



Mayo 2018 - ISSN: 1989-4155

## ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DE CARÁTER AUDITIVO NO ENSINO DE FÍSICA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS

Miguel da Camino Perez<sup>1</sup>

João Bernardes da Rocha Filho<sup>2</sup>

Regis Alexandre Lahm<sup>3</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Miguel da Camino Perez, João Bernardes da Rocha Filho y Regis Alexandre Lahm (2018): "Estado do conhecimento sobre tecnologias assistivas de caráter auditivo no ensino de física de alunos com deficiências visuais", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (mayo 2018). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/05/alunos-deficiencias-visuais.html>

### RESUMO

Este artigo apresenta o estado do conhecimento sobre o uso de tecnologias assistivas destinadas ao ensino de Física para deficientes visuais, utilizando a audição. As pesquisas analisadas foram realizadas nos últimos dez anos no Brasil. Em um primeiro contato com os dados foram encontradas onze pesquisas envolvendo tecnologias assistivas na base da Plataforma Sucupira, mediante os descritores "ensino de Física", "cegos" e "baixa visão", sendo que apenas três delas utilizavam especificamente a audição. Essas três pesquisas foram dissecadas, permitindo a compreensão de seus princípios e seus alcances, alcançando a conclusão de que a audição é pouco explorada no ensino de Física para deficientes visuais, e que há grande espaço para desenvolvimentos nessa área.

**Palavras-Chave:** Tecnologias assistivas; Ensino de Física; Deficiência visual.

### ABSTRACT

This article presents the state of knowledge on the use of assistive Technologies for the teaching of physics for the visually impaired using hearing. The researches analysed in this paper were carried out in the last ten years in Brazil. In a first contact with the data were found eleven researches involving assistive technologies in the base of the Platform Sucupira, using the descriptors "physics teaching", "blind" and "low vision", and only three of them specifically used the hearing. These three researches were dissected, allowing an understanding of their

<sup>1</sup>Professor de Física. Doutorando em Educação em Ciências e Matemática (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). miguelprz@gmail.com. <sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina jbrfilho@puccs.br. <sup>3</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. lahm@puccs.br.

principles and their scope, allowing to conclude that hearing is little explored in the teaching of physics for the visually impaired, and that there is great space for developments in this area.

**Keywords:** Assistive technologies; Physics teaching; Visual impairment.

## INTRODUÇÃO

O Censo Escolar de 2017 apresentou que 877.637 estudantes portadores de deficiência estavam matriculados em escolas públicas estaduais e municipais no Brasil, o que ratifica a necessidade da adoção de métodos inclusivos em sala de aula. Segundo o Decreto nº 6.571/2008, a União deve prestar suporte aos sistemas públicos de ensino a fim de aumentar a oferta do Atendimento Educacional Especializado (AEE) para alunos com deficiência. Define, ainda, o AEE como “o conjunto de atividades, recursos de acessibilidade e pedagógicos organizados institucionalmente, prestado de forma complementar ou suplementar à formação dos alunos no ensino regular” (BRASIL, 2008).

Em relação aos deficientes visuais, encontra-se como obstáculo, conforme documento oficial (BRASIL, 2007), o fato de que o contexto em que esses alunos desenvolvem seu processo de apropriação do conhecimento e construção da realidade é repleto de padrões de referências e experiências visuais, o que pode colocá-los em uma situação de desvantagem em relação aos alunos videntes. Entretanto, é importante ressaltar que o deficiente visual não tem menor capacidade de aprendizagem do que os seus colegas, podendo compreender perfeitamente a Ciência e o mundo ao seu redor, contanto que a sala de aula migre de referenciais apenas observacionais visuais para incluir simultaneamente os táteis, os auditivos e os olfativos (COSTA et al., 2011) e, por que não, os gustativos em casos específicos, como na eletrólise da água, onde são utilizados ácidos fracos, ou na construção de pilhas galvânicas, onde o eletrólito pode ser comestível, como qualquer refrigerante que contenha ácido fosfórico, cítrico ou ascórbico.

Na área da Física, diversos fenômenos estudados não são observáveis visualmente no dia-a-dia, tais como alguns daqueles referentes à mecânica quântica, por tratarem de uma escala muito pequena da realidade, ou outros referentes à relatividade, por estarem associados a altas velocidades. Mas diversos conceitos estudados em Física também resistem à visualização direta, e sua abordagem é necessariamente mediada. Por exemplo, não é possível *ver* tensão, corrente, potência ou resistência elétricas, mas podemos sentir choques leves ou tocar em ponteiros de voltímetros analógicos abertos, ou reagir à força magnética produzida em um pedaço de metal ferromagnético imerso no campo produzido pela corrente em um fio ou bobina, ou sentir o aquecimento de um resistor ou lâmpada incandescente sendo percorridos por uma corrente elétrica conveniente.

O fato de não serem vistos diretamente, mas apenas por intermédio de instrumentos, portanto, não impede que esses conceitos sejam ensinados. De fato, infelizmente, mesmo para a maior parte dos alunos videntes esses conceitos jamais passam de verbalizações

matematizadas pelo professor, pela oposição à experimentação que vinga no ensino eminentemente teórico e transmissivo atual (SILVA; ROCHA FILHO, 2010). Isso sugere que é importante que o professor deixe de pensar a deficiência visual como um empecilho para a compreensão de fenômenos físicos e passe a encará-la como uma possível potencialidade para auxiliar a aprendizagem da Física de todos os alunos (CAMARGO, 2008). Existe, entretanto, escassez de materiais didáticos para dar suporte a abordagens que facilitem o processo de aprendizagem de deficientes visuais (SILVA; LANDIM; SOUZA, 2014).

Dentro dessa perspectiva, esse artigo se apresenta na forma de estado conhecimento, definido como a “identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica” (MOROSINI; FERNANDES, 2014). Para o presente estudo, foram analisadas teses e dissertações que abordam o ensino de Física para estudantes cegos ou com baixa visão. O intuito desse levantamento foi o de identificar as tecnologias assistivas utilizadas para facilitar o processo de aprendizagem de alunos cegos e de baixa visão, tendo como foco tecnologias de caráter auditivo. As pesquisas analisadas foram desenvolvidas em contexto brasileiro, nos últimos dez anos.

## **PRESSUPOSTOS TEÓRICOS**

Conforme Camargo (2006), é compreensível que o estudante deficiente visual demonstre dificuldades em relação à aprendizagem de conteúdos escolares, uma vez que a quase totalidade das práticas desenvolvidas em sala de aula se baseia em aspectos visuais. O autor afirma que a falta de preparo dos professores de Física para lidar com deficientes visuais torna a prática de ensino para estes descontextualizada e mecânica. Tal obstáculo precisa ser superado pelo professor, que deve nutrir altas expectativas com relação às capacidades dos alunos, buscando meios de auxiliá-los a suplantarem suas dificuldades (MANTOAN, 2002). É importante que não haja segregação entre alunos cegos e videntes, como já explicitado por Vigotski (1997), para quem a educação da criança cega deve ser organizada considerando-a uma pessoa apta para o desenvolvimento normal.

Camargo (2012) apresenta as principais dificuldades encontradas por alunos cegos e de baixa visão em relação a diversos tópicos tradicionalmente abordados nas aulas de Física no Brasil. Nota-se que, dentre os obstáculos destacados pelo autor, alguns estão ligados à representação imagética de fenômenos físicos, cujas descrições verbais feitas pelos professores não são suficientes para o entendimento dos alunos deficientes visuais.

Na área de Óptica, o autor (ibid.) exemplifica tal dificuldade com representações visuais relacionadas a registros e descrições de fenômenos ópticos, como a representação geométrica de raios de luz, reflexão e refração da luz e formação de imagens em espelhos e lentes. Em relação aos conteúdos de Eletromagnetismo, o autor (ibid.) apresenta uma extensa

lista de dificuldades relacionadas ao aspecto imagético das aulas, como o registro de carga elétrica e de seus sinais, direção e sentido de força elétrica, atração e repulsão elétricas, linhas de força do campo elétrico, representação de dipolo magnético, entre outros. Além das áreas da Física já citadas, Camargo (ibid.) destaca dificuldades de mesmo caráter em relação aos conteúdos de Mecânica, Termologia e Física Moderna.

Como solução para as dificuldades supracitadas e outras o autor (ibid.), por vezes, propõe e avalia a eficácia da utilização de maquetes que representem os fenômenos físicos, ora apenas descritos de maneira visual. Um exemplo é a representação do fenômeno da dispersão da luz em um prisma, utilizando barbantes para demarcar os caminhos descritos pelos feixes de luz no processo. Para sanar uma das dificuldades em relação ao conteúdo de Eletromagnetismo foi confeccionado um circuito elétrico contendo uma lâmpada incandescente, uma campainha e um ventilador, a fim de apresentar os diferentes efeitos produzidos pela corrente elétrica.

A opção por identificar a forma por meio da qual o sentido da audição foi utilizado nas pesquisas encontradas no levantamento parte das potencialidades apresentadas por representações auditivas de estruturas físicas. Tais potencialidades são demonstradas por Merabet et al (2012) em um experimento realizado com crianças cegas nos Estados Unidos. O experimento consiste na criação e teste de um videogame de realidade virtual baseado em simulações auditivas de ambientes nos quais o usuário pode navegar virtualmente. Os autores denominam essa tecnologia como *Audio-based Environment Simulator (AbES)*, “Simulador de Ambiente Baseado em Áudio”, em livre tradução.

O videogame desenvolvido trata-se de um jogo de ação onde o jogador deve navegar em um ambiente virtual, utilizando as setas direcionais do teclado, no intuito de completar uma série de objetivos, como coletar joias escondidas em salas de um prédio evitando encontrar-se com *monstros* espalhados pelo mapa. O mapa do jogo, mostrado na Figura 1, é uma representação de um prédio real, fato que não foi informado antecipadamente aos participantes da pesquisa. As informações espaciais do local do mapa onde os participantes se encontram virtualmente a cada passo dado no jogo baseiam-se em sinais auditivos ligados a estruturas e objetos em sua volta. Por exemplo, caso o jogador escute o barulho de alguém batendo em uma porta no seu ouvido esquerdo, significa que existe uma porta à sua esquerda. Para que fosse possível a distinção da direção onde as estruturas estariam, foram utilizados fones de ouvido estéreos.

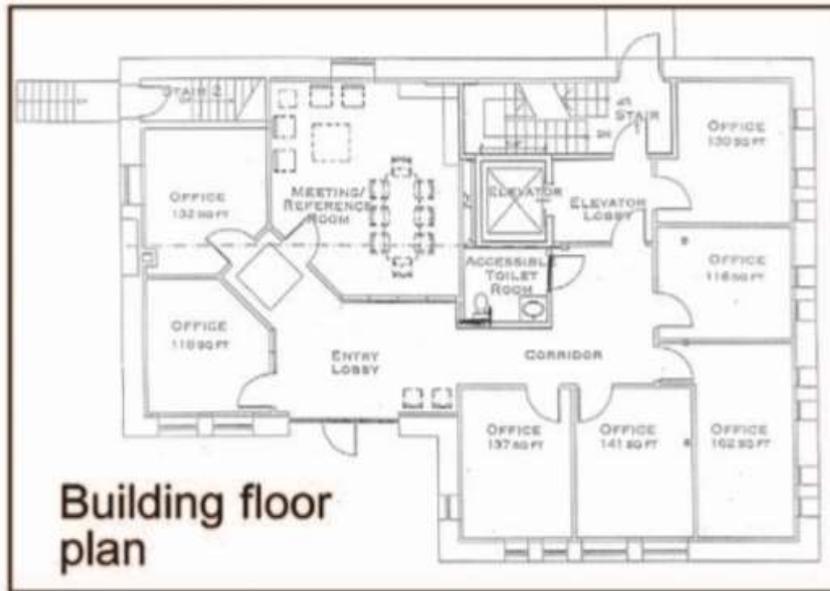


Figura 1: planta do prédio escolhido para o desenvolvimento do jogo. Fonte: Merabet et al (2012).

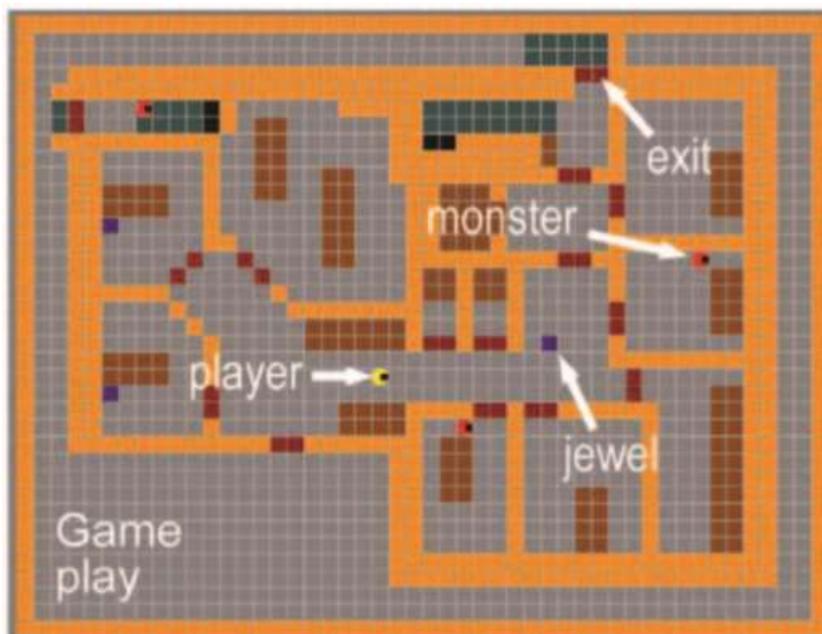


Figura 2: mapa desenvolvido na plataforma AbES, indicando a posição do jogador (*player*), do monstro (*monster*), da joia a ser encontrada (*jewel*) e da saída do prédio (*exit*). Fonte: Merabet et al (2012).

Após jogarem o videogame por 90 minutos (três sessões de 30 minutos), os participantes da pesquisa foram levados ao prédio no qual o jogo foi baseado. Nesse prédio, os participantes receberam diversas tarefas, como a de ir de uma sala a outra por determinado caminho ou encontrar a rota mais curta para a saída do prédio. Os resultados da pesquisa mostraram, em média, 88% de sucesso na realização das tarefas propostas, o que segundo os pesquisadores indica que os sujeitos foram capazes de construir um mapa espacial cognitivo

preciso do prédio em questão a partir da experiência com o jogo de realidade virtual desenvolvido.

Os resultados da pesquisa de Merabet et al (2012) conduzem à indagação sobre em que medida as potencialidades das tecnologias assistivas baseadas na audição são exploradas em caráter similar ao da referida pesquisa para o ensino de Física no Brasil. Assim, a seção a seguir apresenta um levantamento das teses e dissertações sobre Ensino de Física para deficientes visuais realizadas em contexto brasileiro nos últimos dez anos, seguida de uma análise das tecnologias utilizadas em cada pesquisa, destacando a maneira como o sentido da audição foi explorado em cada uma delas.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O levantamento de dissertações e teses cujas pesquisas apresentam experiências em Ensino de Física para alunos cegos ou de baixa visão foi encaminhado a partir da plataforma Sucupira, com os filtros “ensino de Física”, “cegos” “baixa visão”. As pesquisas que compõem o Quadro 1 desse levantamento foram realizadas nos últimos dez anos, no contexto brasileiro. O Quadro 1 apresenta os tipos de tecnologia utilizados em cada pesquisa, classificadas como “digital”, quando são baseadas em recursos computacionais, e como

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Tipo de tecnologia adotada</b>	<b>Sentido explorado</b>	<b>Conteúdo</b>
Évelyn Marcia de Andrade	2011	Digital, analógica	Tato, paladar, audição	Ondulatória
Nair José de Oliveira Nanone	2017	Analógica	Tato	Astronomia
Edval Rodrigues de Viveiros	2013	Digital, analógica	Tato	Movimento
Maria do Carmo de Andrade Junqueira Grossi	2016	Digital, analógica	Tato	Termologia, Hidrostática, Ondulatória
Maurisete Fernando Ferreira	2014	Analógica	Tato	Óptica
Nivaldo Manske	2013	Analógica	Tato	Efeito fotoelétrico
Alexandre César Azevedo	2012	Analógica	Tato	Óptica
Alexandre de Oliveira Martins	2013	Analógica	Tato	Mecânica
Andre Luis Tato Luciano dos Santos	2016	Analógica	Tato	Ondulatória
Fábio Lombardo Evangelista	2008	Digital, analógica	Tato, audição	Circuitos elétricos
Julio Cesar Queiroz de Carvalho	2015	Digital	Audição	Linguagem matemática na Física

“analógica”, quando baseadas em recursos físicos, como maquetes e figuras em alto relevo.

## Quadro 1 - Tecnologias utilizadas nas pesquisas levantadas.

A busca representada pelo Quadro 1 mostra que apenas três dos onze trabalhos encontrados apresentam a utilização de tecnologias que exploram o sentido da audição. Os outros oito trabalhos têm como foco a utilização de materiais táteis na representação e estudo de fenômenos físicos por parte dos estudantes deficientes visuais. Nesses, dentre as atividades desenvolvidas, a maioria baseia-se em representações em alto-relevo de imagens bidimensionais, que demonstram fenômenos como o efeito fotoelétrico (MANSKE, 2013), ou formatos geométricos, como o geóide (NANONE, 2017). Outras pesquisas utilizaram o tato como ferramenta para perceber os fenômenos propriamente ditos, como tocar em uma corda através da qual se propaga uma onda mecânica (SANTOS, 2016). Outros trabalhos exploram a representação de fenômenos por meio de maquetes tridimensionais, como a representação de feixes de luz em fenômenos ligados à óptica (FERREIRA, 2014). Vale destacar que todos os trabalhos analisados apresentam de alguma forma a utilização da audição, como durante a fala dos pesquisadores e participantes ao longo das atividades ou a utilização de programas leitores de tela para a leitura de textos de apoio às atividades, porém as potencialidades pedagógicas desses recursos não foram especificamente analisadas nas pesquisas.

A pesquisa de Évelyn Marcia de Andrade (2011), intitulada “Utilização da didática multissensorial no ensino de Física para alunos deficientes visuais”, apresenta duas situações de sala de aula que utilizaram como foco o sentido da audição, ambas no estudo de ondas mecânicas, mais especificamente do som. A primeira experiência relatada é a utilização de um “telefone-com-fio”, que consiste em dois copos unidos por um barbante pelos quais os alunos poderiam se comunicar. Os objetivos da experiência, segundo a autora, foi demonstrar a propagação do som, a necessidade de um meio material para ondas mecânicas, e o conceito de interferência, esse último associado à ideia de que “qualquer objeto que impeça ou dificulte a propagação das ondas no barbante causa interferência na comunicação” (ANDRADE, 2011, p. 31). A segunda experiência relacionada à audição realizada pela autora foi a reprodução de um videoclipe onde havia o contraste entre uma voz grave e uma voz aguda, o que foi utilizado para abordar o conceito de frequência de uma onda sonora e a qualidade fisiológica ligada a esse conceito (percepção de altura do som). A autora não teceu conclusões específicas sobre as experiências que utilizam o sentido da audição como base.

A pesquisa realizada por Fábio Lombardo Evangelista (2008), cujo título é “o ensino de corrente elétrica a alunos com deficiência visual”, utiliza dispositivos elétricos sonoros, como um *buzzer* e um rádio, para representar os efeitos da corrente elétrica em um circuito. Como o som emitido por um *buzzer* é diretamente proporcional à corrente elétrica que o atravessa, o autor afirma que os estudantes foram capazes de relacionar o aumento da resistência elétrica de um circuito à diminuição da corrente elétrica, por meio da variação da intensidade do som

emitido pelo aparelho. Outros conceitos como sentido de corrente elétrica e a ideia de circuitos elétricos abertos e fechados foram explorados utilizando o mesmo aparelho.

O trabalho de Julio Cesar Queiroz de Carvalho (2015), intitulado “Ensino de Física e deficiência visual: Possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar”, tem como foco melhorar a compreensão de expressões matemáticas utilizadas na Física quando essas são ouvidas pelos estudantes com deficiência visual. O autor propõe a utilização da linguagem de programação *LaTeX* juntamente a softwares leitores de tela. A escolha dessa linguagem pelo autor foi feita por apresentar expressões matemáticas de forma linear e “possuir códigos curtos e intuitivos, facilitando sua memorização e utilização” (ibid., p. 8). O autor conclui que a utilização da linguagem *LaTeX* propiciou melhor compreensão de textos sobre Física que apresentam expressões matemáticas em sua estrutura.

## **CONCLUSÕES**

O estado do conhecimento apresentado nesse trabalho mostra que dentre as onze pesquisas que abordam utilização de tecnologias assistivas para o ensino de Física de alunos deficientes visuais apenas três tiveram como foco a utilização do sentido da audição nas atividades desenvolvidas. As tecnologias utilizadas nessas três pesquisas foram programas leitores de tela, com o objetivo de analisar se a linguagem utilizada era compreendida pelos sujeitos (CARVALHO, 2015), o “telefone-com-fio” para o estudo da propagação de ondas sonoras (ANDRADE, 2011), o recurso audiovisual para a reprodução de um videoclipe, no intuito de estudar a qualidade fisiológica da frequência de ondas sonoras (ANDRADE, 2011) e aparelhos emissores de som, com o objetivo de estudar os efeitos e causas da corrente elétrica em circuitos elétricos (EVANGELISTA, 2008).

Na avaliação dos autores das pesquisas supracitadas, a utilização das tecnologias baseadas na audição auxiliou no estudo das temáticas propostas em seus trabalhos. Entretanto, nenhuma das pesquisas explorou a possibilidade de simular situações, objetos e fenômenos relacionados ao estudo da Física por meio de simulações virtuais sonoras, como as que Merabet et al (2012) utilizaram para simular e propiciar a navegação virtual dos sujeitos pela planta de um prédio.

Esse trabalho mostra que por mais que haja um esforço de pesquisadores da área de Ensino de Física para incluir alunos deficientes visuais e facilitar o seu processo de aprendizagem, as potencialidades das tecnologias assistivas baseadas na audição ainda não estão sendo plenamente exploradas.

A representação de fenômenos físicos tradicionalmente de caráter imagético, como linhas de campo, propagação de feixes luminosos e radiações no geral, podem ser substituídas por representações de caráter auditivo por meio de simulações sonoras, como a representação de uma linha de campo elétrico por meio de um ruído que se propaga de um lado ao outro,

considerando que em cada lado haja uma carga elétrica de sinal diferente. Esse tipo de simulação pode ser facilmente desenvolvido utilizando sons estéreos, sejam esses gravados por microfones binaurais ou virtualmente desenvolvidos em programas computacionais editores de áudio.

A adoção de simulações auditivas pode facilitar a preparação das aulas por parte do professor, uma vez que basta que cada aluno possua um par de fones de ouvido estéreo e um dispositivo reproduzidor de áudio (como um telefone celular) para que a atividade seja realizada. Uma vez desenvolvida a simulação, essa pode ser utilizada por todos os alunos simultaneamente, cada um com seu dispositivo, não havendo a necessidade da múltipla reprodução do mesmo material, como é o caso de maquetes e imagens em alto relevo.

As tecnologias não-computacionais, aqui chamadas analógicas, também oferecem grandes possibilidades, já que nem sempre a integração de dispositivos mecânicos a computadores é simples, pois podem requerer adaptadores não disponíveis comercialmente, complexos ou caros. Cordas vibrantes, por exemplo, para produzir oscilações estacionárias audíveis associadas a picos e vales grandes o suficiente para serem sentidos pelo tato dificilmente podem ser obtidas associando um simples alto-falante a um telefone celular, tablet ou computador, sem um amplificador adequado. Nesse campo, porém, a criatividade do professor pode obter sucessos mesmo que ele não domine o uso de ferramentas computacionais ou se torne um programador.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. Utilização da didática multissensorial no ensino de física para alunos deficientes visuais. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2011. Dissertação (mestrado).

AZEVEDO, A.; SANTOS, A. Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 4, p. 4402, 2014.

AZEVEDO, A. Produção de material didático e estratégias para o ensino de física para alunos portadores de deficiência visual. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (mestrado).

BRASIL. Decreto nº 6.571, de 17 de setembro de 2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do art. 60 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 6.253, de 13 de novembro de 2007. Diário Oficial, Brasília, DF, 17 set. 2008. Seção 1, p. 1.

BRASIL. *Formação continuada a distância de professores para o atendimento educacional especializado: deficiência visual*. Secretaria de Educação Especial. Brasília, 2007.

BULBUL, et al. "Re-Simulating": physics simulations for blind students. *New Perspectives in Science Education*. Florença, 2013.

CAMARGO, E. *Ensino de física e deficiência visual*. São Paulo: Plêiade, 2008.

- 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.
- CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 274 p.
- CARVALHO, J. C. Ensino de física e deficiência visual: possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015. Tese (doutorado).
- COSTA, J.; QUEIROZ, J.; FURTADO, W. Ensino de física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional. Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.
- EVANGELISTA, F. L. O ensino de corrente elétrica a alunos com deficiência visual. Florianópolis: Univeridade Federal de Santa Catarina, 2008. Dissertação (mestrado).
- FERREIRA, M. Uma abordagem para o ensino de física a alunos deficientes visuais: um olhar diferente para o espelho. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2014. Dissertação (mestrado).
- GROSSI, M. C. Ensino de física inclusivo envolvendo alunos com deficiência visual na educação de jovens e adultos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2016. Dissertação (mestrado).
- INMAN, D.; LOGE, K.; CRAM, A. Teaching Orientation and Mobility Skills to Blind Children Using Computer Generated 3-D Sound Environments. *International Conference for Auditory Display*, 2000.
- MANSKE, N. Ensino de física para deficientes visuais: materialização de figuras do livro didático. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2013. Dissertação (mestrado).
- MANTOAN, M. T. E. Ensinando a turma toda as diferenças na escola: Pátio - revista pedagógica, ano V, n. 20, p. 18-23, fevereiro/abril, 2002.
- MARTINS, A. Representação de figuras do livro didático de física: uma proposta para a melhoria da autonomia dos estudantes cegos. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2013. Dissertação (mestrado).
- MEC. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resultados finais do Censo Escolar (redes estaduais e municipais) – Anexo II. 2017. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>>. Acesso em: 07 de maio de 2018.
- MERABET, L.; CONNORS, E.; HALKO, M.; SÁNCHEZ, J. Teaching the Blind to Find Their Way by Playing Video Games. *PLoS ONE*, 2012.
- MOROSINI, M.; FERNANDES, C.M. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. *Educação Por Escrito*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, jul.-dez. 2014.
- NANONE, N. J. Produção e aplicação de maquetes como ferramenta para produção e aplicação de maquetes para deficientes visuais como ferramenta para aulas de astronomia. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2017. Dissertação (mestrado).
- SAHIN, M.; YOREK, N. Teaching science to visually impaired students: a small-scale qualitative study. *US-China Education Review*, v. 6, n. 4, 2009.

SANTOS, A. L. Atividades multissensoriais para o ensino de física. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016. Tese (doutorado).

SILVA, Tatiane; LANDIM, M. F.; SOUZA, V. R. M. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, São Cristóvão, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014.

SILVA, M. N. M.; ROCHA FILHO, J. B. O papel atual da experimentação no ensino de física. XI Salão de Iniciação Científica, PUCRS, 09 a 12 de agosto, 2010.

VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia. In: *Obras completas. Tomo V*. Trad. de Maria del Carmen Ponce Fernandez. Havana: Editorial Pueblo y Educación, p.74-87, 1997.

VIVEIROS, E. Mindware semiótico-comunicativo: campos conceituais no Ensino de física para deficientes visuais utilizando uma Interface cérebro-computador. Bauru: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2013. Tese (doutorado).