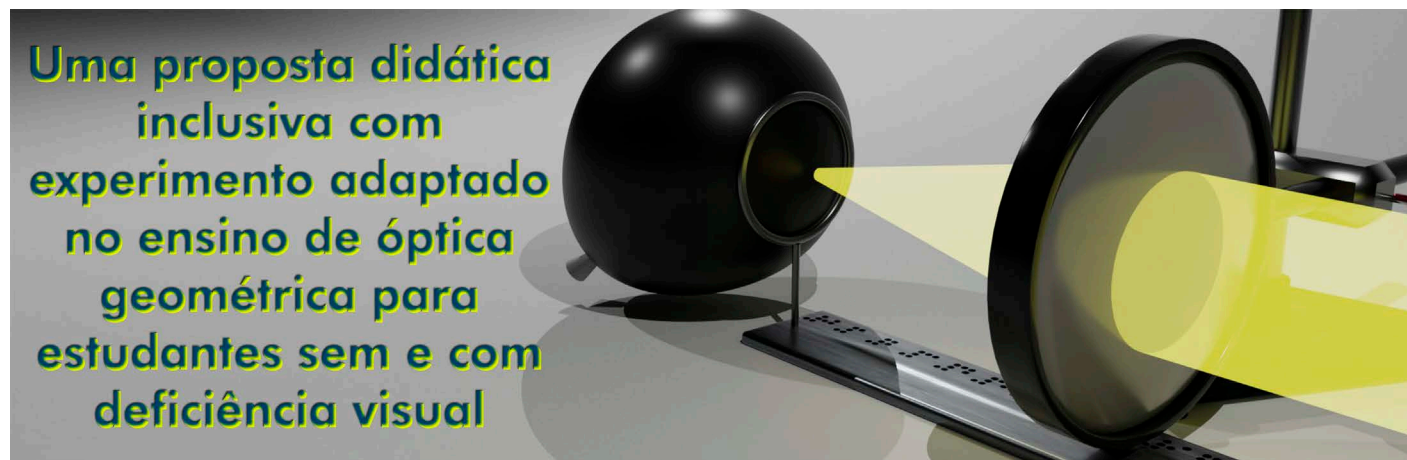




Uma proposta didática inclusiva com experimento adaptado no ensino de óptica geométrica para estudantes sem e com deficiência visual

Simone da G. de Castro Fraiha¹ , Silvana Perez^{1#} , Rômulo Monteiro da Silva¹ 

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

Palavras-chave

óptica geométrica
experimentos inclusivos adaptados
deficiência visual

Resumo

A inclusão de alunos com deficiência visual nas aulas de ciências implica no uso de materiais didáticos adaptados que favoreçam seu aprendizado. Embora essa seja uma condição essencial para uma aprendizagem para todos, o que se observa, em geral, é uma ausência de tais recursos educacionais na prática da sala de aula. Neste trabalho, busca-se reduzir tal dificuldade, apresentando-se um experimento inclusivo adaptado para o estudo de lentes convergentes que usa a estrutura de linguagem empírica tátil-auditiva interdependente para construir significados vinculados às representações visuais. Assim, o sentido da visão é substituído pelo da audição na análise experimental e o aparato proposto possibilita a medição da distância focal de uma lente convergente de forma inclusiva, com estudantes videntes e não vidente trabalhando em equipe. O experimento foi implementado com estudantes de uma turma de 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Estado do Pará, sendo parte de uma proposta didática estruturada em quatro aulas, que abordou óptica geométrica no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Além do experimento inclusivo adaptado, foram usadas maquetes táteis e houve a participação de um professor assistente da classe especial para acompanhar a estudante com deficiência visual.

1. Introdução

No contexto da educação formal brasileira, a institucionalização e a normatização do ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às especificidades contidas em cada ambiente escolar, tem um marco legal na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 208 [1]. No cenário mundial, a Declaração de Salamanca (1994) traz,

entre outros méritos, a pauta da inclusão para a diversidade e ressalta a importância de integrar as deficiências diversas e dar apoio necessário, na idade adequada e em ensino regular. Assim, a legislação, tanto brasileira quanto de outros países, prevê que o processo de inclusão escolar de alunos com necessidades específicas atenda a todos, sem distinção, incorporando todo tipo de diferen-

No contexto do Brasil, o atendimento educacional especializado aos portadores de necessidades especiais ainda é um desafio

Autor de correspondência. E-mail: silperez@ufpa.br.

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Copyright © 2026, Copyright by Sociedade Brasileira de Física. Printed in Brazil.

ça, o que exige uma transformação na organização escolar [2].

No contexto do Brasil, embora sendo um direito garantido por lei, o atendimento educacional especializado aos portadores de necessidades específicas ainda é um desafio, pois implica em uma escola acolhedora para todos os alunos, considerando suas diferenças. Nesse modelo de escola, o professor assume papel central e sua formação deve ser inclusiva; os materiais didáticos devem ser adaptados e deve haver uma equipe técnica especializada de apoio para as diferentes necessidades dos estudantes.

Em se tratando de alunos com deficiência visual (DV) nas aulas de ciências em geral, e de física em particular, deve-se objetivar a criação de espaços educacionais onde a diferença entre alunos videntes e não videntes não esteja presente. Nesses espaços, a aprendizagem, entendida como processo de negociação de novos significados por meio da comunicação [3], deve ser acessível a todos os estudantes e construída de maneira conjunta.

Diante desse cenário, apresentamos aqui um experimento inclusivo adaptado para calcular a distância focal de lentes convergentes, que utilizou o sentido da audição em substituição ao da visão na coleta de dados. O aparato experimental desenvolvido permite que estudantes videntes e não videntes interajam com o objeto óptico, coletando juntos medidas experimentais e analisando-as de forma a obter a referida distância. O aparato experimental construído faz parte de uma proposta didática composta de quatro aulas, desenvolvida no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

2. O Sociointeracionismo de Vygotsky e o ensino de física para estudantes com deficiência visual

O psicólogo russo Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) destaca-se como um dos precursores das pesquisas sobre ensino para pessoas com necessidades específicas. Na obra intitulada *Fundamentos de defectología* [4], o teórico apresenta vários textos que tratam do desenvolvimento e do ensino para pessoas com deficiência, visando ao entendimento da forma de pensamento e da interação dessa pessoa com o meio físico e social. Para Vygotsky, a interação social é importante na formação das estruturas mentais. Conforme afirma Cenci [5], para o teórico:

A deficiência provoca o que chama de “luxação social”, ou seja, toda a vida da pessoa com deficiência, seu papel no meio social (família, escola, trabalho), estaria organizada pelo ângulo da deficiência, de modo a privá-la da plena participação nesses espaços. A deficiência não modifica apenas a relação do sujeito com o

mundo (o meio físico), mas, principalmente, a relação com outras pessoas (meio social) [5, p. 4].

Nesse contexto, o grande desafio da inclusão, em especial no ambiente educacional, é permitir o desenvolvimento pleno de todos os estudantes, possibilitando assim uma real inclusão social. Vygotsky [4] entende que os seres humanos interagem com o mundo mediados por ferramentas e signos, sendo a linguagem o sistema de signos mais importante para que o sujeito possa ter um controle sobre suas atitudes e as dos outros. Nas pessoas com deficiência, a conduta mediada recorre a formas peculiares, as chamadas vias colaterais do desenvolvimento cultural. Assim, o funcionamento psicológico das pessoas com deficiência obedece às mesmas leis das pessoas sem deficiência, embora com uma organização distinta. É necessário, portanto, pensar a influência do meio no processo de ensino-aprendizagem, o que naturalmente implica questionar se o ambiente no qual o aluno deficiente se encontra influencia no processo de aprendizagem. Vygotsky critica fortemente as

formas de segregação social e educacional impostas às pessoas com deficiência pela sociedade em geral, e pela escola em particular.

Sobre a obra de Vygotsky acerca das pessoas com deficiência, Nuernberg afirma que:

as reflexões de Vygotsky sobre a educação da pessoa com deficiência, embora tecidas em um contexto histórico e cultural completamente distinto do mundo contemporâneo, trazem à tona pistas concretas para a implementação de experiências educacionais que favoreçam a autonomia e a cidadania das pessoas com deficiência. [6, p. 314]

Nesse sentido, Coelho e cols. [7] ressaltam que, para o psicólogo,

qualquer deficiência, física ou mental, modifica a relação do homem com o mundo e influencia as relações com as pessoas, ou seja, a limitação orgânica se mostra como uma “anormalidade social da conduta”. Contudo, não é a diferença biológica o principal fator que implica em desenvolvimento limitado ou em não desenvolvimento da pessoa com deficiência, afinal esta é tida sob diferentes modos e valoração em conformidade com as especificidades de cada sociedade. O impedimento que pode se apresentar é em primeiro lugar de ordem social, ou seja, depende de como dada sociedade concebe a pessoa sob tal condição. [7, p. 3]

Para Vygotsky, não é o sujeito quem se adapta ao meio, o sujeito adapta o meio para si [2]. Em outras palavras, segundo suas necessidades, ele transforma o meio. Ao fazer isso, o meio também o transforma. Ou seja, para o teórico, a conquista de novas aprendizagens

gens é responsável por promover o desenvolvimento do ser humano.

Costa, Neves e Barone afirmam que “Vygotsky considera que a deficiência, defeito ou problema ainda não constituiriam, em si, um impedimento para o desenvolvimento do indivíduo” [8, p. 235]. Para ele, não existe uma compensação biológica para pessoas com deficiência visual e a alternativa de desenvolvimento se daria pela compensação social.

Especificamente tratando de DV, Coelho, Barroco e Sierra reforçam que, para Vygotsky, “a cegueira não é apenas a falta da visão, mas uma reorganização de todas as forças da personalidade que criam uma formação peculiar, provocando uma formação criadora e orgânica” [7, p. 4]. Por exemplo, Bentes relata que para Vygotsky “ler com a mão é apenas uma das atividades propiciadoras e necessárias aos desenvolvimentos sociopsicológicos” [9, p. 91] e que se faz necessária a busca de alternativas para uma melhor vivência diária. Nesse sentido, Biazetto afirma que:

para que a linguagem se desenvolva no plano cultural é necessário um alfabeto específico, em relevo, que permite a leitura através da percepção tátil dos pontos em relevo da cebra braille. Ler com os olhos ou com o tato são processos psicológicos diferentes para cumprir uma mesma função cultural. [10, p. 6]

Assim, os DV, por estarem impossibilitados de utilizar a linguagem escrita convencional, precisam usar outro recurso de linguagem, no caso o braille, para poder interagir de forma efetiva com o meio em que estão inseridos. Assim, o braille é um exemplo de via colateral do desenvolvimento cultural. Ao utilizar o braille, o deficiente minimiza a exclusão social e cultural e favorece o desenvolvimento das funções psicológicas superiores [3].

As funções psicológicas superiores são as responsáveis pelo controle consciente do comportamento, pelas ações intencionais e pela liberdade das características de tempo e espaço. Elas são produto do desenvolvimento histórico da humanidade e diferem das funções psicológicas elementares que são as reações automáticas, ações reflexas e associações simples de origem biológica [11].

Em se tratando de fenômenos ópticos, Camargo, Nardi e Veraszto ressaltam que:

Vygotsky afirma que os cegos não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não têm visão, portanto, a capacidade para ver a luz tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico. [3, p. 47]

No desenvolvimento do recurso educacional adaptado, buscou-se utilizar estruturas de linguagem de forma a favorecer o entendimento dos conceitos físicos tanto para estudantes videntes como DV. Nesse sentido,

houve a necessidade de estudar quais estruturas de linguagem são as mais apropriadas nessa construção, tema que será abordado na próxima seção.

3. As estruturas de linguagem no contexto das aulas de óptica

Conforme apresentado na seção anterior, para Vygotsky [4], a linguagem é o sistema de signos mais importante no processo de interação dos seres humanos com o mundo. Por meio dela, ocorrem as relações comunicacionais que possibilitam a materialização de formas simbólicas. No contexto educacional, o processo de aprendizagem possibilita a negociação de novos significados por meio da comunicação, sendo a linguagem a ferramenta utilizada nessa construção [3].

A linguagem pode ser entendida em termos das estruturas empírica e semântico-sensorial. Para Camargo e cols. [3], a estrutura empírica é a “forma por meio da qual uma determinada informação é materializada, armazenada, veiculada e percebida” e manifesta-se por meio de códigos que podem ser fundamentais ou mistos. Exemplos de códigos fundamentais são o visual, o auditivo e o tátil. Já nas estruturas mistas, há uma combinação de códigos fundamentais, por exemplo, os códigos audiovisuais, táteis-auditivos etc.

Na sala de aula, o professor pode utilizar um ou mais desses códigos. Por exemplo, no estudo de cores, ao dizer: “as cores que aparecem no arco-íris são um exemplo do fenômeno da refração”, foi utilizado o código fundamental auditivo, sendo necessário, por parte do estudante, recorrer a “imagens visuais mentais” [3] para o entendimento do fenômeno e da explicação fornecida pelo professor. Por outro lado, se, ao dizer a fala acima, o professor apresenta a figura de um arco íris, então o código utilizado é o audiovisual (misto). Vale salientar que para estudantes DV o uso de determinados códigos gera dificuldades de comunicação que afetam diretamente o processo de aprendizagem.

A estrutura semântico-sensorial, por outro lado, diz respeito aos efeitos produzidos pelas percepções sensoriais no significado dos fenômenos. Nesse sentido, os significados podem ser indissociáveis (quando há uma relação indissolúvel entre significado e percepção sensorial) ou vinculados (quando não há uma relação indissolúvel entre significado e percepção sensorial).

Exemplos de significado indissociável no contexto de fenômenos ópticos é a característica visual da cor, da transparência e da opacidade. Para cegos de nascimento, esses significados são inacessíveis, sendo possível somente o desenvolvimento de significados vinculados, como a associação das cores com ondas eletromagnéticas de frequências específicas. Outros exemplos de significados vinculados são as características geométricas de fenômenos ópticos, o formalismo matemático para seu estudo e a leitura de valores em instrumentos de medida.

O uso descuidado das estruturas de linguagem por parte do professor nas aulas de ciências gera dificuldades de construção de significados por parte dos estudantes. Um estudo apresentado por Camargo e cols. [3] mostra diversos exemplos nesse sentido. Por exemplo, na fala “aqui a gente tem um esquema de um raio de luz que indica que a luz está indo para lá ó (indica determinado local)” é utilizada a estrutura empírica audiovisual, uma vez que o professor explica (áudio) um esquema (visual), mostra uma imagem (visual) e aponta em uma direção (visual); além disso, as estruturas auditiva e visual são interdependentes, porque sem a visão do esquema não é possível seu entendimento. Vale salientar que o uso dessa estrutura dificulta a construção de significados por parte do DV, tanto de nascimento quanto com deficiência adquirida ao longo da vida.

Ainda nesse exemplo, a estrutura semântico-sensorial é vinculada a representações visuais, uma vez que o professor apresenta uma descrição geométrica (vinculada) da propagação retilínea do raio de luz (vinculada a representações visuais).

No recurso educacional aqui apresentado, propõe-se um experimento inclusivo adaptado com o objetivo de construir o significado vinculado de distância focal de lentes convergentes. Para isso, o código tátil-auditivo interdependente foi usado em substituição ao audiovisual de experimentos-padrão para cálculo de distância focal.

4. O experimento inclusivo adaptado

Nesta seção é apresentado o experimento inclusivo adaptado, bem como a estrutura geral da proposta didática desenvolvida durante o mestrado de um dos autores do trabalho e que consta no apêndice de sua dissertação [2].

A proposta didática pode ser implementada por professores que atuam na educação básica (EB), utilizando recursos existentes no próprio laboratório didático da escola, em especial um plano inclinado. As maquetes táteis visuais podem ser confeccionadas para serem utilizadas em sala de aula com alunos sem e com DV, em aulas tradicionais (como escrita no quadro magnético, projetada em slides), bem como com outras estratégias didáticas. Elas dão o suporte teórico na construção de significados vinculados, especificamente na descrição geométrica do caminho de raios luminosos na formação de imagens em espelhos e lentes e são também necessárias ao entendimento do experimento adaptado. Como não apresentam nenhuma inovação, quando comparadas a outras maquetes facilmente encontradas na literatura, não entraremos em maiores detalhes de sua confecção, mas podem ser encontradas no produto educacional desenvolvido no contexto do mestrado [2]. A Fig. 1 apresenta um exemplo, para abordar a formação de imagem em um espelho plano.

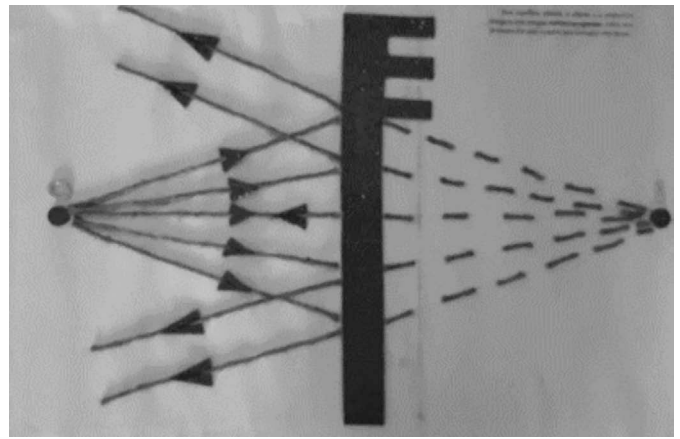


Figura 1 - Maquete representativa de formação de imagem em espelho plano [2].

Além da confecção das maquetes táteis-visuais, foi construído um experimento inclusivo adaptado para medir a distância focal de uma lente convergente. Esse aparato foi montado usando um plano inclinado produzido industrialmente, normalmente presente em laboratórios didáticos de física, ao qual foi presa uma haste de ferro com marcação de régua em braille, onde foi acoplada uma lente convergente com o uso de uma garra (Fig. 2). A posição da lente na haste é variável, de modo a permitir a localização da distância focal por meio de uma régua milimetrada, com marcação em braille (Fig. 3).

Para encontrar o ângulo em que os raios de sol incidem perpendicularmente à lente, deve-se variar a inclinação do plano até que se obtenha, em um anteparo negro (o balão de festa) um único ponto de luz, indicando que os raios solares paralelos, ao incidirem no centro ótico da lente, convergem para seu foco. A inclinação do plano pode ser variada em ângulos que caem de 1 em 1 grau, e com uma marcação em braille (Fig. 4).

Na manipulação do equipamento, os estudantes, ao variarem a inclinação do plano, devem perceber que a intensidade do ponto luminoso projetado no balão vai aumentando até ser suficiente para queimá-lo. O barulho da explosão do balão indica a localização da distância focal, que é a distância entre a lente e o anteparo, medida com o uso da régua milimetrada, com marcações em braille.

A proposta didática com sua parte experimental, para os alunos sem e com DV, é desenvolvida em quatro aulas, como mostrado na Tabela 1.

Na primeira aula, com duração de duas horas, são apresentados os seguintes conteúdos: raio de luz, feixe cônico convergente, feixe cônico divergente, feixe cilíndrico, meio transparente, meio translúcido, meio opaco, reflexão regular, reflexão difusa, refração e espelho plano. Já na segunda aula, também com duração de duas horas, são trabalhados os seguintes conteúdos: espelho esférico côncavo e convexo e construção gráfica das imagens.



Figura 2 - Experimento adaptado para medição da distância focal de uma lente convergente: (a) lente convergente fixada com garra a uma haste com régua em braille; (b) balão fixado no foco da lente; (c) plano inclinado com ângulos em braille para ajustar a chegada dos raios solares paralelos à lente [2].

A terceira aula tem duração um pouco maior que as anteriores (3 horas), iniciando com os conteúdos específicos e maquetes táteis-visuais (com os conteúdos: classificação das lentes convergente e divergente; construção de imagens em lentes convergentes e divergentes). A seguir, é apresentado o aparato experimental a ser utilizado na quarta aula.

Para a realização do experimento inclusivo adaptado, na quarta aula, os alunos devem estar na área externa da escola em um dia não nublado. A posição da fonte de luz (o sol) pode ser sentida na pele (tátil) e deve incidir na lente (que deve estar na lateral do rosto, na mesma posição onde o sol bate). O balão deve ficar paralelo à lente (código tátil-auditivo).

5. Alguns resultados

A proposta didática foi implementada com estudantes de 3ª série do Ensino Médio, em uma turma com uma estudante não vidente. Apresentaremos aqui alguns pontos relevantes e a análise completa da apli-



Figura 3 - Detalhe da lente e da marcação em braille na barra lateral do experimento adaptado da Ref. [2].

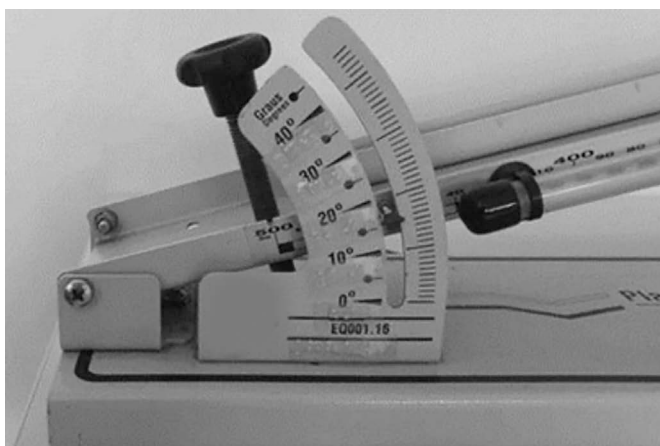


Figura 4 - Detalhe da marcação em braille no medidor de ângulos do experimento adaptado da Ref. [2].

Tabela 1: Resumo da proposta didática [2].

Aula	Conceitos tratados	Estratégia didática
1	Conceitos introdutórios até espelho plano	Aula expositiva + maquetes táteis
2	Espelhos esféricos	Aula expositiva + maquetes táteis
3	Lentes convergentes e divergentes	Aula expositiva + maquetes táteis
4	Distância focal de lente convergente	Experimento inclusivo adaptado

cação da proposta pode ser encontrada na dissertação de Silva [2]. Em especial, apresentaremos a discussão de algumas questões presentes em dois questionários preenchidos pelos estudantes.

Antes das aulas, foi apresentado aos alunos, videntes e não vidente, um questionário inicial com algumas perguntas a respeito do assunto que seria ministrado, bem como percepções sobre o ensino de física para estudantes com DV; no final das atividades, foi apresentado um segundo questionário, com perguntas sobre as aulas ministradas. Os Quadros 1 e 2 apresentam as perguntas dos questionários inicial e final.

Para a aluna com DV, as perguntas foram feitas oralmente, sendo as respostas registradas de forma escrita, com acompanhamento do professor especialista em educação especial.

Em termos gerais, as questões iniciais tiveram o propósito de contextualizar o local de aprendizagem juntamente com o ensino, isto é, questões que revelassem dificuldades dos estudantes com o ensino da física, relações com o professor e os colegas. Elas compuseram um momento de contextualização a respeito de como os estudantes percebiam o ensino de física que recebiam na escola e, também, visaram buscar informações, identificar conceitos prévios e conhecer suas

Nos relatos obtidos, encontram-se elementos da relação frequente que os estudantes fazem entre equações e aprendizagem de física, evidenciando dificuldades semelhantes a todos os alunos videntes e não videntes, ou seja, a "matemática"

expectativas sobre aquilo que viriam a estudar. A categorização de uma amostra de respostas - aluna X (não vidente) e alunos Y, Z, W, R, S, T, U (videntes) - é apresentada na Tabela 2.

Nos relatos obtidos, encontram-se elementos da relação frequente que os estudantes fazem entre equações e aprendizagem de física, evidenciando dificuldades semelhantes a todos os alunos videntes e não videntes, ou seja, a “matemática”, como se pode observar das respostas à Questão 1 do questionário inicial. Segundo Brandão, “a Matemática, a qual é considerada uma das disciplinas de maior dificuldade, no tocante à abstração de conceitos adquiridos, tais como trigonometria e geometria no ensino fundamental, para alunos videntes, também o é para deficientes visuais” [12, p. 1]. Vale ressaltar o estudo de Carvalho [13], que investigou o uso da linguagem LaTeX13 como ferramenta para o cego realizar cálculos matemáticos no ensino de física. Os resultados encontrados indicam uma relação direta entre a dificuldade de aprendizagem de estudantes com DV e o caráter simbólico da linguagem matemática convencional, predominantemente visual.

Ao responder à Questão 2, a estudante com DV ressaltou a inexistência de atividades diferenciadas na prática docente, bem como a falta de preparo dos professores, em geral. Segundo Masini [12], uma das práticas profissionais que o professor atuante com alunos DV deve ter é desenvolver atividades da vida diária, de forma criativa e não repetitiva. A resposta à Questão 2 pela estudante X é complementada pela Questão 3 do questionário inicial, ao reforçar que o uso de materiais adaptados, somados a uma formação inclusiva do professor, podem auxiliar no aprendizado dos estudantes com DV. Esse entendimento é corroborado pelos estudos de Vygotksy e os de Camargo e cols. [3].

Quadro 1: Questionário inicial [2].

1. Qual a principal dificuldade da disciplina física?
2. O professor de física desenvolve atividades alternativas na sala de aula, de acordo com necessidades para o aprendizado? Se sim, quais? Se não, por quê?
3. Na sua opinião, o que deve ser feito para melhorar o ensino de física para as pessoas com deficiência visual?
4. Já ouviu falar de óptica geométrica? Caso afirmativo, o que você lembra a respeito desse conteúdo?
5. O que você espera aprender de óptica geométrica?
6. Você já estudou espelho plano, espelho esférico e lentes? Caso afirmativo, o que você aprendeu desses assuntos?

Quadro 2: Questionário final [2].

1. A aula apresentada sobre óptica geométrica proporcionou conhecimentos a você? Se sim, quais?
2. Em sua opinião, qual a utilidade do material didático para a compreensão do assunto óptica geométrica? A qualidade foi satisfatória para você?
3. Explique com suas palavras o que entendeu sobre introdução à óptica, espelho plano, espelho esférico e lentes.
4. Você consegue relacionar as aulas ministradas com o material didático apresentado?
5. Você possui alguma sugestão, crítica ou alguma proposta para melhorar a aula ministrada?

Tabela 2: Categorização das respostas obtidas por meio do questionário inicial [2].

Aluno	Questão 1		Questão 2			Questão 3		Questão 4	
	Dificuldades		Atividades diferenciadas			Melhoria		Conhecimento	
	Matemática		Sim			Tipos		Conhecer o assunto da óptica geométrica	
	Símbolos	Equações	Aulas práticas com os alunos	Exclusão	Falta de preparo	Material ampliado	Melhoria na formação do professor	Sim	Não
X	X	X		X	X	X	X		X
Y		X		X	X		X		X
Z		X			X	X			X
W		X			X		X		X
R		X		X	X		X		X
S		X	X				X		X
T		X	X				X		X
U		X			X		X		X

Com o questionário final, procurou-se verificar, na análise das respostas obtidas, sua concordância com as definições de óptica geométrica. Todos os estudantes que participaram da aula conseguiram expressar de forma fragmentada ou integralmente uma definição de espelhos e lentes explorada com o material didático. A Tabela 3 apresenta a categorização das respostas.

As respostas indicam que todos os discentes (videntes e não vidente) consideraram que aprenderam e que os materiais (maquetes e experimento inclusivo adaptado) eram de qualidade boa ou ótima, tendo auxiliado no entendimento da teoria. Por fim, todas as críticas foram positivas.

6. Considerações finais

Neste trabalho é apresentada uma proposta didática que consistiu de maquetes táteis-visuais e um experimento inclusivo adaptado para ensinar óptica geométrica para estudantes sem e com DV. Embora a proposta de confecção e uso da primeira ferramenta não traga muita novidade para a pesquisa na área, o aparato experimental é inovador, ao propor um mode-

lo não visual, para o entendimento do conceito de distância focal, no qual o sentido da visão é substituído pelo da audição.

Durante a implementação da proposta em sala de aula, buscou-se avaliar, pelo depoimento de uma aluna com deficiência visual, o benefício da utilização dessas ferramentas como auxílio no ensino de óptica geométrica para pessoas com necessidades especiais relacionadas à visão (cegueira), mas que também contemplasse, de maneira inclusiva, os alunos videntes.

O questionário inicial mostrou que a principal dificuldade para o aprendizado de física para a aluna DV é a matemática, não a falta de visão, o que corrobora o entendimento de Vygostky ao afirmar que o funcionamento psicológico das pessoas com deficiência obedece às mesmas leis, embora com uma organização distinta, das pessoas sem deficiência.

O questionário inicial também indicou que em geral não são desenvolvidas em sala de aula atividades adaptadas para estudantes com DV, evidenciando assim a falta de formação desses professores, que acabam levando os estudantes deficientes visuais a viven-

Tabela 3: Categorização das respostas obtidas por meio do questionário final [2].

Aluno	Questão 2			Questão 3		Questão 4		Questão 5		
	Material didático			O que entendeu		Relacionar material didático com teoria		Crítica		
	Utilidade	Qualidade		Óptica geométrica		Sim	Relação	Positiva		Negativa
	Aprendi	Boa	Ótima	Espelho plano e esférico	Lentes	Consegue	Lentes	Ótimo	Bem detalhado	
X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Y	X	X			X	X	X	X		
Z	X		X	X	X	X	X	X	X	
W	X		X	X	X	X	X	X	X	
R	X		X	X	X	X	X	X	X	
S	X	X		X	X	X	X	X		
T	X	X		X	X	X	X	X		
U	X		X	X	X	X	X	X	X	

ciar um sentimento de exclusão dentro do ambiente escolar. Para amenizar essa situação, o professor deve conhecer as dificuldades de seus alunos, explorando as alternativas que podem ser utilizadas em cada caso.

Os relatos indicaram que o uso do material didático contribuiu para o aprendizado tanto da aluna com DV quanto para o dos videntes. Conteúdo, termos e relações nunca discutidos antes puderam ser explorados

de modo mais eficiente com a contribuição do material tátil-visual e do experimento inclusivo adaptado, levando assim a um processo de interação social, como proposto por Vygotsky.

Recebido em: 25 de Novembro de 2024

Aceito em: 22 de Setembro de 2025

Referências

- [1] Brasil, *Constituição da República Federativa do Brasil* (Senado Federal, Brasília, 1988).
- [2] R.M. da Silva, *Material Didático para o Ensino de Conceitos Básicos da Óptica Geométrica para Inclusão de Alunos com Deficiência Visual*. Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.
- [3] E.P. Camargo, R. Nardi, E.V. Veraszto, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **30**, 3401 (2008). [doi](#)
- [4] L.S. Vygotsky, *Obras Escogidas V – Fundamentos de Defectología* (Visor y A. Machado Libros, Madrid, 1997).
- [5] A. Cenci, In: *Anais 37ª Reunião Nacional da ANPED*, Florianópolis, 2015.
- [6] A.H. Nuernberg, *Psicologia em Estudo* **13**, 307 (2008).
- [7] T.P.C. Coelho, S.M.S. Barroco, M.A. Sierra, In: *Anais do Congresso Nacional de Psicologia Escolar e Educacional*, Maringá, 2011.
- [8] L.G. Costa, M.C.D. Neves, D.A.C. Barone, *Ciência e Educação* **12**, 235 (2006). [doi](#)
- [9] N.O. Bentes, *Revista Cocar* **4**, 85 (2010).
- [10] R.F.C. Biazetto, *As Contribuições de Vygotski Para a Educação Especial na Área da Deficiência Visual* (Secretaria de Estado da Educação, Paraná, 2007).
- [11] L.S.Vygotsky, *Obras Escogidas IV - Psicologia Infantil* (Visor y A. Machado Libros, Madrid, 1997).
- [12] E.F.S. Masini, In: *Do Sentido, Pelos Sentidos Para o Sentido: O Sentido das Pessoas com Deficiências Sensoriais* (Vetor, São Paulo, 2002).
- [13] J.C.Q. de Carvalho, *Ensino de Física e Deficiência Visual: Possibilidades do Uso do Computador no Desenvolvimento da Autonomia de Alunos com Deficiência Visual no Processo de Inclusão Escolar*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2015.