

Sequência Didática para o Ensino de Física Ondulatória para Estudantes Cegos¹

Didactic Sequence to teach Physics of Waves to Blind Students

Thays Cesar Chagas Lomas

Licenciatura em Física
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
thayslomas@gmail.com

Adriana Gomes Dickman

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte - MG
adrianadickman@gmail.com

Joice da Silva Araújo

Departamento de Física e Química - ICEI
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte - MG
joicearaujo@yahoo.com.br

Resumo

Na busca de novos recursos metodológicos no Ensino de Física para estudantes cegos, este trabalho teve como objetivo a análise da implementação de uma sequência didática, elaborada juntamente com um material de apoio adaptado a serem utilizados pelo professor no ensino de Física Ondulatória. Foi ministrada uma aula de Física Ondulatória para cinco alunos cegos utilizando a sequência didática e o material de apoio desenvolvidos. Os dados coletados, em uma entrevista usando a técnica de grupo focal com os alunos cegos, mostraram que as atividades possibilitaram uma melhor assimilação de conceitos como Ondas, Refração, Reflexão e Ressonância, permitindo que estes associassem os conceitos físicos com elementos do cotidiano.

Palavras chave: Física Ondulatória, Ensino de Física, Sequência Didática, Estudantes Cegos.

Abstract

In the search for new methodological resources to teach physics for blind students, the objective of this work is the analysis of the implementation of a didactic sequence, with the support of adapted material, to teach wave physics. The activities of the didactic sequence was applied to five blind students. The data collected from an interview, using the focal group

¹ Este trabalho foi financiado pela FAPEMIG (MG) com uma bolsa de iniciação científica.

technique, indicated that the activities improved the assimilation of concepts as waves, refraction, reflection, and resonance, allowing the students to associate them with everyday life phenomena.

Key words: Wave Physics, Physics Teaching, Didactic Sequence, Blind Students.

Introdução

A Educação, assegurada pelo Artigo 205 da Constituição Federativa do Brasil de 1988, é garantida como um direito fundamental e necessário para o desenvolvimento da pessoa, tanto em seu crescimento intelectual, psíquico e social; como também em seu exercício como cidadão, e na sua atuação no mercado de trabalho. No ambiente educacional, o termo inclusão está atrelado a diversidade dos integrantes da comunidade escolar. Neste sentido, incluir é trazer todos para dentro da escola, tornando-os parte do meio, de modo que todos possam contribuir e participar da construção do conhecimento.

Para Sasaki (1999), a inclusão no âmbito educacional é um processo de adequação tanto estrutural quanto organizacional das instituições de ensino, em que estas passam a incluir pessoas com deficiência, reconhecendo e fazendo valer seus direitos e deveres. Contudo, o caráter inclusivo oferecido pelo sistema educacional brasileiro, caracteriza-se por processos de inclusões excludentes. Oliveira (2006) enfatiza o perfil discriminatório e segregador das leis vigentes, que apresentam uma inadequada definição de educação especial. Como consequência, dentre os indicativos de exclusão temos: escolas e edificações sem acessibilidade para receber alunos com deficiência; falta de preparo dos professores; e segregação no processo de ensino entre alunos com e sem deficiência (LEAL; LUSTOSA, 2015).

Silva et al (2017) sustenta que o professor e seu papel de mediador encontra-se intimado a realizar adaptações ou elaborar metodologias que viabilizem o processo de ensino e que supram a necessidade individual de cada aluno. Prática essencial ao considerar o ensino voltado para alunos com necessidades educacionais especiais.

Além dos problemas mencionados, Costa, Neves e Barone (2006) afirmam que no ensino para alunos com deficiência visual (DV) percebe-se a falta de materiais didáticos e adaptados; questões de infraestrutura dos ambientes educacionais, como salas lotadas e falta de salas de apoio.

Ferreira e Dickman (2015) sustentam que no ensino de física para alunos DV, os estímulos dos demais sentidos possibilitam a construção do conhecimento de modo diferente e peculiar, o que sugere que fazer uso de outras formas de aquisição do conhecimento pode colaborar para a inclusão destes alunos em sala de aula. Uma possibilidade seria a utilização de experimentos, “pois além de envolver os alunos na construção do conhecimento, permitem-lhes a criação de modelos-imagem dos fenômenos discutidos” (CAMARGO; NARDI, 2007).

Mediante a dificuldade dos alunos com DV em assimilar e compreender conceitos de Física, e buscando transpor a barreira encontrada pelo próprio professor no ensino da disciplina, foi elaborada uma Sequência Didática (SD) e um material de apoio adaptado para o ensino de Física Ondulatória para estudantes DV. A análise da implementação dos recursos metodológicos deu-se por meio da realização de uma dinâmica de grupo focal tendo como objetivo verificar sua eficiência no processo de ensino e aprendizagem dos alunos e qual o real impacto de seu uso em sala de aula.

Metodologia

Neste trabalho foi desenvolvida uma SD para ser usada pelo professor de física no ensino de Física Ondulatória para alunos com DV. Nesta seção são detalhadas as etapas de construção e aplicação da SD.

Elaboração do material e da sequência didática

Para Alves, Oliveira e Paiva (2012), o principal objetivo de uma sequência didática é aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem, tendo sua utilização relacionada a quatro aspectos: de conteúdo, da aprendizagem, da atenção, e da sequência tipológica do conteúdo. Sendo assim, os autores sugerem o uso de sequências didáticas como recurso eficiente, de modo a permitir uma conexão entre a educação da sala de aula e a realidade vivida pelos discentes.

Levando em consideração as avaliações de conteúdo sustentadas por Zabala (1998), a SD foi desenvolvida visando proporcionar oportunidades para que os alunos estabeleçam conexões entre os conteúdos aprendidos e fatos vivenciados, propondo fazer com que os alunos sintam com todos os sentidos os fenômenos ondulatórios.

A SD estrutura-se em três etapas e foi elaborada para ter como duração cerca de duas horas/aula no ensino regular da rede de educação básica. Contudo, o tempo pode variar conforme o surgimento de necessidades dos alunos e do professor.

A primeira etapa consiste na realização de um exercício mental denominado Sentindo as Ondas. Este exercício consiste em o aluno projetar com os dedos sobre uma superfície plana a representação espacial do que seria uma onda mecânica transversal. Em uma superfície plana, utilizando duas régua ou dois objetos retangulares como anteparos, delimitando a área sobre a superfície, o professor deverá guiar o indicador do aluno, realizando o movimento de vai e vem perpendicularmente entre os anteparos, com isso o aluno terá dimensão dos limites e da periodicidade do movimento, fazendo assim analogias com as ondas mecânicas e sua propagação no espaço. Após esta etapa, o professor deverá auxiliar o aluno puxando a sua mão paralelamente aos anteparos, como mostrado na figura 1. Após a junção destes movimentos combinados, os alunos estarão descrevendo com os próprios dedos a representação de uma onda mecânica. As definições de crista, vale, frequência e comprimento de onda e suas características podem ser exploradas nessa etapa da SD.



Figura 1: Aluna realizando o exercício Sentindo as Ondas

O segundo momento busca representar, fazendo também o uso de estímulos tátil-sensoriais, os fenômenos da Reflexão e Refração. Utilizando o modelo feito por Ferreira (2014), foram construídas três representações em relevo desses fenômenos, utilizando madeira, pregos e barbantes. O material foi elaborado com diferentes texturas para representar cada item,

diferenciando-os entre si. Para que seja feito o reconhecimento do material e a construção do seu significado na representação construída, o professor, no primeiro momento, deverá guiar a mão do aluno sobre cada ponto da representação, explicitando o seu significado no sistema.

Nas maquetes das figuras 2, 3 e 4 os barbantes ligados por pregos representam o raio de luz e sua trajetória no espaço. A placa de acrílico utilizada nas maquetes é analogamente referida como um vidro ou uma superfície que permita a ocorrência da Refração. Na maquete Reflexão, a superfície refletora foi representada por uma lixa d'água. Os ângulos foram representados por EVA, de modo que o aluno perceba a diferença de tamanho entre eles. Vale ressaltar que a escolha dos materiais foi feita sempre buscando a segurança e o conforto do aluno ao manusear a maquete.



Figura 2: Maquete de Refração

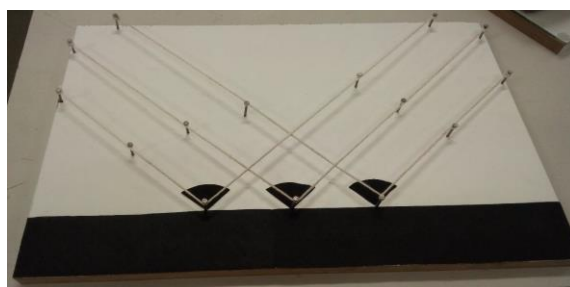


Figura 3: Maquete de Reflexão



Figura 4: Maquete de Refração e Reflexão

Na terceira e última etapa da SD, sugere-se que o professor faça o uso de dois diapasões acústicos, bastões, e de duas caixas amplificadoras para explorar o fenômeno da Ressonância. Por meio de batidas, os diapasões irão vibrar, de forma que, quando estiverem na mesma frequência será presenciada o fenômeno de Ressonância.

Inicialmente, o professor deve apresentar para o aluno cego as caixas amplificadoras, os bastões e os diapasões separadamente e montados, como mostrado na figura 5. Com auxílio

do professor, o aluno deve provocar perturbações no sistema, batendo com o bastão na parte superior de um dos diapasões. Após isso, por meio de vibrações e estímulos auditivos, o aluno perceberá o fenômeno da Ressonância acontecendo.



Figura 5: Alunos fazendo o reconhecimento dos materiais

Vale salientar que, o professor deverá dar autonomia para o aluno explorar o material, pedindo sempre para que o mesmo relate as ocorrências percebidas na prática.

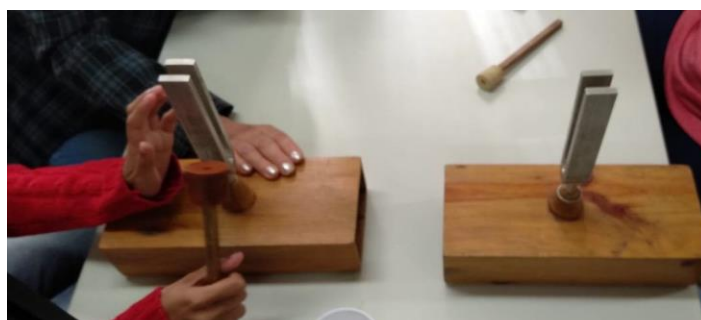


Figura 6: Alunos realizando a prática de Ressonância

Coleta de dados

A coleta de dados se deu em duas etapas. Na primeira etapa, a entrevista foi realizada com o objetivo de levantar informações e traçar um perfil acerca das características dos participantes, como sua faixa etária, nível de escolaridade e experiências vividas no ambiente escolar. Após a aplicação da SD, foi realizada a segunda etapa, caracterizada pela dinâmica de grupo focal, tendo por finalidade levantar os resultados obtidos na construção do conhecimento de Física Ondulatória a partir da sequência didática aplicada. A duração total da aplicação foi de aproximadamente duas horas.

Para a aplicação da SD, foi selecionada uma turma de cinco alunos cegos e com baixa visão, participantes do programa Rede Incluir². Os participantes serão identificados pelas letras A, B, C, D e E.

² A Rede Incluir consiste em um programa idealizado e coordenado pela Pró Reitoria de Extensão da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas, que busca dar apoio e suporte à pessoa com deficiência ou reabilitados do Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, e tem como principal objetivo a criação de oportunidades para que pessoas com deficiência possam incluir-se na sociedade de forma mais qualificada e humana.

Foi constatado que três possuem cegueira total, sendo dois cegos de nascença (Alunos A e E), um perdeu a visão devido a um acidente sofrido na vida adulta (Aluno D); e dois participantes relataram ter baixa visão (Alunos B e C), tendo sido acometidos por patologias que causaram a diminuição da acuidade visual também na vida adulta.

Com idade entre 19 a 66 anos, dos cinco participantes entrevistados um possui o ensino médio incompleto (Aluno C); um participante possui o ensino médio completo (Aluno A), tendo este se formado recentemente; e três participantes possuem o ensino superior completo (Alunos, B, D e E).

Resultados

Ao serem questionados sobre suas experiências escolares e como eram ministradas as aulas de Ciência e Física, foi relatado que tiveram bastante dificuldade na vida acadêmica. Os Alunos A e E relataram que, por muitas vezes, foram isolados do restante da turma, não participavam das aulas ou das práticas realizadas pelo professor. Uma participante relatou que se não fosse pela ajuda de seus colegas de classe, que lhe ensinavam o conteúdo após o horário da aula, teria tido muita dificuldade em ter prosseguido com os estudos.

Ao serem questionados sobre Física Ondulatória, muitos disseram não se lembrarem do que se trata, ou que viram o conteúdo, mas não o aprenderam de fato. Foi possível perceber que eles eram capazes de perceber conexão entre o conteúdo e a vida cotidiana, contudo não sabiam em essência o que é a Física Ondulatória e os fenômenos correlatos.

Após a entrevista, foi ministrada uma aula utilizando a sequência didática juntamente com o material desenvolvido. Um dos participantes, durante a realização do exercício mental proposto pela SD, assustou-se ao constatar que aquele “desenho” que ele reproduziu no ar é de fato uma onda mecânica, na sua fala: *“Isso que é uma Onda? Nossa, eu não acredito! Por que o professor nunca fez esse exercício comigo? Teria sido mais fácil aprender assim”* (Aluno A). Outro participante levantou o seguinte questionamento: *“Acho que para quem não enxerga isso tem muito valor, para quem enxerga não tem tanto valor assim. É como se pegasse uma caneta e desenhasse no caderno um sobe e desce várias vezes”* (Aluno C).

A ordem de apresentação das atividades utilizada na SD caracterizou-se como eficiente na construção do conhecimento do tema abordado. No primeiro momento o aluno pode identificar o que é uma onda, em seguida, identificar trajetórias, comportamentos e fenômenos por ela apresentados, explorando os sentidos do tato e audição para isso. Após a aula do tema abordado, foi realizada uma coleta de dados por meio da dinâmica de grupo focal. As seguintes perguntas, sobre os principais conceitos abordados durante a aula, foram feitas aos alunos:

- O que são vales e cristas de uma onda?
- O que é o comprimento de onda?
- Em relação aos ângulos de incidência e os ângulos de reflexão e refração, quais as distinções entre eles notada nos fenômenos estudados?
- Descreva a prática desenvolvida com as caixas de ressonância.
- Você acredita que o uso da sequência didática no ensino da temática te ajudou na assimilação do conteúdo? Como?

Em relação ao que são vales e cristas de uma onda, em sua maioria, os alunos conseguiram responder assertivamente, fazendo analogia com elementos identificados no exercício mental

Sentindo as Ondas: “*Crista é o ponto mais alta da onda, e o vale é a parte mais baixa da onda. São os pontos superiores e inferiores da onda.*” (Aluno D). Outro aluno citou as curvas da onda: “*É aquela curvinha de cima e aquela curvinha de baixo*” (Aluno C). Em sequência, foi questionado aos alunos o conceito de comprimento de onda: “*É a distância de uma crista com a outra*” (Aluno A). Ao questionar se seria também a distância de um vale com outro, a pesquisadora levou o questionamento para o grupo, que passou a discutir o conceito e chegou à conclusão que a distância de um vale a outro também é um comprimento de onda.

Os relatos a respeito do fenômeno de Reflexão foram diversos, incluindo “*é aquilo que bate e volta*” (Aluno B), “*é o reflexo do espelho*” (Aluno A). Foi usado pelo grupo exemplos da Reflexão no cotidiano, sendo também questionado se em situações como “a sombra que o Sol faz” também ocorria o fenômeno Reflexão. Em sequência, foi questionada a relação dos ângulos de incidência e suas diferenças nos fenômenos da Reflexão e Refração. Tomando como base a representação da maquete usada na aula, os participantes apontaram que há diferença de tamanho em cada fenômeno: “*um diminui, na refração, e no outro é igual*” (Aluno E); “*ao passar pela superfície, a água, ele não é o mesmo como antes*” (Aluno B); “*na reflexão eles são iguais, diferente da refração*” (Aluno D).

Na prática de Ressonância, os participantes relataram que mesmo não estando em contato podiam sentir as duas caixas vibrarem, como em: “*Deu pra sentir a propagação do som mesmo não encostando no outro*” (Aluno C); “*Foi interessante por que vibrava e emitem som ao mesmo tempo quando a gente bate no metal*” (Aluno A). A possibilidade de explorar ao mesmo tempo os sentidos da audição e do tato foi outro ponto levantado por um dos entrevistados. Fazendo analogias com experiências da vida cotidiana, o Aluno E deu como exemplo a marcha de soldados sobre uma ponte, que ao provocarem vibrações, acabavam por romper a estrutura da ponte.

No fim da dinâmica de grupo focal, os entrevistados foram questionados quanto à metodologia utilizada, juntamente com o material elaborado, se proporcionou uma melhor compreensão do tema abordado durante a aula. “*Facilitou muito, por que no ensino médio a gente tinha que imaginar muito, e aqui está representado*” (Aluno A), respondeu uma das entrevistadas ao levantar a dificuldade vivenciada no ensino médio, que diante da metodologia usada na escola, se via forçada a abstrair e imaginar a maioria das situações-problemas estudadas na Física.

Considerações Finais

Como apontado na Fundamentação Teórica, a precariedade do ensino para estudantes com deficiência visual torna o processo de ensino e aprendizagem ineficiente ou inexistente, sendo necessário, antes de tudo, a implementação de medidas que efetuem de fato a inclusão do aluno no ambiente escolar. Apesar da heterogeneidade do grupo de entrevistados, foi constatado pelos relatos dos participantes que a problemática da inclusão realmente existe na sala de aula.

Outro ponto levantado pelos entrevistados diz respeito à falta de materiais adaptados ou pouco acessíveis para o ensino dos conteúdos disciplinares no ambiente escolar. Há necessidade de se representar gráficos, figuras e fenômenos estimulando os sentidos do tato e da audição, pois como avaliado, tal recurso facilita a compreensão e abstração de conceitos e fenômenos, que anteriormente, ficavam apenas dependentes da imaginação. (DICKMAN; FERREIRA, 2008).

A partir da análise dos dados levantados, a sequência didática elaborada mostrou-se eficiente

e facilitadora no ensino da Física Ondulatória para alunos cegos e com baixa visão. Entretanto, foram diagnosticados alguns problemas com relação ao material didático elaborado, sendo sugeridas algumas alterações em futuras reproduções, como diminuição da altura dos anteparos usados na realização do exercício mental Sentindo as Ondas; o uso de cores fortes, de forma a destacar os elementos das maquetes e possibilitar uma melhor visualização por parte dos alunos com baixa visão, e a diminuição do peso das maquetes para um melhor manuseio.

Referências

- ALVES, L. P.; OLIVEIRA, E. A. M.; PAIVA, M. A. V. Sequência didática para validar um modelo científico aproximando os espaços de educação formal dos não formais. **Debates em Educação Científica e Tecnológica**, Vitória, v. 2, n. 02, p. 81-93, dez. 2012.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- CAMARGO, E.P.; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p.378-401, 2007.
- COSTA, G.L.; NEVES, M.C.D.; BARONE, D.A.C. O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v.12, n.2, p.143-153, 2006.
- DICKMAN, A.G.; FERREIRA, A.C. Ensino e aprendizagem de física a estudantes com deficiência visual: Desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.
- FERREIRA, M. F. **Uma abordagem para o ensino de Física a alunos Deficientes Visuais: um olhar diferente para o espelho**. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.
- FERREIRA, A.C.; DICKMAN, A.G. História Oral: um Método para Investigar o Ensino de Física para Estudantes Cegos. **Revista Brasileira Educação Especial**, Marília, v. 21, n. 2, p. 245-258, 2015.
- LEAL, C. E. G; LUSTOSA, A. V. M. F. A formação docente para a inclusão: um olhar sobre o professor do atendimento educacional especializado. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., Curitiba, 2015, **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2015.
- OLIVEIRA, K. S. (Org.). **Inclusão e educação: Doze olhares sobre a educação inclusiva**. São Paulo: Summus, 2006
- SASSAKI, R. K. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**, WVA editora, 5. ed., Rio de Janeiro, 1999.
- SILVA, R. R. M.; NETO, J. M.; CASTILHO, T. B.; SALES, N. L. L. Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) e a temática do Aquecimento Global no Ensino Médio: um relato de experiência de professores em formação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., São Carlos, 2017, **Anais...** São Paulo: SBF, 2017.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.