe.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4323-4600.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física na Educação Básica enfrenta desafios relacionados à compreensão de conceitos abstratos e à articulação entre os conhecimentos teóricos e os fenômenos do cotidiano. No ensino de Óptica, conteúdos como refração da luz, formação de imagens e funcionamento do olho humano podem se tornar difíceis de compreender quando abordados predominantemente de forma teórica. Nesse contexto, a experimentação apresenta-se como uma possibilidade de aproximar os estudantes dos fenômenos físicos, favorecendo a observação, a investigação e a construção do conhecimento (Gaspar, 2014; Moreira, 2011).

A Óptica da Visão permite relacionar os princípios físicos ao funcionamento do olho humano e à compreensão de alterações visuais, como miopia, hipermetropia e astigmatismo. A abordagem desses fenômenos pode contribuir para contextualizar o ensino de Física, articulando conhecimentos científicos, tecnológicos e questões relacionadas à saúde ocular. Além disso, a utilização de tecnologias digitais e componentes eletrônicos amplia as possibilidades de elaboração de atividades experimentais interativas e interdisciplinares (Santos; Mortimer, 2002).

Nesse sentido, os microcontroladores, como o Arduino, constituem recursos acessíveis para a construção de dispositivos experimentais que integrem sensores, mecanismos automatizados e programação. Sua utilização no ensino de Física pode favorecer a aproximação entre teoria e prática, possibilitando o desenvolvimento de propostas didáticas voltadas à investigação de fenômenos físicos (Moreira et al., 2018).

Diante dessas possibilidades, este artigo apresenta uma proposta de produto educacional para o ensino de Óptica da Visão, fundamentada na modelagem física e na experimentação mediadas por microcontrolador. Planeja-se integrar uma plataforma como o Arduino, sensores ópticos, servomotores e outros componentes eletrônicos para representar aspectos do funcionamento do olho humano e explorar a formação de imagens e os principais defeitos da visão. A proposta também prevê atividades investigativas que articulem Física, tecnologia e saúde ocular.

Considerando que o produto ainda não foi construído nem aplicado, o trabalho concentra-se em sua concepção e em suas potencialidades educacionais. Assim, busca-se responder à seguinte questão: como a integração entre modelagem física, experimentação e tecnologias digitais mediadas por microcontroladores pode subsidiar a elaboração de

um produto educacional para o ensino de Óptica da Visão na Educação Básica? O objetivo é apresentar essa proposta e discutir suas possíveis contribuições para um ensino de Física mais contextualizado, investigativo e interdisciplinar.

2 PERCURSO METODOLÓGICO DA PROPOSTA

O percurso metodológico da proposta caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, fundamentada em levantamento bibliográfico e na concepção de um produto educacional. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a definição dos procedimentos metodológicos deve estar articulada aos objetivos da pesquisa e às etapas necessárias para seu desenvolvimento. Nesse sentido, o trabalho está organizado em etapas que envolvem a fundamentação teórica, a modelagem conceitual do dispositivo e o planejamento de atividades didáticas.

Inicialmente, será realizado um levantamento bibliográfico sobre o ensino de Óptica Geométrica, o funcionamento do olho humano, os principais defeitos da visão e a utilização de microcontroladores no ensino de Física. Essa etapa deverá subsidiar a definição dos conceitos científicos e dos princípios pedagógicos que orientarão a concepção do produto educacional.

Em seguida, será planejada a modelagem conceitual de um dispositivo experimental capaz de representar aspectos do sistema visual humano e explorar fenômenos relacionados à formação de imagens. Para isso, prevê-se a utilização de uma plataforma como o Arduino, integrada a sensores ópticos, servomotores e outros componentes eletrônicos. A utilização de microcontroladores em atividades experimentais constitui uma possibilidade para aproximar os conteúdos teóricos de situações práticas, favorecendo a exploração de fenômenos físicos por meio de recursos tecnológicos acessíveis (Moreira et al., 2018).

Posteriormente, será elaborada uma proposta de sequência didática investigativa para orientar a utilização do dispositivo em aulas de Física na Educação Básica. As atividades deverão estimular a observação, a formulação de hipóteses, a análise de situações-problema e a discussão dos fenômenos ópticos, articulando os conteúdos científicos às tecnologias digitais e à temática da saúde ocular.

Por fim, prevê-se que as etapas posteriores contemplem a construção do protótipo, sua programação, a realização de testes de funcionamento e a avaliação de suas

possibilidades pedagógicas em contexto educacional. Essas etapas permitirão investigar a viabilidade técnica do dispositivo e suas potenciais contribuições para o ensino de Óptica da Visão. Como ainda não foram executadas, este artigo concentra-se no planejamento e na fundamentação da proposta, apresentando suas possíveis contribuições como resultados esperados, sujeitos à verificação em trabalhos futuros.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

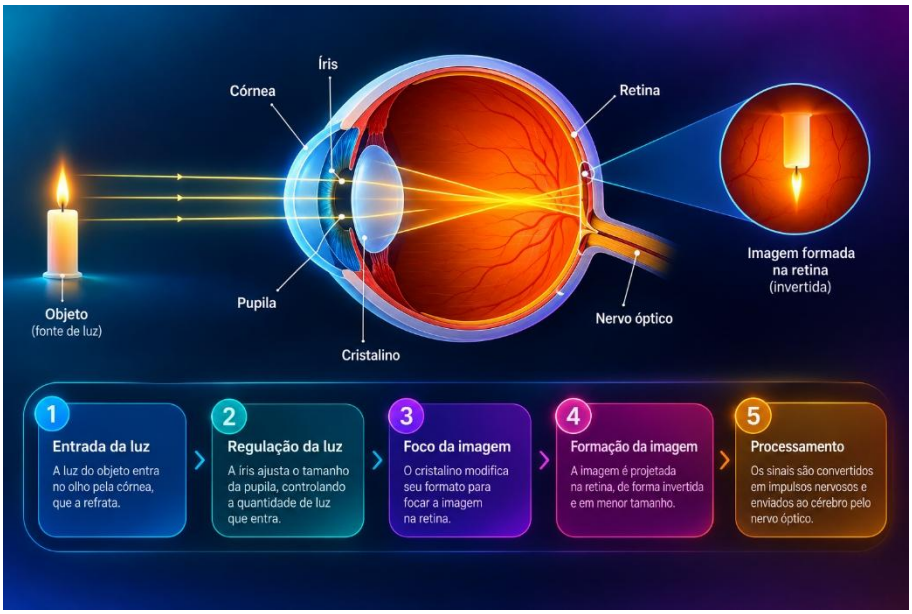
Nesta seção, são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam a proposta de produto educacional voltado ao ensino de Óptica da Visão na Educação Básica. Inicialmente, discute-se a abordagem desse conteúdo no ensino de Física, seguida pela modelagem física do olho humano e dos principais defeitos da visão. Em seguida, são exploradas as possibilidades de utilização de tecnologias digitais e microcontroladores, especialmente o Arduino, como recursos didáticos. Por fim, aborda-se a importância da experimentação investigativa e da interdisciplinaridade no ensino de Ciências, estabelecendo as bases conceituais e pedagógicas para a elaboração do dispositivo experimental proposto.

3.1 O ensino de Óptica da Visão na Educação Básica

O ensino de Física na Educação Básica busca favorecer a compreensão dos fenômenos naturais e relacionar os conceitos científicos ao cotidiano dos estudantes. Contudo, a abordagem baseada apenas em definições, equações e exercícios descontextualizados pode dificultar a aprendizagem. Nesse sentido, situações-problema, experimentos e exemplos cotidianos contribuem para uma aprendizagem mais significativa (Moreira, 2011; Gaspar, 2014).

A Óptica da Visão permite contextualizar conteúdos de Óptica Geométrica, como propagação da luz, refração e formação de imagens por lentes, relacionando-os ao funcionamento do olho humano. A seguir, a Figura 1 apresenta uma representação esquemática do sistema visual humano e da formação da imagem na retina, auxiliando na compreensão desses fenômenos.

Figura 1 – Representação esquemática do olho humano e da formação da imagem na retina



Fonte: Elaborada pelos autores – gerada por IA (2026)

O estudo da visão também possibilita discutir alterações visuais, como miopia, hipermetropia e astigmatismo, relacionando as propriedades das lentes à correção desses problemas. Essa abordagem aproxima a Física da saúde ocular, sem substituir a avaliação e a orientação de profissionais especializados.

Além disso, o tema favorece a interdisciplinaridade entre Física, Biologia, Tecnologia e Saúde. Conforme Santos e Mortimer (2000), a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade contribui para relacionar os conhecimentos científicos às suas aplicações e implicações sociais.

Dessa forma, propõe-se abordar a Óptica da Visão por meio de explicações teóricas, modelagem e experimentação. Nesse contexto, a utilização de um dispositivo didático mediado por microcontrolador pode facilitar a representação de fenômenos ópticos e incentivar a observação, a investigação e a interpretação dos resultados pelos estudantes.

3.2 Modelagem física do olho humano e dos defeitos da visão

A compreensão física da visão envolve a interação da luz com os meios transparentes do olho humano e os mecanismos de formação das imagens. Na Óptica Geométrica, a luz é representada por raios que mudam de direção ao atravessar meios

com diferentes índices de refração. Nesse processo, a córnea e o cristalino contribuem para a convergência da luz, enquanto a retina recebe a imagem formada.

O olho humano pode ser compreendido, de maneira simplificada, como um sistema óptico convergente. A córnea possui papel importante no poder refrativo, enquanto o cristalino ajusta o foco durante a acomodação visual. A formação adequada da imagem depende da relação entre o poder óptico desses componentes e a posição da retina, permitindo explorar conceitos como distância focal, convergência dos raios luminosos e formação de imagens reais (NUSSENZVEIG, 1998).

As principais alterações na formação das imagens podem ser compreendidas por meio da Figura 2, que compara a visão normal, a miopia, a hipermetropia e o astigmatismo. Na miopia, a imagem de objetos distantes tende a se formar antes da retina, sendo geralmente corrigida com lentes divergentes. Na hipermetropia, o foco tende a se localizar atrás da retina, condição que pode ser corrigida com lentes convergentes. Essas representações são modelos introdutórios e não substituem as explicações clínicas dessas condições.

Figura 2 – Representação da visão normal, da miopia, da hipermetropia e do astigmatismo



Fonte: Elaborada pelos autores – gerada por IA (2026)

O astigmatismo está associado a diferenças de curvatura ou de poder refrativo entre os meridianos do sistema óptico ocular, fazendo com que a luz não seja focalizada igualmente em todas as direções. Por isso, sua representação deve evidenciar a formação de focos distintos, evitando interpretá-lo apenas como um deslocamento do foco para a frente ou para trás da retina.

A modelagem desses fenômenos permite transformar conceitos abstratos em representações observáveis. Um dispositivo didático pode utilizar uma fonte luminosa, elementos ópticos e uma superfície que represente a retina, demonstrando como alterações nas propriedades ou nas posições dos componentes modificam a imagem formada.

No produto educacional proposto, esses princípios orientarão a construção de um modelo experimental que integre componentes ópticos e mecanismos automatizados.
É importante destacar que o modelo didático não reproduz integralmente a complexidade anatômica e fisiológica do olho humano. Seu objetivo é evidenciar aspectos físicos específicos, permitindo que os estudantes formulem hipóteses, comparem configurações e relacionem os resultados aos conceitos de Óptica Geométrica. Assim, a compreensão das possibilidades e limitações do modelo também contribui para a aprendizagem científica.

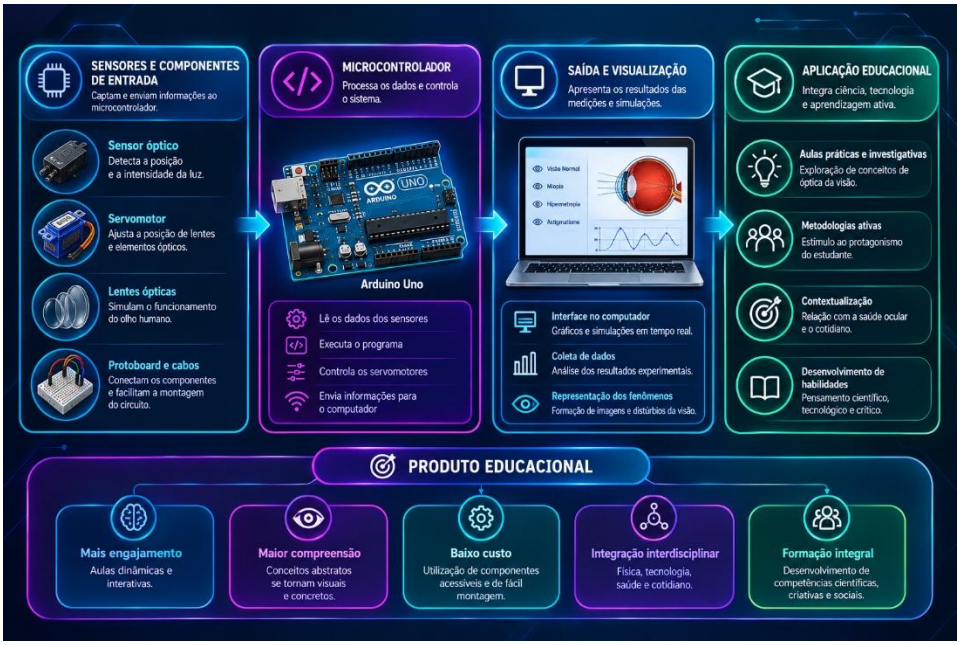
3.3 Tecnologias Digitais e microcontroladores no Ensino de Física

A incorporação de tecnologias digitais ao ensino de Física amplia as possibilidades de observação e investigação dos fenômenos, permitindo controlar componentes, registrar medidas e relacionar modelos teóricos a situações experimentais. Quando associadas a objetivos pedagógicos definidos, essas ferramentas podem favorecer a participação ativa dos estudantes.

Entre esses recursos, destacam-se os microcontroladores, dispositivos programáveis capazes de receber sinais, executar instruções e controlar saídas. O Arduino, por exemplo, é utilizado em projetos com sensores, atuadores e sistemas de aquisição de dados. Moreira et al. (2018), em uma revisão sistemática, discutem as contribuições dessa plataforma para o ensino de Física e o desenvolvimento de atividades experimentais.

No ensino de Óptica da Visão, o microcontrolador poderá coordenar componentes de um sistema experimental, como sensores ópticos para detectar feixes luminosos e servomotores para modificar posições mecânicas. A Figura 3 apresenta um esquema conceitual da integração desses componentes ao sistema proposto.

Figura 3 – Arquitetura conceitual do produto educacional baseado em microcontrolador



Fonte: Elaborada pelos autores – gerada por IA (2026)

A proposta prevê integrar o Arduino a componentes ópticos e eletrônicos para representar o funcionamento do olho humano e investigar alterações na formação de imagens. A seleção dos componentes deverá considerar os objetivos de aprendizagem, a viabilidade técnica, a segurança e o custo de construção.

A programação também poderá articular Física, eletrônica e pensamento computacional, permitindo que os estudantes modifiquem parâmetros, observem respostas e relacionem as instruções ao comportamento do dispositivo. Entretanto, o uso da tecnologia, isoladamente, não garante a aprendizagem: sua contribuição depende das atividades propostas e da mediação docente.

Assim, nesta etapa, o microcontrolador é considerado uma possibilidade de aproximar teoria e experimentação. A integração dos componentes, o funcionamento do sistema e suas contribuições pedagógicas deverão ser verificados posteriormente, por meio de construção, testes e avaliação.

3.4 Experimentação Investigativa e Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências

A experimentação é uma estratégia relevante para o ensino de Ciências quando permite observar fenômenos, formular hipóteses, analisar evidências e construir explicações. Contudo, a atividade prática, por si só, não garante a aprendizagem: é necessário articular os experimentos aos conceitos científicos e à interpretação dos resultados (Gaspar, 2014).

Na abordagem investigativa, os estudantes são incentivados a prever resultados, modificar variáveis, comparar observações e justificar conclusões, em vez de apenas reproduzir procedimentos. Essa organização aproxima as atividades experimentais das práticas de construção do conhecimento científico (Azevedo, 2004).

No ensino de Óptica da Visão, a investigação poderá partir de questões como: o que ocorre quando a distância entre a lente e a superfície de projeção é alterada? Como lentes convergentes e divergentes modificam a trajetória da luz? Como representar, de forma simplificada, a miopia e a hipermetropia? Essas perguntas poderão orientar hipóteses, testes e comparações entre resultados previstos e observados.

A Figura 4 apresenta as etapas previstas para o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa, desde a identificação do problema até a elaboração de explicações com base nos resultados obtidos.

Figura 4 – Etapas de uma atividade experimental investigativa



Fonte: Elaborada pelos autores – gerada por IA (2026)

O produto educacional pretende apoiar esse processo por meio de um dispositivo experimental integrado a uma sequência didática. Os estudantes poderão explorar diferentes configurações ópticas, registrar observações e relacionar os resultados aos conceitos de refração, convergência, divergência e formação de imagens. Nesse percurso, o professor terá papel fundamental na orientação das atividades e na construção de explicações cientificamente fundamentadas.

A proposta também favorece a interdisciplinaridade entre Física, Biologia, eletrônica, programação e Saúde. Enquanto a Física explica a propagação da luz e a formação de imagens, a Biologia contribui para a compreensão do sistema visual, e a tecnologia possibilita o controle do dispositivo. A discussão sobre saúde ocular permite relacionar esses conhecimentos a situações cotidianas.

Essa articulação aproxima ciência, tecnologia e sociedade, relacionando os conhecimentos científicos às suas aplicações e implicações sociais (Santos; Mortimer, 2002). Nesse contexto, poderão ser discutidos o uso de lentes corretivas, a importância do acompanhamento profissional e os limites dos modelos didáticos para representar a visão humana.

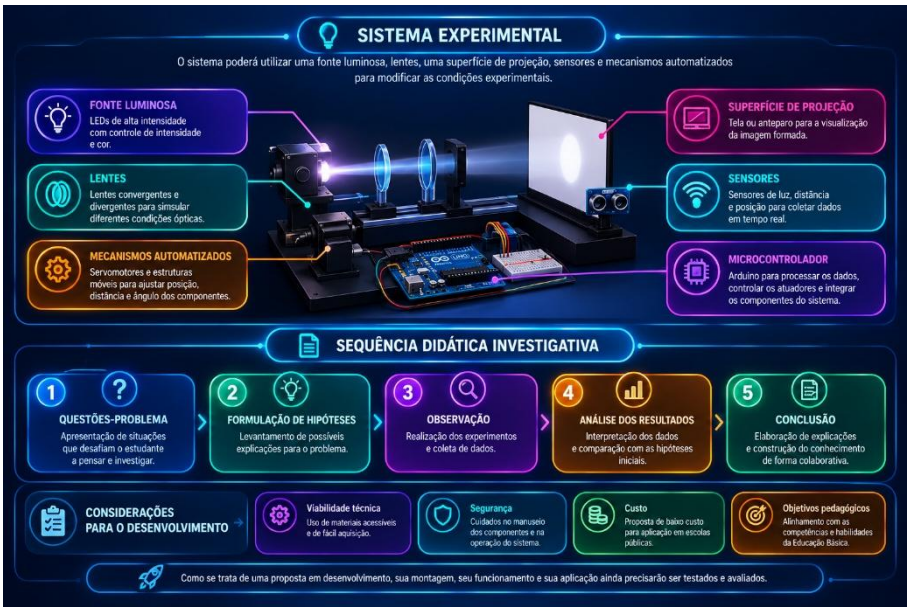
Assim, a experimentação investigativa e a interdisciplinaridade orientam a proposta pedagógica. Espera-se que a futura construção e aplicação do dispositivo favoreçam a participação dos estudantes e a integração dos conhecimentos físicos, biológicos e tecnológicos. Essas contribuições, entretanto, deverão ser verificadas por meio de testes e avaliação em contexto educacional.

4 CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional consiste na proposta de desenvolvimento de um dispositivo didático para o ensino de Óptica da Visão, integrando componentes ópticos, eletrônicos e um microcontrolador, como o Arduino. O objetivo é representar, de maneira simplificada, a formação de imagens no olho humano e investigar alterações relacionadas à miopia e à hipermetropia.

O sistema poderá utilizar uma fonte luminosa, lentes, uma superfície de projeção, sensores e mecanismos automatizados para modificar as condições experimentais. Sua construção será acompanhada de uma sequência didática investigativa, com questões-problema, formulação de hipóteses, observação e análise dos resultados.

Figura 5 – Esquema conceitual do produto educacional proposto



Fonte: Elaborada pelos autores – gerada por IA (2026)

A concepção do dispositivo deverá considerar a viabilidade técnica, a segurança, o custo e os objetivos pedagógicos. Como se trata de uma proposta em desenvolvimento, sua montagem, seu funcionamento e sua aplicação ainda precisarão ser testados e avaliados.

5 RESULTADOS ESPERADOS E POTENCIALIDADES EDUCACIONAIS

Espera-se que o produto educacional favoreça a compreensão de conceitos de Óptica Geométrica por meio da experimentação e da análise de diferentes configurações ópticas. A integração entre Física, Biologia, eletrônica e programação poderá estimular a interdisciplinaridade, o pensamento investigativo e a contextualização dos conhecimentos científicos com a saúde ocular. Contudo, essas contribuições ainda precisam ser verificadas mediante a construção do dispositivo, a aplicação das atividades e a avaliação em contexto educacional.

Adicionalmente, a proposta poderá ampliar o uso de tecnologias digitais no Ensino de Física, tornando os conteúdos mais visuais, interativos e próximos da realidade dos estudantes. Espera-se, ainda, que o recurso contribua para práticas pedagógicas investigativas e contextualizadas, respeitando as possibilidades e limitações do modelo experimental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma proposta de produto educacional voltado ao ensino de Óptica da Visão, articulando conhecimentos físicos, tecnologias digitais e experimentação investigativa. A utilização de microcontroladores poderá favorecer a compreensão dos fenômenos ópticos, aproximando os conceitos teóricos de situações experimentais e contribuindo para um ensino de Física mais contextualizado e participativo.

Como perspectivas futuras, pretende-se construir e testar o protótipo, desenvolver a sequência didática e avaliar suas potencialidades educacionais. Essas etapas permitirão identificar limitações e verificar as contribuições do recurso para a aprendizagem de Óptica, considerando a mediação pedagógica e as necessidades do contexto escolar.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALVES, Francisco Regis Vieira; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da. Contribuições do Arduíno no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 4: ótica, relatividade, física quântica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.