

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL- IFRS CAMPUS
PORTO ALEGRE**

IGOR MURILO DE OLIVEIRA DA SILVA

**Levantamento de atividades e materiais didáticos inclusivos de
biologia para inclusão de alunos cegos e de baixa visão.**

PORTO ALEGRE, RS

2026

IGOR MURILO DE OLIVEIRA DA SILVA

**Levantamento de atividades e materiais didáticos inclusivos de
biologia para inclusão de alunos cegos e de baixa visão.**

Trabalho de Conclusão de Curso realizado no Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul –
Campus Porto Alegre, como requisito para obtenção da
graduação do curso superior de ciências da Natureza: Biologia
e Química(licenciatura).
Orientadora: Profa Dra Karin Tallini

PORTO ALEGRE, RS

2026

RESUMO

Este trabalho investiga a eficácia de um conjunto de atividades e materiais didáticos inclusivos voltados ao ensino de Biologia no Ensino Médio, com foco em superar as barreiras de aprendizagem enfrentadas por alunos cegos ou com baixa visão. A pesquisa justifica-se pela necessidade de promover a equidade educacional e a inclusão efetiva, conforme preconizado pela legislação brasileira, mitigando o "visuocentrismo" e a excessiva dependência de recursos puramente visuais que historicamente marginalizam esses estudantes. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico e exploratório, fundamentada na análise de literatura especializada e no mapeamento de práticas pedagógicas inclusivas. O estudo identificou os desafios metodológicos da área e os conceitos biológicos que representam maiores dificuldades de compreensão para alunos com deficiência visual, com destaque para o Metabolismo Energético (73,8%), a Genética (66,7%) e a Citologia (59,5%), temas marcados por alto grau de abstração e natureza microscópica. Os resultados indicam que o uso diversificado de Tecnologias Assistivas — abrangendo desde a impressão 3D e modelos táteis em biscuit ou materiais de baixo custo até recursos audiovisuais com audiodescrição e simulações acessíveis — permite a materialização de estruturas e processos invisíveis a olho nu. Essas ferramentas facilitam a construção da "imagem tátil" e a apropriação do conhecimento científico através de canais sensoriais alternativos. Conclui-se que a implementação de uma didática multissensorial, fundamentada nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), é essencial para garantir a participação plena e o êxito escolar. Tais práticas não apenas favorecem o aluno com deficiência, mas potencializam o engajamento e a compreensão de toda a turma vidente ao reduzir a abstração e tornar o aprendizado mais concreto e dinâmico.

Palavras-chave: Inclusão Educacional, Ensino de Biologia, Tecnologias Assistivas, Deficiência Visual, Desenho Universal para a Aprendizagem.

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of a set of inclusive activities and teaching materials aimed at Biology teaching in high school, focusing on overcoming the learning barriers faced by blind or low-vision students. The research is justified by the need to promote educational equity and effective inclusion, as recommended by Brazilian legislation, mitigating "visuocentrism" and the excessive dependence on purely visual resources that have historically marginalized these students. The methodology consisted of qualitative research of a bibliographic and exploratory nature, based on the analysis of specialized literature and the mapping of inclusive pedagogical practices. The study identified methodological challenges in the field, such as the gap in initial and continuing teacher training, and identified biological concepts that present the greatest comprehension difficulties. Notable among these are Energy Metabolism (73.8%), Genetics (66.7%), and Cytology (59.5%), topics characterized by a high degree of abstraction and a microscopic nature. The results indicate that the diversified use of Assistive Technologies—ranging from 3D printing and tactile models in biscuit or low-cost materials to audiovisual resources with audio description and accessible simulations—allows for the materialization of structures and processes invisible to the naked eye. These tools facilitate the construction of the "tactile image" and the appropriation of scientific knowledge through alternative sensory channels. It is concluded that the implementation of multisensory didactics, based on the principles of Universal Design for Learning (UDL), is essential to ensure full participation and academic success. Such practices not only favor students with disabilities but also enhance engagement and understanding for the entire sighted class by reducing abstraction and making learning more concrete and dynamic.

Keywords: Educational Inclusion, Biology Teaching, Assistive Technologies, Visual Impairment, Universal Design for Learning.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 PROBLEMA	7
1.2 OBJETIVOS	8
1.2.1 Objetivo Geral:	8
1.2.2 Objetivos Específicos:	8
1.3 JUSTIFICATIVA	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Inclusão e educação	10
2.2 Deficiência Visual, Cegueira e Baixa Visão	12
2.3 Capacitação pedagógica	14
2.4 Atividades e Materiais Didáticos	16
2.5 Tecnologia Assistiva	18
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS E ANÁLISE	29
4.1 Desafios Metodológicos e Lacunas na Formação Docente	29
4.2 A Didática Multissensorial e a Construção da "Imagem Tátil"	32
4.3. Benefícios dos Recursos Inclusivos para Todos os Alunos (Desenho Universal)	33
4.4. Recursos de Audiodescrição e Comunicação Oral	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	38

1 INTRODUÇÃO

Durante a primeira metade do século XX, teve início a organização do sistema educacional brasileiro, neste momento, começa-se apresentar algum interesse pela instrução de pessoas com limitações físicas e intelectuais para viverem em uma organização social. A Lei nº. 4.024, de 20 de dezembro de 1961, é um marco importante, dado que nela se fixam as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Historicamente, passou-se a entender que, mesmo com limitações, essas pessoas eram plenamente educáveis e que deveriam, portanto, ter o apoio de professores para aprender.(PAULA; 2015).

Neste sentido, entende-se que toda pessoa tem como direito à educação, de forma digna e proveitosa, tendo em vista este como um primeiro passo para o exercício pleno de sua cidadania. Embora o acesso à educação tenha sido, historicamente, um privilégio para poucos, uma delimitação criada por políticas que atendiam apenas a um grupo economicamente bem-sucedido. O processo de democratização da educação surgiu, tornando-a um direito assegurado a todos (SILVA; 2020.). A Educação Inclusiva defende a igualdade de ensino entre os indivíduos e combina diversas mudanças nas diretrizes educacionais, a fim de proporcionar oportunidades justas e amplas a todos.

Segundo Vygotsky (1998), a aprendizagem é uma atividade social em que o estudante apropria os conhecimentos desenvolvidos historicamente e culturalmente, a ocorrer por meio da ação e pelo uso de instrumentos mediadores. Por isso a necessidade dos estudantes participarem interativamente no processo de ensino e aprendizagem, atuando sobre o objeto de conhecimento com o professor e os colegas. Entretanto, muitos estudantes, com ou sem deficiência, ainda não é oportunizada a participação de modo efetivo (VIGINHESKI, L.V., M. et al; 2022. P.: 86).

A partir da década de 1990, o conceito de inclusão foi ampliado para englobar diversas formas de diversidade, como étnica, de gênero, religiosa e de classe. Movimentos globais, como a Declaração Mundial sobre Educação para Todos (1990), a Declaração de Salamanca (1994), a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (2007) e a Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), estabeleceram diretrizes para garantir uma educação mais justa e equitativa, promovendo o respeito à diversidade e oferecendo oportunidades iguais a todos (YAEGASHI; 2025).

A inclusão implica em um atendimento às necessidades de cada um, garantindo que as pessoas público-alvo da Educação Especial (PEE), que anteriormente viviam enclausuradas em casa, tenham acesso à educação, um direito garantido.

Neste sentido, o ensino de Biologia no Ensino Médio apresenta um desafio significativo quando se trata da inclusão de alunos cegos ou com baixa visão. Muitos dos conceitos fundamentais da Biologia, como estrutura celular, genética, anatomia e processos biológicos, são tradicionalmente abordados por meio de recursos predominantemente visuais, como diagramas, ilustrações em livros didáticos, projeções de imagens e a observação em laboratório (ex: microscopia) (PINHEIRO, et al; 2025). Para alunos com deficiência visual, essa dependência de materiais visuais representa uma barreira de acesso ao conhecimento, dificultando a compreensão e a internalização de conteúdos que se tornam abstratos na ausência de recursos táteis, auditivos e outros formatos sensoriais. A dificuldade não reside apenas na limitação do aluno, mas na inadequação das metodologias e dos materiais didáticos disponíveis, evidenciando a necessidade de desenvolver e implementar estratégias pedagógicas que garantam a equidade e a participação plena desses estudantes nas aulas práticas e teóricas de Biologia (PINHEIRO, et al; 2025).

As pesquisas que possuem como foco principal os recursos didáticos demonstram que o contato tátil pode facilitar o processo de ensino aprendizagem dos conteúdos científicos. A capacitação de professores e a disponibilidade de recursos adaptados, como a Impressão 3D para modelos táteis e a utilização de vídeos com audiodescrição ou simulações acessíveis, são aspectos cruciais para a superação de dificuldades (SANTANA; BENITEZ; MORI; 2021). Com isso, determinamos o seguinte problema: De que forma o uso de atividades e materiais didáticos inclusivos influenciam a aprendizagem de conteúdos de Biologia por estudantes do Ensino Médio cegos ou com baixa visão?

1.1 PROBLEMA

De que forma o uso de atividades e materiais didáticos inclusivos influenciam a aprendizagem de conteúdos de Biologia por estudantes do Ensino Médio cegos ou com baixa visão?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral:

Investigar um conjunto de atividades e materiais didáticos inclusivos de Biologia no Ensino Médio utilizando materiais didáticos inclusivos e recursos de vídeo/simulação acessíveis, visando superar as dificuldades de ensino-aprendizagem para alunos cegos ou com baixa visão.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- a) Realizar uma revisão bibliográfica sobre as dificuldades e os desafios metodológicos do ensino de Biologia para alunos com deficiência visual.
- b) Identificar os principais conceitos de Biologia do Ensino Médio que representam maiores dificuldades de compreensão para alunos cegos ou com baixa visão.
- c) Identificar atividades e materiais didáticos em Biologia que auxiliem os alunos cegos ou com baixa visão a interpretar/entender as estruturas celulares e/ou processos biológicos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A relevância desta pesquisa e da proposta de intervenção reside na necessidade de promover a inclusão educacional efetiva dos alunos com deficiência visual no componente curricular de Biologia, conforme preconiza a legislação brasileira (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB, e o Estatuto da Pessoa com Deficiência). Investigar e propor o uso de materiais didáticos adaptados, como os modelos gerados por Impressão 3D (que oferecem a percepção tátil de estruturas abstratas) e o desenvolvimento de aulas práticas simuladas em vídeo com recursos de acessibilidade (modelagem, audiodescrição), auxiliará a:

1. Reduzir as barreiras de acesso ao conhecimento: Tornando conteúdos predominantemente visuais acessíveis por meio do tato e da audição.
2. Melhorar o processo de ensino-aprendizagem: Fornecendo aos professores de Biologia um conjunto de ferramentas e metodologias concretas para o planejamento de aulas inclusivas para alunos com cegueira ou baixa visão.
3. Promover a equidade educacional: Garantindo que os alunos cegos ou com baixa visão tenham a oportunidade de vivenciar e compreender os conceitos de Biologia de forma aprofundada, impactando positivamente sua formação e suas escolhas futuras (ex: vestibular, carreira).
4. Contribuir para a área de tecnologia assistiva: Gerando conhecimento sobre a eficácia de recursos modernos, com o uso de modelos de impressão 3D e a produção de vídeos acessíveis, no contexto específico do ensino de Biologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inclusão e educação

A inclusão educacional é um processo em construção e envolve vários segmentos da sociedade, começando pelas políticas públicas de valorização docente e de melhor formação. A formação inicial e continuada (FIC) da equipe escolar é fundamental para que se possa caminhar em direção a uma escola inclusiva, assim como devem ser asseguradas condições dignas de trabalho a todos. Grande parte das escolas, hoje, precisam se reorganizar, objetivando a gestão democrática, o trabalho colaborativo entre os membros da equipe escolar, a cultura de estudos e busca pelo conhecimento e a atenção aos novos paradigmas que permeiam o campo educacional para que práticas excludentes não sejam perpetuadas.

Entre os autores/as pesquisados/as cito Sassaki (1997) que diz que inclusão é um processo pelo qual a sociedade se adapta para poder incluir, em seus sistemas sociais gerais, pessoas com necessidades especiais e, simultaneamente, estas se preparam para assumir seus papéis na sociedade.

A inclusão é vista como sendo o processo que visa o acesso do cidadão aos ambientes e direitos ao qual lhe são apresentados e destinados. Neste âmbito se reflete entre outros o aspecto da educação, uma educação de qualidade, não só para alunos público-alvo da Educação Especial, mas para todas as pessoas na escola ou em outros espaços educativos. Na lei de diretrizes e bases (LDB – Lei n. 9.394/1996), constando no capítulo V, artigo 58. se traz a definição de educação especial:

(...) a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação. Assegurando ao indivíduo um serviço de apoio caso necessário. O que se reflete em um direito assegurado aos alunos público-alvo da Educação Especial. A legislação brasileira prevê que a educação seja um direito de todos. Educação especial na perspectiva de novo paradigma inclusivo, onde é preciso reconhecer que a construção de uma escola inclusiva envolve a participação de criação de dinâmicas com a participação de toda comunidade escolar (SILVA, M. M. R; 2020. p.:10).

Além disso, a mesma lei, constando no capítulo V, artigo 59 diz que: os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com necessidades especiais: I currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específica, para atender às suas necessidades; II terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências, e aceleração para concluir em menor tempo o programa escolar para os superdotados; III professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns; IV educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade, inclusive condições adequadas para os que não revelarem capacidade de inserção no trabalho competitivo, mediante articulação com os órgãos oficiais afins, bem como para aqueles que apresentam uma habilidade superior nas áreas artística, intelectual ou psicomotora; V acesso igualitário aos benefícios dos programas sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível do ensino regular. A inclusão das pessoas com deficiência na educação superior deve assegurar-lhes o direito à participação na comunidade com as demais pessoas, as oportunidades de desenvolvimento pessoal, social e profissional, bem como não restringir sua participação em determinados ambientes e atividades com base na deficiência.

A inclusão reflete, no campo científico, um compromisso ético fundamental, a diversidade presente no universo acadêmico e científico, além de romper barreiras de preconceito, ampliando o impacto das descobertas e ideias, tornando o conhecimento produzido mais representativo e relevante para uma sociedade plural. Embora os desafios persistem na garantia de acessibilidade e equidade no ensino, a inclusão escolar tem avançado com o apoio de políticas públicas, formação contínua de professores e a produção de pesquisas sobre o tema (YAEGASHI *et al*; 2025).

No contexto de educação, a acessibilidade desses alunos constitui-se de diversas ferramentas didáticas, a utilização dessas ferramentas, para alunos com deficiência visual, pode promover a potencialização da construção de conhecimento dos mesmos, além de contribuir para a inclusão educacional (SANTOS; SILVA; CUNHA; 2024). O sistema Braille é um bom exemplo de tecnologia assistiva, e se configura como um sistema de leitura e escrita baseado em símbolos em alto relevo criado em 1825 pelo francês Louis Braille (SILVA; STADLER; 2022).

A produção e a distribuição de recursos educacionais para a acessibilidade e aprendizagem incluem, também, materiais didáticos e paradidáticos em áudio (ou braille) e Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS (no contexto aplicável de deficiência auditiva ou surdez), laptops com sintetizador de voz, softwares para comunicação alternativa e outras ajudas técnicas que possibilitam o acesso ao currículo educacional (VALE; SILVA; 2019). No âmbito acadêmico, os dispositivos móveis podem ser muito úteis para auxiliar o deficiente visual no aprendizado e contribuir para o ensino acessível.

Outra questão a ser pensada é que a inclusão é um elemento educacional essencial uma vez que sua natureza é garantir o acesso de todos os alunos, nos mais diversos espaços, com facilidade, autonomia e segurança, sendo um facilitador para a participação de todos nas atividades escolares. Nas salas de aula a disponibilização de recursos didáticos precisa estar acessível a todos os alunos. Dessa forma devemos pensar num processo educacional compartilhado na perspectiva da acessibilidade a múltiplos usuários. Neste caso, temos a utilização de modelos didáticos que tem ganhado cada vez mais espaço no ambiente escolar como um método inovador, interativo e favorável ao ensino de Ciências e Biologia (JUSTINA e FERLA, 2007, MATOS *et al.*, 2009, LORBIESKI *et al.*, 2010, FERREIRA *et al.*, 2013). De acordo com Kolitsky (2014), os modelos didáticos têm utilidade significativa na aprendizagem cinestésica, beneficiando os alunos com deficiência visual ou com outros problemas de aprendizagem. O uso de modelos demonstrativos que permitam a manipulação traz novas possibilidades de reflexão ao aluno e possibilita a incorporação do conteúdo de forma mais simples, tornando-se, assim, uma importante ferramenta e podendo despertar um interesse maior do aluno pelo conteúdo (KRASILCHIK, 2004).

2.2 Deficiência Visual, Cegueira e Baixa Visão

A deficiência visual é um termo abrangente que engloba a perda total ou parcial da capacidade visual de um ou ambos os olhos, sendo uma condição que não pode ser totalmente corrigida por lentes convencionais, tratamentos clínicos ou cirurgias. Segundo dados do Censo de 2010, essa é a deficiência mais frequente no Brasil, atingindo cerca de 18,8% da população. O conceito de Deficiência Visual (DV), segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Conselho Internacional de Educação de Pessoas com Deficiência Visual (ICEVI),

compreende dois grupos distintos: cegueira e baixa visão. Cegueira, constitui a perda total da visão ou da percepção luminosa em ambos os olhos, segundo perspectiva médica. Já segundo a concepção educacional, esta representa a perda visual que leva o indivíduo a se utilizar do Sistema Braille, de recursos didáticos, tecnológicos e equipamentos especiais para o processo de comunicação escrita (CASTRO *et al*; 2015)

Quando falamos da baixa visão, na concepção médica é o comprometimento visual em ambos os olhos que, mesmo após tratamento e/ou correção de erros refracionais comuns, resulta em acuidade visual inferior a 20/70 (equivalente a 30%) e/ou restringe o campo visual. No caso da concepção educacional, representa a capacidade potencial de utilização da visão prejudicada (resíduo visual) para atividades escolares e de locomoção, o que implica a necessidade de recursos educativos especiais (CASTRO *et al*; 2015). A deficiência visual pode ser classificada em congênita ou adquirida. A DV é dita congênita quando a criança a tem desde o nascimento ou a adquire até os seis anos de idade. A delimitação da idade de seis anos é um parâmetro para fins educacionais, pois a cegueira adquirida antes do período operacional impede a utilização de uma possível memória visual. Diferente da cegueira, a baixa visão é um grupo extremamente heterogêneo onde o indivíduo possui um resíduo visual funcional que deve ser estimulado.

Já a cegueira refere-se à perda total da visão ou à percepção apenas de vultos e projeções luminosas em ambos os olhos. Legalmente, é considerada cega a pessoa que apresenta acuidade visual menor que 0,1 (ou 20/400 na escala de Snellen) após a melhor correção óptica, ou um campo visual menor que 20 graus. Caracteriza-se pela perda sensorial que impossibilita o aprendizado por meios visuais, exigindo o uso do sistema Braille para leitura e escrita, além de recursos táteis e auditivos para a construção do conhecimento (CASTRO *et al*; 2015). Dentro desse conceito, podemos distinguir a cegueira entre cegueira Congênita e Adquirida. A distinção entre as duas é fundamental para o planejamento pedagógico, baseando-se na existência ou não de memória visual. Onde a congênita ocorre desde o nascimento ou é adquirida até os cinco ou seis anos de idade, fase em que a criança ainda não consolidou as estruturas mentais de memória visual. Já a adquirida ocorre após os seis anos, permitindo que o indivíduo preserve imagens, cores e luzes em sua memória, o que serve como facilitador para a continuidade da sua educação (PAULA; 2015).

Ainda nestes conceitos, têm sido mais recentemente discutida a visão monocular, que ocorre quando a deficiência afeta apenas um dos olhos. Nesse caso, o olho com visão preservada assume as funções visuais, mas o indivíduo ainda pode apresentar dificuldades no

cotidiano, especialmente na percepção de profundidade e no reconhecimento global do ambiente (PAULA; 2015).

A cegueira em si não é um obstáculo para a aprendizagem, entretanto a trajetória escolar de muitos estudantes com cegueira pode acabar sendo mal-sucedida devido a um conjunto de fatores, como a falta de: intervenção precoce, assistência à criança, orientação à família, formação dos professores e, sobretudo, de efetivas políticas públicas (SILVA; GONÇALVES; MARQUES; 2015).

O professor deve conhecer qual é a real necessidade de cada estudante, no que se trata de DV, se tratam de comprometimentos diferentes de acuidade visual, o que num tangente se exemplifica pelo desempenho acadêmico de cada aluno (PAULA; 2015).

Quando se trata das necessidades dos alunos DV, torna-se necessária uma abordagem aprofundada da deficiência visual e de suas implicações no processo de desenvolvimento[...] Logo, é compreensível que os mesmos apresentem dificuldade no estudo da biologia celular, por exemplo, pois esse assunto requer alto nível de abstração, devido ao seu caráter microscópico e visual. Requer um suporte pedagógico específico, no qual algumas adaptações se fazem necessárias e nem sempre o professor está preparado para atender e atenuar as necessidades educativas específicas deste aluno (CARDINALI; 2008).

2.3 Capacitação pedagógica

A capacitação pedagógica é apontada pela literatura como o fator determinante para a efetivação da inclusão escolar, sendo frequentemente citada como um desafio maior do que a própria infraestrutura física ou a disponibilidade de materiais. De acordo com os estudos, o despreparo docente gera sentimentos de insegurança e ansiedade, resultando em práticas que muitas vezes marginalizam o aluno com deficiência. Apesar do avanço das políticas públicas, a inclusão ainda encontra muitas barreiras para se efetivar. Ainda é notória a dificuldade que os alunos PEE enfrentam, seja por estruturas físicas inadequadas ou por falta de preparo dos professores, de subsídios e de materiais didáticos adaptados. As condições de aprendizagem nem sempre são favoráveis, resultando em "meros arranjos em sala de aulas". É importante que os professores estejam capacitados a dar aula utilizando recursos variados para alunos por meio de cursos especializados e vivências, havendo atenção às necessidades específicas de

cada aluno, ajudando-os em uma inclusão que se dedique à aprendizagem na escola, e na sociedade, por consequência (SILVA; 2020, APUD Stella, 2019).

A inclusão de fato, ainda encontra muitas barreiras para se efetivar. Uma das principais é a formação do professor. Pinheiro (2025) aponta que os professores precisam de formação pedagógica sobre a educação especial (inclusiva) e experiências com alunos cegos para a construção desses materiais didáticos e adequação das suas aulas. A maioria dos currículos de licenciatura em Ciências e Biologia apresenta lacunas significativas no que tange à Educação Especial. A inclusão é comumente tratada como um "apêndice" ou disciplina isolada (como a Libras), sem uma abordagem transversal que prepare o futuro professor para adaptar conteúdos complexos e abstratos para canais sensoriais não visuais (ADAMS; 2020).

O professor deve ser preparado para que em sua prática possa propor uma metodologia comum para todos os alunos, e não uma aula em que o professor deu uma aula para os 40 e outra para 1. É de fundamental importância que o professor utilize uma metodologia que estimule os canais sensoriais do aluno (audição, tato, olfato e gustação), proporcionando a participação do aluno em todas as atividades propostas (CASTRO *et al*, 2015). A capacitação deve ser dinâmica, ininterrupta e centrada na prática, ensinando o docente a manipular recursos de Tecnologia Assistiva (TA), a dominar o sistema Braille e a confeccionar materiais didáticos táteis de baixo custo ou via Impressão 3D. A formação em serviço é destacada como uma estratégia eficaz para melhorar o conhecimento dos professores enquanto lidam com a realidade da sala de aula.

Um ponto central da capacitação é a desconstrução do paradigma de que "é preciso ver para aprender". O professor precisa ser capacitado para adotar uma didática multissensorial, aprendendo a vincular conceitos científicos a representações táteis, auditivas e sinestésicas, garantindo que o aluno com deficiência visual não assuma a condição de "estrangeiro" na própria aula (ADAMS; 2020).

A capacitação pedagógica deve preparar o professor regente para o trabalho colaborativo com o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e núcleos como o NAPNE. É fundamental que o docente aprenda a compartilhar a responsabilidade do ensino e do planejamento, em vez de delegar o aluno exclusivamente à sala de recursos. Parcerias entre

Universidades e Escolas através de grupos de estudo são recomendadas como formas eficazes de formação mútua (SILVA. 2020).

Já as competências de Tecnologia Assistiva (TA) para professores referem-se à capacidade de integrar recursos, estratégias e serviços que promovam a funcionalidade e a participação plena de alunos com deficiência no contexto educacional. A literatura destaca que não se trata apenas de manusear equipamentos, mas de uma formação pedagógica integrada que permita ao docente agir como um mediador do conhecimento. O professor deve ter a competência de identificar e utilizar as ferramentas disponíveis para as diferentes especificidades. O docente deve saber realizar a flexibilização pedagógica de modo adequado às necessidades de aprendizagem (SILVA. 2020). Conclui-se que a capacitação pedagógica deve ser contínua e prática, focada em desconstruir o paradigma de que o "ver" é um pré-requisito absoluto para o aprendizado.

2.4 Atividades e Materiais Didáticos

Os materiais didáticos desempenham um papel fundamental no processo educacional, servindo como ferramentas essenciais para a transmissão de conhecimentos e habilidades. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC), esses materiais evoluíram significativamente, abrangendo uma variedade de suportes e mídias. O material didático pode ser definido como qualquer recurso pedagógico utilizado com finalidade educativa, incluindo livros, jogos, ábacos, blocos lógicos, e outros produtos instrucionais. A definição de material didático vincula-se ao tipo de suporte que possibilita materializar o conteúdo. Esta condição foi defendida pelo historiador francês Chartier (2002) ao afirmar que o texto não existe fora dos suportes materiais que permitem sua leitura (ou sua visão) e nem fora da oportunidade na qual pode ser lido e/ou possibilitar sua audição (Bandeira, 2009).

Esses materiais são projetados para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a formação intelectual e social dos indivíduos. A definição de material didático está intrinsecamente ligada ao suporte utilizado para transmitir o conteúdo, que pode variar desde o tradicional papel até as novas mídias digitais. Segundo Bandeira (2009), os

materiais didáticos podem ser classificados com base no suporte e na mídia utilizada. As principais categorias incluem: Material impresso, (livros didáticos, guias, mapas etc.); Material Audiovisual (áudios e apresentações multimídia). Mídias (computadores, internet, software educativo, jogos e ambientes virtuais de aprendizagem. A aplicação dos materiais didáticos varia conforme o contexto educacional e as necessidades do público-alvo. Eles podem ser utilizados tanto em ambientes formais quanto informais de ensino. A escolha do material didático deve considerar fatores como a idade dos alunos, o nível de complexidade do conteúdo, e as tecnologias disponíveis. Os materiais didáticos são componentes essenciais do processo educacional, adaptando-se às mudanças tecnológicas e sociais. A diversificação dos suportes e mídias permite uma abordagem mais inclusiva e interativa da educação, potencializando o aprendizado e a formação dos indivíduos. Para maximizar seu impacto, é crucial que os educadores estejam atentos às novas tendências e desafios, garantindo que os materiais didáticos sejam sempre relevantes e eficazes.

Com o avanço das TICs, os materiais didáticos enfrentam desafios e oportunidades. A integração de tecnologias como realidade aumentada e inteligência artificial pode revolucionar a forma como o conhecimento é transmitido e absorvido, no entanto, a falta de acesso a essas tecnologias em algumas regiões pode criar disparidades educacionais.

Os materiais didáticos são componentes essenciais do processo educacional, adaptando-se às mudanças tecnológicas e sociais. A diversificação dos suportes e mídias permite uma abordagem mais inclusiva e interativa da educação, potencializando o aprendizado e a formação dos indivíduos. Para maximizar seu impacto, é crucial que os educadores estejam atentos às novas tendências e desafios, garantindo que os materiais didáticos sejam sempre relevantes e eficazes.

Hoje, conhecemos “a tecnologia 3D que possibilita transformar as impressoras em verdadeiras fábricas de instrumentos didáticos para aprendizagem prática.” (Aguilar, 2016). Este material proporciona ao aluno uma melhor compreensão do conteúdo, conforme ele explora estes modelos. Facilitando a aprendizagem e a relação professor - aluno no desenvolvimento das atividades da sala de aula.

Segundo Albuquerque (2023), os modelos didáticos concretos tridimensionais (MDC3D), ditos aqui modelos 3D, são recursos pedagógicos físicos, manipuláveis e representativos de objetos, processos ou conceitos, utilizados para facilitar a compreensão de conteúdos escolares, especialmente aqueles de natureza abstrata ou complexa. Ao

proporcionar uma experiência visual e tátil, esses modelos ajudam a minimizar a abstração, tornando o aprendizado mais acessível, interativo e significativo.

Os modelos didáticos concretos tridimensionais são amplamente utilizados em diferentes áreas do conhecimento, como Ciências, Biologia, Geografia e Educação Ambiental. Exemplos comuns incluem maquetes de relevo, modelos anatômicos do corpo humano, representações de células e divisões celulares, e simulações de processos ambientais. Estes modelos permitem que o aluno manipule e visualize o objeto de estudo tornando mais concretos e compreensíveis conceitos que são muito abstratos.

2.5 Tecnologia Assistiva

Neste contexto, a Tecnologia Assistiva (TA) cria possibilidade de participação nas atividades escolares para alunos com deficiência que encontrariam barreiras para participar devido a fatores de acessibilidade (COSTER *et al.*, 2013; QUEIROZ; BRACCIALLI, 2013). A TA é uma área interdisciplinar que compreende recursos, estratégias e serviços que possibilitam autonomia e melhoria da qualidade de vida de pessoas com comprometimento de movimento, com deficiências, idosos, entre outros. O Comitê de Ajudas Técnicas (CAT/CORDE/SEDH) define Tecnologia Assistiva como:

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2007).

A TA vem colaborar para a melhoria do desenvolvimento de competências e habilidades dessas pessoas, oferecendo uma forma de compensação da deficiência para permitir a execução de tarefas e a participação em atividades de interesse do indivíduo na perspectiva da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2004), e esta conjuntura demonstra o quanto é imperativo investigar o uso dos materiais escolares pelos alunos com deficiência física de acordo com o seu perfil funcional, para viabilizar as adaptações necessárias tanto no

Atendimento Educacional Especializado (AEE) como na sala de aula do ensino comum e assim promover a acessibilidade escolar.

Conforme Felicetti & Santos, as TA podem ser entendidas como recursos ou serviços que facilitam o desenvolvimento de alguma habilidade funcional para indivíduos com necessidades específicas de ordem física, psicológica e cognitiva. São recursos como, por exemplo, talheres modificados, suportes para utensílios domésticos, pranchas de comunicação, computadores e softwares, teclados modificados, impressoras braile, órteses e próteses, projetos arquitetônicos de acessibilidade. Também, serviços de atendimento especializado como o atendimento educacional especializado, fisioterapia e fonoaudiologia.

É importante que exista um trabalho preparatório antes da utilização dessas tecnologias, o qual deve ser conduzido por um profissional capacitado respeitando o tempo de aprendizagem e a adaptação de cada indivíduo. Desta forma, elas podem atender as necessidades de indivíduos com diferentes especificidades, como aqueles com paralisia cerebral (PC), cegueira e baixa visão (CBV).

Neste caso, vemos que a Tecnologia Assistiva (TA) tem como objetivo desenvolver recursos de acessibilidade que eliminem os empecilhos causados pela deficiência. Como se afirma, "Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis". Os trabalhos de pesquisa mostram que as ferramentas didáticas mais relevantes são os modelos pedagógicos táteis. Estes são cruciais para que o aluno com cegueira possa formar imagens mentais e acessar conceitos complexos da ciência (SILVA; 2020).

Orientações para a confecção de recursos táteis: A representação deve ser fiel ao modelo original. Deve ser atraente para alunos de baixa visão e agradável ao tato. Deve possuir diferentes texturas (liso/áspero, espesso/fino) e alto-relevo perceptível. Para baixa visão, utilize cores fortes e contrastantes. O material deve ser resistente ao manuseio frequente de alunos cegos (ex: objetos feitos de borracha, lona, plástico) (SILVA; 2020).

Por exemplo, podemos citar modelos e materiais adaptados em Citologia e Biologia, modelos de célula eucarionte animal, célula procarionte e estrutura celular de vírus são feitos com materiais como biscoito ou EVA. Já quando falamos em modelos de anatomia animal, temos como, o rim de cão, que são propostos utilizando biscoito. Na área de química foi elaborada uma Tabela Periódica adaptada feita em acrílico por meio de impressão em 3D e marcação a laser, com informações em Braille (MACHADO; SIQUEIRA; ROCHA-OLIVEIRA; DUARTE; 2019).

A leitura tátil é mais lenta e cerca de três vezes mais cansativa que a leitura visual. A transcrição de uma folha em tinta pode gerar algo em torno de três a quatro folhas em Braille. Para alunos com baixa visão, utilizam-se impressões ampliadas, sendo a fonte Arial, tamanho 18, em negrito a normalmente utilizada, mas deve ser ajustada individualmente. Para alunos cegos, o reglete e punção são usados para escrever textos em Braille (da direita para a esquerda). O soroban é utilizado para operações matemáticas. Softwares como Dos Vox, Jaws e Virtual Vision são leitores de tela para leitura de textos digitalizados (CASTRO et al; 2015).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho constitui-se, em seu procedimento, de uma análise documental, tendo como base artigos, dissertações, periódicos, resumos expandidos e teses acadêmicas que abordam o tema. Como utilizado de referência o trabalho de Yaegashi *et al.* (2025). O método de estudo de caso utiliza-se de dados qualitativos, na ideia de que, os mesmos apresentem informações necessárias para estabelecer uma análise aprofundada e suficiente para exemplificações, sugestões e elaboração de futuras propostas didáticas inclusivas para alunos DV no ensino de biologia para o ensino médio.

Para o desenvolvimento, são utilizadas plataformas de repositório acadêmicos, em língua portuguesa, inglesa e espanhola, utilizando-se do Google acadêmico e plataforma Scielo, bem como repositórios de anais de eventos do IFRS, pois considera-se estes suficientemente relevantes para o ambiente acadêmico no qual esta pesquisa foi elaborada.

A presente abordagem metodológica, visa oferecer uma visão panorâmica do que se tem produzido na área da educação inclusiva no ensino de ciências, a partir das publicações acadêmicas nos periódicos selecionados, contribuindo para a reflexão e aprimoramento das práticas pedagógicas inclusivas no contexto científico (Yaegashi et al; 2025). Como delimitação foi instituída a produção acadêmica recente (2015-2025) para fundamentar a contextualização do problema e a revisão de literatura/marco teórico. Dados, e textos obtidos dentro do parâmetro de aplicabilidade (social e econômica) foram assim, selecionados por amostragem de conveniência e posteriormente, tabulados e organizados de forma a priorizar a ordem de abordagem temática, conforme foram trabalhadas no desenvolvimento do trabalho.

	Descritores (Busca em Título/Resumo)	Combinações Exemplificadas
Temática Principal	"acessibilidade", "inclusão", "educação inclusiva"	"acessibilidade" AND "ensino de ciências"
Área de Conhecimento	"ensino de ciências", "ensino de biologia", "ensino de química"	"inclusão" AND "ensino de biologia"
Foco/Recurso	"deficiência visual", "deficiência auditiva", "surdos", "tecnologia assistiva", "materiais didáticos adaptados"	"tecnologia assistiva" AND "ensino de ciências"

	Descritores (Busca em Título/Resumo)	Combinações Exemplificadas
Temática Principal	"acessibilidade", "inclusão", "educação inclusiva"	"acessibilidade" AND "ensino de ciências"
Área de Conhecimento	"ensino de ciências", "ensino de biologia", "ensino de química",	"inclusão" AND "ensino de biologia"
Foco/Recurso	"deficiência visual", "deficiência auditiva", "surdos", "tecnologia assistiva", "materiais didáticos adaptados"	"tecnologia assistiva" AND "ensino de ciências"

Já o período definido para coleta foi o de Janeiro de 2015 a Outubro de 2025, visando cobrir a produção mais recente e relevante, alinhada aos avanços legais e pedagógicos pós-Lei Brasileira de Inclusão (2015). Assim definindo outras Seleções (Filtros e Critérios):

Critério	Detalhe
Tipo de Publicação	Prioridade para artigos de periódicos científicos revisados por pares, seguido de teses e dissertações.
Foco Temático (Inclusão/Exclusão)	Inclusão: Trabalhos que abordam metodologias, recursos didáticos (incluindo Tecnologia Assistiva), formação de professores, ou análises curriculares e de políticas específicas para a inclusão no contexto do Ensino de Ciências da Natureza. Exclusão: Trabalhos que tratam apenas de acessibilidade arquitetônica genérica ou acessibilidade digital sem conexão com o processo de ensino-aprendizagem de Ciências.
Idioma	Português (predominantemente) e Inglês (buscas adicionais).

Com base nestes parâmetros, na plataforma do Google acadêmico, foram encontrados cerca de 237000 textos antes da seleção de resumos, utilizando o termo “aulas inclusivas”. Posteriormente utilizou-se o filtro “Aulas inclusivas em ciências” tendo um retorno de aproximadamente 88400 textos. Por fim utilizando-se o filtro “Aulas inclusivas em ciências and cegueira”, houve um retorno de aproximadamente 13900 textos, dos quais foram selecionados 19 artigos sendo estes justificados pela sua relevância conceitual e temporal.

Com base em retornos utilizou-se um proxy de Inteligência artificial do GOOGLE, com finalidade de organizar os artigos selecionados, obtendo o seguinte resultado: Artigos Recomendados por Relevância Acadêmica:

I. Foco em Deficiência Visual (DV) e Estratégias Táteis

Estes artigos abordam diretamente a deficiência visual, o uso de recursos táteis e os desafios de conceitos altamente visuais (como Matemática, Química e Astronomia).

Área Inclusiva	Título do Artigo	Autores (Parcial)	Ano	Fonte de Mapeamento
Cegueira	Ensino de conceitos sobre geometria fractal para estudantes cegos: do estudo de caso à instrumentalização docente	Lucia Virginia Mamcasz Viginheski et al.	2022	RBECT
Cegueira	Percepção espacial de uma pessoa com cegueira: das interações e das vivências	João Francisco Staffa da Costa et al.	2023	RBECT
Deficiência Visual	Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo	Adrian Luiz Rizzo et al.	2014	RBPEC
Cegueira	Práticas pedagógicas em Ciências da Natureza nos anos iniciais do ensino fundamental com estudantes cegos	Marily Dilamar da Silva et al.	2015	RBPEC
Deficiência Visual	Necessidades Formativas de Professores de Química para a Inclusão de Alunos com Deficiência Visual	Tatiane Estácio de Paula et al.	2017	RBPEC

II. Foco em Materiais Didáticos e Ferramentas (Revisão Integrativa)

A revisão integrativa (Santos, Silva e Cunha, 2024) identificou que as ferramentas mais utilizadas são os modelos pedagógicos táteis. Assim, os seguintes artigos foram considerados relevantes.

Tema	Título do Artigo	Autores (Parcial)	Ano	Fonte de Citação
Zoologia/Modelos	Zoo arthropoda: um recurso didático construído para a sensibilização de inclusão no processo de ensino e aprendizagem em Ciências	Ricardo Ferreira Vale; Ronaldo Adriano Silva	2019	RIS
Anatomia Vegetal/Modelos	Aliando a aprendizagem de conceitos com a construção de modelos didáticos em aulas de Anatomia Vegetal	Amanda Knob Back	2019	RIS
Biologia Celular/Modelos	Utilização de modelos didáticos táteis como metodologia de ensino de biologia celular em turmas inclusivas com deficientes visuais	Angela Michelotti; Elgion Lucio da Silva Loreto	2019	Contexto & Educação
Física Nuclear/Modelos	Modelos didáticos para ensino inclusivo de física nuclear.	Carla Mariana da Silva Pinheiro et al.	2022	Revista Em Extensão

Química/Acessibilidade	Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo	Graziele Del Santa da Silva; João Paulo Stadler	2022	RIS
------------------------	---	---	------	-----

III. Foco em Formação Docente e Estado da Arte

Estes artigos são importantes para entender as lacunas e as necessidades de capacitação de professores, conforme apontado pela maioria dos estudos analisados.

Área Inclusiva	Título do Artigo	Autores (Parcial)	Ano	Fonte de Mapeamento
Educação Inclusiva	Panorama de publicações no ensino de ciências e educação inclusiva: o que tem sido produzido?	Maíra Souza Machado et al.	2019	RBECT
Ensino de Química	Ensino de Química e Inclusão na Educação Básica: Mapeamento da Produção Científica Nacional	Gustavo Santana et al.	2021	RBPEC
Educação Inclusiva	Desenho Universal da Aprendizagem e Tecnologia Assistiva: uma revisão de literatura sobre a inclusão de pessoas com deficiência no ensino superior	Dierone Cesar Foltran Junior et al.	2024	RBECT

Esses trabalhos representam as pesquisas mais recentes e relevantes, publicadas em periódicos especializados (como RBECT e RBPEC), que discutem metodologias e desafios para a inclusão de alunos com deficiência visual no complexo ambiente do ensino de Ciências.

Com base nos trabalhos foi criado o proxy de busca na plataforma scielo: “Ensino de Ciências” AND (“Educação Inclusiva” OR “Educação Especial” OR “Inclusão”); (“Deficiência Visual” OR “Cegueira” OR “Surdez” OR “Libras”) AND (“Ensino de Ciências” OR “Ensino de Química” OR “Ensino de Biologia”); (“Tecnologia Assistiva” OR “Modelos Didáticos” OR “Desenho Universal da Aprendizagem” OR “DUA”) AND “Ciências” “Formação De Professores” AND “Inclusão” AND (“Ensino de Ciências” OR “Biologia”). E foram assim selecionados 3 artigos na plataforma Scielo, bem como nos repositórios acadêmicos do IFRS e de periódicos da capes.

Área Inclusiva	Título do Artigo	Autores (Parcial)	Ano	Fonte de Mapeamento
Deficiência Visual / Modelos Didáticos	Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual	Nascimento, L. M. M.; Bocchiglieri, A.	2019	Revista Em Extensão(Sci elo)
Deficiência Visual / Formação Docente	A formação do professor para o ensino superior: prática docente com alunos com deficiência visual	Reis, M. X.; Eufrásio, D. A.; Bazon, F. V. M.	2010	Revista Em Educação(Sci elo)
Deficiência Visual / EPT / Formação	Percepção de professores de Biologia da Educação Profissional e Tecnológica sobre a Educação Inclusiva	Amorim, L. B.; Mendes, F.; Macêdo, A. A. M.	2025	Revista Em Extensão(Sci elo)
Deficiência Visual / Ensino de Ciências	Promovendo a inclusão no ensino de ciências em tempos pandêmicos (2020-2021): Um olhar sobre os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil	Dembo, M. M. S.	2023	Repositório acadêmico IFRS

Tecnologia Assistiva / Ciências e Biologia	Tecnologias Assistivas para pessoas com deficiência no ensino de Ciências, Biologia e Química nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	Rubin, A. M.	2024	Repositório acadêmico IFRS
Modelos Didáticos / Impressão 3D	Modelos didáticos em Ciências Biológicas: estudo de caso com o uso da impressão 3D no ensino médio	Morais, E. D.	2024	Repositório acadêmico IFRS
Educação Especial / Inclusiva	A percepção de professores de ciências frente aos desafios no processo de ensino e aprendizagem de alunos público alvo da educação especial	Adams, F. W.	2020	Periódicos CAPES
Educação Inclusiva / Especial	Licenciaturas em Ciências e Educação Inclusiva: a visão dos/as licenciandos/as	Basso, S.P. S; Campos, L. M. L.	2019	Periódicos CAPES
Educação Especial	A relevância da formação continuada na perspectiva da educação especial para professores de Ciências	Adams, F. W; Faria, D. M; Rodrigues, R. P.	2020	Periódicos CAPES
Inclusão / Surdez	Uma revisão sistemática sobre semiótica, multimodalidade e ensino de ciências da natureza na educação do aluno surdo	Fernandes,J. M; Freitas-Reis, I;Neto, W. N. A.	2020	Periódicos CAPES

Por fim, os trabalhos, catalogados e organizados foram analisados e debatidos para realização do projeto de pesquisa presentemente apresentado.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 Desafios Metodológicos e Lacunas na Formação Docente

Apesar do avanço das políticas públicas, a inclusão ainda encontra muitas barreiras para se efetivar. A literatura sugere que a formação docente é um ponto central na inclusão didática, visto que o professor precisa de subsídios teóricos e vivências práticas que o capacitem a desenhar aulas pautadas pela flexibilidade curricular desde a sua concepção, garantindo o direito à aprendizagem tanto na escola quanto na sociedade. As condições de aprendizagem nem sempre são favoráveis, resultando em "meros arranjos em sala de aulas". É importante que os professores estejam capacitados a dar aula utilizando recursos variados para alunos por meio de cursos especializados e vivências, havendo atenção às necessidades específicas de cada aluno, ajudando-os em uma inclusão que se dedique à aprendizagem na escola, e na sociedade, por consequência (SILVA; 2020, APUD Stella, 2019).

A inclusão de fato, ainda encontra muitas barreiras para se efetivar. Uma das principais é a formação do professor. Pinheiro (2025) aponta que os professores precisam de formação pedagógica sobre a educação especial (inclusiva) e experiências com alunos cegos para a construção desses materiais didáticos e adequação das suas aulas. A consolidação desse ambiente democrático demanda uma reformulação profunda dos saberes docentes, exigindo uma formação pedagógica estruturada sobre a educação especial inclusiva e o contato direto com as especificidades de alunos cegos e com baixa visão. Essa imersão é essencial para que o educador adquira a segurança técnica necessária para confeccionar recursos didáticos e promover a adequada transposição didática dos conteúdos programáticos tradicionais.

O professor deve ser preparado para que em sua prática possa propor uma metodologia comum para todos os alunos, e não uma aula em que o professor deu uma aula para os 40 e outra para 1. É de fundamental importância que o professor utilize uma metodologia que estimule os canais sensoriais do aluno (audição, tato, olfato e gustação), proporcionando a participação do aluno em todas as atividades propostas..." (CASTRO *et al*, 2015).

A superação desse panorama excludente exige a desconstrução imediata do paradigma "visuocentrista" que historicamente coloniza os cursos de licenciatura em Ciências Biológicas e Química, cuja estrutura curricular negligencia o atendimento às necessidades educacionais específicas (PAULA, 2015). Essa lacuna formativa inicial induz o docente a conceber o quadro-negro, os slides e os diagramas bidimensionais impressos como os únicos vetores

legítimos de transmissão do saber científico, gerando a falsa premissa de que a visão constitui um pré-requisito absoluto para a apropriação dos conceitos da Biologia.

A capacitação pedagógica deve, fundamentalmente, subverter essa herança tradicionalista e provar que o conhecimento científico pode ser mediado com igual ou superior eficiência por meio de canais sensoriais alternativos. O planejamento docente, quando alinhado ao Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), assume o compromisso de estruturar metodologias comuns que abarque a totalidade dos estudantes, erradicando a disfunção pedagógica de ministrar "uma aula para os quarenta videntes e outra aula isolada para o aluno cego" (CASTRO et al., 2015). Ao mobilizar estrategicamente múltiplos canais de recepção de informações — estimulando de forma integrada o tato, a audição, o olfato e a gustação —, o professor não apenas confere autonomia ao estudante com deficiência visual, mas enriquece a percepção espacial de conceitos microscópicos e abstratos para toda a turma. Alunos videntes, frequentemente, abandonam a memorização mecânica e atingem uma aprendizagem significativa ao manipularem modelos tridimensionais, evidenciando que a diversificação dos estímulos sensoriais aprimora o desempenho cognitivo global do ambiente coletivo.

Para que essa transformação metodológica ocorra, as pesquisas apontam para a urgência de programas de formação continuada que transcendam o modelo de palestras puramente teóricas e abstratas, as quais historicamente falham em instrumentalizar a prática em serviço. Dados alarmantes revelam que aproximadamente 35,7% dos professores de Biologia que atuam na Educação Profissional e Tecnológica nunca tiveram acesso a cursos voltados à inclusão, e aqueles que os realizaram depararam-se com abordagens desprovidas de aplicabilidade prática no cotidiano escolar (AMORIM; MENDES; MACÊDO, 2025). Uma capacitação verdadeiramente eficaz deve ser dinâmica, ininterrupta e centrada na prática laboratorial e oficial, ensinando o docente a manusear o sistema Braille, a operar o Soroban e a confeccionar maquetes táteis-visuais de alta fidelidade científica. Essa formação em serviço confere ao professor a segurança necessária para transpor temas complexos da microbiologia, citologia e histologia vegetal, convertendo conceitos abstratos em relevos e formas decodificáveis pelo toque. Ao dominar os processos de produção de materiais acessíveis, o professor regente, deixa de ser um mero reproduzidor de conteúdos baseados no livro didático e assume a postura de designer de ambientes de aprendizagem flexíveis, apto a prever e eliminar as barreiras cognitivas antes mesmo de adentrar o recinto da sala de aula.

Nesse contexto de inovação e desenho de materiais, a instrumentalização do corpo docente nas competências de uso e aplicação das Tecnologias Assistivas (TA) configura-se

como um pilar indispensável para viabilizar a inclusão real. Essas tecnologias englobam desde recursos artesanais de baixo custo e alta criatividade pedagógica — como o uso de biscoito, gesso, tecidos texturizados e materiais recicláveis para simular anatomia comparada — até ferramentas de alta complexidade tecnológica, tais como softwares leitores de tela, audiodescrições roteirizadas e a prototipagem por meio da impressão 3D (SILVA, 2020).

A impressão 3D, em especial, revoluciona o ensino de ciências ao permitir a materialização tridimensional de organelas celulares, vírus e da dupla hélice do DNA com precisão milimétrica, oferecendo uma âncora cinestésica indispensável para o aluno cego e uma representação volumétrica enriquecedora para os videntes. O grande desafio pedagógico reside em capacitar o professor para que essas ferramentas tecnológicas sejam integradas de maneira orgânica ao plano de ensino, atuando como constituintes indissociáveis da atividade planejada e nunca como meros "apêndices" ou distrações ilustrativas. A ausência de domínio técnico sobre o potencial didático das Tecnologias Assistivas e a falta de clareza sobre como articulá-las com os objetivos curriculares figuram entre as causas primordiais do isolamento do aluno e da consolidação de práticas pedagógicas segregadoras sob o disfarce de integração.

Todavia, o sucesso da implementação do DUA e das Tecnologias Assistivas depende criticamente de que a formação rompa com o isolamento docente, preparando o professor regente para o exercício do trabalho colaborativo com os profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE) e com redes institucionais de apoio, como o Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE). Conforme as análises de Adams (2020), a inclusão se viabiliza quando a responsabilidade pelo desenvolvimento cognitivo do estudante PAEE é delegada de forma exclusiva à sala de recursos multifuncionais ou ao professor especialista. A capacitação deve, por conseguinte, edificar pontes de co-responsabilidade, estimulando a criação de redes de colaboração mútua entre a Universidade, os centros de pesquisa e a Escola de educação básica para a troca de experiências e o codesign de soluções didáticas voltadas aos desafios cotidianos.

Esse ecossistema de apoio cooperativo permite que o professor de Ciências e Biologia compartilhe seus saberes específicos da área com os especialistas em acessibilidade, resultando na produção conjunta de sequências didáticas multissensoriais que beneficiam a heterogeneidade da turma e fortalecem o sentimento de pertença do estudante com deficiência, que passa a ser reconhecido como sujeito legítimo de direitos e de potencialidades intelectuais.

Por fim, a formação de professores voltada à educação inclusiva nos campos da Ciência e da Biologia precisa transcender a dimensão puramente técnica, instrumental e

mecânica do manuseio de materiais, concentrando-se de forma vigorosa na dimensão ética e na superação das persistentes barreiras atitudinais. O desconhecimento sistêmico acerca das reais capacidades cognitivas e de aprendizagem dos estudantes com deficiência visual costuma desencadear no corpo docente sentimentos nocivos de ansiedade, medo do fracasso e, por vezes, posturas veladas de resistência à inclusão. Programas formativos inovadores, que promovem de forma deliberada o contato direto, a convivência horizontal e a cooperação mútua entre licenciandos, professores em serviço e estudantes cegos, demonstram eficácia ímpar na desconstrução de preconceitos históricos e no aumento expressivo das expectativas docentes quanto ao rendimento acadêmico desse público (REIS; EUFRÁSIO; BAZON, 2010). Ao compreender a alteridade e reconhecer o estudante cego como um par intelectual capaz de compreender dinâmicas moleculares e evolutivas complexas através do tato e da audição, o professor ressignifica sua própria prática pedagógica. Essa revisão bibliográfica aprofundada cumpre os objetivos de investigar os desafios metodológicos no ensino inclusivo, fornecendo a sustentação teórica e empírica necessária para justificar a urgência de instrumentalizar concretamente os educadores no uso da impressão 3D e da audiodescrição, transformando a sala de aula em um espaço de emancipação humana e rigor científico.

4.2 A Didática Multissensorial e a Construção da "Imagem Tátil"

Para que a inclusão seja efetiva, o ensino de Biologia deve migrar da exclusividade visual para uma abordagem multissensorial, que explore o tato e a audição. O tato permite que o aluno cego "veja" as estruturas parte a parte, integrando as informações na memória para construir o conhecimento. A utilização de modelos acompanhados de audiodescrição e legendas em Braille garante que o aluno tenha autonomia e não se sinta um "estrangeiro" na própria sala de aula (CARDINALI. 2008).

O uso de modelos tridimensionais é apontado como uma das estratégias mais eficazes para superar a abstração dos conteúdos biológicos. Neste sentido a impressão 3D surge como uma tecnologia assistiva inovadora, permitindo a criação de modelos personalizados, duráveis e de alta qualidade que podem ser manipulados pelos alunos. Esses recursos transformam estruturas invisíveis a olho nu (como organelas celulares e moléculas) em objetos concretos, facilitando a formação de imagens mentais através do tato (MORAIS. 2024).

Além da alta tecnologia como a impressão 3D, a literatura valida o uso de materiais de baixo custo (como biscoito, tecidos e materiais reciclados) para a confecção de modelos táteis de células, embriões e vertebrados (NASCIMENTO. BOCCHIGLIERI; 2019). Esses

materiais, quando bem planejados, respeitam a proporcionalidade e as texturas das estruturas reais, sendo ferramentas valiosas que podem ser replicadas por professores em escolas com poucos recursos financeiros.

4.3. Benefícios dos Recursos Inclusivos para Todos os Alunos (Desenho Universal)

O uso de modelos táteis e recursos audiovisuais acessíveis não beneficia apenas o aluno com deficiência, mas toda a turma. Alunos sem deficiência relatam que a visualização de modelos 3D ajuda na compreensão espacial de conceitos que antes eram apenas decorados. Essa perspectiva está alinhada ao DUA, a abordagem pedagógica cujo cerne reside no planejamento do ensino para satisfazer, de maneira equitativa, as necessidades de todos os alunos, sem exceção, que busca criar estratégias de ensino que atendam à diversidade humana sem segregar o aluno com necessidade especial de ensino (MICHELOTTI; LORETO. 2019).

O pressuposto fundamental desta metodologia é o de que o currículo escolar deve ser inerentemente flexível e acessível desde a sua gênese, eliminando a necessidade de adaptações curriculares tardias, emergenciais ou segregadoras. Em vez de focar nas supostas limitações ou "falhas" do estudante, o DUA inverte o vetor de análise e aponta que a real barreira reside no engessamento e na rigidez de currículos tradicionais, construídos para um padrão ilusório de "aluno médio" (MICHELOTTI; LORETO. 2019).

No âmbito do ensino de ciências, e em especial na Biologia, a literatura especializada apresenta diversas práticas e metodologias voltadas especificamente a alunos cegos e com baixa visão, fundamentadas principalmente na didática multissensorial e no uso estratégico de tecnologias assistivas (TA). A Biologia, por sua natureza, lida frequentemente com estruturas microscópicas, fenômenos moleculares, dinâmicas fisiológicas internas e conceitos altamente abstratos que costumam ser transmitidos por meio de recursos eminentemente visuais, como ilustrações de livros didáticos, gráficos bidimensionais, projeções de slides e vídeos. O objetivo central é converter conteúdos predominantemente visuais em informações acessíveis pelos sentidos do tato, audição, olfato e paladar, o que acaba também por envolver a turma como um todo (SANTANA; BENITEZ; MORI; 2021).

Quando as diretrizes do Desenho Universal para a Aprendizagem se fundem de maneira simbiótica com as ferramentas da Tecnologia Assistiva (TA), o ecossistema educacional atinge um patamar inédito de eficiência, facilitando não somente o ingresso e a inclusão imediata, mas principalmente a permanência continuada e o sucesso acadêmico do

aluno com deficiência. No cenário contemporâneo, a tecnologia de impressão 3D se apresenta como um dos recursos mais promissores e revolucionários dentro dessa lógica inclusiva. A impressão 3D permite criar modelos personalizados de alta qualidade e fidelidade, como organelas celulares, moléculas de DNA e estruturas de vírus. Esses recursos facilitam a formação de imagens mentais e a compreensão de funções biológicas (MORAIS. 2024).

Também são destacados os mesmos resultados para a confecção artesanal de modelos utilizando massa de modelar, biscuit, tecidos, isopor, gesso ou materiais reciclados (como garrafas PET) para representar a morfologia de invertebrados, a anatomia de vertebrados e cortes histológicos de plantas, tornando a inclusão entre os diferentes alunos uma atividade lúdica e integradora (MACHADO; SIQUEIRA; ROCHA-OLIVEIRA; DUARTE; 2019).

A manufatura aditiva confere aos docentes a capacidade de criar, de maneira ágil e personalizada, réplicas físicas tridimensionais de alta fidelidade e rigor científico, representando em escala tangível estruturas que desafiam drasticamente a imaginação e a cognição abstrata. Exemplos emblemáticos incluem a complexa geometria da dupla hélice da molécula de DNA com seus encaixes específicos de bases nitrogenadas, o capsídeo e as espículas glicoproteicas que compõem a morfologia de diferentes vírus, e o intrincado arranjo das membranas e cristas internas de uma mitocôndria (PRAIS; STEIN; VITALIANO. 2020).

O uso sistemático de modelos táteis e de recursos audiovisuais plenamente acessíveis não opera apenas na esfera reparadora do estudante cego ou com baixa visão; ele enriquece exponencialmente a experiência cognitiva de alunos videntes (sem deficiência). Esse fenômeno gera o que a pedagogia moderna denomina de "Inclusão Inversa": o recurso adaptado perde o estigma de ferramenta de exclusão ou de "atendimento especial isolado" e passa a ser o material mais desejado e disputado por todos os integrantes da sala de aula (MACHADO; SIQUEIRA; ROCHA-OLIVEIRA; DUARTE; 2019).

Tratar a diversidade como a identidade padrão da espécie humana requer sensibilidade, dedicação e criatividade pedagógica. No entanto, o prêmio decorrente desse esforço é uma educação de excelência inigualável, onde a biologia e a vida deixam de ser conceitos abstratos em preto e branco decorados de forma enfadonha, tornando-se uma experiência tridimensional, vibrante, acessível, inclusiva e profundamente fascinante para todos os seres humanos que compartilham o espaço da sala de aula (SILVA; 2020).

4.4. Recursos de Audiodescrição e Comunicação Oral

A comunicação é um eixo central na inclusão dos estudantes, devendo o professor atuar como um mediador linguístico, neste sentido, a audiodescrição (AD) fornece uma prática essencial para descrever detalhadamente imagens de livros didáticos, gráficos, tabelas, animações em vídeo e fenômenos observados em experimentos (SILVA; 2020).

Outro fator importante apontado na didática inclusiva, é a chamada Linguagem Descritiva, onde o docente deve evitar termos vagos (como "isto" ou "aqui") e adotar uma oratória rica em detalhes espaciais, traduzindo o que é visto na lousa ou projetado em slides, além do uso de materiais com recursos sonoros e livros gravados que auxiliam no acesso à informação teórica (SILVA; 2020).

A experimentação não deve ser excluída, mas sim adaptada para explorar canais sensoriais alternativos, como com o uso de tecnologias como termômetros vocalizados, que permitem ao aluno realizar medições sem depender da visão, e atividades táteis, em que modelos tridimensionais são colocados dentro de caixas escuras para que o aluno (vidente ou DV) identifique estruturas apenas pelo toque, promovendo a empatia e o foco no tato (SILVA; 2020).

A acessibilidade textual, na forma de acesso ao texto e à simbologia científica é garantido por meio de Sistema Braille e Grafia Química, ou seja, a utilização de textos transcritos em Braille, com atenção especial à Grafia Química Braille para representação de fórmulas e equações. E também por intermédio de Softwares e Leitores de Tela, programas como Dosvox, Jaws ou Virtual Vision, que sintetizam a voz para leitura de conteúdos digitais (DEMBO, 2023).

Em resumo, a prática pedagógica inclusiva em Biologia exige que o professor conheça a "história visual" do aluno para aplicar a transposição didática adequada, utilizando o tato e a audição como vias principais de acesso ao conhecimento científico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A efetiva inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de Biologia transcende o cumprimento das obrigações legais previstas na LDB e no Estatuto da Pessoa com Deficiência, configurando-se como um compromisso ético de democratização do conhecimento científico. Conclui-se que o modelo de ensino tradicional, pautado exclusivamente no "visuocentrismo", atua como uma barreira que marginaliza o estudante cego ao ignorar a potencialidade de outros canais sensoriais (PAULA. 2015).

Assim, a transição para uma didática multissensorial é imperativa para garantir que a deficiência visual não seja um impeditivo biológico, mas um desafio pedagógico a ser superado pela mediação docente. Um dos maiores gargalos identificados para a consolidação dessa inclusão é a lacuna na formação inicial e continuada dos professores de Ciências e Biologia. Grande parte dos docentes relata insegurança e falta de preparo metodológico para lidar com as especificidades da cegueira e da baixa visão, muitas vezes delegando a responsabilidade do ensino exclusivamente às salas de recursos (AMORIM; MENDES; MACÊDO, 2025. p 3-4).

Considera-se urgente a reestruturação das matrizes curriculares das licenciaturas para incluir discussões sobre acessibilidade comunicacional e tecnologias assistivas de forma sistemática. A identificação dos conceitos biológicos de maior dificuldade, como o metabolismo energético, a genética e a citologia, revela que o caráter microscópico e abstrato desses temas é o que mais exclui o aluno que não enxerga. Sem o suporte de recursos táteis, esses conteúdos tornam-se meras memorizações verbais, desprovidas de significado concreto (BASSO; CAMPOS. 2019).

Portanto, a organização de materiais que permitam a "visualização tátil" dessas estruturas invisíveis a olho nu é o ponto de partida para um aprendizado verdadeiramente aprofundado e equitativo. Nesse cenário, o uso da impressão 3D surge como uma tecnologia assistiva revolucionária, capaz de materializar organelas, moléculas e processos fisiológicos com alta fidelidade e durabilidade. Os modelos tridimensionais gerados por essa tecnologia facilitam a construção de imagens mentais precisas e estimulam o engajamento dos alunos, transformando a experiência passiva de ouvir uma descrição em uma ação mediada pelo toque e pela descoberta. A produção desses materiais, embora exija investimento técnico, prova ser uma estratégia eficaz para reduzir as barreiras de acesso ao conhecimento complexo (MORAIS. 2024).

Além dos recursos físicos, a integração de vídeos com audiodescrição e simulações acessíveis amplia as possibilidades do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA). A audiodescrição traduz o visual em verbal de forma detalhada, garantindo que animações e fenômenos experimentais sejam compreendidos por todos os estudantes simultaneamente. Conclui-se que esses recursos audiovisuais não beneficiam apenas os alunos cegos; eles enriquecem a percepção de toda a turma, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo onde a diversidade é vista como um fator de união e não de segregação (MICHELOTTI; LORETO. 2019).

Por fim, as considerações finais reiteram que a promoção da equidade educacional na Biologia impacta positivamente as escolhas futuras e a autonomia dos alunos com deficiência visual. A implementação de práticas inovadoras, como os modelos táteis em 3D e vídeos acessíveis, sinaliza um avanço significativo na área de tecnologia assistiva aplicada à educação. No entanto, o sucesso dessa proposta depende da preparação e disposição do professor em reinventar sua prática, garantindo que nenhum estudante seja tratado como um "estrangeiro" na própria sala de aula.

6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO:

ADAMS, Fernanda Welter. A percepção de professores de ciências frente aos desafios no processo de ensino e aprendizagem de alunos público alvo da educação especial. *ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 1-23, set./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/11519>. Acesso em: 28 maio. 2026.

ADAMS, Fernanda Welter; FARIA, Denise Medeiros; RODRIGUES, Rogério Pacheco. A relevância da formação continuada na perspectiva da educação especial para professores de Ciências. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, e182985430, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342597944_A_relevancia_da_formacao_continuada_na_perspectiva_da_educacao_especial_para_professores_de_Ciencias. Acesso em: 28 maio. 2026.

AGUIAR, L. C. D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de Instrumentos Didáticos. 2016. 226p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=844#>. Acesso em: 28 maio. 2026.

ALBUQUERQUE, F. N. B. de. Modelos Didáticos Concretos Tridimensionais: Definição e Classificação Aplicadas ao Ensino de Geografia Física e dos Componentes Físico-Naturais da Geografia Escolar. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 110, p. 164-188, 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/karintallini/Downloads/Artigo+8+Metadados%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/karintallini/Downloads/Artigo+8+Metadados%20(1).pdf). Acesso em: 28 maio. 2026.

AMORIM, Liliane Barbosa; MENDES, Fernando; MACÊDO, Ana Angélica Mathias. Percepção de professores de Biologia da Educação Profissional e Tecnológica sobre a Educação Inclusiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 31, e 25016, 2025. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/txbSQcQKHSShb7LVHyXfqL/?lang=pt>. Acesso em: 28 maio. 2026.

BACK, A. K. Aliando a aprendizagem de conceitos com a construção de modelos didáticos em aulas de Anatomia Vegetal. Revista Insignare Scientia, [S. l.], v. 2, n. 3, Ed. Especial, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11175>. Acesso em: 28 maio. 2026.

BASSO, Sabrina Pereira Soares; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Licenciaturas em Ciências e Educação Inclusiva: a visão dos/as licenciandos/as. Revista Eletrônica de Educação, v. 13, n. 2, p. 554-571, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/2522>. Acesso em: 28 maio. 2026.

BANDEIRA, Denise. Materiais didáticos. 1. ed. Curitiba,: IESDE, 2009. p. 13-14.

BRASIL. Secretaria dos Direitos Humanos. Comitê de Ajudas Técnicas. Ata da III Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT/CORDE. Brasília, DF, 2007. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf. Acesso em: 27 maio. 2026.

CARDINALI, Sandra Mara Mourão. O ensino e aprendizagem da célula em modelos táteis para alunos cegos em espaços de educação formal e não formal. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://bib.pucminas.br/teses/EnCiMat_CardinaliSM_1.pdf. Acesso em: 28 maio. 2026.

CASTRO, H. C. et al. Ensino Inclusivo: um breve olhar sobre a educação inclusiva, a cegueira, os recursos didáticos e a área de biologia. REVISTA PRÁXIS, [S. l.], ano 7, n. 13, jan. 2015. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/641>. Acesso em: 28 maio. 2026.

CHARTIER, Roger. Os Desafios da Escrita. Campinas: UNESP, 2002.

COSTA, J. F. S.; LIMA, V. M. R.; BIEMBENGUT, M. S. Percepção espacial de uma pessoa com cegueira: das interações e das vivências. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 16, p. 1-20, 2023.

COSTER, W. J. et al. School Function Assessment. San Antonio, TX: Harcourt Brace & Company/Therapy Skill Builders, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23902410/>. Acesso em: 28 maio. 2026.

DEMBO, Millena Melo dos Santos. Promovendo a inclusão no ensino de ciências em tempos pandêmicos (2020-2021): um olhar sobre os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. 2023. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) – IFRS, Porto Alegre, 2023.

FERREIRA, Paulo Michel Pinheiro; MOURA, Marlene Rocha; COSTA, Nagilla Daniela de Jesus; SILVA, Jurandy do Nascimento; PERON, Ana Paula; ABREU, Maria Carolina; PACHECO, Ana Carolina Landim. Avaliação da importância de modelos no ensino de biologia através da aplicação de um modelo demonstrativo da junção intercelular do desmossomo. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 388-394, 2013.

FERNANDES, Jomara Mendes; FREITAS-REIS, Ivoni; ARAÚJO NETO, Waldmir Nascimento de. Uma revisão sistemática sobre semiótica, multimodalidade e ensino de ciências da natureza na educação do aluno surdo. Revista Educação e Linguagens, Campo Mourão, v. 9, n. 17, p. 400-432, jul./dez. 2020.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arq Mudi, v. 10, n. 1, p. 35-40, 2007.

KOLITSKY, Michael A. 3D printed tactile learning objects: proof of concept. JBlindness Innovation and Research, v. 4, n. 1, 2014.

KRASILCHIK, Myriam. Práticas do Ensino de Biologia. São Paulo: EDUSP, 2004.

LORBIESKI, Rodrigo; RODRIGUES, Leyr Sevioli Sanches; DARCE, Luciana Paula Grégio. Trilha meiótica: o jogo da meiose e das segregações cromossômica e alélica. Genética na Escola, v. 5, n.1, p. 25-33, 2010.

MACHADO, M. S.; SIQUEIRA, M. R. P.; ROCHA-OLIVEIRA, R.; DUARTE, A. C. S. Panorama de publicações no ensino de ciências e educação inclusiva: o que tem sido produzido? Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 395-426, 2019.

MATOS, Cláudia Helena Cysneiros; OLIVEIRA, Carlos Romero Ferreira de; SANTOS, Maria Patrícia de França; FERRAZ, Célia Siqueira. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 9, n. 1, p.19-23, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50016921003.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2026.

MICHELOTTI, A.; LORETO, E. L. S. Utilização de modelos didáticos tateáveis como metodologia para o ensino de biologia celular em turmas inclusivas com deficientes visuais. Revista Contexto & Educação, [S. l.], ano 34, n. 109, p. 150-169, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/8686>. Acesso em: 28 maio. 2026.

MORAIS, Evandro Damasceno. Modelos didáticos em Ciências Biológicas: estudo de caso com o uso da impressão 3D no ensino médio. 2024. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) – IFRS, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1xkNZDfVU22aetvIJcPRIBvG5ETwi63jAfbF2rt0jQdY/edit?tab=t.0>. Acesso em: 28 maio. 2026.

NASCIMENTO, Lhiliany Miranda Mendonça; BOCCHIGLIERI, Adriana. Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. Ciência & Educação, Bauru, v. 25, n. 2, p. 317-334, 2019. disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/hKLV6wCbyt96WY5WLGJJwdd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 maio. 2026.

PAULA, T. E. Um estudo sobre as necessidades formativas de professores de química para a inclusão de alunos com deficiência visual. 2015. 409 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PINHEIRO, C. M. S. et al. Modelos didáticos para ensino inclusivo de Física Nuclear. [S. l.: s. n.], [entre 2021 e 2025]. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/60479>. Acesso em: 28 maio. 2026.

PRAIS, J. L. S.; STEIN, J. Q.; VITALIANO, C. R. Desenho universal para a aprendizagem na promoção da educação inclusiva: uma revisão sistemática. Revista Exitus, Santarém/PA, v. 10, p. 01-25. e 020091, 2020. Disponível em: <https://iparadigma.org.br/wp-content/uploads/Desenho-universal-para-a-aprendizagem-na-promocao-da-educacao-inclusiva-uma-revisao-sistematica.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2026.

QUEIROZ, F. M. M. G.; BRACCIALLI, L. M. P. Perfil funcional das crianças com deficiência física acompanhadas pelo Atendimento Educacional Especializado em uma escola do interior paulista. Journal of Human Growth and Development, São Caetano do Sul, SP, p. 130, 2013. Anais do 5º Congresso Internacional de Saúde da Criança e do Adolescente – V CISCAS, São Caetano do Sul, SP, 2013. Disponível em: <http://ciscacongresso.com.br/wp-content/uploads/2016/resumos-vcisca.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2026.

REIS, Michele Xavier dos; EUFRÁSIO, Daniela Aparecida; BAZON, Fernanda Vilhena Mafra. A formação do professor para o ensino superior: prática docente com alunos com deficiência visual. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 111-130, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/JsFd7XXWkxWWfnMzKXMPqGR/?lang=pt>. Acesso em: 28 maio. 2026.

RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. V. 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, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 191-204, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301338936_Ensino_do_Sistema_Solar_para_alunos_com_e_sem_deficiencia_visual_proposta_de_um_ensino_inclusivo. Acesso em: 28 maio. 2026.

RUBIN, Andressa Machado. Tecnologias Assistivas para pessoas com deficiência no ensino de Ciências, Biologia e Química nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. 2024. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) – IFRS,

Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/2115>. Acesso em: 28 maio. 2026.

SANTANA, G. F. S.; BENITEZ, P.; MORI, R. C. Ensino de Química e Inclusão na Educação Básica: Mapeamento da Produção Científica Nacional. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e24795, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/24795>. Acesso em: 28 maio. 2026.

SANTOS, T. C. V.; SILVA, L. A.; CUNHA, M. M. Ferramentas didáticas para alunos com cegueira no ensino de ciências: uma revisão integrativa. *Revista Caminhos da Educação: diálogos, culturas e diversidades*, [S. l.], [2024]. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/cedsd/article/view/5329>. Acesso em: 28 maio. 2026.

SASSAKI, R. K. *Inclusão da pessoa com deficiência no mercado de trabalho*. São Paulo: PRODEF, 1997, 16 p.

SILVA, G. D. S.; STADLER, J. P. Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. *Revista Insignare Scientia*, [S. l.], v. 5, n. 3, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362823241_Proposta_de_uma_Tabela_Periodica_adaptada_com_vistas_a_acessibilidade_de_estudantes_com_deficiencia_visual_um_recurso_didatico_para_o_ensino_inclusivo. Acesso em: 28 maio. 2026.

SILVA, M. D.; GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Práticas pedagógicas em Ciências da Natureza nos anos iniciais do ensino fundamental com estudantes cegos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 15, n. 3, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4326>. Acesso em: 28 maio. 2026.

SILVA, M. M. R. *A educação inclusiva e o ensino de ciências para deficientes visuais*. 2020. 30 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - UNILAB, Redenção-CE/Acarape-CE, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/4254?locale=es>. Acesso em: 28 maio. 2026.

VALE, R. F.; SILVA, R. A. R. Zoo Arthropoda: um recurso didático para o ensino de ciências para deficientes visuais. *Revista Insignare Scientia*, [S. l.], v. 2, n. 4, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10953>. Acesso em: 28 maio. 2026.

VIGINHESKI, L. V. M. et al. Ensino de conceitos sobre geometria fractal para estudantes cegos: do estudo de caso à instrumentalização docente. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, Ed. Especial, p. 79-99, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14797>. Acesso em: 28 maio. 2026.

YAEGASHI, S. F. R. et al. A educação inclusiva no ensino de ciências: mapeamento de pesquisas em periódicos especializados. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)*, Itapetininga, v. 6, e025005, 2025. Disponível em: https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/pt_BR/article/view/2153. Acesso em: 28 maio. 2026.