

Título: Aparato Tátil de Baixo Custo para o Ensino Inclusivo de Óptica: Percepções de Futuros Professores

Brenda Colares Conceição

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) – Campus Caraguatatuba, SP, Brasil.

Alex Lino

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) – Campus Caraguatatuba, SP, Brasil.

Resumo: Este trabalho teve como objetivo investigar uma metodologia inclusiva para o ensino de Física voltada a estudantes com e sem deficiência visual, fundamentada no referencial dos direitos humanos e na sua relação com o conceito de inclusão. Considerando o papel da ciência e da alfabetização científica como elementos essenciais para a transformação das práticas pedagógicas, buscou-se evidenciar como tais princípios podem orientar caminhos que promovam o respeito à diversidade. Para isso, desenvolveu-se um aparato experimental de baixo custo destinado ao ensino de óptica geométrica. Devido às restrições impostas pela pandemia de COVID-19, não foi possível aplicar o experimento diretamente com alunos; entretanto, por meio de questionários aplicados a licenciandos, investigou-se o potencial da proposta. A metodologia envolveu a apresentação do funcionamento do aparato, a análise de dificuldades identificadas e a discussão sobre a relevância da prática inclusiva, seus desafios e possíveis estratégias de superação. Os resultados obtidos evidenciam que as respostas dos licenciandos apontam para um potencial altamente positivo do dispositivo, reforçando sua relevância para o ensino de Física e seu valor como ferramenta de promoção da inclusão e da aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física. Espelhos Esféricos. Deficiência Visual. Metodologias Inclusivas. Formação de Professores.

Abstract: This study aimed to investigate an inclusive methodology for teaching Physics to students with and without visual impairments, grounded in the framework of human rights and its relationship to the concept of inclusion. Considering the role of science and scientific literacy as essential elements for transforming pedagogical practices, the study sought to demonstrate how these principles can guide approaches that promote respect for diversity. To this end, a low-cost experimental apparatus was

developed for teaching geometric optics. Due to the restrictions imposed by the COVID-19 pandemic, it was not possible to apply the experiment directly with students; however, through questionnaires administered to preservice teachers, the potential of the proposal was examined. The methodology involved presenting the apparatus and its functioning, analyzing the difficulties identified, and discussing the relevance of inclusive practices, their challenges, and possible strategies for overcoming them. The results show that the responses of the preservice teachers indicate a highly positive potential for the device, reinforcing its relevance for Physics education and its value as a tool for promoting inclusion and meaningful learning.

Keywords: Physics Teaching. Spherical Mirrors. Visual Impairment. Inclusive Methodologies. Teacher Education.

Introdução

A partir da segunda guerra mundial, a Declaração Universal dos Direitos Humanos (UNESCO, 1948/1988) consolidou, através de ações governamentais, medidas de proteção aos Direitos Humanos. Dessa forma, foram estabelecidas decisões voltadas a garantir as condições básicas de sobrevivência dos povos e nações, com o objetivo de evitar que as barbaridades vivenciadas na guerra se repetissem (Lourenço, 2010).

Portanto, as pessoas devem ser tratadas como indivíduos, com liberdade de terem suas características sociais ou pessoais defendidas pelo Estado e com seus direitos intransferíveis assegurados (Declaração Universal Dos Direitos Humanos, 1988).

A Organização das Nações Unidas (ONU) contribuiu, a partir da Declaração Universal, para que eventos e acordos internacionais continuassem ocorrendo, transformando as políticas sociais, considerando a educação como o meio mais eficaz de promover respeito aos direitos humanos (Declaração Universal Dos Direitos Humanos, 1988). Contudo, é possível concluir que essas medidas foram essenciais para a construção do conceito de Educação Inclusiva e intensificaram os investimentos ao redor do mundo em prol do avanço científico e das melhorias na Educação.

Em Salamanca, Espanha, em 1994, as Nações Unidas consolidaram a Declaração de Salamanca sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Nesse encontro, reafirmou-se o compromisso

com a educação para todos (UNESCO, 1994). Em 1980, a partir dessas diretrizes e diante dos elevados índices de evasão, repetência e dificuldades escolares, a educação tornou-se pauta de relevância no governo brasileiro e passou a ser estruturada. Nesse contexto, diversas orientações legais foram elaboradas, como os Planos Nacionais de Educação em Direitos Humanos (PNEDH), o Plano Nacional de Educação (PNE) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), entre outros documentos que destacam a importância da atualização das práticas pedagógicas, da formação docente e da organização dos espaços escolares.

Para consolidar o ensino inclusivo, é preciso ir além da garantia de equidade, promovendo um ambiente que valorize a diversidade (Lourenço, 2010). Dados do Censo Escolar 2024, divulgados pelo Inep/MEC, apontam 2.076.825 estudantes público-alvo da Educação Especial matriculados na educação básica (BRASIL, 2025). Desses, 92,6% (1.923.692) frequentam classes comuns, o que evidencia a expansão da inclusão no país. Esse crescimento reforça a urgência de investimentos na formação docente, a fim de lidar com demandas variadas e promover práticas de qualidade. Assim, torna-se indispensável investigar e desenvolver estratégias que apoiem os professores, com suporte estatal, na superação desse cenário de insuficiência formativa.

No Ensino Médio, o avanço também é expressivo. O Censo Escolar 2024 identificou 262,2 mil matrículas de estudantes da Educação Especial nessa etapa, com destaque para o aumento registrado na educação profissional técnica integrada ao Ensino Médio, indicando maior presença desses estudantes em diferentes itinerários formativos.

A Resolução CNE/CP nº 1/2002, que define as diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, ressalta que as universidades são responsáveis por preparar profissionais aptos a atender estudantes com deficiência. Ademais, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva visa assegurar atendimento educacional sem discriminação, garantindo o direito ao acesso, permanência e participação no ensino regular. Cabe ao Estado oferecer apoio técnico e financeiro, disponibilizar serviços de educação especial e assegurar adaptações razoáveis, conforme estabelece o Decreto nº 7.611/2011 (BRASIL, 2011).

Para compreender o conceito de educação inclusiva, é importante diferenciar “inclusão” e “integração”. Embora muitas vezes usados como sinônimos, os termos

possuem significados distintos. “Integração” refere-se à presença do estudante no espaço comum, sem necessariamente garantir participação plena (Mantoan, 2005). Já a “inclusão” pressupõe pertencimento, envolvimento e valorização das diferenças (Lima, 2006). Enquanto a integração trata as diferenças apenas como responsabilidade da instituição escolar, a inclusão as compreende como questões sociais e educacionais, demandando transformações nas práticas e nas relações (Lourenço, 2010). Essa perspectiva amplia o entendimento de equidade, reconhecendo que as barreiras à aprendizagem podem atingir não apenas estudantes público-alvo da educação especial, mas também aqueles que enfrentam dificuldades ou desafios no processo educativo.

As escolas vivem um período de transição da integração para a inclusão, o que ainda causa insegurança entre docentes e futuros profissionais da educação. Muitos permanecem vinculados a modelos tradicionais de ensino, baseados sobretudo na lousa e no giz, o que contribui para dificuldades no acompanhamento de estudantes com diferentes necessidades.

Com a pandemia de COVID-19, em 2020, esse modelo foi abruptamente interrompido. As aulas passaram para ambientes virtuais, e práticas antes rotineiras precisaram ser substituídas por interações mediadas por tecnologia. O cenário gerou incertezas sobre o futuro da educação e levantou preocupações quanto ao aumento das lacunas de aprendizagem (Oliveira, 2020).

Nesse novo contexto, o desafio deixou de ser apenas garantir o acesso dos alunos às escolas e passou a incluir sua participação efetiva nos ambientes digitais. Como essa barreira atingiu estudantes com e sem deficiência, evidenciou-se a necessidade de revisão contínua das práticas pedagógicas (Gigante; Oliveira, 2020). Ao mesmo tempo, a pandemia agravou dificuldades preexistentes, sobretudo a falta de recursos e a insuficiência de formação para lidar com o ensino remoto, gerando retrocessos importantes (Farias; Magalhães; Xavier, 2022).

Diante disso, a integração da inteligência artificial ao planejamento pedagógico surge como possibilidade para ampliar a inclusão, ao favorecer adaptações personalizadas às necessidades de cada estudante (De Figueirôa, 2022). Essas reflexões reforçam a necessidade de um compromisso constante com a inclusão, para que os espaços educativos se tornem mais acessíveis e responsivos às diferenças.

A educação Inclusiva e o Ensino de Ciências

O desenvolvimento da ciência e a alfabetização científica são necessidades fundamentais de todo cidadão, pois a educação científica é um fator essencial para o processo evolutivo da população (Conferência Mundial Sobre A Ciência, 2003). A ciência e a tecnologia, quando unidas, se tornam efetivas estratégias políticas que fomentam e viabilizam a desenvoltura social de jovens e adultos. Elas constroem novos conhecimentos capazes de devolver àqueles que têm oportunidade de desfrutá-las, o caminho real para que a diversidade e a inclusão sejam respeitadas, melhorando as condições de vida, fundamentando decisões políticas e incentivando os cidadãos a tomarem decisões sobre problemáticas com perspectivas amplas (Cachapuz, 2005).

A acessibilidade no ensino de Física tem recebido atenção crescente devido à necessidade de inclusão educacional de estudantes com deficiência visual. Pesquisas recentes (Batistella, Batistella, 2024; Dickman e Pertence, 2024; Esser, Schwerz, Batista 2022; Vieira, 2022), especialmente no ensino de conceitos de óptica geométrica, demonstram que a ausência de recursos adaptados compromete a aprendizagem, pois a maior parte dos materiais didáticos tradicionais depende fortemente de representações visuais, como diagramas de raios e imagens formadas por espelhos. Segundo Dickman e Pertence (2024), o uso de símbolos táteis e materiais sensoriais permite que estudantes cegos construam modelos mentais mais consistentes dos fenômenos ópticos, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos que, de outro modo, seriam inacessíveis.

O processo de experimentação na educação para deficientes visuais pode ser um aliado para a superação das dificuldades de abstração. Vieira (2022) argumenta que experimentos de baixo custo adaptados ao tato tornam o ensino mais significativo e promovem a autonomia dos estudantes, permitindo-lhes explorar texturas, formas e trajetórias de luz representadas de maneira sensorial. Essa abordagem também reforça a importância da aprendizagem ativa, uma vez que o aluno deixa de ser um mero observador e passa a interagir diretamente com os fenômenos em estudo.

Esser, Schwerz e Batista (2022) apontam que o ensino de óptica para pessoas com deficiência visual requer não apenas adaptações materiais, mas também reestruturação pedagógica, de modo que a linguagem, a condução das atividades e as formas de representação privilegiem múltiplos canais sensoriais. Os autores defendem que recursos táteis devem ser acompanhados de instruções verbais claras, sequenciais e contextualizadas, de maneira a formar um ambiente multissensorial que possibilite interpretação física adequada.

A tecnologia assistiva é um outro aspecto relevante no contexto da inclusão. Conforme destaca Batistella e Batistella (2024), tais tecnologias desempenham papel fundamental na democratização do ensino, sobretudo quando possibilitam a personalização de materiais e a ampliação de recursos táteis. Os autores ressaltam que a utilização de artefatos educacionais acessíveis contribui para que a sala de aula se torne um espaço equitativo, no qual alunos cegos participem de forma efetiva das práticas experimentais.

Em consonância com essas iniciativas, Vieira (2022) reforça a necessidade de desenvolvimento contínuo de artefatos experimentais acessíveis, enfatizando a importância de instrumentos que representem trajetórias luminosas. Tais materiais favorecem a construção conceitual e possibilitam que estudantes com deficiência visual compreendam fenômenos como convergência, divergência de raios e formação de imagens, etapas essenciais no estudo da formação de imagens nos espelhos esféricos.

Eder Pires de Camargo (2005), em sua tese de doutorado, também defende o Ensino de Física para cegos, adotando muita seriedade e delicadeza ao unir educação inclusiva e a Física. Afirma que o modelo de inclusão nas atuais estruturas de escola é completamente contraditório, pois os ensinamentos centrais têm valores diferentes dos que a inclusão prega, sendo estes estimulantes da competitividade. Ele explica: “é preciso falar em inclusão em seu sentido prospectivo, porque a inclusão não está pronta, constituindo uma meta a ser atingida, uma meta de uma nova sociedade e de um novo modelo social” (Música e Inclusão, 2013, s/p).

Camargo, professor de Física e pessoa cega, baseou-se em suas experiências para desenvolver materiais didáticos que ajudam os educadores no contexto inclusivo. Ele ressalta a importância de cultivar atitudes que fortaleçam a prática educativa e destaca as qualidades essenciais para essa abordagem em seu referencial educacional. Além disso, Camargo desmistifica os conceitos da cultura de videntes, substituindo o termo "portadores de deficiência" por "pessoas com deficiência". Ele argumenta que o termo "portar" sugere a capacidade de escolha, como, por exemplo, portar um chapéu ou casaco, enquanto a deficiência não é uma escolha, mas sim uma condição que precisa ser aceita e superada, não escolhida. Embora possa acarretar limitações, a deficiência não implica ineficiência.

Para que o ensino de ciências seja efetivo, o construtivismo se torna um grande aliado, não como um solucionador, mas como um auxiliador. As metodologias atuais de isolamento, memorização, professor transmissor de ideias e a passividade já demonstram resultados claros de ineficácia. Os alunos não estão construindo dentro de si os conteúdos trabalhados em sala de aula e o desinteresse aumenta a cada dia. Ver a ciência como fria, difícil e sem utilidade é o bordão de grande parte dos alunos. Por outro lado, professores que defendem o aprendizado por descobertas, por dados empíricos, despertam a imaginação e a criatividade dos alunos, proporcionam propositalmente a aprendizagem significativa, dando ao aluno satisfação, incentivo para entender e não mais memorizar (Camargo, 2005).

Com isso, Camargo exemplificou modelos pedagógicos para elaboração, condução e avaliação dos experimentos em sala de aula para os discentes com deficiência visual. Para tal, apoiou-se em três passos: i) Interação com objeto de estudo; ii) resolução de problemas; iii) confronto de ideias. Dessa maneira, separou cada fenômeno físico e suas características para, então, construir equipamentos que os deficientes visuais pudessem interagir com o objeto. Sistematizou materiais com interfaces sonoras e táteis a partir de análises qualitativas e quantitativas dos fenômenos físicos e elaborou respostas para resolução dos problemas propostos e estratégias para enfrentá-los. Os alunos respondem às etapas da seguinte maneira: i) Interação com o objeto de estudo: os alunos se reúnem e tentam desvendar o fenômeno físico; ii) resolução de problemas: avaliam quais técnicas e estratégias utilizar para resolver o problema; iii) confronto de ideias: explicam ao professor e aos outros grupos como resolveram e discutem os resultados, avaliando pontos positivos e negativos.

Os docentes devem auxiliar e intervir quando necessário nas três etapas, sempre despertando nos alunos o senso investigativo, ajudando na síntese de ideias, organização, coordenação dos debates e introdução aos modelos científicos. Ao fim, propor uma reflexão do que foi trabalhado para que o projeto possa dar continuidade ou ser descartado e uma nova construção ser feita (Camargo, 2005).

Nesse contexto, a elaboração de um aparato específico para o ensino de espelhos esféricos a alunos cegos se torna não apenas pertinente, mas necessária. Os trabalhos mencionados evidenciam que recursos táteis, quando planejados de acordo com princípios de acessibilidade e rigor científico, ampliam substancialmente a aprendizagem e promovem a inclusão educacional. Assim, o desenvolvimento e a aplicação de materiais adaptados representam uma estratégia eficaz para aproximar estudantes com deficiência visual dos conceitos fundamentais da óptica geométrica, assegurando-lhes acesso pleno e equânime ao conhecimento científico.

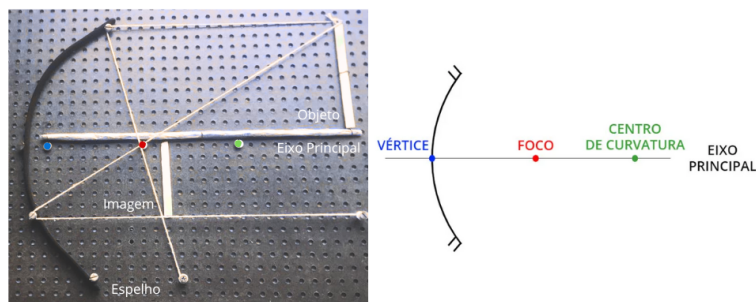
Em síntese, concluímos que não é necessário desenvolver metodologias exclusivas, mas sim elaborar aulas considerando as diferenças individuais com base no construtivismo, de modo a tornar o conhecimento científico acessível a todos. A inclusão emerge como uma estratégia eficaz para combater preconceitos e moldar uma sociedade mais humanizada. A perspectiva de uma Paideia do século XXI adaptada à cultura da diversidade é promissora e genuinamente transformadora.

O fenômeno e a metodologia da experiência

Com base na fundamentação teórica apresentada, o objetivo geral deste trabalho consistiu em elaborar e investigar uma metodologia de ensino-aprendizagem inclusiva, centrada na experimentação em Física, que fosse efetiva tanto para alunos com deficiência visual quanto para aqueles sem essa condição. Para alcançar esse propósito, foi desenvolvido um experimento destinado a explicar o comportamento dos raios de luz em espelhos esféricos, no contexto da óptica geométrica.

Como mostrado na figura 1, o aparato constitui-se de uma placa de madeira MDF, retangular, com 60x40 cm, representando um plano cartesiano. Essa placa pode ser encontrada em casas de construção e tem um preço acessível, podendo variar conforme a região. Para garantir estabilidade e servir como apoio dos parafusos, foi fixada em uma superfície de isopor, com 60x60 cm. Nesse caso, a placa de isopor foi maior que a de madeira devido ao alongamento dos raios de luz nas situações planejadas.

Figura 1: Aparato experimental: objeto antes do centro de curvatura



Fonte: Os autores (2025).

Para representar os raios, utilizamos elástico de máscara. Para facilitar sua manipulação, foram feitos nós em formato de argola em suas extremidades. Dessa forma, os alunos poderiam encaixar o elástico nos parafusos ao longo do plano. Como eixo principal do plano, foi colocado um palito de churrasco, envolto em papel alumínio e fixado com pequenos arames.

O espelho é representado por um arame cinza maleável. Os objetos e a imagem foram feitos com palitos de sorvete, os quais são encaixados conforme cada situação. Estas situações podem ser descritas alterando a posição do objeto e levando em consideração o comportamento dos raios notáveis de luz.

A reflexão é um fenômeno no qual um feixe de luz, ao incidir sobre uma superfície que separa dois meios, retorna ao meio de onde foi emitido, ou seja, é refletido. Dessa premissa surgem duas leis fundamentais que explicam a reflexão da luz nos espelhos: a primeira lei da reflexão estabelece que o raio de luz incidente, o raio de luz refletido e a reta normal à superfície são coplanares; já a segunda lei da reflexão afirma que o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão possuem a mesma medida.

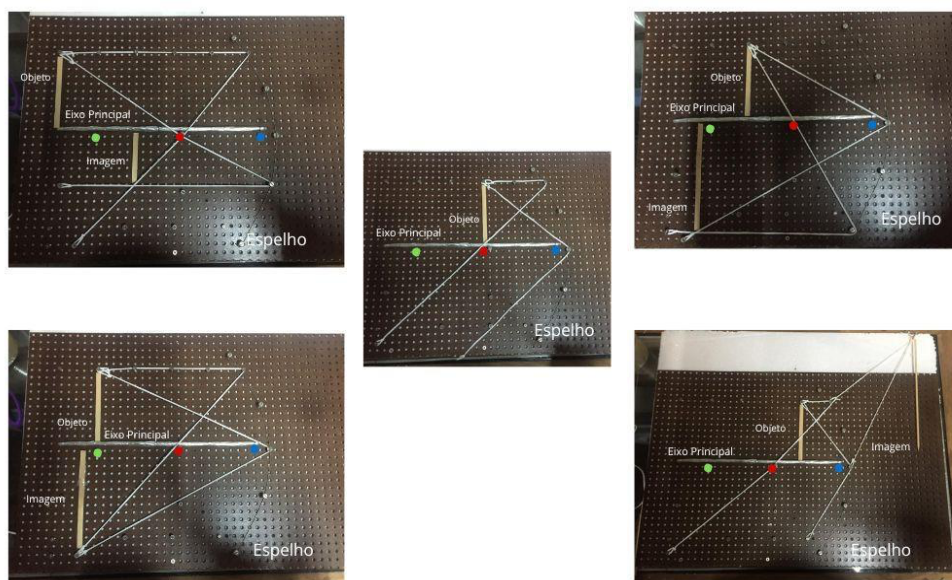
Os espelhos esféricos possuem a superfície refletora em formato de uma calota esférica e podem ser classificados como côncavos ou convexos dependendo da posição de sua superfície em relação ao raio incidente de luz. O espelho côncavo apresenta a face espelhada na parte interna da calota e tem a propriedade de convergir os raios de luz, exceto quando os raios se originam de um ponto entre o espelho e o foco. Por outro lado, o espelho convexo possui a superfície espelhada na parte externa da calota e tem a característica de divergir os raios de luz que incidem em sua superfície.

Considerando as leis da reflexão podemos obter os raios notáveis para os

espelhos esféricos e podemos construir um esquema de formação de imagem de um objeto posicionado diante do espelho, para isso precisaremos de pelo menos dois dos raios notáveis para conjugar a imagem.

A figura 2 representa a formação de imagem de um objeto posicionado em diferentes distâncias em relação ao vértice do espelho esférico. Do objeto, representado pelo palito de sorvete, partem dois raios de luz em direção ao espelho. Seguindo as propriedades dos raios notáveis, o primeiro raio atinge o vértice do espelho e é refletido com o mesmo ângulo de incidência; o segundo raio de luz, que passa pelo foco, reflete paralelamente ao eixo principal do espelho. O encontro dos dois raios refletidos forma a imagem do ponto de onde partiram os raios incidentes. Dessa forma, podemos montar um esquema que representa a formação da imagem de um objeto posicionado em qualquer distância diante do espelho. Verificando suas características, podemos identificar o tamanho da imagem em relação ao objeto, a sua posição e orientação. Podemos ainda verificar a natureza da imagem, se é real (quando se forma do mesmo lado que o objeto se encontra ao longo do eixo principal) ou virtual (quando a imagem se forma do lado oposto do espelho em relação ao objeto).

Figura 2: Objeto em diferentes posições e suas respectivas imagens



Fonte: Os autores (2025).

Conforme a posição do objeto se modifica em relação ao eixo principal do espelho, a imagem formada também altera suas configurações. É nesse ponto que nosso experimento entra em ação. Ao receber o aparato experimental, o aluno terá a

oportunidade de construir cada raio notável utilizando o elástico e os parafusos como suporte, determinando as características da imagem a partir de um objeto específico.

Por ser feito de materiais com diferentes espessuras, tamanhos e montagem totalmente manual, utilizando o tato, tanto o aluno com deficiência visual quanto o aluno sem essa deficiência poderão realizar as construções. O nível de dificuldade será o mesmo para ambos, uma vez que a construção não depende apenas da visão, mas sim do entendimento do conceito proposto. O aluno deve compreender as características específicas da imagem e ser capaz de identificá-las após a construção, observando:

- Tamanho: Maior ou menor em relação ao objeto.
- Orientação: Direita ou invertida em relação ao objeto.
- Origem: Real ou virtual.
- Posição: Em relação ao vértice, foco, centro de curvatura e ao eixo principal.

O professor responsável por ministrar a aula deverá seguir a sequência construtivista sugerida por Éder Pires de Camargo, proporcionar aos alunos uma verdadeira investigação, através do diálogo e de recursos sonoros ministrar a organização da atividade, a saber: i) Interação com objeto de estudo; ii) resolução de problemas; iii) confronto de ideias.

Para o caso do espelho esférico convexo, as situações podem ser construídas conforme explicado para o espelho côncavo. Os resultados que os alunos devem encontrar são semelhantes aos exemplificados em cada caso, destacando que apenas a construção não garante a aprendizagem significativa do conteúdo. Portanto, o professor deve fazer questionamentos relacionados ao tema e identificar possíveis falhas.

Investigação do potencial de aplicação do experimento com futuros professores

Como forma de verificar o potencial da proposta, o tema do trabalho foi apresentado para o grupo de pesquisa em física do IFSP-CARAGUATATUBA, com transmissão ao vivo pelo canal “Debate consciência” no YOUTUBE (https://www.youtube.com/watch?v=Q1uotPLv_7k).

Participaram alunos licenciandos em Física, Matemática e Pedagogia. Além da presença de professores, coordenadores e interessados no tema. A apresentação

teve como objetivo demonstrar a proposta inclusiva, com o intuito de sensibilizá-los a pensarem e agirem em prol de uma educação aberta às novas descobertas da ciência, quando vista da perspectiva inclusiva.

O questionário aplicado ao final da apresentação foi composto de perguntas dissertativas e de múltipla escolha, os participantes tinham idades entre 18 e 59 anos e 92,9% eram alunos de cursos de Licenciatura. Logo, começamos a investigação questionando o quanto os participantes se sentiam preparados para ensinar para uma pessoa com deficiência visual; esse questionamento partiu do princípio de que a educação inclusiva é pouco explorada, mesmo nos cursos de licenciatura (Leite; Pantaleão, 2024).

Compreender o processo de ensino-aprendizagem na perspectiva inclusiva: análise da atividade desenvolvida com os licenciandos

Durante a apresentação discutimos a respeito do tripé da pesquisa, onde apresentamos os três livros que forneceram o referencial teórico da investigação. Através do livro *Conceitos e práticas para refletir sobre a educação inclusiva*, de Lourenço (2010), explicamos o básico da legislação brasileira, o histórico da educação inclusiva e uma breve discussão a respeito dos direitos inalienáveis.

O segundo livro, *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física*, do professor Éder Pires de Camargo, serviu para que explicássemos a respeito da inclusão do aluno cego em aulas de física. Foram feitos comentários de como os docentes devem avaliar cada caso, apresentamos a história do professor, seus avanços e materiais que ele mesmo desenvolveu para o auxílio do ensino de física para os alunos com deficiência visual.

Essas etapas, foram explicadas de acordo com a perspectiva do professor, ressaltando que o conhecimento precisa ser trabalhado de formas diferentes, respeitando as limitações dos alunos, mas não os enquadrando como incapazes de compreender os fenômenos. Por isso ele demonstra através dos experimentos que a ciência não precisa se limitar aos padrões de ver com os olhos para entender, mas de ver com senso crítico do aprendizado, instruindo o professor a intervir e orientar sempre que necessário ao longo das etapas, despertando nos alunos o interesse investigativo e auxiliando na organização, síntese das ideias, condução dos debates e compreensão dos modelos científicos. Ao final, promover um momento de reflexão sobre o que foi realizado, definindo se o projeto deve prosseguir ou ser encerrado para

possibilitar uma nova construção (Camargo, 2005).

O sistema cognitivo, responsável pelo processo de adquirir conhecimentos, trabalha absorvendo as informações do ambiente, permitindo a compreensão do pensamento através da experiência que se dá através dos sentidos.

Aprendizagem é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos (a capacidade de digestão, por exemplo, que já nasce com o indivíduo) e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente (a maturação sexual, por exemplo). Em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. (...) o conceito em Vygotsky tem um significado mais abrangente, sempre envolvendo interação social (OLIVEIRA, 1995, p. 57).

O primeiro sentido a ser desenvolvido no ser humano é o tato. O tato é a nossa primeira forma de fazer ciência, de descobrir o que há de novo. Nossos primeiros julgamentos, raciocínios, resolução de problemas, tomadas de decisões e memórias se dão através do nosso sensorial e ele está presente desde nossa formação, ainda como embriões. Partindo dessa afirmação, foi possível explicar que trazer uma atividade inclusiva apenas aos alunos com deficiência visual não se tratava de inclusão, já que seriam feitos dois trabalhos, o adaptado e o comum.

A metodologia a ser desenvolvida deverá facilitar o aprendizado de ambos e isso só é possível, pois os alunos sem deficiência visual terão memória cognitiva para fazer a construção de um novo conhecimento através do aparato experimental.

Em terceiro lugar, apresentamos o livro *Tolices brilhantes* de Mario Lívio, com uma abordagem completamente física dos fenômenos da natureza, foi utilizado para demonstrar o contexto do desenvolvimento científico, o caráter dos erros, já que o que conhecemos como o certo, fez parte dos erros das mentes mais brilhantes da física, tais como Charles Darwin, William Thomson (Lord Kelvin), Linus Pauling, Fred Hoyle e Albert Einstein. A intenção de apresentar essa proposta foi mostrar que toda metodologia é desenvolvida com testes e que a nossa experiência se enquadra como tentativa, uma verdadeira proposta que pode ser utilizada em sala de aula de forma acessível e prática.

A apresentação também possibilitou contextualizar e demonstrar uma metodologia capaz de sensibilizar alunos dos cursos de licenciatura do IFSP- campus Caraguatatuba. Tendo em vista as diversas percepções que os alunos têm construído a respeito do desenvolvimento de projetos/experimentos/pesquisas nas áreas onde se encontram os alunos com deficiência, sejam elas visíveis e já classificadas, ou até

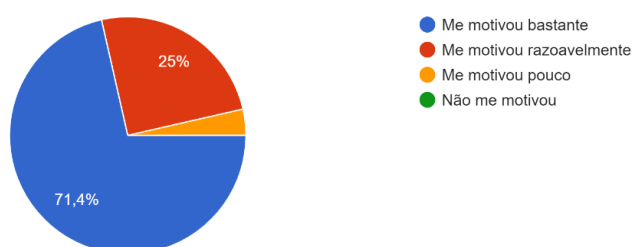
mesmo na defasagem encontrada no ensino aprendizagem das redes públicas de ensino do país, foi questionado se os participantes já conheciam a importância da prática inclusiva no ambiente escolar, em específico para alunos com deficiência visual. As respostas demonstraram que havia sim um conhecimento prévio, alguns já até trabalharam com atividades similares, porém era um tipo de atividade que fugia do dia a dia, logo afirmaram que a apresentação os ajudou a olhar em questões específicas da aprendizagem científica. Alguns exemplos de respostas dos participantes são demonstrados em seguida:

- *“Tão importante quanto educar pessoas sem deficiência, ou seja, toda importância. Porém, com o tempo, a rotina nos força a ficarmos "cômodos" com a situação. Nesse sentido, rever a importância em trabalhos como este serve como um "tapa na cara.”*
- *“Antes da apresentação, eu já achava de grande importância a inclusão, como de surdos ou mudos, porém não tinha tido acesso a informações de formas de inclusão para deficientes visuais, de como ser aplicado, achei muito interessante o seminário, mostrou que é possível e é com facilidade que conseguimos incluir deficientes visuais, ou portador de outra deficiência.”*
- *“Eu acho que a educação caminha lentamente no âmbito da inclusão, mas sou super a favor, inclusive utilizando as metodologias ativas”.*
- *“Infelizmente não tive muito contato com o assunto ou com pessoas que necessitam dessa inclusão, então não era um tema que eu tinha refletido sobre.”*
- *“Por ser estudante de pedagogia, e já ter atuado como estagiária auxiliando alunos com deficiências, a minha visão era de que o aluno tinha que ter as diferentes trocas com os demais alunos, de que precisava ser mais incluído nas atividades, nas dinâmicas, e não ter algo ali só para ele o tempo inteiro. Os alunos com deficiências precisam de todas as interações possíveis, e serem incluídos também.”*

A atividade também possibilitou conscientizar os estudantes sobre a importância da prática inclusiva, seus desafios e como superá-los. 71,4% dos participantes responderam que ficaram muito motivados após a apresentação e os outros ao menos refletiram sobre o assunto.

Figura 3: Respostas dos participantes em relação à pergunta sobre reflexão em experimentos voltados para alunos com deficiência visual

O quanto essa apresentação te motivou a refletir sobre o ensino com experimentos voltados para alunos com deficiência visual ?
28 respostas



Fonte: Os autores (2025).

Com o auxílio da literatura de Éder Pires de Camargo, iniciamos a investigação de como trabalhar com experimentos inclusivos em sala de aula. Começamos com a proposta de fazer um experimento para cada matéria da física, mas nosso repertório foi se afunilando até chegar à óptica geométrica. Então, entre os questionamentos que levantamos, surgiu a dúvida: como explicar para o aluno cego as relações da luz com os espelhos? Pois esse tema já é amplamente discutido por sua dificuldade de ser explicado para os alunos sem deficiência visual.

Este trabalho de pesquisa revelou que estudantes apresentaram muitas dificuldades de aprendizagem frente ao estudo de óptica, podemos apontar a importância e a necessidade de se buscar meios ou métodos que permitam aos alunos a compreensão da Física e sua relação, e a maioria dos alunos não têm compreendido os assuntos por falta de uma forma mais dinâmica, de ministrar aula ou até mesmo de sua autoestima baixa com a disciplina para abordar conteúdos, o que já é expresso por muitos estudos em literaturas sobre as dificuldades de aprendizagem no ensino de Física (Araújo Diniz, 2015. P. 38).

Então, será que poderíamos desenvolver algo que incomodasse a curiosidade dos alunos a ponto de resolverem o problema e trabalharem em conjunto? E ir além, fazer isso com material de baixo custo e com facilidade de construção, auxiliando também o desenvolvimento do professor? Com isso encontramos um trabalho feito por um professor de cálculo, Rubens Ferronato (2002), residente da cidade de Cascavel, no Paraná, que desenvolveu um material de estudo para a disciplina de cálculo diferencial e integral para ensinar seu aluno cego as artimanhas da matemática, o que resultou em um investimento do Banco do Brasil na proposta e essa ficou reconhecida como método multiplano de ensino. As vantagens da ferramenta, que vão além de proporcionar a comunicação entre o professor e o aluno,

é de fazer com que representações visuais possam se tornar representações táteis.

Com isso, trouxemos uma adaptação da ideia para o Ensino de Física, com foco nos raios de luz e formação de imagens nos espelhos esféricos, utilizando elástico de máscara, uma tábua de MDF perfurada, parafusos, palitos de sorvete, palitos de churrasco e um pedaço de arame maleável, como demonstrado anteriormente neste trabalho.

Como não foi possível aplicar o aparato diretamente com os estudantes devido às restrições impostas pela pandemia de COVID-19, adotamos como estratégia a coleta de impressões dos licenciandos acerca do experimento com o objetivo de avaliar preliminarmente o potencial da atividade. As respostas obtidas indicam que o material desenvolvido apresenta elevado potencial para gerar resultados positivos em aplicações futuras.

Os dados revelam que cerca de 75% dos participantes relataram sentir-se muito motivados a trabalhar com esse tipo de experiência, enquanto 25% declararam estar razoavelmente motivados. Além disso, alguns comentários qualitativos reforçam a percepção favorável dos licenciandos, como ilustram os excertos a seguir:

- *“A proposta se mostrou muito boa e real; tem um potencial incrível. A princípio, não há muitos pontos a serem criticados. Resta torcer para ver tudo isso em prática.”*
- *“A apresentação foi incrível; abriu meus olhos para algo muito importante, sobre o qual eu ainda não havia refletido.”*
- *“Achei muito interessante a forma de representar os espelhos por meio do tato. A Física pode ser muito visual, mas ao longo dos anos percebemos que existem fenômenos que não conseguimos realmente ver, como as frequências de onda. Assim, recorrer a outros sentidos do corpo humano para representar um experimento é uma forma de incluir pessoas com deficiência.”*
- *“Considero o material uma boa ferramenta para o ensino de óptica a alunos com deficiência visual.”*
- *“Acredito que a pesquisa deve ser posta em prática para que possíveis melhorias sejam apontadas pelos próprios estudantes e professores da área, além de ser uma etapa a mais na sua pesquisa, que pode promover um avanço.”*
- *“A proposta pode ser muito útil no ensino de física, uma vez que com essa possibilidade de inclusão os alunos de modo geral vão desenvolver ainda mais*

as técnicas relacionadas aos sentidos e ao mesmo tempo melhorar a capacidade intelectual e cognitiva.”

Essas respostas evidenciam tanto o potencial pedagógico do aparato quanto sua relevância para práticas inclusivas no ensino de Física. Os entrevistados tiveram a liberdade de falar sobre suas opiniões. No geral, gostaram e se sentiram familiarizados com a ideia, mas chamaram atenção para que o experimento continuasse sendo de baixo custo, incentivaram para que a pesquisa continuasse sendo explorada e pudesse acompanhar o avanço cultural. Ainda que tenham demonstrado interesse na proposta, gostariam de vê-la na prática, pois acreditam que as possíveis melhorias só poderão ser feitas depois que a experiência for aplicada.

Considerações finais

Retomando os objetivos deste estudo, o objetivo geral consistiu em elaborar e investigar uma metodologia de ensino-aprendizagem inclusiva, centrada na experimentação em Física, que fosse efetiva tanto para alunos com deficiência visual quanto para aqueles sem essa condição. Para alcançar esse propósito, desenvolveu-se um experimento destinado a explicar o comportamento dos raios de luz em espelhos esféricos, no contexto da óptica geométrica. Essa proposta esteve alinhada aos princípios dos direitos humanos e à necessidade de práticas pedagógicas que promovam o respeito à diversidade e a ampliação do acesso ao conhecimento científico.

As respostas dos licenciandos revelaram a percepção de que o aparato experimental apresenta alto potencial para apoiar práticas inclusivas, contribuindo tanto para a compreensão dos fenômenos físicos quanto para a reflexão sobre estratégias de ensino acessíveis. Os participantes destacaram a relevância da atividade e reconheceram a importância de metodologias que contemplem diferentes formas de aprendizagem, reforçando o papel da experimentação como recurso pedagógico inclusivo.

Dessa forma, conclui-se que o aparato desenvolvido e a metodologia proposta configuram-se como ferramentas valiosas para fortalecer a aprendizagem significativa, ampliar a participação de estudantes com diferentes necessidades educacionais e promover práticas pedagógicas comprometidas com a inclusão e com os princípios dos direitos humanos.

Referências

ARANHA, Maria Lúcia. *História da educação e da pedagogia*. São Paulo: Moderna, 2006.

ARAÚJO DINIZ, Leandro. *Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de ótica: um estudo de caso*. Campina Grande, PB, 2015. Disponível em:

<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7239/1/PDF%20-%20Leandro%20Ara%C3%BAjo%20Diniz.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.

BATISTELLA, J. C. N.; BATISTELLA, J. Recursos de tecnologia assistiva para inclusão educacional de estudantes cegos. *REMICI*, s.l., 2024. Disponível em:

<https://remici.com.br/index.php/revista/article/view/404>. Acesso em: 01 dez. 2025.

BENITE, Anna Maria Canavarro; BENITE, Claudio Roberto Machado; VILELA-RIBEIRO, Eveline Borges. Educação inclusiva, ensino de Ciências e linguagem científica: possíveis relações. *Revista Educação Especial*, v. 28, n. 51, p. 81-89, 2015. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=313132931007>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. *Introdução ao conceito de tecnologia assistiva e modelos de abordagem da deficiência*. Porto Alegre: CEDI – Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil, 2006. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>. Acesso em: 28 maio 2024.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 1988.

BRASIL. *Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011*. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Notas estatísticas: Censo da Educação Básica 2024. Brasília, DF: Inep, 2025. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2024.pdf. Acesso em: 19 nov. 2025.

CACHAPUZ, A. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMARGO, É. *O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão*. 2005. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2005.

CONFERÊNCIA MUNDIAL SOBRE A CIÊNCIA. *Ciência para o século XXI: um novo compromisso*. Budapeste: UNESCO, 2003.

DE FIGUEIRÔA, L. M. Uma revisão literária das vantagens e desvantagens da inclusão da inteligência artificial (IA) no ensino a distância. *Revista Amor Mundi*, v. 4, n. 4, p. 81–89, 2023. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/373225055_UMA_REVISAO_LITERARIA_DAS_VANTAGENS_E_DESVANTAGENS_DA_INCLUSAO_DA_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_IA_NO_ENSINO_A_DISTANCIA. Acesso em: 28 maio 2024.

DICKMAN, A.G.; PERTENCE, M. L. B.. Símbolos táteis para o ensino de óptica geométrica a estudantes com deficiência visual. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 68, p. 1–22, set. 2024. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/1008>. Acesso em: 01 dez. 2025.

ESSER, Telma Cordeiro Lopes; SCHWERZ, Roseli Constantino; BATISTA, Michel Corci. Ensino de Óptica para Pessoas com Deficiências Visuais. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10, e321911028282, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/32191/28282/375314>. Acesso em: 01 dez. 2025.

FARIAS, C. dos S.; MAGALHÃES, C.; XAVIER, G. M. A “gangorra” das orientações oficiais para a educação infantil no período pandêmico no Brasil. *Zero-a-seis*, v. 24, n. 45, p. 217–237, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/zerosais/article/view/8634824>. Acesso em: 28 maio 2024.

FERRONATO, R. *A construção de instrumento de inclusão no ensino da Matemática*. 2002. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82939/PEPS2320-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 nov. 2025.

GIGANTE, C.; OLIVEIRA, M. de. Construindo novos espaços através do jogo: a utilização do lúdico como meio de renovação das práticas pedagógicas. In: CONGRESSO DE EXTENSÃO E CULTURA, 7., 2020, Pelotas. *Anais [...]*. Pelotas: UFPEL, 2020. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/XA_03748.pdf. Acesso em: 28 maio 2024.

LEITE, L. de S.; PANTALEÃO, E. A formação de professores sob a perspectiva de licenciandos e docentes: a Educação Especial em pauta. *Revista Educação Especial*, v. 37, n. 1, p. e16/1–28, 2024. DOI: 10.5902/1984686X74657.

LIMA, P. A. *Educação inclusiva e igualdade social*. São Paulo: Avercamp, 2006.

LOURENÇO, É. *Conceitos e práticas para refletir sobre educação inclusiva*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

MANTOAN, M. T. E. Inclusão escolar: caminhos e descaminhos, desafios, perspectivas. *Revista Outro Olhar*, ano IV, n. 4, Belo Horizonte, 2005.

MÚSICA E INCLUSÃO. Professor cego mostra em livro como ensinar física para quem não enxerga. 05 set. 2013. Disponível em: <https://musicaeinclusao.wordpress.com/2013/09/05/professor-cego-mostra-em-livro-como-ensinar-fisica-para-quem-nao-enxerga/>. Acesso em: 01 dez. 2025.

OLIVEIRA, J. B. A.; GOMES, M.; BARCELLOS, T. A Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 28, n. 108, p. 555–578, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802885>. Acesso em: 28 maio 2024.

OLIVEIRA, M. K. de. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento é um processo sócio-histórico*. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1995.

UNESCO. *Declaração de Salamanca sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais*. Salamanca, 1994. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>. Acesso em: 02 maio 2020.

UNESCO. *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Brasília: UNESCO, 1988. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139423>. Acesso em: 02 maio 2020.

VIEIRA, E. B. Proposta de Experimentos de Baixo Custo Adaptados no Ensino de Óptica para Deficientes Visuais. 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, Salgueiro, 2022. Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/1037> . Acesso em: 01 dez 2025.