

RECURSOS ACESSÍVEIS AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Fabiana Gomes Guntzel ¹
Amélia Rota Borges de Bastos ²

RESUMO

A educação, em igualdade de condições para o acesso e a permanência na escola, é um direito dos estudantes com deficiência. A garantia desse direito representa um desafio aos estudantes com deficiência visual em alguns campos do conhecimento, como no ensino de Ciências da Natureza, já que, muitas vezes, é ministrado com aulas expositivas e teóricas fortemente dependentes do sentido da visão. Com o intuito de conhecer os recursos acessíveis para o ensino de Ciências da Natureza para estudantes com deficiência visual, realizou-se uma pesquisa do tipo revisão sistemática. A revisão foi realizada na biblioteca virtual da CAPES e compreendeu o recorte temporal entre 2006 a 2020. Como critérios de inclusão para a análise da produção acadêmica sobre o tema foram definidos os seguintes: Pesquisas publicadas em idioma português, inglês e espanhol; Trabalhos avaliados pelos pares; Busca por frase exata do descritor. Foram definidos como termos de busca: Deficiência Visual e Ensino de Ciências. O processo de coleta identificou oito estudos, o que denota a escassez de trabalhos sobre o tema. Os achados revelam que as alternativas pedagógicas existentes têm uma maior concentração nas áreas de Física e Biologia.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Inclusão escolar, Deficiência visual, Recurso acessível.

INTRODUÇÃO

O trabalho, parte da pesquisa de Mestrado em Ensino de Ciências, realizada no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé-RS, teve como objetivo mapear a produção da Área de Ensino de Ciências da Natureza sobre recursos pedagógicos acessíveis para estudantes com deficiência visual.

De acordo com Mendonça (2008), a visão é um meio privilegiado de acesso ao mundo, constituindo base de parte significativa das aprendizagens humanas. A ausência ou insuficiência da visão é definida como deficiência visual, que se caracteriza por uma situação irreversível, de causa congênita ou adquirida, classificando-se em baixa visão e cegueira.

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, fabianaguntzel.aluno@unipampa.edu.br;

² Docente do Programa de Pós Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, ameliabastos@unipampa.edu.br.

Para Ropoli (2010) a baixa visão caracteriza-se pela perda da funcionalidade visual, como baixa acuidade visual, ou diminuição do campo visual, que interferem ou impedem o desempenho visual da pessoa, apesar de correção por lentes. A cegueira é uma alteração parcial ou total de uma ou mais funções elementares da visão, que afeta de modo irreversível a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente (BRASIL, 2007).

Segundo Amiralian (1997) desde 1970, uma pessoa é considerada cega quando sua forma de apreender o mundo se faz por meio de outros sentidos (tato, olfato, cinestesia, etc.) e não pela visão. Para Vygotsky *apud* Nuernberg (2008) a cegueira, exige do sujeito a reestruturação do organismo como um todo, reorganizando sua personalidade, e reorientando o funcionamento psíquico.

De acordo com o autor, a cegueira cria novas oportunidades do organismo se reestruturar de uma maneira singular, criando novas possibilidades de desenvolvimento por meio de vias alternativas, que compensam as limitações orgânicas e funcionais impostas por essa condição. Segundo Vygotsky (1997) esta compensação só é possível pelo social e consiste numa reação do sujeito em superar suas limitações com base em instrumentos artificiais oferecidos pela cultura. Nesse sentido o autor destaca acerca da atividade coletiva:

O pensamento coletivo é a principal fonte de compensação para as consequências da cegueira. Ao desenvolver o pensamento coletivo, eliminamos a consequência secundária da cegueira, rompemos no ponto mais fraco toda a cadeia criada em torno do defeito e eliminamos a própria causa do desenvolvimento incompleto das funções psíquicas superiores na criança cega, desdobrando-se diante dela enormes possibilidades (VYGOTSKY, 1997, p. 230, tradução nossa).

Um exemplo destes instrumentos é o sistema braile, que permite a pessoa cega, apesar da sua condição orgânica, o acesso à leitura e a escrita. O braile é um sistema de escrita e leitura tátil, essencial no processo de escolarização de estudantes cegos no ensino regular, o que permite “[...] à pessoa cega comunicar-se pela escrita individual” (LEMOS; CERQUEIRA, 2014, p. 23). Tal sistema se caracteriza como um instrumento de mediação, que se interpõe entre o sujeito e a realidade, cuja característica tátil e finalidade, permite o processo de apropriação do mundo pela pessoa cega.

Vygotsky (1997) entende que a relação do homem com o ambiente nunca é direta, mas mediada por signos e instrumentos. O uso destes elementos de mediação permite ao homem a apropriação da cultura. De acordo com o autor:

[...] os sistemas de signos (a linguagem, a escrita, o sistema de números), assim como o sistema de instrumentos, são criados pelas sociedades ao longo do curso da história humana e mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural. (VYGOTSKY, 1997, p. 24).

No caso de estudantes cegos, o processo de apropriação do mundo dá-se mediado por vias alternativas à via visual, tais como a via tátil e auditiva. No contexto do ensino, a qualidade da mediação por meio destas vias é condição para a aprendizagem. Nesse sentido, ressalta-se o papel das tecnologias assistivas, que podem ser compreendidas como instrumentos de mediação entre a pessoa com deficiência visual e a realidade.

Segundo Bersch (2007) as tecnologias assistiva compreendem um conjunto de recursos, estratégias e serviços que garantem acessibilidade e autonomia à pessoa com deficiência. Sua importância para o processo de desenvolvimento é reconhecida na legislação brasileira e, a não disponibilização, considerada como crime de discriminação, como pode ser percebido nos artigos 3º e 4º da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com deficiência (LBI 13.146), instituindo que toda pessoa têm direito a igualdade de oportunidades, incluindo adaptações razoáveis e o fornecimento de tecnologias assistiva como forma de garantir esse direito (BRASIL, 2015).

No que tange aos estudantes com baixa visão, dentre as tecnologias assistiva tem-se os recursos ópticos e os não ópticos. Os primeiros referem-se aqueles que possuem lentes para ampliação da imagem na retina: para perto ou longe, favorecendo o uso da visão residual. São exemplos de tais recursos óculos com lentes especiais, esferoprismáticas, microscópicas, bifocais ou monofocais; lupas manuais ou de mesa e de apoio, que auxiliam na ampliação do tamanho das fontes em textos auxiliando a leitura (BRASIL, 2007).

Os recursos não ópticos se caracterizam como aqueles que não possuem lentes, mas “[...] referem-se às mudanças relacionadas ao ambiente, ao mobiliário, à iluminação, aos contrastes e ampliações” (DOMINGUES *et al.*, 2010, p. 12). São exemplos destes recursos às adaptações no uso de cores e contrastes, textos com caracteres ampliados e foco de luz para leitura. São utilizados visando promover o melhor desempenho visual na realização das atividades (HADDAD *et al.*, 2010).

Aos estudantes cegos, além dos recursos didáticos específicos para a escrita e leitura do braille (reglete e punção), para cálculos matemáticos (sorobã) e os recursos didáticos adaptados em relevo-tátil e com audiodescrição, existem diversos recursos de acessibilidade que foram projetados para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, tais como: leitores de telas, livros digitais, linha braille, entre outros (OKA; NASSIF, 2010). Cabe salientar as particularidades e habilidades de cada estudante na utilização desses recursos.

Os recursos ópticos e não ópticos são tecnologias assistiva fundamentais ao processo de escolarização de estudantes cegos, mediando o acesso e a apropriação dos conceitos científicos e efetivando o processo de inclusão destes estudantes no ensino comum. No que tange ao ensino de Ciências da Natureza, tais recursos são essenciais, considerando tratar-se de um campo epistêmico que valoriza sobremaneira o sentido da visão, e, por conseguinte, exclui estudantes e professores com deficiência visual (CAMARGO; VIVEIROS, 2006).

Para Cerqueira e Ferreira (2000) tais recursos, bem como, os recursos didáticos acessíveis, auxiliam, incentivam e possibilitam os processos de ensino e aprendizagem, permitindo que estudantes com deficiência visual construam imagens mentais sobre o assunto estudado. Cerqueira e Ferreira (2000) definem recursos didáticos como:

Todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, nas áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente. (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000, p. 12).

De acordo com Nepomuceno e Zander (2015) os recursos didáticos acessíveis para o ensino das Ciências são motivadores e facilitadores dos processos de ensino e aprendizagem, tanto para estudantes com deficiência visual quanto para os estudantes videntes. Para Costa *et al.* (2006), a provisão destes recursos garante a inclusão dos estudantes com deficiência visual e, a ausência, se constitui em uma das principais barreiras à aprendizagem destes estudantes, haja visto que a didática neste campo do conhecimento é baseada, exclusivamente, no sentido da visão. Os autores ainda mencionam a importância de recursos táteis, uma vez que eles permitem o contato com os conceitos mediante a manipulação do material.

Neste sentido, Viveiros e Camargo (2011) apontam que todo processo de aquisição, apreensão ou exploração do conhecimento, através das situações didáticas, segundo determinado campo conceitual, deve ser realizado utilizando-se a maior quantidade possível das distintas modalidades perceptivas. Os autores destacam a importância das estimulações tátil, auditiva (sonora) e verbal nesse processo, sendo fundamentais na constituição dos conceitos científicos e formação de imagens mentais.

Soares *et al.* (2015) destacam a necessidade de materiais adaptados que transmitam conceitos científicos através da manipulação e discriminação tátil, pois o mero verbalismo utilizado por professores, não permite a total compreensão dos conceitos abordados pelos estudantes com deficiência visual, dificultando seu acesso ao conhecimento. Neste sentido

Cerqueira e Ferreira (2007) apontam alguns critérios na produção e uso dos recursos, sendo eles:

O material deve ser confeccionado em tamanho adequado às condições do estudante, bem como constituir-se de diferentes texturas para um melhor destacar as partes componentes; Não deve provocar rejeição ao manuseio, ferir ou irritar a pele; Deve ter cores fortes e contrastantes, assim como a fidelidade em relação ao modelo original representado. É importante que os recursos sejam confeccionados com materiais com uma maior durabilidade, considerando seu manuseio frequente (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000, p. 3).

As autoras também destacam que o material adaptado não provoque ferimentos ou rejeição ao ser manuseado. Para que o material proporcione “[...] a estimulação visual para um estudante com baixa visão, deve ter cores fortes e contrastantes, assim como uma fidelidade em relação ao modelo original representado”. É importante que os recursos sejam confeccionados com materiais com uma maior durabilidade, considerando seu manuseio frequente (CERQUEIRA; FERREIRA, 2007, p. 3).

Somados a estes, Bastos e Cenci (2019) complementam que os recursos devem atentar:

[...] a Portabilidade: dependendo a situação para que o recurso foi produzido ele deve ser portátil, pois o tamanho do material interfere no grau de autonomia que o aluno terá que manipulá-lo; o Tamanho, pois recursos muito pequenos escondem detalhes que podem ser necessários ao conteúdo que está sendo trabalhado, e recursos grandes demais prejudicam a percepção de totalidade; Contrastes táteis bem definidos com a inclusão de legendas das texturas utilizadas; Contrastes visuais (figura-fundo), utilizar cores de melhor percepção como fundo vermelho e figura branca ou fundo amarelo e figura preta; Tamanho e tipo de fonte, ampliadas de acordo com o resíduo visual dos alunos com baixa visão. Devem ser claras, tipo Arial ou Verdana, dentre os tamanhos 16 e 24 (BASTOS; CENCI, 2019, p. 165-166).

As autoras também destacam sobre a importância de conhecer as estratégias e os recursos disponíveis e possíveis, salientando a adequação e as estratégias de utilização as necessidades particulares de cada estudante. Nesse sentido Bastos e Cenci (2019, p.161) apontam sobre o planejamento de uma prática pedagógica inclusiva que “[...] implica articular objetivos e recursos individualizados aos objetivos e proposta curricular (conteúdos, metodologias, recursos, avaliações) coletivos”.

Considerando a importância dos recursos acessíveis para os processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Ciências da Natureza aos estudantes com deficiência visual, realizou-se a pesquisa de revisão sistemática no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A pesquisa do tipo revisão sistemática baliza-se nas ideias de Sampaio e Mancini (2007). Para estes autores, este tipo de investigação inclui:

Caracterizar cada estudo selecionado, avaliar a qualidade, identificar conceitos importantes, comparar as análises estatísticas apresentadas e concluir sobre o que a literatura informa em relação à determinada intervenção, apontando ainda problemas/questões que necessitam de novos estudos (SAMPAIO; MANCINI, 2007, p. 83).

Para o desenvolvimento dessa revisão sistemática estabelecemos as seguintes etapas: Delimitamos como temática “Recursos acessíveis ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes com Deficiência Visual”. Escolhemos o intervalo temporal compreendido entre os anos de 2006 à 2020. Definimos como base para coleta de dados o Portal de Periódicos da Capes/Assunto e determinamos como descritores de busca os termos localizadores Deficiência Visual e Ensino de Ciências.

A partir dos critérios estabelecidos para inclusão e exclusão dos textos relevantes à pesquisa, foram selecionadas as produções científicas que atendiam aos seguintes critérios: Pesquisas publicadas em idioma português, inglês e espanhol; trabalhos avaliados pelos pares; Busca por frase exata do descritor. Foram excluídos trabalhos que não se tratavam de artigo completo e aqueles cujo foco desviava-se da proposição do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os critérios supracitados, 26 artigos foram incluídos para avaliação, desses 18 foram excluídos, restando oito trabalhos selecionados (Quadro 1) que compuseram o corpus de análise referente à temática da construção de recursos acessíveis ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes com deficiência visual.

Quadro 1. Estudos selecionados acerca da temática de construção de recurso acessíveis.

TÍTULO/AUTORIA	PUBLICADO
Aliando a aprendizagem de conceitos com a construção de modelos didáticos em aulas de Anatomia Vegetal. Amanda Knob Back.	Revista Insignare Scientia, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2019. https://periodicos.uufs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11175/7245
Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. Karla Diamantina de Araújo Soares, Helena Carla Castro e Cristina Maria Carvalho Delou.	REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 14, n. 3, p. 377-391, 2015. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_7_ex941.pdf

<p><small>V JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA</small> Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade. Wellington Cantanhede Santos e Regiana Sousa Silva.</p>	<p>HOLOS, v. 29, n. 4, p.143-154, 2013. http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/817/712</p>
<p>Ciclos de Aprendizagem no Ensino de Física para Deficientes Visuais Alexandre César Azevedo, Antônio C. F. Santos</p>	<p>Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, p. 1-6, 2014. https://www.scielo.br/pdf/rbef/v36n4/v36n4a17.pdf</p>
<p>Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo. Adrian Luiz Rizzo, Sirlei Bortolini e Paulo Vinícius Dos Santos Rebeque.</p>	<p>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 1, p. 191-204, 2014. https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4288/2853</p>
<p>Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão. José Murilo Calixto Vaz, Ana Laura de Souza Paulino, Fernanda Vilhena Mafra Bazon, Keila Bossolani Kiill, Tereza Cristina Orlando, Mixele Xavier dos Reis e Carolina Mello.</p>	<p>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 3, p. 81-114, 2013. https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4243/2808</p>
<p>Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. Lhiliany Miranda Mendonça Nascimento e Adriana Bocchiglieri.</p>	<p>Ciência & Educação, v. 25, n. 2, p. 317-332, 2019. https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n2/1516-7313-ciedu-25-02-0317.pdf</p>
<p>Zoo arthropoda: um recurso didático construído para a sensibilização de inclusão no processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Ricardo Ferreira Vale e Ronaldo Adriano Silva.</p>	<p>Revista Insignare Scientia, v. 2, n. 4, 2019. https://periodicos.uuffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10953/7335</p>

Fonte: autoras (2020).

Em relação aos resultados encontrados na revisão sistemática, dos oito artigos selecionados, quatro referem-se ao ensino de Física e quatro ao ensino de Biologia, propondo a utilização de modelos didáticos como recurso ao ensino de conceitos científicos para estudantes com deficiência visual. De acordo com Justina *et al.* (2003, p. 137), o modelo didático “[...] representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou conceito tornando-o dessa forma assimilável”.

O artigo Aliando a aprendizagem de conceitos com a construção de modelos didáticos em aulas de anatomia Vegetal, Back (2019) apresenta a confecção de um modelo didático do corte transversal da folha de *Zea mays* (Figura 1), como forma de facilitar a compreensão dos conteúdos de anatomia vegetal por estudantes com deficiência visual. O modelo didático tridimensional confeccionado, expõe as estruturas observadas em microscópios, cuja prática não seria acessível a um estudante cego e foi desenvolvido com estudantes da disciplina e professores do quarto semestre de Ciências Biológicas Licenciatura de uma universidade pública.

Na produção do material a autora relata atenção à fidelidade da representação da informação, com especial atenção a lâmina e as respectivas partes que compõem a espécie estudada. Para o modelo didático construído foram utilizados materiais como *biscuit*, cartolina, canudos de plástico, cola, papel toalha e e.v.a possibilitando deixar o modelo mais leve para o

manuseio. Através da elaboração do modelo foi possível a inclusão de estudantes com deficiência visual na aula de Biologia, pois os conceitos abordados foram desenvolvidos através da percepção tátil da representação estrutural da folha de *Zea mays*, antes só vista pelo microscópio. De acordo com Back (2019), o material produzido, aproximou os estudantes dos conceitos científicos e permitiu que estudantes cegos, por meio do sentido háptico, pudessem ter acesso a informação até então, acessível apenas pelo uso de microscópio.

Figura 1. Modelo didático do corte transversal da folha de *Zea mays*.

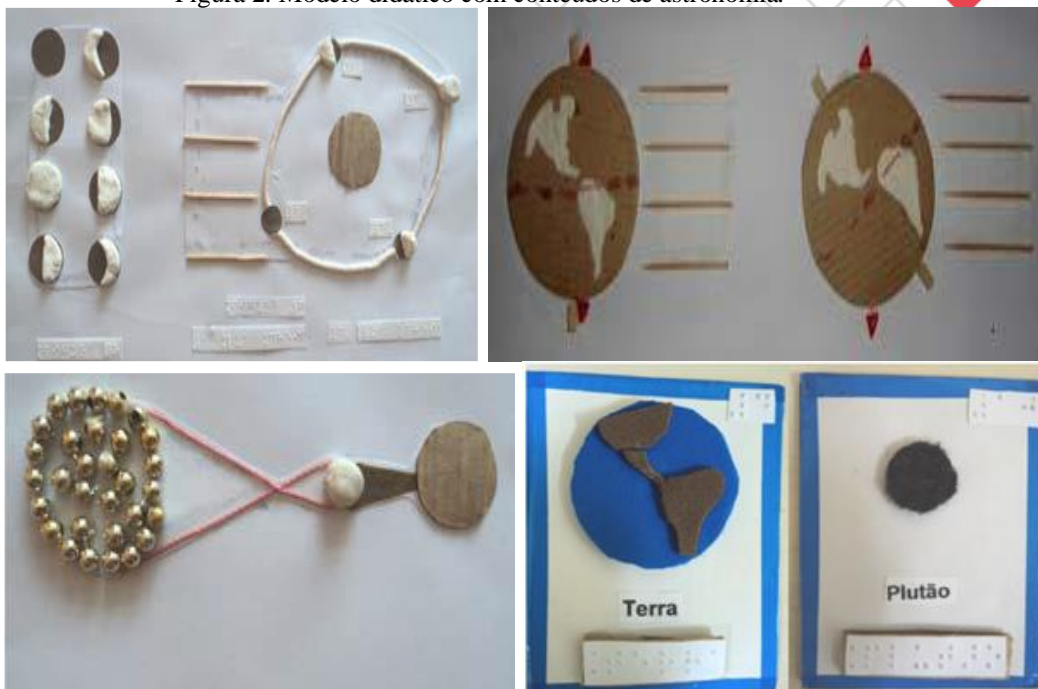


Fonte: Back (2019).

Soares *et al.* (2015), no artigo *Astronomia para deficientes visuais: inovando em materiais didáticos acessíveis* (Figura 2), propuseram a elaboração de materiais adaptados com conteúdos de astronomia que contribuíssem para o aprendizado de estudantes com e sem deficiência, aplicando o recurso a dez estudantes, sendo três estudantes com baixa visão e sete estudantes cegos cursando regularmente o ensino médio de uma escola pública federal do Rio de Janeiro. Os Modelos envolveram temas como órbita terrestre, inclinação do eixo de rotação da Terra, fases da Lua e eclipses lunares e solares, e um jogo da memória, contendo os principais astros do Sistema Solar.

Os materiais utilizados para a confecção dos modelos foram: papelão, biscoito, miçangas, papel corrugado, palitos de madeira, barbante médio. Os materiais foram testados por estudantes videntes e deficientes visuais, que avaliaram, propuseram melhorias e se mostraram satisfeitos com os resultados obtidos. Para os autores os materiais elaborados consistem em ferramentas acessíveis para o ensino de astronomia, estimulando a imaginação, a criatividade e o senso crítico, bem como, permitem a apropriação do conhecimento de forma autônoma e independente por estudantes com deficiência visual.

Figura 2. Modelo didático com conteúdos de astronomia.



Fonte: Soares *et al.* (2015).

Para o estudo de astronomia Rizzo *et al.* (2014) no artigo Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo (Figura 3), apresentam resultados de uma proposta de ensino inclusivo, evidenciando que é possível traçar estratégias para a inclusão de estudantes com deficiência visual em turmas regulares por meio de didáticas multissensoriais. O trabalho objetivou buscar alternativas para o ensino de astronomia para estudantes com e sem deficiência visual, realizando oficinas na temática escalas do Sistema Solar pautadas em uma didática multissensorial.

Foram utilizados materiais como: Isopor, bolas de diferentes tamanhos, cola quente, barbante bem como a legenda das imagens escrita em braile. Os resultados do estudo demonstraram a relevância da utilização de maquetes táteis-visuais e desenhos em alto relevo para o Ensino de Física.

Figura 3. Modelo didático sobre o sistema solar.

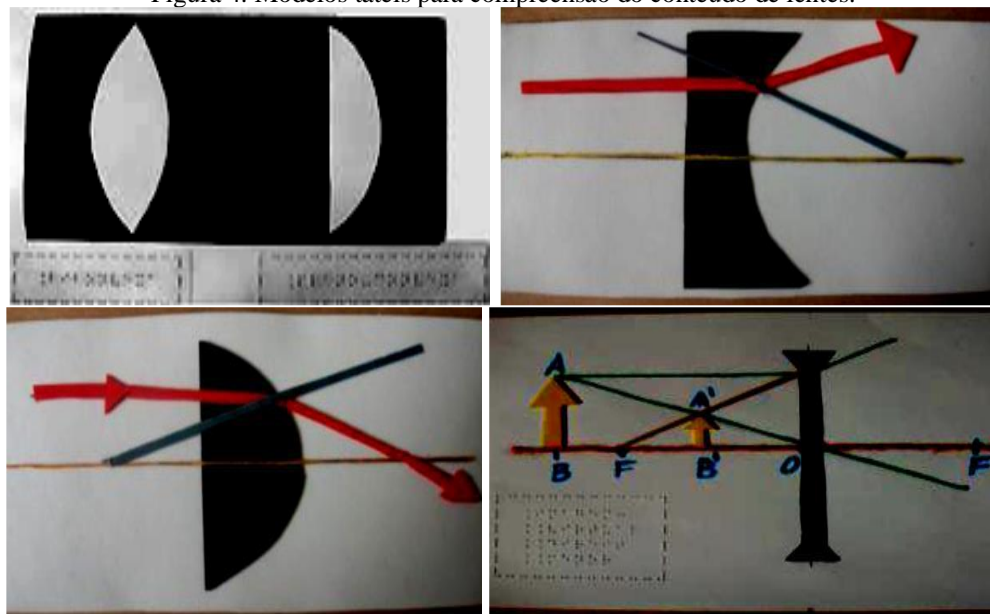


Fonte: Rizzo *et al.* (2014)

Santos e Silva (2013) apresentam no artigo Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade (Figura 4), a contribuição na elaboração e produção de materiais para serem utilizados na aprendizagem de conteúdos de ótica, com a participação e validação dos estudantes com deficiência visual incluídos no segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino do Maranhão. Os autores apresentam também, algumas dicas para os professores tornarem o recurso o mais produtivo possível, mediante a interação dos estudantes videntes com os estudantes com cegueira ou baixa visão.

No trabalho, os autores apresentam modelos táteis que permitem a compreensão de conteúdos como estudos das lentes, suas classificações e aplicações, onde é de extrema importância o entendimento de informações referentes à propagação dos raios luminosos, os quais podem, inicialmente, ser apresentados aos estudantes com deficiência visual por meio de recursos didáticos de baixo custo. Para produzir estes recursos foram utilizados: cola *brascoplast*, cola branca, e.v.a, papel cartão, linha de crochê, linha de ponto de cruz e a reglete para a transcrição em braile

Figura 4. Modelos táteis para compreensão do conteúdo de lentes.



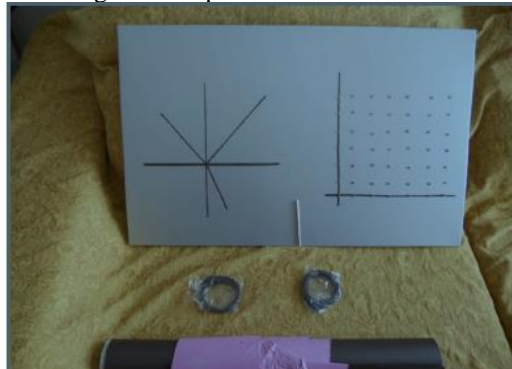
Fonte: Santos e Silva (2013).

No artigo: Ciclos de aprendizagem no ensino de Física para deficientes visuais, Azevedo e Santos (2014) (Figura 5) apontam a discussão do aprendizado de conceitos por estudantes com deficiência visual, destacando as suas capacidades cognitivas associadas aos modos alternativos do processamento através de informações sensoriais. Os autores destacam as

dificuldades da realização de experimentos encontradas no ensino de ótica e a sua representação mental do que venha a ser a luz, para ser desenvolvido com estudantes com deficiência visual.

A pesquisa foi desenvolvida e uma turma de ensino médio com um estudante cego incluído. Os autores utilizaram materiais como quadro magnético e ímã para o desenvolvimento desses conceitos por estudantes com deficiência visual e destacam a importância do tato como um modo alternativo de processamento cognitivo das informações.

Figura 5. Experimento sobre óticas.



Fonte: Azevedo e Santos (2014).

O artigo Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão (Figura 6) apresenta materiais elaborados para o Ensino de conceitos de tradução da célula eucariótica e núcleo celular e foi desenvolvido com nove professores do ensino superior, sendo três da área de biologia celular, três da área de genética e três da área de educação em ciências e biologia, três professores universitários de educação especial/inclusiva, dois professores de educação especial na área de deficiência visual, dois alunos com deficiência visual (cegueira e baixa visão); duas professoras com deficiência visual (baixa visão); e dezessete estudantes videntes (VAZ *et al.*, 2013).

Os autores consideram os recursos construídos significativos devido à possibilidade dos estudantes se apropriarem de um conceito concreto das estruturas assim como sua dinâmica de interação. No que se refere aos materiais utilizados para a elaboração do modelo de tradução genética: RNAs transportadores e mensageiros e os aminoácidos. O mesmo foi confeccionado em madeira (MDF) a partir de um molde feito em isopor, diferentes tipos de lixas, cola, massa de artesanato, velcro, tintas de diversas cores e isopor para adaptar o material para uso por estudantes com deficiência visual. O modelo do núcleo celular é composto por uma bola oca de isopor, na qual foram feitos recortes formando a membrana externa e interna do núcleo e no seu interior adicionado modelo de representação da cromatina e do nucléolo, elaborados com estopa colorida, arame e bola de isopor (VAZ *et al.*, 2013).

De acordo com Vaz *et al.* (2013) as adaptações realizadas nos materiais possibilitam o uso não somente de estudantes com deficiência visual, mas também de estudantes videntes mostrando como todos podem fazer uso significativo do mesmo material.

Figura 6. Modelos didáticos representando os RNAs e os aminoácidos.



Fonte: Vaz *et al.* (2013).

Nascimento e Bocchiglieri (2019) consideram a relevância da utilização de materiais adaptados confeccionados como instrumentos facilitadores no processo da aprendizagem mediante o uso de cores, diferentes texturas e relevo, legendas em braille, bem como, a diferenciação de detalhes anatômicos através da percepção tátil. No artigo Modelos didáticos no ensino de vertebrados para estudantes com deficiência visual (Figura 7), as autoras desenvolveram modelos didáticos sobre as estruturas anatômicas dos vertebrados para estudantes de Ciências Biológicas de uma universidade pública de Sergipe com estudante com deficiência visual incluído.

Foram elaborados quatro modelos biológicos tridimensionais com o uso de diferentes materiais para representar aspectos da anatomia e morfologia de representantes das Classes Reptília e Aves utilizando materiais de baixo custo e de fácil obtenção. (NASCIMENTO; BOCCHIGLIERI, 2019). As autoras destacam a importância da contribuição dos estudantes na elaboração e produção de materiais, bem como, a avaliação desse material pelos estudantes com deficiência visual.

Para o conteúdo relacionado à classe reptilia foram construídos dois modelos didáticos para representar os tipos de denticões das serpentes, bem como a glândula de peçonha e os órgãos sensoriais. Para confecção dos modelos foram utilizados os seguintes itens: isopor, massa para biscuit, garrafa pet, tesoura, estilete, bolas de gude, olhos de plástico, tinta de tecido, tinta guache, tecido feltro, fio de nylon transparente e cola de silicone líquido. Para o conteúdo relacionado à classe aves foram confeccionados dois modelos didáticos para representar os ossos pneumáticos e o sistema respiratório. Na representação do osso pneumático das aves

utilizaram-se os seguintes itens: cano PVC, massa para biscuit, tesoura, tinta guache e cola de silicone líquido. Para o modelo do sistema respiratório foram utilizados os seguintes itens: massa para biscuit, embalagem para ovo páscoa, amido de milho, corantes alimentícios, tesoura, esponja, preservativos masculinos, tinta *spray* e cola de silicone líquido.

Nascimento e Bocchiglieri (2019) destacam a relevância da utilização dos materiais adaptados confeccionados voltados ao ensino de Biologia como instrumentos facilitadores no processo da aprendizagem. Os modelos favoreceram a assimilação dos conceitos de zoologia mediante ao uso de cores, diferentes texturas e relevo, as legendas em braile, bem como a diferenciação de detalhes anatômicos através da percepção tátil.

Figura 7. Modelos didáticos para o ensino de vertebrados.



Fonte: Nascimento e Bocchiglieri (2019).

Vale e Silva (2019), apresentam no artigo: Zoo arthropoda: um recurso didático para o ensino de ciências para deficientes visuais (Figura 8), a utilização de modelos táteis pelos educadores possibilitando desenvolver um trabalho pedagógico de qualidade em sala de aula. Os autores desenvolveram modelos didáticos junto aos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental de uma escola da rede privada de ensino, da cidade de Sete Lagoas – MG, para representar a classe artrópode.

No primeiro momento os estudantes videntes fizeram a observação das espécies que compõem esse grupo, representando através do biscuit essas espécies com o auxílio dos professores. O material confeccionado pode ser utilizado por estudantes com deficiência visual para uma melhor compreensão sobre o conteúdo.

Figura 8. Estudantes acessando recurso didático sobre o arthropodas.



Fonte: Vale e Silva (2019).

De acordo com Vale e Silva (2019) a construção dos modelos táteis contribuiu no processo de aprendizagem e demonstrou a necessidade de elaboração de novos recursos didáticos para os estudantes com deficiência visual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de revisão sistemática evidenciou a escassez de materiais didáticos acessíveis ao ensino de Ciências da Natureza, o que prejudica o processo de escolarização dos estudantes com deficiência visual. Os materiais existentes demonstram a importância dos modelos táteis, que permitem a construção da imagem mental e o acesso ao conhecimento científico por parte desses estudantes. Os modelos apresentados são de fácil reprodução e baixo custo, se tornando uma alternativa acessível aos professores da escola comum.

A escassez de estudos sobre o tema aponta a necessidade de inclusão da temática na formação inicial e continuada dos professores, de forma que possam protagonizar práticas que respondam às peculiaridades dos estudantes, culminando em oportunidades de aprendizagem para todos.

REFERÊNCIAS

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Compreendendo o cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

AZEVEDO, C. A.; SANTOS, A. C. F. Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. **Rev. Bras. Ensino de Física.** São Paulo, v. 36, n. 4, p. 01-06, dezembro de 2014.

BACK, A. Aliando a aprendizagem de conceitos com a construção de modelos didáticos em aulas de Anatomia Vegetal. **Revista Insignare Scientia - RIS,** v. 2, n. 3, p. 13-20, 21 nov. 2019.

BASTOS, R. A. B. de; CENCI, A. Desenvolvimento de práticas inclusivas: aportes teórico-práticos para o apoio aos estudantes em estágio de docência. *In:* MÓL, G. (Orgs.). **O Ensino de Ciências na Escola Inclusiva.** Brasil Multicultural, 2019.

BERSCH, R. Tecnologia Assistiva- TA. *In:* SCIMER, C. R.; BROWNING, N.; BERSCH, R.; MACHADO, R. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Física.** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Brasília: [s. n.], 2007, p. 129.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva.** Portaria 948/2007, de 09 de outubro de 2007. Brasília, MEC: 2007.

_____. Casa Civil. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)** - Lei 13.146, de 6 de julho de 2015, Brasília: 2015.

CAMARGO, E. P.; VIVEIROS, E. R. **Ensino de ciências e matemática num ambiente inclusivo: pressupostos didáticos e metodológicos.** Bauru, 2006.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. **Os recursos didáticos na educação especial.** Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant, 15 ed., abril de 2000. Disponível em: < http://www.ibr.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2000/edicao-15-abril/Nossos_Meios_RBC_RevAbr2000_ARTIGO3.pdf > Acesso em agosto de 2020.

COSTA Luciano Gonsalves; NEVES Marcos Cesar Danhoni; BARONE Dante Augusto Couto. O Ensino de Física para Deficientes Visuais a partir de uma Perspectiva Fenomenológica. **Ciência e Educação.** v. 12, n. 2, p. 143-153, 2006.

DOMINGUES, C. A. *et al.* **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar: os alunos com deficiência visual : baixa visão e cegueira** - Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial ; [Fortaleza] : Universidade Federal do Ceará, 2010.

HADDAD, M. A. O. *et al.* Auxílios para baixa visão. *In:* SAMPAIO, M. HADDAD, H. D; SIAULYS, M. **Baixa visão e cegueira: os caminhos para a reabilitação, a educação e a inclusão.** Rio de Janeiro, Cultura Médica: Guanabara Koogan, 2010. p. 113-141.

JUSTINA, L. A. D. *et al.* Modelos didáticos no ensino de genética. *In:* SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNIOESTE, 3., 2003, Cascavel-PR. **Anais [...].** Cascavel-PR, 2003.

LEMOS, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O Sistema Braille no Brasil. **Revista Benjamin Constant,** Rio de Janeiro, v. 20, edição especial, p. 23-28, nov. 2014.

MENDONÇA, A. *et al.* **Estudantes Cegos e com baixa visão: orientações curriculares.** Brasília: MEC, 2008.

NEPOMUCENO, T. A. R.; ZANDER, L. D. Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental. **Benjamin Constant**, v. 58, n. 1, p. 49-63, 2015.

NASCIMENTO, L. M. M.; BOCCHIGLIERI, A. Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 317-332, abr., 2019.

NUERNBERG, A. H. Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. **Psicol. estud.**, Maringá, v. 13, n. 2, p. 307-316, jun., 2008.

OKA, C. M.; NASSIF, M. C. M. Recursos escolares para aluno com cegueira. *In*: SAMPAIO, M.; HADDAD, H. F.; SIAULYS, M. (Orgs). **Baixa visão e cegueira: os caminhos para a reabilitação, a educação e a inclusão.** Rio de Janeiro, Cultura Médica: Guanabara Koogan, 2010. p. 389-414.

PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 09 abril de 2020.

RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. V. DOS S. Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 191-204, ago. 2014.

ROPOLI, E. A. *et al.* **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar A Escola Comum Inclusiva.** Brasília, SESP/ MEC, 2010.

SAMPAIO, R. F; MANCINI, M.C. Estudos de Revisão Sistemática: Um Guia para Síntese da Evidência Científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.

SANTOS, W. C.; SILVA, R. S. Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade. **Holos**, [s. l.], v. 4, p. 143-154, set. 2013.

SOARES, K. D. de A.; CASTRO, H. C.; DELOU, C. M. C. Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 3, p. 377-391, 2015.

VALE, R.; SILVA, R. Zoo arthropoda: um recurso didático construído para a sensibilização de inclusão no processo de ensino e aprendizagem em Ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 364-374, 19 dez. 2019.

VAZ, J. M. C. *et al.* Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 81-104, 10 abr. 2013.

VIVEROS, E. R.; CAMARGO, E. P. de. Deficiência Visual e Educação Científica: Orientações Didáticas com um Aporte na Neurociência Cognitiva e Teoria dos Campos Conceituais. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.**, v. 16, n. 2, p. 25-50, dez. 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas**: Fundamentos de defectologia. Tomo V. (Julio Guillermo Blank, trad.) Madrid: Visor. (Trabalho original publicado em 1931), 1997.