



SEÇÃO RELATOS DE EXPERIÊNCIAS LIVRES

Símbolos táteis para o ensino de óptica geométrica a estudantes com deficiência visual

Tactile symbols for teaching geometric optics to students with visual impairment

Maria Luiza Barbosa Pertence¹

Adriana Gomes Dickman²

RESUMO

Neste trabalho, desenvolvemos e testamos símbolos táteis para representar diagramas da óptica geométrica, visando facilitar o aprendizado de estudantes com deficiência visual. A proposta foi desenvolvida em três etapas: criação e teste de símbolos em relevo, aplicação dos símbolos em sala de aula, e realização de entrevistas com os participantes. Os símbolos foram desenvolvidos com auxílio de uma revisora de braille, que sugeriu melhorias, como o uso de cola relevo para destacar pontos específicos, implementadas com sucesso. Em maio de 2018, aplicamos os símbolos em duas situações. Na primeira aplicação, realizada durante uma aula de Física para uma turma de segundo ano do Ensino Médio, em uma escola particular, participaram 26 alunos sem deficiência visual e um estudante cego, que perdeu a visão aos 8 anos de idade. Na segunda aplicação, realizada na sala de recursos de uma escola especializada na educação de alunos com deficiência visual, participaram uma aluna e um professor de Matemática cegos e uma aluna com baixa visão severa, sendo todas condições congênitas. Os resultados mostraram que os símbolos promoveram uma melhor compreensão do conteúdo, sendo elogiados pela revisora de braille e pelo professor por seu potencial didático. Os alunos acharam os símbolos interessantes, fáceis de tatear e entender, permitindo o reconhecimento e a diferenciação das características dos espelhos e dos raios de luz. A presença de registros de lembranças visuais não se mostrou decisiva para a compreensão dos conceitos de luz, conforme observado nos alunos com cegueira adquirida ou baixa visão. As entrevistas revelaram falta de suporte, materiais e professores preparados para o ensino inclusivo. Concluímos que os símbolos táteis podem ser uma ferramenta valiosa para o ensino de óptica geométrica, assim como para a inclusão e a autonomia dos estudantes com deficiência visual. A criação de símbolos mais complexos para outros conteúdos pode ampliar ainda mais as possibilidades de aprendizado, bem como a construção de um glossário.

Palavras-chave: Ensino de Física. Óptica. Símbolos Táteis. Deficiência Visual.

ABSTRACT

In this work, we developed and tested tactile symbols to represent geometric optics diagrams, as a way to help visually impaired students learn. The process involved three stages: creating and testing embossed symbols, using the symbols in the classroom, and conducting interviews with the participants. A braille reviewer provided valuable

1 Doutoranda do Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais.
Mestre em Ensino de Ciências pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
E-mail: maria.pertence@gmail.com

2 Docente do Programa de Pós-graduação em Educação e da Licenciatura em Física (ICEI) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Doutora em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais.
E-mail: adickman@pucminas.br



input, suggesting improvements such as using relief glue to highlight specific points, which were successfully implemented. In May 2018, we applied the symbols in two situations. The first was in Physics classes for second-year high school students in a private school, with 27 participants, including a blind student who lost his sight at eight years old. The second application was in a resource room of a specialized school for the visually impaired, with a student and Mathematics teacher, both blind, and a student with severe low vision, all congenital conditions. The results showed that the symbols helped students better understand the content, and the participants, including the braille reviewer and the teacher, praised their didactic potential. The students found the symbols interesting, and easy to feel and understand, allowing them to recognize and differentiate the characteristics of mirrors and light rays. The presence of visual memory records was not decisive for understanding the concepts of light, as observed in students with acquired blindness or low vision. The interviews revealed insufficient support, materials, and teachers prepared for inclusive education. In conclusion, tactile symbols can be a valuable tool for teaching geometric optics and can contribute to the inclusion and autonomy of visually impaired students. Additionally, the creation of more complex symbols to represent other contents can further enhance learning possibilities, as well as the construction of a glossary.

Keywords: Physics Education. Optics. Tactile Symbols. Visual Impairment.

Introdução

A educação na perspectiva inclusiva teve, nos últimos anos, avanços significativos. A implementação da Lei nº 9.394/1996 (Brasil, 1996) abriu possibilidades para que pessoas com deficiência sejam educadas junto aos demais estudantes. A Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) sedimentou a inclusão das pessoas com deficiência ao assegurar e “promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (Brasil, 2015, art. 1). O capítulo IV da referida lei versa sobre os direitos das pessoas com deficiência à educação, explicitando as várias implementações que devem ser realizadas para garantir a permanência destas na escola.

Além disso, a Conferência Mundial de Educação Especial, realizada no ano de 1994 em Salamanca, na Espanha, deu origem ao documento conhecido como a “Declaração de Salamanca”, que traz como pré-requisito na educação a interlocução entre educadores e profissionais da área com o intuito de lidar com possíveis impasses que surgem a partir da prática educativa sob a perspectiva inclusiva (Rodrigues, Langhi, Camargo, 2017).

Entretanto, Rodrigues, Langhi e Camargo (2017) expõem também que a inserção na escola por si só não garante a inclusão dos alunos; as orientações curriculares não possuem características específicas inclusivas para alunos com deficiência visual (DV), o que justifica as incoerências nos discursos, em que a inclusão tem caráter emergencial, pois os alunos já se encontram presentes em sala de aula e, portanto, fazem parte da cultura dos videntes, participando de atividades e construindo de forma conjunta uma percepção científica, cultural e social.



A perspectiva inclusiva no cenário educacional ainda é um processo em pleno desenvolvimento, que se mostra crescente e de grande mobilização por parte dos pesquisadores. Apesar disso, conforme Assis, Oliveira e Silva (2017), a inclusão ainda se evidencia como um sonho a ser alcançado, diante dos poucos materiais e produtos educacionais encontrados e, sobretudo, por estes não tratarem explicitamente da inclusão de estudantes com deficiência visual em aulas de Física.

Portanto, torna-se clara a necessidade do desenvolvimento de novas metodologias para o ensino de estudantes com deficiência visual, principalmente em Física, pelo uso expressivo de imagens nas explicações dos conteúdos. Alguns pesquisadores têm se dedicado a estudar questões relacionadas às adaptações das inscrições didáticas, que segundo Roth *et al.* (2005 *apud* Alves, 2011) são elementos não-verbais que compõem os textos didáticos, como: fotografias, desenhos, gráficos, tabelas e diagramas. Essas adaptações são utilizadas no ensino de Ciências para estudantes com DV, desde montagens em relevo, análise de relevância das representações para a compreensão do texto nos livros didáticos e avaliações, até uma possível padronização na adaptação de figuras (Andrade, Libardi, Leitão, 2017; Martins, 2013).

De acordo com pesquisas realizadas na área (Veraszto *et al.*, 2017; Camargo, Nardi, 2007; Camargo, Nardi, Veraszto, 2008), a cegueira não impede que o aluno aprenda conceitos físicos, indicando a possibilidade de indivíduos com deficiência visual virem a adquirir conhecimentos científicos por meio de percepções multissensoriais. Nessa lógica, essas pesquisas nos fazem refletir que a capacidade de cognição do indivíduo não está ligada a uma deficiência ou à presença de determinado sentido, mas sim à diversidade de possibilidades de acesso ao conhecimento (Veraszto *et al.*, 2017).

Em função da falta de visão, surgem outros meios de comunicação e cognição que permitem que o indivíduo conheça o mundo de uma maneira peculiar. Neste sentido, torna-se imperativo investigar todos os ângulos destas formas de aquisição de conhecimento para buscar novas formas de ensino que possam colaborar para a inclusão desses alunos em sala de aula (Ferreira, Dickman, 2015).

Em relação ao conteúdo de Física, a ausência de material didático destinado a estudantes com DV tem sido a reivindicação maior. Foi constatado que as dificuldades encontradas por esses estudantes se concentram na visualização de gráficos, desenhos e representações diversas (Ferreira, 2014; Camargo, Nardi, 2007; Andrade, Dickman, Ferreira, 2012). No conteúdo de óptica, especificamente, reconhece-se a sua complexidade e a necessidade de recortes e estudos particularizados. Mesmo que os fenômenos físicos estudados nesta área não possam ser observados diretamente pela visão, estratégias metodológicas dependentes da observação visual para o ensino desses fenômenos são desenvolvidas e aplicadas junto a



alunos videntes, tornando-se um fator que pode dificultar o ensino de óptica para alunos com DV (Camargo, Nardi, Veraszto, 2008).

A busca por uma didática inclusiva não é simples, pois deve superar os modelos pedagógicos gerais, enfatizando o impacto de variáveis específicas na implantação de uma educação para todos. Portanto, em uma prática de ensino de óptica para alunos com DV, deve-se visar a superação do paradigma tradicional de ensino a partir de ações inovadoras que envolvam todos, estudantes com e sem deficiência visual (Camargo, Nardi, 2007; Camargo, Nardi, Veraszto, 2008).

Pesquisas apontam que diversos recursos podem e são usados em benefício do ensino de óptica para alunos com DV. Entre esses recursos estão o uso simultâneo de registros táteis (Camargo, Nardi, Veraszto, 2008), a construção de equipamentos específicos (Camargo, Nardi, 2007), o uso de desenhos em relevo ou qualquer outro aparato tátil (Amaral, Ferreira, Dickman, 2009), o uso de experiências sensoriais (Veraszto *et al.*, 2017) e o de maquetes (Ferreira, 2014). Apesar da ampliação dos recursos metodológicos nas aulas de óptica, parte significativa das metodologias continua privilegiando apenas os aspectos visuais das informações. Como resultado, a maioria dos alunos com DV têm apresentado baixo rendimento no aprendizado quando comparados com alunos sem deficiência visual (Nascimento, Chanini, Pinto Neto, 2017).

De forma mais específica para alunos com deficiência visual, já na década de 1990 os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) sugeriam adaptações curriculares e didáticas de acordo com as necessidades educacionais dos alunos, fornecendo textos transcritos para o braille e ilustrações representadas em relevo. Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) remete à Lei Brasileira de Inclusão (LBI) (Brasil, 2015), que aponta para a possibilidade de adequação e adaptações necessárias buscando

a visualização de textos, o Braille, o sistema de sinalização ou de comunicação tátil, os caracteres ampliados, os dispositivos multimídia, assim como a linguagem simples, escrita e oral, os sistemas auditivos e os meios de voz digitalizados e os modos, meios e formatos aumentativos e alternativos de comunicação, incluindo as tecnologias da informação e das comunicações (Brasil, 2015, art. 112).

Entretanto, observa-se que não há uma padronização de símbolos em relevo que representem de forma clara e sistemática os conteúdos de Física, que, em geral, se fundamenta na discussão do conteúdo por meio de livros didáticos. Dessa maneira, percebeu-se a necessidade de desenvolver símbolos para representar as ilustrações dos livros didáticos para estudantes com DV, facilitando também a reprodução dessas ilustrações, inclusive em salas de recursos multifuncionais. Assim, neste trabalho relatamos o processo de desenvolvimento e



teste de símbolos em relevo para facilitar o contato de estudantes com deficiência visual com o conteúdo de óptica geométrica.

Seguimos a orientação de Conde (2016), que delimita como cego, pedagogicamente, “aquele que, mesmo possuindo visão subnormal, necessita de instrução em Braille”, e “como portador de visão subnormal aquele que lê tipos impressos ampliados ou com auxílio de potentes recursos ópticos”.

2 Metodologia

Esta investigação, de natureza qualitativa, teve como base as estratégias de Pesquisa-Ação e Testagem de Métodos, Materiais ou Programas. Segundo Scarpa e Marandino (1999, p. 7), Pesquisa-Ação define-se como: “trabalhos que envolvem um plano de ação baseado em objetivos, em processo de acompanhamento e controle da ação do relato do processo. Também quando o pesquisador e participante encontram-se envolvidos em diferentes fases da pesquisa”. Assim, nossa proposta de ensino foi desenvolvida em três etapas: criação e teste de símbolos em relevo para o conteúdo de óptica geométrica; aplicação dos símbolos em sala de aula; e realização de entrevistas com participantes da pesquisa.

Posteriormente à criação dos símbolos de óptica, estes foram testados com o auxílio de uma revisora de braille, coordenadora do curso de Comunicação e Tecnologia Assistiva de uma instituição de Ensino Superior. Em seguida, os símbolos foram usados em duas aplicações que ocorreram em maio de 2018: em uma escola regular e em uma escola especializada na educação de alunos com DV.

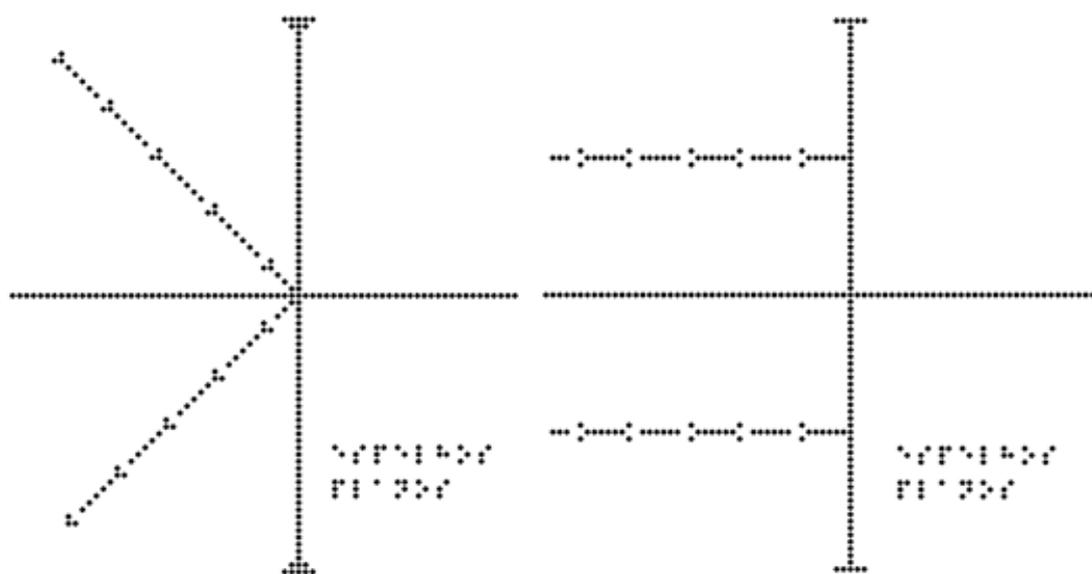
Na primeira aplicação, realizada em aulas de Física para uma turma de segundo ano do Ensino Médio em uma escola particular, participaram 27 alunos com idades entre 15 e 16 anos. Entre eles, havia um estudante cego, que perdeu a visão aos oito anos de idade. Na segunda aplicação, realizada na sala de recursos da escola especializada, participaram duas alunas do Ensino Médio e um professor de Matemática, com idades de 15, 16 e 52 anos, respectivamente. A aluna mais nova e o professor são cegos, enquanto a outra aluna possui baixa visão severa, sendo ambas as condições congênitas. O docente, que inicialmente tinha baixa visão congênita, perdeu completamente a visão aos 11 anos.

Por fim, foram realizadas entrevistas com os estudantes com DV para compreender suas percepções acerca do conteúdo, observando se houve melhora ou não na sua compreensão. Nas próximas seções detalhamos cada etapa conduzida na investigação.

2.1 Desenvolvimento dos símbolos em relevo

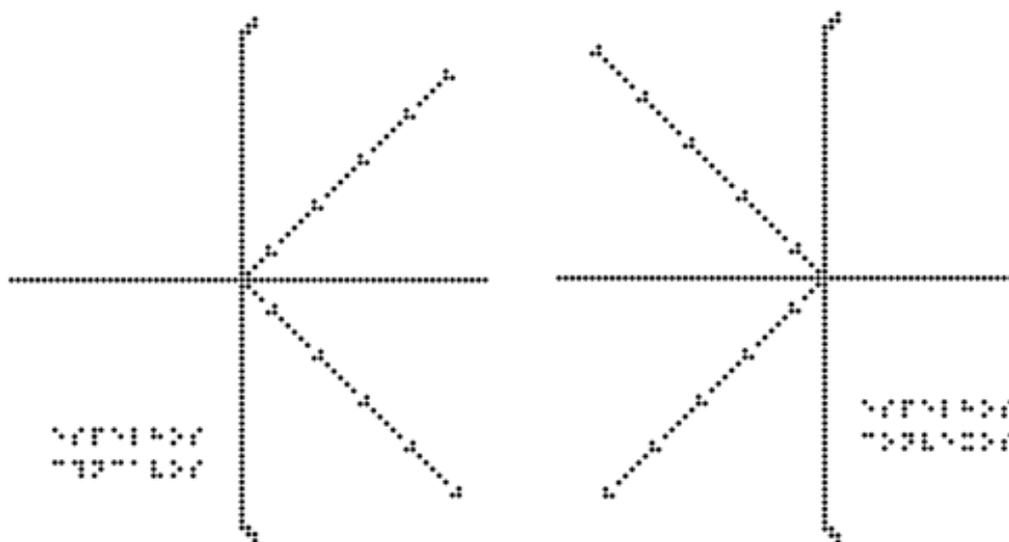
Na primeira etapa foram desenvolvidos símbolos em relevo, por meio da escolha dos conteúdos, elaboração e validação dos símbolos por revisores de braille. Uma vez escolhida a óptica como conteúdo a ser trabalhado, passou-se à criação dos símbolos em relevo, desenvolvidos com o software *QuickTac* e impressos para a aplicação em sala de aula. Esta etapa foi importante, pois foi preciso analisar os esquemas usados nas representações do conteúdo em livros didáticos, as possibilidades de montagem de novos símbolos, com os padrões geométricos disponíveis, evitando repetição e obedecendo aos padrões dos símbolos já criados. Os símbolos foram formulados destacando as características principais dos diferentes tipos de espelhos, de forma a serem facilmente identificadas por professores e alunos com DV pelo tato. Na Figura 1 são apresentadas representações para espelho plano, com raio incidindo no centro à esquerda, e paralelamente ao eixo à direita.

Figura 1. Espelho plano



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Na Figura 2 são apresentadas representações para espelho côncavo à esquerda e espelho convexo à direita. Além dos espelhos, a Figura 2 mostra um raio de luz incidindo no centro dos espelhos esféricos e sendo refletido. A direção dos raios incidentes e refletidos foi indicada por meio de símbolos elaborados previamente para representar vetores.

Figura 2. Espelhos côncavo (esquerda), convexo (direita)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Antes de finalizar a elaboração de todos os símbolos, eles foram testados (em testes-piloto) com uma estudante cega produzindo resultados positivos em relação à sua utilização (Pertence, Dickman; 2019).

2.2 Teste de percepção e sensibilidade

Posteriormente à criação dos símbolos de óptica, foram realizados testes com o auxílio de uma revisora de braille para julgar se aqueles se apresentam coerentes, inteligíveis para a leitura tátil e de fácil correlação ao conteúdo. Para serem aplicadas ao ensino, as figuras devem ser de fácil compreensão e ter clara percepção ao toque, estando dentro dos padrões estabelecidos pela Comissão Brasileira do Braille (CBB). Foi elaborado um roteiro com sete questões para a entrevista, mostradas no Quadro 1.

As perguntas 1 e 2 identificam o perfil da revisora em relação aos tipos de trabalhos inclusivos com os quais tem familiaridade. As perguntas 3 a 6 são relativas aos símbolos desenvolvidos, se estes estão aptos para uso no ensino e se ajudariam os alunos com DV a compreender melhor o conteúdo. A pergunta 7 busca a opinião da participante sobre as dificuldades do ensino inclusivo atualmente.



Quadro 1. Roteiro da entrevista com a revisora de Braille

1. Há quanto tempo você trabalha com inclusão? E com alunos com deficiência visual?
2. Você já teve contato com algum tipo de material adaptado para o ensino de Física? Que tipo de materiais?
3. Os símbolos são legíveis e de fácil tato? Você consegue identificar todas as características?
4. Que tipo de dificuldades você acha que esses símbolos podem apresentar para o aluno?
5. Sugestões para a melhora dos símbolos?
6. Alguma sugestão de metodologia de aplicação desse material em sala de aula?
7. Para você, qual o maior problema que o ensino inclusivo enfrenta atualmente?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

2.3 Metodologia de ensino

Na escola particular, os alunos ainda não tinham visto o conteúdo relacionado a fenômenos da luz e espelhos. Assim, foram ministradas duas aulas usando a abordagem metodológica idealizada por Delizoicov e Angotti (1994), consistindo em três momentos pedagógicos.

No primeiro momento, "Problematização", foram apresentadas situações cotidianas acerca do conteúdo de óptica para discussão problematizada com os alunos. Nessa etapa foi possível perceber se os alunos possuíam noções sobre o conteúdo abordado, e se estas estavam de acordo com os conhecimentos científicos. Foram usadas situações para a discussão, como: o arranha-céu Walkie-Talkie, responsável por derreter partes de carros em função do seu formato e material de que é constituído; o uso de fornos solares em indústrias; uma analogia com o efeito estufa; e o mapeamento de estrelas e astros com o uso de satélites como o Hubble.

No segundo momento, "Organização do conhecimento", o conteúdo foi preparado em termos instrucionais, permitindo assim a compreensão dos conceitos, para que todos os alunos, com e sem deficiência visual, pudessem perceber a existência de outras interpretações para o que foi problematizado. Dessa forma, os alunos puderam comparar esse novo conhecimento com o seu, e assim usá-lo para melhor interpretar fenômenos e situações apresentadas. Essa etapa foi importante, pois, segundo pesquisa realizada por Camargo e Nardi (2006), os alunos com deficiência visual possuem concepções distintas e desconexas dos conceitos de Física, principalmente acerca do conteúdo de óptica, pela dificuldade que encontram em estabelecer relações entre conhecer e perceber fenômenos ou conceitos físicos.

Foram desenvolvidas definições e relações para associar os conhecimentos prévios dos alunos com as situações problematizadas. Ao serem questionados sobre o que todas as situações apresentadas teriam em comum, os alunos afirmaram que a luz seria o fator em comum, então, por meio da técnica de *brainstorming*, discutimos o que seria luz. Entre as palavras e ideias citadas nesse momento da aula surgiram: calor; radiação; iluminação; reflexão; energia; espelhos planos, côncavos e convexos; imagens e ondas eletromagnéticas. Entende-se que tal



procedimento ajudou os discentes no processo de compreensão de fenômenos que costumamente são lecionados por meio de esquemas visuais.

Como a turma ainda não tinha visto o conteúdo de óptica, mas possuía familiaridade com fenômenos ondulatórios, uma aula sobre tipos de espelhos, tipos de imagem, suas características e lei da reflexão foi ministrada. Para o aluno com DV foram usados os esquemas criados de espelhos em relevo para explicar o conteúdo. Além disso, utilizamos uma colher grande para diferenciar a curvatura dos espelhos esféricos, sendo o lado de dentro da colher semelhante a um espelho côncavo, e seu lado externo semelhante a um espelho convexo, o que pode ser verificado pelo tato.

No terceiro momento, “Aplicação do conteúdo”, foram apresentadas novas situações problematizadas ao conhecimento discutido anteriormente com os alunos, como por exemplo: o uso da fibra óptica; os tipos de espelhos no cotidiano; aquecimento do interior de carros com os vidros fechados; entre outras. Em seguida, foi permitido que os alunos participassem da discussão explorando as situações apresentadas. Essa abordagem possibilitou que os alunos percebessem que a óptica está presente em seu cotidiano.

Após os três momentos da aula, foi aplicada uma atividade consistindo de um questionário com nove questões, abertas e fechadas, para avaliar o aprendizado dos alunos. Os discentes foram divididos em duplas para que pudessem compartilhar suas opiniões e discutir suas dúvidas. O aluno com DV, que formou dupla com um aluno sem deficiência visual, foi acompanhado de perto; caso houvesse dificuldade na interpretação das questões, estas poderiam ser esclarecidas com o auxílio dos esquemas em relevo.

A segunda aplicação foi feita na sala de recursos de uma escola especializada para alunos com deficiência visual. Nesse caso, todos já tinham estudado o conteúdo de óptica. Foram usados os símbolos em relevo e as discussões problematizadas da metodologia de Delizoicov e Angotti (1994). Como a explicação foi feita somente para duas alunas e um professor, as dúvidas e críticas foram abordadas em uma conversa sobre o conteúdo e o material de óptica (Fotografia 1).

Fotografia 1. Segunda aplicação



Fonte: Acervo das autoras (2018).



2.4 Realização de entrevistas

Foram realizadas duas entrevistas com o aluno com DV da primeira aplicação: uma antes da problematização dos fenômenos e situações relacionados ao conteúdo, com o intuito de entender o que o aluno sabe acerca dos conceitos de óptica; e outra entrevista, realizada após a aplicação do conteúdo e a utilização dos símbolos em relevo na aula, com o objetivo de perceber se essa abordagem metodológica melhorou a sua compreensão e ampliou suas percepções em relação à matéria. Para as alunas e o professor da segunda aplicação foi realizada somente uma entrevista no final da aplicação, baseada nos dois roteiros de entrevista utilizados anteriormente. Os roteiros elaborados para as entrevistas estão no Quadro 2.

Quadro 2. Roteiro de entrevista semiestruturada

Antes do primeiro momento pedagógico
1. Data de nascimento.
2. Quando surgiu a deficiência visual? Ou quando ela começou a se manifestar?
3. Qual é o grau de seu problema visual? Fale sobre ele.
4. Quando você teve aula de Ciências pela primeira vez? E de Física?
5. Fale como seus professores atuaram com você e como eles lidaram com seu problema.
6. Fale dos recursos didáticos que estes professores utilizaram com você.
7. Como você lidava com as figuras do livro didático? E as figuras das avaliações?
8. Já trabalhou com algum tipo de figura na escola (descrição ou braille)? Como isto foi feito?
9. Como você aprendia um conteúdo qualquer? Você consegue descrever o seu processo de aprendizagem?
10. Já estudou óptica e se lembra sobre formação de imagens? Se sim, o que lembra?
11. O que você entende sobre luz?
12. O que você entende por espelhos e lentes?
Após o terceiro momento pedagógico
1. O que você achou da aula. Comente.
2. Fale sobre os símbolos, é possível tatear todas as características?
3. Tem sugestões para melhorar a representação?
4. Fale sobre as dúvidas que você tem. Quais são?
5. O uso dos símbolos melhorou sua percepção do conteúdo de Óptica?
6. Comente sobre luz e formação de imagem.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

O roteiro foi elaborado a partir de uma pré-codificação, considerando os aspectos que gostaríamos de explorar e ou identificar na fala dos sujeitos (roteiro direcionado). Os textos transcritos foram analisados a partir de uma leitura analítica, que de acordo com Gil (2002) pressupõe a leitura integral do texto para identificação, hierarquização e sintetização das ideias-chave. Para finalizar, foi feita uma leitura interpretativa, interligando as ideias centrais da fala dos entrevistados, com resultados obtidos por meio da interação dos participantes com o material e desempenho no questionário. Todas as entrevistas foram presenciais, tiveram a duração de aproximadamente 30 minutos, foram gravadas e posteriormente transcritas.



3 Análise dos dados

3.1 Análise da aplicação do material em uma escola regular com um aluno incluído

Com a metodologia de Delizoicov e Angotti (1994), foi possível perceber no momento de problematização que os alunos possuem noções sobre o conteúdo abordado; as situações cotidianas acerca do conteúdo de óptica foram bem discutidas e reconhecidas por eles. A situação sobre o uso de satélites para o mapeamento de estrelas foi a única que apresentou um pouco de dificuldade para ser assimilada, por ter despertado dúvidas sobre fotografias estelares, que foram esclarecidas e conciliadas ao assunto da aula.

No momento de organização do conhecimento com foco na compreensão dos conceitos, os alunos compararam as situações apresentadas com suas percepções sobre o conteúdo de óptica, apresentaram dúvidas e perceberam a existência de outras interpretações para as situações problematizadas. O aluno com DV não apresentou dificuldade em estabelecer relações entre fenômenos e conceitos físicos, mantendo-se participativo toda a aula e curioso sobre a matéria.

Um ponto importante da aula foi o *brainstorming* realizado quando os alunos afirmaram que a luz seria o fator comum entre as situações problematizadas; dentre as palavras sugeridas, a maioria delas tinha fundamentos corretos sobre o conceito ou estava correlacionada ao fenômeno. Foi surpreendente observar que os estudantes reconheceram todos os tipos de espelhos, mesmo sem um conhecimento pleno do assunto. A expressão que mais chamou atenção, e também a que mais define luz, foi sugerida pelo aluno com DV, “ondas eletromagnéticas”, o que demonstra familiaridade com fenômenos ondulatórios.

No momento de aplicação do conteúdo foram apresentadas novas situações problematizadas, mais próximas do cotidiano. Dessa maneira, foi possível perceber que os alunos conseguiram aproximar os conceitos trabalhados com seu dia a dia.

Após os três momentos da aula foi aplicada uma atividade em dupla, elaborada com o intuito de identificar as principais dificuldades da turma e estabelecer uma oportunidade de maior aproximação do aluno com DV. Durante a atividade, o aluno com DV tentou associar os símbolos com os exercícios propostos, que separava um esquema de espelho referente ao exercício em questão, e quando tinha dúvida reivindicava ajuda, assim como os demais alunos.

A atividade, com nove questões, abertas e fechadas (Quadro 3), foi dividida em três grupos de respostas para facilitar a análise: grupo A com as questões 1, 2, 3, 6 e 7 envolvendo desenho e cálculo; grupo B com as questões 5 e 9 explorando características dos espelhos; e grupo C com as questões 4 e 8 solicitando desenho e características das imagens formadas.



Todas as questões contemplam as características e propriedades de espelhos planos e esféricos, porém, a separação em grupos priorizou as habilidades principais que o aluno deveria desenvolver: identificar as características da imagem formada; representar os esquemas com desenho; calcular a distância e tamanho da imagem, posição do objeto, raio de curvatura e ângulos dos raios incidente e refletido.

As questões que compõem o grupo A exigiam do aluno a habilidade de representar por meio de desenhos a situação pedida no exercício e resolver um cálculo para encontrar a resposta. A maioria das questões desse grupo foi respondida corretamente, sendo que muitos estudantes representaram apenas o desenho correspondente.

As questões que compõem o grupo B exigiam do aluno a habilidade de identificar cada tipo de espelho e suas características. A atividade foi montada pensando na possibilidade de a turma ter alunos que tiveram contato prévio com o conteúdo de óptica e alunos que estariam vendo aquele conteúdo pela primeira vez. Porém, ficou claro que a questão 5 exigia um conhecimento mais avançado, por se tratar de formação de imagens em espelhos esféricos. Como a turma ainda não tinha iniciado os estudos dessa matéria, essa questão foi anulada. Todos erraram a questão 9, cuja teoria foi explicada muito brevemente, devido à intensa participação dos alunos na discussão. Assim, percebe-se, pelo resultado obtido, que seria necessário mais tempo de discussão para essa parte teórica.

Quadro 3. Questões de óptica

Questões

1. Um raio luminoso incide num espelho plano e o ângulo entre o raio refletido e o raio incidente é 72° . Qual é o valor do ângulo de incidência? Faça uma representação desse espelho.
2. Uma pessoa encontra-se parada a uma distância de 80 cm de um espelho plano. Qual a distância entre a pessoa e a sua imagem formada pelo espelho? Faça uma representação dessa situação.
3. O edifício "Walkie-Talkie", conhecido por derreter partes de carros em Londres, possui 160 metros de altura. A que distância mínima um carro tem de estar para ser derretido pelo prédio? Faça uma representação dessa situação (usando espelho).
4. (UNIP – adaptada) Um estudante tenta acender um fósforo usando um espelho esférico e a energia solar. A respeito do tipo de espelho esférico e do posicionamento da ponta do fósforo, assinale a opção correta e faça uma representação dessa situação.

Espelho	Posição da ponta do fósforo
a) côncavo	centro de curvatura do espelho
b) côncavo	vértice do espelho
c) côncavo	foco do espelho
d) convexo	centro de curvatura do espelho
e) convexo	foco do espelho



5. (PUC-MG) Em um farol de automóvel tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é:

- a) côncavo e o filamento está no centro do espelho.
- b) côncavo e o filamento está no foco do espelho.
- c) convexo e o filamento está no centro do espelho.
- d) convexo e o filamento está no foco do espelho.
- e) convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho.

6. (USJT-SP – adaptada) Um objeto real é colocado a 60 cm de um espelho esférico. Este produz uma imagem virtual a 30 cm do vértice. Quanto o raio de curvatura desse espelho mede? Faça uma representação dessa situação.

- a) 20 cm b) 60 cm c) 80 cm d) 40 cm e) 120 cm

7. (UFPI – adaptada) Um raio de luz incide, verticalmente, sobre um espelho plano que está inclinado 20° em relação à horizontal. O raio refletido faz, com a superfície do espelho, um ângulo de:

- a) 10° b) 30° c) 50° d) 70° e) 90°

8. (UNESP – adaptada) Um estudante veste uma camiseta em cujo peito se lê a inscrição seguinte: FÍSICA.

- a) Reescreva essa inscrição na forma que sua imagem aparece para o estudante quando ele se encontra frente a um espelho plano.
- b) Suponha que a inscrição esteja a 70cm do espelho e que cada letra da camiseta tenha 10cm de altura. Qual a distância entre a inscrição e a sua imagem? Qual a altura de cada letra da imagem?

9. (UFSM) As afirmativas a seguir se referem a um espelho côncavo.

- I. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal se reflete e passa pelo foco.
- II. Todo raio que incide ao passar pelo centro de curvatura se reflete sobre si mesmo.
- III. Todo raio que incide ao passar pelo foco se reflete sobre o eixo principal.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I b) apenas I e II c) apenas III d) apenas II e III e) I, II e III

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

As questões que compõem o grupo C exigiam do aluno, além da habilidade de representar a situação pedida por meio de desenhos, a de identificar as suas características e resolver um cálculo para encontrar a resposta. Os alunos foram muito bem na resolução das questões, considerando que a turma tinha visto esses conteúdos pela primeira vez.

Na resolução das atividades, percebeu-se que a dupla com o estudante com DV foi umas das que mais priorizaram os desenhos nas questões. As questões do grupo A e C, que pediam de alguma forma representações com desenhos, além de outros raciocínios, foram as que apresentaram melhor rendimento. As questões do grupo B foram as que evidenciaram mais dificuldades por serem mais teóricas, sendo assim, seria preciso mais tempo de explicação para trabalhar melhor alguns pontos da teoria.



3.2 Análise da aplicação do material em uma escola especializada na educação de alunos com DV

As alunas com DV informaram que tiveram contato com a matéria de espelhos, formação de imagem e fenômenos ópticos, sendo assim, não foram necessárias as aulas de explicação do conteúdo. Percebemos que as alunas compreenderam as situações com os esquemas desenvolvidos a partir das observações inéditas feitas sobre as situações.

Uma conversa e apresentação do material foram feitas à parte com o professor, que possui anos de experiência com materiais adaptados para o ensino de Ciências da Natureza e Exatas. Os materiais adaptados da escola não são desenvolvidos por profissionais com deficiência visual, desta maneira quando um material dessa área de conhecimento é produzido, é passado para este professor avaliar a sua qualidade.

3.3 Análise da entrevista com a revisora de braille

A revisora de braille, atualmente professora do curso de Pedagogia na matéria de Múltipla Deficiência e ex-coordenadora do curso de Comunicação e Tecnologia Assistiva de uma instituição superior de ensino, trabalha com inclusão desde 1998, com foco na inclusão de pessoas com deficiência visual, mesmo tendo, ao longo de sua carreira, trabalhado e estudado outras questões.

Quando questionada sobre conhecer ou ter tido contato com algum tipo de material adaptado para o ensino de Física, a participante afirmou ter tido contato com poucos trabalhos, o que evidencia a carência de material para essa área. Relatou que é mais comum encontrar materiais de Ciências ou materiais somente de transcrição de livros de Química e Física, que eram feitos artesanalmente, e atualmente podem ser feitos pela impressora que faz desenhos.

Um ponto importante da entrevista foi o relato da dificuldade que os discentes encontram no Ensino Médio, pois as escolas de formação de alunos surdos ou cegos atendem somente até o nono ano do Ensino fundamental. Após isso, o aluno é obrigado a procurar uma escola regular, e passam a ser acompanhados, muitas vezes, por professores sem a formação necessária em assunto relacionados à Educação Inclusiva.

Em função desse despreparo dos professores da rede regular, a qualidade do ensino para tais alunos fica comprometida, como mencionou a revisora – na entrevista em Belo Horizonte (MG), 2018 – ao relatar as dificuldades na produção dos materiais e no auxílio ao sistema de ensino dos alunos com DV:

Eu sempre buscava o professor para ele poder me dizer o que poderia ser feito para ajudar, porque lá a gente trabalhava basicamente com produção de



material para o aluno que estudava na rede regular de ensino, então ele tinha um professor que não dominava a área de braille, então as vezes o aluno ficava muito perdido em relação a algumas coisas que o próprio professor não sabia ensinar, essa área de física é uma área muito específica, então fica uma lacuna, tanto para o surdo quanto para o cego.

Essa dificuldade aumenta expressivamente em matérias muito específicas como Física:

Eles sofrem muito com isso, porque eles vão ver um conteúdo que eles não viram até então, nomenclaturas diferentes, termos diferentes e termos específicos que são muito específicos da física do ensino médio, então eles ficam perdidos, o professor fala roldana, paralelo e eles não conseguem entender e o professor não consegue explicar (Revisora, 2018).

Para alunos da rede regular é disponibilizado um professor de apoio que deveria auxiliar o aluno com DV. Entretanto, como explicado pela revisora, o professor de apoio não é formado na área, ele somente auxilia nas questões das necessidades básicas que aluno tem para aprender.

Sobre os símbolos desenvolvidos, a revisora pontuou que são muito bons, bem fáceis de tatear e de entender, e que para saber mais sobre o potencial do material é necessário aplicar para distintos tipos de alunos com DV, pois um cego congênito e um adquirido poderiam vir a apresentar diferentes percepções diante do uso dos esquemas. Um cego adquirido pode conseguir entender melhor esses conceitos, porque ele já vivenciou essa questão da luz e dos fenômenos. Contudo essa distinção é mais profunda, não somente entre cegos adquiridos e congênitos, varia de aluno para aluno, não existe uma regra, pois depende da sua vivência.

Como sugestões de melhoria dos símbolos, foram propostas: fazer texturas diferentes; colocar algumas nomenclaturas nos esquemas para sinalizar onde começam e terminam os símbolos; e fazer uma legenda nos próprios esquemas, além de um glossário. Devido à dificuldade de se criar alguns tipos de figuras mais detalhadas, foi sugerido usar tábuas de compensado para fazer desenhos artesanalmente para ter marcações de texturas diferentes, além do uso de colas 3D para destacar os pontos de foco e vértice.

Para a revisora seria mais proveitoso usar os esquemas com alunos que já vivenciaram essas disciplinas e esse conteúdo, mas caso o tema não tenha sido visto em nenhuma fase da vida, também é possível usar os símbolos para ensinar o conteúdo.

Para encerrar a entrevista, a professora falou sobre a sua opinião acerca dos problemas do ensino inclusivo, citando essencialmente a falta de preparação dos professores e a falta de material adaptado como os maiores problemas. Nas suas palavras (2018):



Não somente a falta de formação, mas a questão da atitude dele [o professor] diante da inclusão, pois se ele tem uma atitude positiva, mesmo que ele não tenha formação, ele busca, ele enxerga esse sujeito que ele tem ali nas mãos dele como um sujeito em potencial e ele vai tentar trabalhar, vai tentar ensinar, agora se ele não tem essa vontade, não adianta ele ter formação, pós-graduação, mestrado, doutorado... Se ele não enxergar potencial no aluno não adianta, porque lei já tem [muita], o que falta agora é atitude, como essa que você está tendo de ir pesquisar e buscar, é isso que está faltando.

3.4 Análise da entrevista da primeira aplicação

As entrevistas da primeira aplicação foram realizadas com um aluno de 16 anos, com cegueira total, cursando o segundo ano do Ensino Médio. Cego congênito, após um tratamento de seis meses recuperou a visão, mas aos oito anos a perdeu em função de descolamento de retina, glaucoma e catarata.

O aluno começou a ter aulas de Ciências na primeira série do Ensino Fundamental, e de Física no primeiro ano do Ensino Médio. Contou que os professores lidavam com sua deficiência explicando a matéria normalmente no quadro, e, em casos de haver imagens ou algo mais complexo, eles se sentavam ao seu lado e tentavam explicar com mais calma os conteúdos. Alguns professores, como o de Química e o de Física, usavam folhas com representações em relevo para explicar os conteúdos, mas mesmo sem o uso de materiais adaptados o aluno afirma entender todas as matérias e sempre tirar as suas dúvidas.

Após as aulas de óptica com o uso dos símbolos desenvolvidos, foram feitas algumas perguntas ao aluno, que demonstrou muito interesse nas aulas: *"foi uma experiência muito interessante, eu tenho muito interesse por espelhos e coisas de luz"* (2018).

Uma das melhores explicações sobre luz, dentre todos os alunos, foi dada por este aluno com DV, que falou sobre ondas eletromagnéticas. Entretanto, na parte de espelhos, ele apresentou um pouco mais de dificuldade em defini-los de forma científica, mas associou muito bem a ideia central dos espelhos e da formação de imagens com a reflexão: *"O que é espelho exatamente eu não sei definir, mas a ideia que eu tenho de espelhos é reflexão e formação de imagens. É simplesmente reflexo"* (2018).

O aluno demonstrou gostar muito dos esquemas, falou sobre a facilidade que teve para entendê-los, de perceber as características e tipos de espelhos e de como eles deixaram a aula mais fácil e interativa. Não fez nenhuma sugestão para melhoria do material, somente falou da felicidade que teve de ter conhecido os esquemas que o ajudaram a entender melhor alguns fenômenos da luz, falou também da gratidão que teve em ser incluído na matéria e poder participar de forma ativa nas aulas.



3.5 Análise das entrevistas da segunda aplicação

Os entrevistados falaram sobre suas vivências com as aulas de Ciências e Física. A aluna com baixa visão não se lembra quando começou a ter aulas de Ciências, a aluna com cegueira congênita começou aos 8 anos e o professor disse ter sido no Ensino Fundamental. Portanto, os participantes tiveram contato com Ciências no Ensino Fundamental, e com a matéria de Física apenas a partir do Ensino Médio.

Quando questionados sobre como seus professores lidavam com suas deficiências, a aluna com baixa visão informou que os professores não fazem nada em relação a isso, e que por isso frequentava a sala de recursos da instituição para alunos com DV. O professor participante afirmou que os seus professores faziam o máximo dentro de suas limitações, mas que mesmo assim não compreendia muito bem os conteúdos. Afirmou que os professores não eram preparados para ensinar alunos com deficiência visual, e que somente na faculdade teve professores das matérias de Física que usavam livros com desenhos em braille, incluindo imagens em alto relevo de óptica.

A aluna com cegueira congênita fez uma crítica mais profunda sobre sua escola, relatou que o fato de ser chamada de inclusiva não significa que ela realmente seja: “lá na escola eles falam que a escola é inclusiva, mas não é” (2018). Relatou também que sofre preconceitos por parte de alunos e de professores, e que em função disso pensou em mudar de escola, pois não recebia suporte: “Lá é assim, os colegas têm que ditar a matéria para a gente, aí a professora começa a escrever no quadro, mas não levantava ninguém para me ajudar e ela também não pedia ninguém para me ajudar” (2018). A aluna teve que mudar de professora e só então pôde ter acesso aos conteúdos, pois a nova docente estava fazendo um trabalho de recuperação e reforços, com atividades e materiais adaptados.

Quando perguntados sobre o conceito de luz, momento do qual somente as alunas participaram, a aluna com baixa visão apresentou uma interpretação confusa sobre o conceito: “uma mistura de LEDs, laser e algo meio tipo de energia, ela pode ser invisível ou visível”; enquanto a aluna com cegueira congênita falou de forma surpreendente sobre iluminação: “luz pra mim é algo que transmite um claro, é uma espécie de clarão” (2018).

Após toda a discussão sobre os símbolos, os entrevistados afirmaram gostar muito dos esquemas, acharam fácil de compreender e de perceber as características representadas. A aluna de baixa visão falou sobre a diferença que esse material faria se eles fossem usados nas suas aulas; enquanto a outra aluna fez uma comparação entre todos os esquemas e símbolos, demonstrando preferência pelos esquemas de espelhos convexos, por serem os mais diferentes.



A presença do professor foi essencial nessa fase de análise do material, pois ele indicou mais profissionalmente os principais pontos dos esquemas, colaborando muito com o trabalho:

O braille está de boa qualidade, os eixos dos espelhos estão claros e as diferentes extremidades dos espelhos não fazem muita diferença se são mais inclinadas ou não. Não precisa mudar a textura no espelho e do eixo principal, é bem tranquilo de distinguir e não precisa de legenda em cada esquema, apenas apresente o glossário antes de mostrar os esquemas, aliás o glossário é melhor de entender pois as representações são menores, é mais fácil de perceber o tipo de espelho. O uso da cola relevo ajudou bastante para identificar os pontos de foco e vértice. No geral eu gostei bastante, pode continuar fazendo, faz de outros depois (2018).

Tanto o professor quanto as alunas indicaram, na entrevista ou na roda de conversa, a boa qualidade do material e a facilidade de percepção das características dos esquemas e símbolos, gostaram das representações. Além disso, sobre a diferença das texturas entre o espelho e o eixo, mencionada pela revisora de braille, afirmaram não haver necessidade de diferenciá-las.

Considerações finais

Neste trabalho relatamos os resultados referentes ao processo de elaboração de símbolos em relevo para representar a formação de imagens em espelhos esféricos e planos. Assim, foram criados símbolos para espelhos e raios incidente e refletido para representar estes objetos de forma coerente, inteligível para a leitura tátil e fácil de correlacionar ao conteúdo. Além disso, esses símbolos podem ser impressos em qualquer impressora braille, facilitando o processo de reprodutibilidade dos diagramas.

Com exceção da aluna com cegueira total, congênita, da segunda aplicação e do aluno cego adquirido da primeira aplicação, os alunos com cegueira adquirida na infância não conseguiram definir o conceito de luz, nem mesmo a aluna com baixa visão. Sendo assim, nossos resultados indicam que ter registros de lembranças visuais não necessariamente ajudam a formar conceitos, contrariando as suposições da revisora de braille de que um cego adquirido poderia vir a conseguir entender melhor conceitos como a luz. Nossos resultados estão em acordo com o trabalho de Camargo, Nardi e Veraszto (2008), que afirmam que pessoas com cegueira adquirida têm mais dificuldades com linguagem audiovisual.

Em relação a espelhos e formação de imagens, as respostas foram incompletas e com poucos conceitos físicos. Somente as respostas do aluno com DV, após a participação nas aulas ministradas, aproximaram-se mais da ideia central dos espelhos ao mencionar o fenômeno da reflexão. Com o auxílio da metodologia de ensino, todos os alunos da primeira apli-



cação afirmaram que a luz seria o fator comum entre as situações problematizadas, indicando que assimilaram os conceitos discutidos.

Sobre os símbolos desenvolvidos, tanto a revisora de braille quanto o professor de Matemática elogiaram o material e falaram do potencial e da qualidade dos esquemas. Os alunos acharam os símbolos interessantes, fáceis de tatear e de entender. As características dos espelhos foram reconhecidas e diferenciadas, assim como os tipos de espelhos.

Em relação às sugestões de mudanças para melhorar os símbolos, nenhum dos alunos fez sugestões neste sentido, somente mencionaram que deveria haver uma continuação do trabalho. No entanto, a revisora e o professor pontuaram sugestões, umas delas sobre o uso de cola relevo nos pontos de vértice, foco e centro. Tal adaptação foi usada nas aplicações e melhorou consideravelmente a percepção dessas características. A revisora falou também sobre a distinção das texturas dos eixos e a necessidade de indicação dos limites de início e fim dos esquemas, sendo que o professor não viu necessidade dessas distinções. Como nesses casos de materiais adaptados a opinião de uma pessoa com deficiência visual é a que mais impacta o trabalho, tais alterações não foram realizadas.

Um ponto coexistente em todas as entrevistas foi a falta de suporte, materiais e professores preparados para o ensino inclusivo. Em uma das entrevistas houve relatos de descaso e preconceitos por parte de professores e alunos. O único aluno com DV que mencionou não ter problemas com seus professores foi o da rede privada. Entretanto, em sua entrevista, mesmo com o desejo dos professores de auxiliá-lo no processo de aprendizagem, é notável que a maioria dos professores não tem preparo para o ensino inclusivo, já que se contentam somente com explicações orais separadas dos outros alunos (Nascimento, Chanini, Pinto Neto, 2017; Ferreira, Dickman, 2015). Somente dois professores foram citados como criadores de material e atividades adaptadas, sem maiores especificações.

Em outro tópico, em divergência quanto à perspectiva da revisora de que seria mais proveitoso usar os esquemas com alunos que já conheceram o conteúdo, os resultados mostraram uma boa compreensão dos conceitos com alunos que ainda não tinham visto a matéria. A metodologia aplicada funcionou tanto para alunos com e sem deficiência visual. Foi possível perceber que os alunos possuem noções sobre o conteúdo abordado, conseguindo estabelecer comparações com as situações apresentadas e percebendo a existência de outras interpretações.

Considerando os relatos dos estudantes sobre as condições enfrentadas em sala de aula, com professores com pouco preparo e ausência de recursos didáticos específicos para a deficiência visual, percebe-se que ainda temos um caminho longo para percorrer até que a inclusão se torne uma realidade nas escolas, em acordo com Assis, Oliveira e Silva (2017).



Os testes com os símbolos em relevo mostraram que estes tornam o conteúdo menos abstrato, e mais claro de ser compreendido. Os entrevistados consideraram os símbolos interessantes, didáticos e de fácil entendimento. O desenvolvimento de novos símbolos, mais complexos e possivelmente com distintas texturas, possibilitaria um aprendizado mais efetivo de óptica e também de outros conteúdos, além da construção de um glossário. Assim, considera-se viável disponibilizar os materiais aqui testados para escolas e centros de atendimento especializado para estudantes com deficiência visual, e talvez implementá-los em livros didáticos e materiais adaptados.

Agradecimentos

As autoras agradecem o financiamento do projeto de pesquisa pela FAPEMIG por meio da concessão de uma bolsa de iniciação científica.

Referências

ALVES, Esdras Garcia. *Um estudo multimodal de textos didáticos sobre o efeito fotoelétrico*. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

AMARAL, Grazielle Kelly; FERREIRA, Amauri Carlos; DICKMAN, Adriana Gomes. Educação de estudantes cegos na escola inclusiva: o ensino de física. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. Atas [...]*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009.

ANDRADE, Lucas Mateus de; DICKMAN, Adriana Gomes; FERREIRA, Amauri Carlos. Identificando dificuldades na descrição de figuras para estudantes cegos. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14., 2012, Maresias, SP. Anais [...]*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2012.

ANDRADE, Lucas Mateus de; LIBARDI, Helena; LEITÃO, Ulisses Azevedo. Inscrições didáticas adaptadas para estudantes cegos: exemplo em uma unidade didática de circuitos elétricos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. Atas [...]*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

ASSIS, Priscila Cruz de; OLIVEIRA, Alexandre Lopes de; SILVA, Alcina Maria Testa Braz da. Lei de Hooke: uma proposta de ação pedagógica para a inclusão educacional de alunos com necessidades educacionais especiais visuais. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. Atas [...]*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, ano 134, n. 248, p. 27833-27841, 23 dez. 1996.*



BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, ano 152, n. 127, p. 2-11, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: adaptações curriculares. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 115-126, 2007.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Planejamento de atividades de ensino de mecânica e física moderna para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, [Tandil, Argentina], v. 1, n. 2, p. 39-64, dez. 2006.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto; VERASZTO, Estéfano Vizconde. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 3401.1-3401.13, set. 2008.

CONDE, Antônio João Menescal. Definindo a cegueira e a visão subnormal. In: INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. Rio de Janeiro, 17 nov. 2016. Disponível em: <http://antigo.ibc.gov.br/educacao/71-educacao-basica/ensino-fundamental/258-definicao-de-cegueira-e-baixa-visao>. Acesso em: 29 nov. 2023.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.

FERREIRA, Amauri Carlos; DICKMAN, Adriana Gomes. História Oral: um método para investigar o ensino de Física para estudantes cegos. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 21, n. 2, p. 245-258, abr./jun. 2015.

FERREIRA, Maurisete Fernando. *Uma abordagem para o ensino de Física a alunos deficientes visuais: "um olhar diferente para o espelho"*. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, Alexandre de Oliveira. *Representação de figuras do livro didático de física: uma proposta para a melhoria da autonomia dos estudantes cegos*. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.



NASCIMENTO, Willdson Robson Silva do; CHAHINI, Thelma Helena Costa; PINTO NETO, Antônio. A necessidade de metodologias inclusivas no processo ensino-aprendizagem de física aos discentes com deficiência visual. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. Atas [...].* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

PERTENCE, Maria Luiza Barbosa; DICKMAN, Adriana Dickman. Ensino de óptica para estudantes com deficiência visual: Elaboração de símbolos em relevo. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 23., Salvador, 2019. Atas [...].* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2019.

RODRIGUES, Fábio Matos; LANGHI, Rodolfo; CAMARGO, Éder Pires de. O ensino de astronomia no contexto da deficiência visual: um panorama sobre pesquisas e propostas desenvolvidas para a prática inclusiva. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. Atas [...].* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

SCARPA, Daniela Lopes; MARANDINO, Martha. Pesquisa em ensino de ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. Anais [...].* São Paulo: SBF, 1999.

VERASZTO, Estéfano Vizconde *et al.* Análise das concepções de professores e alunos do ensino médio sobre a formação de conceitos físicos em indivíduos cegos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. Atas [...].* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

Recebido em: 5.4.2024

Revisado em: 22.4.2024

Aprovado em: 3.7.2024