



EDUCAÇÃO INCLUSIVA: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS PARA ESTUDANTES CEGOS NO ENSINO DE FÍSICA

**Maria Clara Ramos Luize¹, Carina Alexandra Roldini², Jefferson Candido Perez³,
Maira Maria Saraiva⁴.**

¹UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) “Julio Mesquita Filho”, São José do Rio Preto (SP), Brasil, (clara.ramos@unesp.br)

²A UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) “Julio Mesquita Filho”, São José do Rio Preto (SP), Brasil

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis para o ensino de Mecânica Clássica a estudantes cegos. A pesquisa qualitativa envolveu revisão bibliográfica, entrevistas com estudantes cegos e profissionais do AEE e avaliação preliminar dos protótipos táteis com sinalização sonora. Os resultados indicam potencial para favorecer a compreensão de conceitos físicos, a autonomia dos estudantes e práticas pedagógicas inclusivas.

Palavras-chave: Educação inclusiva; Ensino de Física; Deficiência visual; Materiais didáticos acessíveis; Mecânica Clássica.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física é tradicionalmente estruturado a partir de representações visuais, como gráficos, diagramas, esquemas e simulações, consideradas fundamentais para a compreensão de conceitos científicos. Entretanto, quando essas representações não são acompanhadas de recursos de acessibilidade e adaptações pedagógicas, podem constituir barreiras à aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Nesse contexto, a educação inclusiva demanda o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis e estratégias de ensino que valorizem diferentes formas de percepção, especialmente por meio da exploração tátil e auditiva, favorecendo a participação efetiva desses estudantes na construção do conhecimento (Camargo, 2008; Silva; Camargo, 2020).

Embora a legislação brasileira assegure o direito à educação inclusiva, ainda são recorrentes desafios relacionados à escassez de materiais didáticos acessíveis, à predominância de práticas pedagógicas centradas na visualidade e à limitada adoção de tecnologias assistivas no ensino de Física, restringindo o acesso de estudantes cegos aos conteúdos científicos (Camargo, 2008).

Com o objetivo de compreender essas demandas e subsidiar a elaboração de recursos educacionais acessíveis, desenvolveu-se, no âmbito de um projeto de extensão universitária, uma etapa inicial de entrevistas com estudantes cegos e profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE). Os

relatos evidenciaram dificuldades relacionadas à ausência de materiais adaptados, às limitações nas atividades e avaliações e à reduzida utilização de estratégias multissensoriais, reforçando a necessidade de propostas que promovam maior autonomia e participação desses estudantes.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar materiais didáticos acessíveis para o ensino de conteúdos introdutórios de Mecânica Clássica, fundamentados nos princípios da acessibilidade, e da aprendizagem multissensorial. A escolha da Mecânica Clássica justifica-se por constituir um dos principais eixos estruturantes do ensino de Física na Educação Básica, frequentemente abordado nos anos iniciais do Ensino Médio, em consonância com as competências e habilidades previstas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). Com base nas demandas identificadas nas entrevistas e na literatura especializada, foi elaborado um protótipo experimental de baixo custo, constituído por recursos táteis associados à sinalização sonora, destinado à abordagem de conceitos como velocidade e aceleração. Atualmente, o protótipo encontra-se em processo de avaliação com a participação de uma estudante e de uma professora cega, cujas contribuições têm subsidiado seu aprimoramento quanto aos aspectos de acessibilidade, usabilidade e potencial pedagógico. Ao integrar pesquisa, extensão e desenvolvimento de tecnologia assistiva em diálogo

com os usuários, o estudo busca contribuir para a ampliação das possibilidades de ensino de Física em uma perspectiva inclusiva, oferecendo subsídios para a elaboração de recursos didáticos que favoreçam o acesso de estudantes com deficiência visual ao conhecimento científico.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa e está sendo desenvolvida no âmbito de um projeto de extensão universitária voltado à elaboração de materiais didáticos acessíveis para o ensino de Física a estudantes cegos. Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre educação inclusiva, ensino de Física e tecnologias assistivas, subsidiando a construção dos instrumentos de coleta de dados e o desenvolvimento dos protótipos.

Na etapa empírica, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com três estudantes cegos (A1, A2 e A3) da rede pública de ensino do Estado de São Paulo e seis profissionais (P1 a P6) atuantes na educação inclusiva e no Atendimento Educacional Especializado (AEE). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob parecer nº 7.882.885, e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). As entrevistas foram gravadas, transcritas com auxílio da plataforma TurboScribe e posteriormente revisadas manualmente.

Foram elaborados roteiros semiestruturados específicos para estudantes e profissionais do AEE, contemplando experiências escolares, dificuldades no ensino de Física, recursos didáticos utilizados, adaptações pedagógicas e sugestões de melhoria.

As informações obtidas nas entrevistas foram analisadas de forma interpretativa, buscando identificar as principais demandas relacionadas ao ensino de Física para estudantes com deficiência visual. A partir dessas demandas e do referencial teórico adotado, foram definidos os critérios para o desenvolvimento dos materiais didáticos, priorizando acessibilidade, exploração multissensorial, baixo custo e possibilidade de reprodução em diferentes contextos escolares.

Com base nesses critérios, foram desenvolvidos dois protótipos destinados ao ensino de conceitos introdutórios de Mecânica Clássica. O primeiro (Figura 1), confeccionado com materiais de baixo custo, sendo eles papelão, copos descartáveis, barbantes, bolinhas de gude como projeteis e moedas utilizadas para sinalização sonora. Que teve como objetivo validar a organização tátil do experimento e

sua viabilidade pedagógica. O segundo (Figura 2), atualmente em desenvolvimento, incorpora sensores de movimento, buzzer e plataforma Arduino acoplados em uma placa de mdf, permitindo a emissão de sinais sonoros sincronizados ao deslocamento da esfera e ampliando as possibilidades de exploração dos conceitos de velocidade, aceleração e deslocamento.

A avaliação preliminar dos protótipos encontra-se em andamento com a participação de uma estudante e de uma professora cega. As contribuições das participantes têm orientado ajustes relacionados à acessibilidade, à usabilidade e ao potencial pedagógico dos materiais, buscando aperfeiçoar sua aplicação no ensino de Física.



Figura 1. Protótipo de baixo custo.



Figura 2. Protótipo de médio custo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As entrevistas com estudantes cegos e profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE) evidenciaram que as principais dificuldades no ensino de Física estão relacionadas à predominância de práticas pedagógicas centradas na visualidade, à escassez de materiais didáticos acessíveis e à insuficiência de adaptações metodológicas. Esses resultados corroboram Silva e Camargo (2020), que argumentam que as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência visual decorrem, sobretudo, da organização das práticas pedagógicas e da ausência de recursos acessíveis, e não da deficiência em si.

Os relatos dos estudantes reforçam essa perspectiva. A participante A1 afirmou que "meu leitor não lê imagem", evidenciando as limitações impostas pelo uso predominante de slides e figuras sem descrição acessível. De modo semelhante, A2 destacou que "muitos sinais da lousa não têm substituto no Braille, como o delta", indicando as dificuldades de acesso à



linguagem simbólica da Física. Tais resultados corroboram Camargo, Silva e Barros Filho (2006), ao demonstrarem que a utilização exclusiva de referenciais visuais compromete a participação de estudantes com deficiência visual no processo de aprendizagem.

Em relação aos recursos didáticos, os estudantes destacaram a importância de materiais táteis e manipuláveis. A1 relatou que aprende melhor por meio de "materiais táteis, como maquetes e jogos de memória", enquanto A3 ressaltou que "a leitura em Braille prende mais do que o áudio". Esses depoimentos reforçam a relevância de estratégias multissensoriais para o ensino de Física, conforme defendido por Camargo (2008), ao favorecerem uma compreensão mais significativa dos conceitos científicos.

Os profissionais entrevistados também apontaram desafios relacionados ao planejamento das adaptações pedagógicas e à formação docente. Segundo P1, "a gente vai saber a tarefa a hora que ele chega aqui", evidenciando que muitas adaptações ainda são realizadas de forma improvisada. Já P2 observou que muitos professores "não têm noção nenhuma do que é um deficiente visual", indicando lacunas na formação para a educação inclusiva. Esses aspectos reforçam a necessidade de maior articulação entre o professor da sala regular e o AEE, conforme discutido por Camargo e Nardi (2010).

As demandas identificadas nas entrevistas orientaram diretamente o desenvolvimento do protótipo experimental. A necessidade de recursos que possibilitassem a exploração tátil dos fenômenos físicos, associada à utilização de feedback sonoro, fundamentou a elaboração de um plano inclinado acessível com inscrições em Braille e sinalização sonora para o ensino de velocidade e aceleração. A escolha por materiais de baixo custo também buscou favorecer a reprodução do recurso em diferentes contextos escolares, ampliando seu potencial de utilização.

Com a colaboração de uma estudante e de uma professora de AEE, também cega, foi possível realizar aperfeiçoamentos relacionados à organização dos elementos táteis, à usabilidade e à sinalização sonora do experimento, evidenciando a importância da participação do público-alvo no desenvolvimento de tecnologias assistivas voltadas ao ensino de Física. Embora essa etapa ainda esteja em desenvolvimento, os resultados iniciais indicam que a articulação entre acessibilidade, exploração multissensorial e participação dos usuários constitui uma estratégia promissora para promover práticas pedagógicas mais inclusivas.

As avaliações preliminares dos protótipos evidenciaram diversas possibilidades de

aprimoramento que não haviam sido previstas pela equipe de desenvolvimento. O contato direto com as testadoras permitiu identificar necessidades específicas do público-alvo e repensar aspectos relacionados à acessibilidade a partir de suas experiências e percepções.

Um exemplo refere-se à forma de representação dos pontos de referência em braille no material. Inicialmente, foram consideradas diferentes alternativas para sua demarcação. Entretanto, durante as discussões realizadas ao longo dos testes, surgiu a proposta de utilizar taraxas, solução considerada mais adequada e aprovada pelas participantes. Esse exemplo demonstra como a participação do público-alvo possibilita a construção de soluções mais funcionais e condizentes com suas necessidades reais.

Outro aspecto que se destacou foi a contribuição da professora do AEE durante o processo de avaliação. Sua experiência profissional e seu conhecimento sobre as formas de aprendizagem de estudantes cegos favoreceram a mediação entre o material e a estudante, auxiliando na compreensão de alguns conceitos e na exploração dos recursos desenvolvidos. Além disso, suas observações forneceram subsídios importantes para o aperfeiçoamento dos protótipos.

Essas avaliações já permitiram identificar melhorias a serem implementadas, como a ampliação da intensidade da sinalização sonora e o aperfeiçoamento da marcação dos pontos de referência em braille. Assim, o processo de desenvolvimento tem sido continuamente aprimorado a partir das contribuições das participantes, tornando o material cada vez mais acessível e adequado às demandas dos estudantes cegos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que as principais barreiras enfrentadas por estudantes cegos no ensino de Física estão relacionadas à escassez de materiais didáticos acessíveis, à predominância de práticas pedagógicas centradas na visualidade e à necessidade de maior investimento na formação docente para a educação inclusiva, corroborando as discussões de Silva e Camargo (2020) e Camargo (2008).

As demandas identificadas nas entrevistas subsidiaram o desenvolvimento de um protótipo didático acessível, fundamentado na exploração integrada de recursos táteis e sonoros para o ensino



de conceitos introdutórios de Mecânica Clássica. A etapa de avaliação, ainda em andamento, tem possibilitado o aperfeiçoamento contínuo do material a partir das contribuições de uma estudante e de uma professora cega, reforçando a importância da participação do público-alvo no desenvolvimento de tecnologias assistivas.

Espera-se que o material desenvolvido contribua para ampliar as possibilidades de ensino de Física em uma perspectiva inclusiva, oferecendo subsídios para a produção de recursos didáticos acessíveis e incentivando novas pesquisas voltadas à acessibilidade e à aprendizagem de estudantes com deficiência visual.

Por fim, além de contribuir para o ensino de Física, a proposta evidencia o potencial da extensão universitária como espaço de produção colaborativa de tecnologias assistivas comprometidas com a democratização do conhecimento científico.

deficiência visual. Colégio Pedro II/CEFET-RJ; IFADT-UERJ/CEFET-RJ, s.d.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, E. P. Ensino de Física Multissensorial: propostas para alunos com deficiência visual. São Paulo: Livraria da Física, 2008.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 27–48, 2010.
- CAMARGO, E. P.; SILVA, D.; BARROS FILHO, J. Ensino de Física e deficiência visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. Investigações em Ensino de Ciências, v. 11, n. 3, p. 343–364, 2006.
- DE JESUS, D. S.; ERTHAL, J. P. C.; COLISTETE JÚNIOR, R. Uso do BBC micro como acelerômetro em atividades experimentais para o ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, e20210240, 2022.
- SILVA, E. A.; SOUSA, R. C. Cultura Maker na Educação: uma abordagem. Revista Administração Educacional, Recife, v. 11, n. 3, p. 90–107, 2020.
- SILVA, M. R.; CAMARGO, E. P. A produção social da deficiência visual e algumas de suas implicações à participação de pessoas cegas no ensino e aprendizagem de Física. In: Inclusão escolar dos alunos público-alvo da educação especial. São Paulo: Educação para a Ciência, 2020.
- TATO, A. L.; BARBOSA LIMA, M. C. Material de equacionamento tátil para portadores de