



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA**

SAMYA DENNISYA PEREIRA DE SOUSA

**PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO ADAPTADO PARA ENSINAR A ESCALA
DE pH A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

TERESINA

2025

SAMYA DENNISYA PEREIRA DE SOUSA

**PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO ADAPTADO PARA ENSINAR A ESCALA
DE pH A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Joaquina Maria Portela
Cunha Melo.

TERESINA

2025

PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINAR A ESCALA DE pH A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Samya Dennisya Pereira de Sousa¹
Joaquina Maria Portela Cunha Melo²

RESUMO

Por muitos séculos, as pessoas com deficiência visual foram marginalizadas e vistas como incapazes de aprender ou contribuir com a sociedade. Dessa forma, dentro do ensino de Química, conceitos abstratos, como a escala de pH, podem se tornar desafiadores quando são apresentados apenas por meio de recursos visuais. Nesse sentido, essa pesquisa, de natureza qualitativa e exploratória, procura explorar como os recursos didáticos acessíveis ajudam no ensino e na aprendizagem da escala de pH, levando em conta as necessidades específicas dos estudantes cegos. O estudo foi desenvolvido a partir de uma fundamentação teórica, obtida por meio de um levantamento bibliográfico baseado em autores como Silva, Santos, entre outros, que abordam o ensino de Química, a educação inclusiva e o uso de recursos didáticos acessíveis, os quais nortearam o trabalho. Assim, esta proposta se justifica pela importância educacional e científica de propor um recurso didático adaptado, que fortaleça a inclusão, promova a autonomia e facilite a compreensão de conteúdos complexos da Química, valorizando seu protagonismo na aprendizagem. Para isso, a pesquisa foi realizada por meio da construção de um material didático tátil sobre a escala de pH para estudantes cegos. Além disso, a construção da escala de pH tátil evidenciou o potencial de materiais simples e acessíveis. Por fim, com base nos resultados obtidos e na proposta inicial, podemos dizer que o objetivo foi atingido com sucesso.

Palavras-chave: deficiência visual; ensino de química; escala de pH; recursos didáticos acessíveis; material tátil.

ABSTRACT

For many centuries, people with visual impairments were marginalized and seen as incapable of learning or contributing to society. In this context, within the teaching of Chemistry, abstract concepts such as the pH scale can become challenging when they are presented only through visual resources. Therefore, this qualitative and exploratory research seeks to investigate how accessible didactic resources can support the teaching and learning of the pH scale, taking into account the specific needs of blind students. The study was developed based on a theoretical framework obtained through a bibliographic review grounded in authors such as Silva, Santos, among others, who address Chemistry education, inclusive education, and the use of accessible didactic resources, which guided the development of this work. Thus, this proposal is justified by the educational and scientific importance of proposing an adapted didactic resource

¹ Licencianda do curso de Licenciatura em Química. IFPI - Campus, Teresina Central.
samya.dennisya@gmail.com

² Professora de Disciplina Pedagógica/ Libras. IFPI- Campus Teresina Central. E-mail.

that strengthens inclusion, promotes autonomy, and facilitates the understanding of complex Chemistry content, valuing students' protagonism in the learning process. To this end, the research was carried out through the construction of a tactile didactic material on the pH scale for blind students. In addition, the construction of the tactile pH scale highlighted the potential of simple and accessible materials. Finally, based on the results obtained and the initial proposal, it can be stated that the objective was successfully achieved.

Keywords: visual impairment; chemistry education; pH scale; accessible teaching resources; tactile material.

1 INTRODUÇÃO

Por muitos séculos, as pessoas com deficiência visual foram marginalizadas e vistas como incapazes de aprender ou contribuir com a sociedade. Na Antiguidade e na Idade Média, elas eram frequentemente associadas à mendicância e à necessidade de caridade, pois não se reconhecia seu potencial para educação ou trabalho. Foi só no século XVIII que, na Europa, começaram a surgir instituições específicas voltadas à escolarização dessas pessoas, marcando um novo começo. (Puga, 2016, Leão *et al.*, 2019).

Um marco importante nessa história foi a criação do Instituto Nacional dos Jovens Cegos, em Paris, em 1785, pelo Valentin Haüy. Essa conquista abriu caminho para que, em 1825, o jovem cego francês Louis Braille desenvolveu o Sistema Braille, uma forma de escrita tátil com seis pontos em relevo que permite representar letras, números, sinais de pontuação e símbolos científicos. (Franco *et al.*, 2017). No Brasil, a versão para a Língua Portuguesa foi oficialmente reconhecida em 2004 e passou por atualizações, garantindo padrão e qualidade aos materiais didáticos.

O Sistema Braille representa um instrumento fundamental para a autonomia educacional e intelectual das pessoas cegas, pois possibilita o acesso direto à leitura e à escrita, favorecendo a construção do conhecimento em diferentes áreas. No contexto educacional, especialmente no ensino de Ciências e Química, o uso do Braille contribui para a compreensão de conteúdos abstratos, amplia a participação dos estudantes e fortalece práticas pedagógicas inclusivas. Além do Braille, surgiu a Grafia Química Braille, que possibilita representar fórmulas, símbolos e equações químicas.

Além do Sistema Braille, ao longo do tempo surgiram outros recursos e estratégias voltados à ampliação da acessibilidade educacional, como materiais didáticos em relevo, mapas e gráficos táteis, maquetes tridimensionais, softwares leitores de tela e recursos sonoros. Essas alternativas contribuíram para diversificar as formas de acesso à informação, permitindo que conteúdos tradicionalmente visuais pudessem ser explorados por meio de diferentes sentidos, fortalecendo a autonomia e a participação ativa dos estudantes no ambiente escolar.

No contexto educacional, a adoção de cores acessíveis desempenha um papel essencial para promover a inclusão de pessoas com baixa visão e daltonismo. Essa prática possibilita que informações, muitas vezes transmitidas apenas por meio das cores, sejam percebidas também através de contrastes bem definidos, texturas em relevo, símbolos, legendas e até recursos sonoros. Esse princípio está alinhado à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência-LBI (Lei nº 13.146/2015), que assegura a todos os cidadãos o direito à comunicação e à informação, independentemente de suas condições físicas ou sensoriais.

Dessa forma, dentro do ensino de Química, conceitos abstratos, como a escala de pH, podem se tornar desafiadores quando são apresentados apenas por meio de recursos visuais para alunos cegos. Nesse contexto, evidencia a necessidade de diversificar as práticas pedagógicas. A adoção de métodos acessíveis e inclusivos possibilita não apenas a compreensão dos conceitos, mas também a participação ativa de todos os alunos. (Silva, 2022). Diante desse cenário, a presente pesquisa propõe-se a responder à seguinte questão: Como promover o ensino de escala de pH de forma acessível e inclusiva para alunos com deficiência visual, considerando as limitações dos materiais didáticos convencionais baseados em recursos visuais?

Essa pesquisa procura explorar como os recursos didáticos acessíveis ajudam no ensino e na aprendizagem da escala de pH, levando em conta as necessidades específicas dos estudantes cegos. Além disso, é importante destacar que, dentro do cenário da Educação Inclusiva, a LBI assegura a oferta de “adaptações razoáveis” para garantir a plena participação dos estudantes com deficiência. (Brasil, 2015). Dessa forma, é fundamental adotar metodologias diferenciadas, que atendam tanto às necessidades pedagógicas quanto aos direitos legais dos estudantes.

Assim, esta proposta se justifica pela importância educacional e científica de desenvolver um recurso didático adaptado, que fortaleça a inclusão, promova a autonomia e facilite a compreensão de conteúdos complexos da Química, valorizando

seu protagonismo na aprendizagem. Pesquisas recentes como a de Santos *et al.*, (2024), destacam que práticas educativas inclusivas e o uso de tecnologias assistivas fortalecem a motivação, a participação e o desempenho de estudantes cegos. Com isso, a presente proposta tem como base a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), que assegura igualdade de oportunidades e garante o direito de permanência de todos os estudantes.

Diante do exposto, torna-se evidente que, embora avanços históricos e legislações recentes tenham ampliado o acesso à educação para estudantes cegos, ainda persistem desafios significativos no ensino de conteúdos abstratos, como a escala de pH. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral construir material didático que seja acessível voltado ao ensino de Química, com foco na adaptação da escala de pH, de forma a facilitar a aprendizagem de estudantes cegos. Como objetivos específicos, busca-se, I) buscou-se identificar as tecnologias assistiva e inovadora; II) tornar a escala de pH mais acessível para que os estudantes com deficiência visual possam compreender os princípios do pH e III) sua aplicação prática; desenvolver práticas pedagógicas de Química inclusivas que permitam a participação ativa de estudantes com deficiência visual do 1º Ano do ensino médio.

Com base nesse panorama, a pesquisa é de natureza qualitativa, desenvolvida por meio de uma fundamentação teórica obtida por meio de um levantamento bibliográfico sobre educação inclusiva e recursos didáticos acessíveis, seguida da construção de um material tátil adaptado para representar a escala de pH, analisando seu potencial como recurso inclusivo no ensino de Química para estudantes cegos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E EDUCAÇÃO: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCLUSÃO

A inclusão de estudantes com deficiência visual na educação brasileira tem sido tema de diversas iniciativas governamentais que têm como objetivo assegurar um acesso justo à aprendizagem. A LBI define orientações para garantir e incentivar, de maneira justa, o exercício dos direitos e liberdades fundamentais das pessoas com deficiência, com o intuito de favorecer sua participação social e cidadania completa, bem como trouxe uma mudança significativa na maneira de entender a deficiência.

Em vez de vê-la como uma limitação pessoal, agora reconhecemos que ela é resultado de barreiras nos ambientes físicos, sociais e educacionais.

Assim, a LBI promove um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, em que métodos, espaços e materiais são adaptados para atender todos os estudantes, sem exceção. Conforme as garantias dispostas na LBI, no Art.28, entre os principais pontos relacionados à educação, podemos destacar: oferta de ensino da Libras, do Sistema Braille e de uso de recursos de tecnologia assistiva, de forma a ampliar habilidades funcionais dos estudantes, promovendo sua autonomia e participação.

A acessibilidade na educação vai muito além de apenas remover barreiras físicas; trata-se de criar ambientes de aprendizagem que reconheçam e valorizem a diversidade dos estudantes. Nesse sentido, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) se apresenta como uma abordagem que propõe planejar práticas pedagógicas inclusivas desde o início, levando em conta as diferentes maneiras de aprender de cada pessoa. O DUA parte da ideia de que a diversidade é a norma, não uma exceção, e busca oferecer várias formas de representação, expressão e engajamento para atender às necessidades de todos os alunos. (Mainardes, 2022). Conforme dispõe a LBI, o artigo 3º apresenta as definições de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e de Adaptações Razoáveis (AR).

Desenho universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva; VI - Adaptações razoáveis: adaptações, modificações e ajustes necessários e adequados que não acarretem ônus desproporcional e indevido, quando requeridos em cada caso, a fim de assegurar que as pessoas com deficiência possam gozar ou exercer, em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas, todos os direitos e liberdades fundamentais. (Brasil, 2015).

As definições de desenho universal e adaptações razoáveis mostram que a inclusão orienta a criação de ambientes educativos e sociais que reconhecem e valorizam a diversidade. O desenho universal prevê soluções que consideram todas as pessoas desde a concepção, enquanto as adaptações razoáveis permitem ajustes específicos para atender às características individuais, garantindo equidade no acesso a direitos e oportunidades. No contexto educacional, esses princípios apoiam práticas pedagógicas que permitem que todos os estudantes, com ou sem deficiência,

participem plenamente do processo de aprendizagem, transformando a diversidade em um elemento que enriquece e fortalece a educação.

Dessa forma, a aplicação do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) no ensino de Química, não apenas contempla diferentes estilos de aprendizagem, mas contribuem para um ambiente mais equitativo, inclusivo e eficiente. Facilita a compreensão de conceitos abstratos no ensino de Química. A LBI reforça o direito à educação inclusiva, garantindo que o sistema educacional deve ser organizado para atender a todos os estudantes, independentemente de suas características ou condições. Essa lei destaca a importância de remover barreiras e assegurar a participação plena das pessoas com deficiência em todos os aspectos da vida social, incluindo a educação.

A capacitação dos professores é um fator essencial para garantir a inclusão. Entretanto, segundo Melo e Santos (2020) para que essas abordagens sejam efetivamente utilizadas, é necessário que os educadores recebam uma capacitação que os prepare não só em conceitos teóricos, mas também em práticas de ensino que possam ser ajustadas às circunstâncias e dificuldades das instituições de ensino. Segundo Vieira e Omote (2021) capacitação de professores deve ser vista como um processo que nunca se encerra, em que os docentes têm à sua disposição táticas e recursos pedagógicos que apoiem a adoção de métodos inovadores, levando em consideração as particularidades de seus estudantes e o contexto educacional em que se inserem. Entretanto, Silva *et al.*, (2022) apontam que, apesar de a inclusão trazer vantagens no processo de socialização, a influência no desempenho acadêmico de estudantes com necessidades especiais pode diferir conforme as abordagens pedagógicas utilizadas e as condições físicas da instituição de ensino. Para que a inclusão funcione de maneira eficaz e tenha um impacto positivo no rendimento acadêmico, é fundamental que a escola proporcione modificações apropriadas no currículo e nas avaliações, além de assegurar a assistência constante de profissionais qualificados.

Nesse contexto, as Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) surgem como importantes instrumentos de apoio para os professores e de fortalecimento da educação inclusiva no Brasil. Instituídas pelo Ministério da Educação em 2007, as Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) têm como objetivo oferecer Atendimento Educacional Especializado (AEE) de forma complementar ao ensino regular, disponibilizando recursos pedagógicos, tecnologia assistiva e estratégias específicas

para atender alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. (Brasil, 2013). Além de proporcionar suporte direto aos estudantes, essas salas também são fundamentais para auxiliar os docentes na adaptação de práticas pedagógicas inclusivas.

Entretanto, apesar de sua importância, as Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) ainda enfrentam diversos desafios. A falta de profissionais especializados, a formação insuficiente de professores para o uso adequado dos recursos disponíveis e a baixa adesão de algumas instituições à proposta do atendimento especializado limitam a efetividade dessas políticas públicas. Soma-se a isso a escassez de materiais didáticos adaptados e a existência de barreiras físicas, que continuam dificultando o pleno acesso dos estudantes com deficiência ao ambiente escolar. (Ferreira, 2024).

2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA: MATERIAIS TÁTEIS

A tecnologia assistiva constitui um campo interdisciplinar voltado ao desenvolvimento de recursos, serviços e estratégias que ampliam as habilidades funcionais de pessoas com deficiência, promovendo autonomia, independência e participação social. No contexto educacional, sua concepção está diretamente relacionada à superação de barreiras e à garantia do direito à aprendizagem em condições de equidade, especialmente para estudantes com deficiência visual. Segundo Bersch (2017), a tecnologia assistiva não se limita a dispositivos tecnológicos sofisticados, mas compreende qualquer recurso ou adaptação que favoreça o acesso ao conhecimento e a participação ativa do estudante no processo educativo.

A tecnologia assistiva é crucial para promover a inclusão de estudantes com deficiência visual na educação. Ela abrange ferramentas e serviços que ajudam a ampliar ou desenvolver as habilidades funcionais das pessoas, favorecendo sua independência e interações sociais. Apesar dos avanços trazidos por essas tecnologias, muitos estudantes com deficiência ainda enfrentam grandes desafios nas escolas. Esses desafios podem ser físicos, comunicacionais, atitudinais ou tecnológicos, o que dificulta sua participação plena e o acesso igual à educação.

A LBI reconhece em seu Art. 3º a importância da tecnologia assistiva como meio para garantir a funcionalidade e a inclusão social, ao mesmo tempo em que

define como essencial a eliminação de barreiras que impedem o exercício dos direitos básicos. (Brasil, 2015).

Essa concepção legal dialoga com os estudos de Galvão Filho e Damasceno (2018), que defendem a tecnologia assistiva como um instrumento pedagógico essencial para a inclusão escolar, uma vez que possibilita ao estudante com deficiência acessar o currículo comum em igualdade de condições, respeitando suas especificidades sensoriais e cognitivas. No caso dos estudantes com deficiência visual, os autores destacam que os recursos táteis assumem papel central, pois permitem a construção de representações mentais por meio do tato, substituindo e ressignificando a informação visual.

De acordo com a LBI tecnologia assistiva refere-se a uma variedade de produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços. O principal objetivo dessas ferramentas é ajudar a melhorar a funcionalidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Isso busca promover a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social dessas pessoas. (Brasil, 2015).

A criação de materiais didáticos que sejam acessíveis exige a cooperação entre educadores, profissionais de educação especial e designers. Toledo e Rizzatti (2021) criaram modelos atômicos usando impressoras 3D adaptadas para estudantes com deficiência visual, mostrando a eficácia desses métodos no ensino de Química. Além disso, a utilização de materiais táteis deve ser complementada com métodos pedagógicos que incentivem a participação ativa dos estudantes. Corrêa, Moro e Valentini (2021) destacam a relevância de abordagens educacionais inclusivas que levem em conta as necessidades específicas dos estudantes e promovam a interação e o aprendizado em grupo.

A incorporação de tecnologias assistivas no ambiente escolar é fundamental para assegurar o acesso à educação de qualidade para todos os estudantes, independentemente de suas capacidades sensoriais. O uso de ferramentas táteis tem, várias experiências bem-sucedidas nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) mostram que materiais táteis, como maquetes, modelos em 3D e diagramas em relevo, não apenas tornam os conceitos mais acessíveis, mas também ajudam na compreensão de conteúdos que são mais abstratos e complexos.

Na perspectiva de Alliprandini *et al.* (2009), o tato representa uma via significativa de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades

cognitivas, tais como percepção espacial, memória e raciocínio. Assim, os materiais que exploram o sentido tátil não funcionam apenas como substitutos da visão, mas oferecem uma maneira própria de interagir com os conteúdos, tornando conceitos abstratos mais concretos e de fácil compreensão.

No ensino de Química, essa prática amplia as formas de participação dos estudantes, promove maior autonomia e favorece uma aprendizagem mais completa e diversificada. Dessa maneira, integrar diferentes sentidos como ferramenta pedagógica potencializa de forma expressiva o processo educativo.

Também existem programas baseados em inteligência artificial, como o Seeing AI e o OrCam MyEye, que atuam como importantes tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual. De acordo com a Microsoft (2019), o Seeing AI utiliza recursos de reconhecimento de texto, objetos e ambientes para transformar informações visuais em descrições sonoras em tempo real, ampliando o acesso à informação e favorecendo a autonomia dos usuários em diferentes contextos educacionais. De forma semelhante, o OrCam MyEye, conforme descrito pela OrCam (2025), é um dispositivo vestível que emprega inteligência artificial para realizar a leitura instantânea de textos, identificar cédulas de dinheiro e reconhecer rostos, permitindo que pessoas com deficiência visual desempenhem atividades cotidianas de maneira mais independente. Nesse sentido, os autores evidenciam que o uso da inteligência artificial como tecnologia assistiva ultrapassa a simples adaptação de materiais, atuando como um mediador entre o estudante e o conhecimento, o que contribui para a redução de barreiras informacionais e para a promoção da inclusão e da autonomia no processo de aprendizagem.

Assim como, o Seeing AI e o OrCam MyEye têm a realidade aumentada (RA) tem sido empregada para desenvolver cenários de aprendizado mais envolventes e participativos. Pesquisas mostram que a RA pode ajudar na memorização de conteúdos e tornar as experiências educativas mais envolventes, especialmente para estudantes com deficiência visual ou intelectual. Adaptar à Realidade Aumentada (RA) para atender às necessidades de pessoas com deficiência visual envolve criar aplicativos e dispositivos que usam sons, vibrações e outros tipos de feedback sensorial para passar informações que normalmente seriam mostradas visualmente. (Silva; Martins, 2022; Nexus Vr, 2023).

2.3 pH E QUÍMICA

O conceito de pH (potencial hidrogeniônico) é essencial para entender uma ampla variedade de fenômenos químicos, especialmente aqueles que envolvem soluções em água. O pH serve como uma indicação da quantidade de íons H^+ (ou H_3O^+) presentes na solução e está intimamente ligado à acidez ou alcalinidade de uma substância. A escala do pH varia de 1 a 14 em uma temperatura de $25^{\circ}C$, em que valores abaixo de 7 indicam soluções ácidas, 7 representa um estado neutro, e valores acima de 7 refletem soluções alcalinas. (Andrade, 2010).

A relevância de entender o pH no ensino da Química se encontra na sua aplicação em situações do dia a dia, como no controle da qualidade de alimentos, cosméticos e produtos de limpeza, além do monitoramento de aspectos ambientais. Abordar o conceito de pH de forma prática e contextualizada favorece uma aprendizagem mais significativa, especialmente quando os estudantes enxergam a conexão entre o conhecimento e suas experiências cotidianas. Além disso, o ensino do pH pode ser aprimorado através de atividades experimentais que incluem titulações ácido-base, indicadores naturais e sintéticos, medidores eletrônicos e tiras de papel indicador. Essas atividades permitem uma visualização na mudança da reação química, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais interessante e eficaz.

Segundo Berton *et al.* (2020), além de terem um propósito educativo, o uso de indicadores naturais também funciona como uma estratégia social, pois permite uma educação mais igualitária para os estudantes, independentemente das diferenças socioeconômicas. Mesmo que a escola não disponha de espaço físico adequado, infraestrutura ou laboratórios, trabalhar com matérias-primas naturais e de baixo custo é uma oportunidade de explorar várias áreas do conhecimento, tornando as aulas mais interessantes e mais próximas do dia a dia dos estudantes.

No âmbito da educação inclusiva, a abordagem do conceito de pH deve ser ajustada para atender estudantes com deficiência visual, utilizando materiais didáticos táteis e auditivos. Segundo Oliveira e Moraes (2022), acessibilidade no ensino de Química deve assegurar que estudantes com deficiência possam explorar conteúdos de forma acessível ao mesmo tempo que possibilite a interação com os demais estudantes através de diferentes estratégias, utilizando materiais em relevo, escalas táteis e dispositivos de leitura sonora para expressar os valores de pH. Com isso, essas adaptações tornam-se necessárias porque a identificação do pH em

experimentos em laboratórios baseia-se em mudanças de cor de indicadores, um recurso que não pode ser identificado por estudantes com deficiência visual. Dessa forma, é fundamental o uso de materiais táteis e sonoros, permitindo que os estudantes tenham uma experiência prática durante as atividades.

Renovar na criação de materiais didáticos que representam o pH através de estímulos táteis e auditivos se revela uma estratégia promissora para democratizar o acesso ao conhecimento científico. Dessa forma, a elaboração de materiais acessíveis promove a autonomia dos alunos e contribui para sua participação ativa no processo de aprendizagem.

Outro ponto significativo é a implementação de tecnologias assistivas no ensino de conceito de pH. Aplicativos móveis que realizam leitura de voz e sensores de pH digitais adaptados são exemplos de recursos que facilitam o entendimento de conceitos químicos para estudantes com deficiência visual. Essas tecnologias não só ajudam no acesso aos conteúdos, mas também incentivam os estudantes por meio de interações sensoriais dinâmicas e significativas. Dessa forma, o pH é fundamental na Química, e sua explanação deve equilibrar a solidez teórica com métodos inclusivos, especialmente para atender estudantes que têm deficiência visual. A utilização de materiais adaptados, tecnologias assistivas e atividades práticas são técnicas que ajudam na compreensão desse conceito, promovendo uma educação científica mais justa e significativa para todos os estudantes.

Contudo, ensinar Química na educação básica pode ser bastante desafiador, especialmente quando se trata de conceitos mais abstratos, como o pH. Esses assuntos costumam ser complicados porque envolvem ideias que não são facilmente visualizadas, como a dissociação de ácidos e bases, a formação de íons hidrônio (H_3O^+) e hidroxila (OH^-), além de entender o que significa o valor do pH. Para os estudantes, compreender esses conceitos e relacioná-los com os fenômenos que observam no dia a dia pode ser uma tarefa difícil. (Oliveira; Cole, *et al.*, 2023).

Além disso, percebe-se que os métodos tradicionais de ensino, como o uso de quadros brancos, livros e gráficos, podem não conseguir atender às diferentes formas e necessidades de aprendizagem dos estudantes. Esses recursos, embora sejam úteis para alguns estudantes, podem ser limitados para aqueles que têm dificuldades visuais. É importante destacar que a ausência de visão, por si só, não impede que uma pessoa aprenda. Pessoas com deficiência visual têm capacidade de adquirir conhecimentos, apenas precisam de métodos diferentes para isso. No entanto,

quando o ambiente de aprendizagem não oferece estímulos variados, o processo pode ficar mais difícil para esses alunos. Isso acontece especialmente quando as atividades se concentram apenas no ensino verbal, dificultando o acesso e a compreensão das informações por parte deles.

Por isso, o uso de materiais didáticos táteis é uma excelente estratégia para melhorar a aprendizagem desses estudantes. Esses materiais proporcionam oportunidades de exploração e aprofundamento do conhecimento.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa e exploratória, uma vez que buscou a construção de um material didático tátil sobre a escala de pH para estudantes cegos. Essa metodologia parte do princípio de que a diversidade é um valor e não um problema. A metodologia incentiva práticas de ensino que valorizem e respeitem as diferenças e características únicas de cada estudante. (Brasil, 2001; Mantoan; Lanuti, 2022). Nesse sentido, a pesquisa adotou uma perspectiva inclusiva, buscando promover acessibilidade e equidade no ensino de Química por meio da adaptação de recursos pedagógicos.

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, com o objetivo de compreender os fundamentos teóricos relacionados à educação inclusiva, ao ensino de Química para estudantes com deficiência visual e ao uso de recursos didáticos táteis no contexto escolar. Esse levantamento possibilitou identificar lacunas existentes nas práticas pedagógicas tradicionais e subsidiou a elaboração da proposta metodológica, garantindo embasamento científico e coerência com pesquisas recentes na área.

Dessa forma, o projeto tem como objetivo construir material didático que seja acessível voltado ao ensino de Química, com foco na adaptação da escala de pH, de forma a facilitar a aprendizagem de estudantes cegos. Nesse sentido, a primeira etapa da pesquisa concentrou-se na seleção criteriosa de materiais de baixo custo, priorizando resistência e segurança no manuseio. Essa escolha considerou não apenas a viabilidade econômica para o contexto escolar, mas também o potencial pedagógico dos materiais em possibilitar a exploração tátil e a construção de significados conceituais sobre a escala de pH. Além disso, buscou-se garantir que os materiais selecionados favorecessem a autonomia dos estudantes durante a

manipulação do recurso, permitindo uma interação direta com o conteúdo químico, sem a dependência exclusiva da mediação visual.

Os materiais selecionados incluíram MDF, cola, EVA, plástico corrugado, escrita em braille, papel sulfite, pincéis, canetas, régua e tesoura. O MDF foi utilizado como base da escala, enquanto a cola possibilitou a fixação dos componentes. Para rascunhos e orientações, utilizou-se papel sulfite A4, e a régua e a tesoura foram essenciais para a organização e o recorte dos materiais.

A partir dessa seleção inicial, desenvolveu-se a segunda etapa, correspondente à construção do material didático tátil. Os materiais necessários incluem MDF, que serve como base da escala; cola, para fixar os componentes. A escala de pH foi representada por faixas, divididas em três zonas: ácida (0-6), neutro (7) e básica (8-14). Em que cada uma foi diferenciada por texturas distintas, a textura de lixa fina representou a acidez, que fica entre pH 0 e 6, transmitindo uma sensação áspera e marcante. EVA simbolizou a neutralidade, com pH 7, oferecendo uma superfície suave e equilibrada. Já o plástico corrugado indicou a basicidade, que varia de pH 8 a 14, apresentando uma textura irregular e diferente. Em que cada valor de pH foi representado por uma forma geométrica específica: círculos para os ácidos (pH 0 a 6), quadrado para o neutro (pH 7) e triângulos para as bases (pH 8 a 14). O tamanho das figuras variou de forma progressiva, indicando a intensidade: quanto menor o valor do pH mais ácida será a solução, ou seja, maior o círculo, já para a base, quanto maior o pH mais básico será a solução, ou seja, maior o triângulo. Para rascunhos e orientações, utilizou-se papel sulfite A4. Além disso, régua e tesoura foram importantes para recortar e organizar o material.

As escolhas dos materiais foram feitas com base em estudos que mostram como é importante usar diferentes sensações táteis para ajudar estudantes com deficiência visual a compreenderem melhor os conceitos. Dessa forma, identificou-se a relevância de modelos didáticos táteis apropriados para auxiliar na aprendizagem dos estudantes cegos. (Castro; Alves; Pereira, 2020). Para garantir a autonomia dos estudantes na utilização do material, foram criadas instruções de fácil compreensão. O guia de utilização está disponível em português no link: https://www.canva.com/design/DAG0sENS_Yk/dl6DawHh2Dd6GOkI0meOzA/edit?ut

[m_content=DAG0sENS_Yk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton](https://www.designshare.com/content/DAG0sENS_Yk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton).

Manual da Escala de pH

- A escala variou de 0 a 14:
 - 0 a 6 → Ácido
 - 7 → Neutro
 - 8 a 14 → Base
- Identificação:
- Textura áspera → pH baixo = ácido
- Textura lisa → pH neutro
- Textura rugosa → pH alto = base

Os materiais necessários incluem MDF, que serve como base da escala. O material foi projetado para ser facilmente incorporado ao programa de Química do 1º Ano do ensino médio, particularmente nos tópicos ligados às características de soluções, ácidos e bases, ele pôde ser utilizado em atividades práticas, avaliações diagnósticas e revisões de conteúdo incentivando a participação dos alunos, o recurso tátil permiti que os alunos manipulem o material, sinta as diferentes texturas e relacione os níveis de pH a exemplos do cotidiano.

O material didático tátil sobre a escala de pH foi concebido como uma ferramenta potencialmente útil e inclusiva para o uso em sala de aula, especialmente voltada a estudantes cegos. A proposta previa que o professor apresentasse o conceito de pH e sua importância na identificação de soluções ácidas, básicas ou neutras, utilizando exemplos do cotidiano, como limão, vinagre, sabão e água. Em um cenário de aplicação futura, estimava-se que os alunos pudessem explorar o material por meio do tato, reconhecendo diferentes texturas, relevos ou outros elementos representativos de cada nível de pH, favorecendo uma aprendizagem de caráter multissensorial. Também se considerou a possibilidade de desenvolver atividades em que os estudantes relacionassem amostras reais aos níveis de pH indicados no recurso tátil. Dessa forma, o material foi planejado como uma estratégia com potencial para promover acessibilidade, estimular a participação dos estudantes e contribuir

para a construção de um conhecimento significativo, embora não tenha sido aplicado em sala de aula no âmbito deste estudo.

Nesse contexto, a pesquisa se caracterizou como exploratória e qualitativa, pois buscou desenvolver uma solução prática para um problema educacional real, centrando-se na experiência de aprendizagem dos estudantes cegos. A técnica empregada envolveu a construção do material didático tátil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção da escala de pH tátil evidenciou o potencial de materiais simples e acessíveis. A disposição dos elementos no modelo foi cuidadosamente planejada para favorecer a percepção tátil e a compreensão conceitual. Sobre a base rígida do MDF, a organização não é apenas estética, mas funcionalmente pedagógica: a zona ácida (pH 0 a 6) é revestida com lixa, cuja textura áspera remete intuitivamente à agressividade dos ácidos; a zona neutra (pH 7) utiliza o EVA, oferecendo uma sensação de maciez e estabilidade; e a zona básica (pH 8 a 14) é composta por plástico corrugado, cujas ondulações diferenciam claramente o meio alcalino. Segundo Camargo (2012), a diversidade de texturas é crucial no ensino para cegos, pois atua como um canal de informação, permitindo que o estudante identifique fronteiras conceituais (ácido/base) através do contraste tátil imediato.

No âmbito da educação inclusiva, a abordagem do conceito de pH exige adaptações pedagógicas que considerem as especificidades dos estudantes com deficiência visual, o que implica a adoção de recursos didáticos que vão além da linguagem visual. Segundo Oliveira e Moraes (2022), a acessibilidade no ensino de Química deve possibilitar que esses estudantes explorem os conteúdos de forma autônoma e participativa, utilizando estratégias como materiais em relevo, escalas táteis e dispositivos de leitura sonora para a representação dos valores de pH. Essa necessidade torna-se ainda mais evidente ao se considerar que, nas atividades experimentais, a identificação do pH é tradicionalmente baseada em alterações de cor de indicadores, um procedimento inacessível a estudantes cegos. Nesse sentido, o uso de recursos táteis e auditivos configura-se como uma alternativa fundamental para garantir uma experiência prática mais equitativa e significativa.

A seguir, apresenta-se a figura 1 referente à proposta de uso do material tátil sobre a escala de pH. Essa estrutura foi desenvolvida para facilitar a compreensão do recurso e demonstrar como ele pode contribuir para um ensino mais acessível e inclusivo para os estudantes.

Figura 1: Escala de pH adaptada para estudantes com deficiência visual



Fonte: autor próprio, 2025.

Para além das texturas, cada número da escala, de 0 a 14, foi representado em braille, acompanhado de formas geométricas, à disposição dos elementos geométricos introduz uma camada lógica de profundidade. A escolha das formas, círculos para ácidos, quadrado para o neutro e triângulos para as bases, funciona como um código. O aspecto mais aprimorado nesse projeto é a variação progressiva de tamanho: os círculos diminuem à medida que o pH se aproxima de 7, ou seja, indicando que a acidez está diminuindo, enquanto os triângulos aumentam conforme se afastam do neutro, indicando que a basicidade está aumentando. De acordo com Raposo e Mól (2011), adaptações eficazes no ensino de Química não devem apenas "traduzir" o visual, mas oferecer uma lógica cognitiva. Neste caso, o tamanho das formas geométricas permite que o aluno compreenda fisicamente a variação de concentração (intensidade), facilitando a construção de um mapa mental onde "tamanho" equivale a "força" química.

O potencial desse recurso se manifesta principalmente na democratização do ensino de Química, ao tornar acessível um conteúdo tradicionalmente apresentado de forma visual. A utilização de materiais de baixo custo e fácil aquisição rompe com a dependência de equipamentos caros, muitas vezes inacessíveis à realidade escolar. Esta abordagem dialoga com os estudos de Benite *et al.* (2017), que defendem que a produção de materiais táteis deve ser viável para o professor, garantindo que a inclusão não seja apenas teórica. Ao permitir que o estudante explore a escala com autonomia, guiado pelo Braille e pelas formas, o material promove a autonomia do aluno, retirando-o da passividade e colocando-o como sujeito ativo de sua aprendizagem, conforme preconiza as diretrizes de acessibilidade curricular.

Entre as principais contribuições, destaca-se o estímulo à autonomia e à participação ativa dos estudantes com deficiência visual. O guia explicativo em português complementa o material, permitindo que o aluno explore a escala de forma independente e compreenda o conteúdo com clareza. Essa perspectiva dialoga com Mantoan e Lanuti (2022), que defendem a inclusão quando o aluno tem acesso equitativo ao conhecimento e atua de forma protagonista no processo educativo.

Além disso, o emprego de diferentes texturas e formas favorece uma aprendizagem multissensorial, alinhando-se às discussões de Castro, Alves e Pereira (2020), cujo trabalho destaca que a exploração de múltiplos sentidos facilita a formação de imagens mentais e torna os conceitos abstratos mais acessíveis. De modo complementar, Oliveira e Moraes (2022) enfatizam que a integração de estímulos sensoriais diversos — como variações táteis, visuais e estímulos auditivos — potencializa o engajamento cognitivo e favorece a compreensão profunda dos fenômenos estudados. Assim, o material tátil não apenas promove acessibilidade estrutural, mas também se insere em uma perspectiva pedagógica alinhada às evidências contemporâneas sobre aprendizagem.

Apesar da eficácia tátil, uma análise crítica rigorosa aponta limitações. Soler (1999), destaca que, na ausência da visão, outros sentidos devem ser mobilizados de maneira articulada para que o estudante construa significados com maior precisão, o que reforça a importância de abordagens multissensoriais no ensino. A ausência de estímulos auditivos (como sons diferenciados para cada faixa de pH) ou olfativos restringe a experiência, o que pode ser uma barreira para estudantes que tenham, além da cegueira, dificuldades motoras ou baixa sensibilidade tátil. Portanto, embora

o material seja uma ferramenta potente, ele deve ser entendido como parte de um ecossistema de ensino, e não como uma solução única e definitiva.

Mesmo que ainda não tenha sido aplicado em sala de aula, o potencial desse material tátil é amplo e dialoga com diferentes áreas do conhecimento. Por exemplo, a escala pode servir como ponto de partida para relacionar conteúdos de Química a temas da Biologia, como o pH do sangue, do suco gástrico ou dos fluidos corporais, e também a fenômenos estudados na Geografia, como a chuva ácida, a acidez dos solos e seus impactos ambientais. Essa abordagem transversal se alinha às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que incentiva práticas integradoras e contextualizadas.

Além disso, o próprio modelo pode evoluir. Uma possibilidade promissora é integrá-lo a sensores eletrônicos simples, como os utilizados em placas Arduino, que poderiam emitir sons ou vibrações conforme a zona da escala é tocada. Esse tipo de adaptação geraria um recurso híbrido, tátil, sonoro e até vibratório ampliando o acesso de estudantes com diferentes perfis sensoriais. Trata-se de uma tendência crescente no campo do ensino inclusivo, em que tecnologias analógicas e digitais se complementam para criar experiências mais ricas, interativas e personalizadas. (Castro; Silva, 2022).

Assim, o material não deve ser visto apenas como uma ferramenta isolada, mas como uma base sobre a qual novas tecnologias e estratégias pedagógicas podem ser construídas. Ele abre espaço para práticas mais criativas, inclusivas e conectadas com o cotidiano escolar, fortalecendo tanto a compreensão conceitual quanto o engajamento dos estudantes com deficiência visual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo, por meio de um estudo prático e de qualitativa, construir um material didático tátil que representasse a escala de pH. A ideia principal era desenvolver um recurso acessível que ajudasse estudantes cegos a entenderem melhor os conceitos de acidez, neutralidade e basicidade. Com base nos resultados obtidos a partir da análise e da proposta inicial, pode-se afirmar que o objetivo de construir um material didático tátil representativo da escala de pH, voltado

à compreensão dos conceitos de acidez, neutralidade e basicidade para estudantes cegos, foi atingido com sucesso. O material construído mostrou ter uma estrutura funcional, uma lógica tátil clara e um potencial pedagógico importante para promover uma aprendizagem mais inclusiva no ensino de pH em Química.

Um dos principais resultados foi que dividir a escala de pH em três zonas - ácida, neutra e básica - e usar diferentes texturas (lixa, feltro e plástico corrugado) ajudou a criar uma distinção tátil bem clara entre os níveis de acidez ou alcalinidade. Além disso, o uso de figuras geométricas como círculo, quadrado e triângulo, com tamanhos que variam conforme o grau de acidez ou basicidade, facilitou a compreensão do conceito mais abstrato de intensidade de pH de uma forma concreta. Também foi observado que o material apresenta boa durabilidade, é de baixo custo e pode ser facilmente produzido para uso em escolas, o que torna essa ferramenta acessível e simples de reproduzir.

Isso porque propôs um modelo de material que combina percepção tátil, símbolos e organização conceitos de forma integrada. Entretanto, ressalta-se que tais contribuições estão fundamentadas no potencial pedagógico do material e em sua análise estrutural, não decorrendo de aplicação direta em contexto de sala de aula. Os resultados podem servir como base para criar outros recursos acessíveis, ajudando a fortalecer práticas pedagógicas mais inclusivas.

Sobre as limitações desta pesquisa, é importante destacar que ela se concentrou na criação e análise técnica do material, não tendo sido realizada a testagem do recurso com estudantes cegos ou professores em situação real de ensino. Além disso, a escala que criamos para medir o pH foi feita de forma mais simples, pensando na facilidade de entendimento pelo tato, e não inclui mudanças visuais de cor ou detalhes mais complexos. Ressalta-se ainda que o material foi desenvolvido especificamente para estudantes com deficiência visual, não sendo necessariamente adequado para atender, de forma plena, estudantes com outros tipos de deficiência, como deficiência auditiva, intelectual ou múltipla, sem adaptações adicionais.

Com base nos pontos levantados na pesquisa, sugere-se que futuros estudos investiguem de forma prática o uso do material tátil em escolas, com

acompanhamento pedagógico e aprovação ética, envolvendo estudantes com deficiência visual. Além disso, recomenda-se criar novos recursos multissensoriais que combinem sons e toques para explicar conceitos químicos mais complexos, como a concentração de soluções e reações ácido-base. Nesse contexto, destaca-se também a importância da capacitação continuada dos professores, de modo que estejam preparados para utilizar recursos didáticos acessíveis, adaptar metodologias e promover práticas pedagógicas verdadeiramente inclusivas no ensino de Química. Dessa forma, os resultados mostram a importância de ampliar as pesquisas que unem tecnologia assistiva, acessibilidade e o ensino de ciências, reforçando o compromisso com a inclusão e o direito de todos os estudantes aprenderem.

REFERÊNCIAS

- ALLIPRANDINI, P. M. Z.; DE PAULA, A.; BARCELLOS, R. T. S. Memória visual e tátil-cinestésica para estimativas de comprimento e área. *Ciências & Cognição*, v. 14, n. 1, p. 2–13, 2009. Disponível em: <https://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/72>. Acesso em: 04 set. 2025.
- ANDRADE, J. C. Química analítica básica: os conceitos ácido-base e a escala de pH. *Chemkeys*, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, jan. 2010. Disponível em: <https://www.chemkeys.com.br>. Acesso em: 04 set. 2025.
- BENITE, A. M. C. *et al.* A experimentação no ensino de química para deficientes visuais. In: BENITE, A. M. C. (Org.). *O ensino de química para a educação inclusiva*. Goiânia: Editora UFG, 2017. Disponível em: <https://editora.ufg.br>. Acesso em: 04 set. 2025.
- BERTON, S. B. R. *et al.* Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. *Química Nova*, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn>. Acesso em: 04 set. 2025.
- BERSCH, R. *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação, 2017. Disponível em: <https://www.assistiva.com.br>. Acesso em: 04 set. 2025.
- BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001. Institui as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. *Diário Oficial da União*, Brasília, 14 set. 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 04 set. 2025.
- BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048 e nº 10.098, que tratam da acessibilidade. *Diário Oficial da União*: Brasília,

DF, 3 dez. 2004. Disponível em: [D5296](#). Acesso em: 04 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2015. [Lei 13146](#). Acesso em: 22 mai. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: [L13146](#). Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Documento orientador: Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. Disponível em: [Documento Orientador - Programa Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais - iParadigma](#). Acesso em: 01 mai. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível: [L13146](#). Acesso em: 29 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/bncc>. Acesso em: 04 set. 2025.

CASTRO, C. M. G. de; ALVES, G. E.; PEREIRA, C. A. Estudo sobre possíveis avanços no processo de aprendizagem de alunos com baixa visão utilizando material de ensino adaptado para aulas de ciências. *Revista Prática Docente*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 306-324, 2020. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br>. Acesso em: 04 set. 2025.

CAMARGO, E. P. de. *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física*. São Paulo: Editora UNESP, 2012. Disponível em: <https://editoraunesp.com.br>. Acesso em: 04 set. 2025.

CORREËA, Y.; MORO, T. B.; VALENTINI, C. B. Tecnologia assistiva na educação inclusiva. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 16, n. esp. 4, p. 2963–2970, dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br>. Acesso em: 12 ago. 2025.

FERREIRA, H. Os desafios do atendimento educacional especializado no estado do Amazonas: Percepção a partir de um estudo multicase embasado na literatura nacional. *Revista Foco*, v. 17, n. 5, e 5145, 2024. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5145/3694>. Acesso em: 01 mai. 2025.

FRANCO, P. S.; FERNANDES, J. M.; FREITAS, R. I. Louis Braille (1809-1852): a criação de um código de leitura para cegos e o seu emprego no ensino de química atual. *História da Ciência e Ensino*, v. 16, p. 66–84, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/33656>. Acesso em: 28 ago. 2025.

GALVÃO F., T. A.; DAMASCENO, A. L. *Tecnologia assistiva na educação inclusiva: práticas pedagógicas e acessibilidade*. São Paulo: Cortez, 2018.

MAINARDES, J.; CASAGRANDE, R. de C. O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e a diferenciação curricular: contribuições para a efetivação da inclusão escolar. *Sisyphus – Journal of Education*, Lisboa, v. 10, n. 3, p. 102–115, 2022. DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.26506>. Disponível em: [O Desenho Universal para a Aprendizagem \(DUA\) e a Diferenciação Curricular: Contribuições para a Efetivação da Inclusão Escolar](#). Acesso em: 01 mai. 2025.

MANTOAN, M. T. E.; LANUTI, J. E. O. E. A escola que queremos para todos. Editora CRV, 2022.

MELO, E. S. N.; SANTOS, C. R. A formação continuada de professores(as) no Brasil: do século XX ao século XXI. *Revista Humanidades e Inovação*, Palmas, v. 7, n. 11, p. 88-104, abr. 2020. Disponível em: [A EDUCAÇÃO INCLUSIVA E A FORMAÇÃO CONTINUADA DOCENTE | Humanidades & Inovação](#). Acesso em: 01 mai. 2025.

MICROSOFT. O que há de novo no Seeing AI. Microsoft News Center Brasil, 14 mar. 2019. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/o-que-ha-de-novo-no-seeing-ai/>. Acesso em: 04 set. 2025.

MOREIRA, N. G.; GOMES, M. C. B.; SCHNORR, S. M. O potencial de um modelo didático tátil como recurso para a educação inclusiva de alunos com deficiência visual no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 28, p. 353-368, 2022. DOI: [O potencial de um modelo didático tátil como recurso para a educação inclusiva de alunos com deficiência visual no ensino de ciências - Dialnet](#).

NEXUS VR. Realidade aumentada para deficientes visuais: inovações assistivas. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://nexusvr.com.br/realidade-aumentada-para-deficientes-visuais-inovacoes-assistivas/>. Acesso em: 04 set. 2025.

OLIVEIRA, M. N. M.; MORAIS, V. R. O. M. Recursos táteis adaptados no ensino de Química: uma revisão da literatura. *Revista Educação, Informação e Tecnologia (EDEINFO)*, v. 2, n. 2, p. 1–17, 2022. Disponível em: <https://revistas.aiamis.com.br/index.php/edeinfo/article/view/102/49>. Acesso em: 02 mai. 2025.

OLIVEIRA, W. S.; SOUSA, P. S. A.; COLE, T. S. S. Produção de Indicadores Ácido Base Naturais em Solução e em Papel a Partir de Extratos de Plantas com Potencial Aplicação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 2, mai. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qnesc>. Acesso em: 08 out. 2025.

ORCAM. OrCam MyEye 3 Pro. Jerusalém: OrCam Technologies, 2025. Disponível em: <https://www.orcam.com/en-us/orcam-myeye-3-pro>. Acesso em: 04 set. 2025.

PUGA, F. Perspectivas históricas da educação do cego. *International Journal of Developmental Disabilities*, v. 62, n. 3, p. 147–155, 2016. Disponível em: [PERSPECTIVAS HISTÓRICAS DA EDUCAÇÃO DO CEGO - Fortunato Puga - 2016 - Journal of Research in Special Educational Needs - Wiley Online Library](#). Acesso

em: 04 set. 2025.

RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. A adaptação de materiais didáticos para o ensino de química a alunos com deficiência visual. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qnesc>. Acesso em: 04 set. 2025.

SANTOS, S. M. A. V.; FRANQUEIRA, A. S.; SANTOS, U. C. Tecnologias educacionais para estudantes com deficiência visual: oportunidades e desafios. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 8, p. e6173, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com>. Acesso em: 04 set. 2025.

SANTOS, S. M. A. V. *et al.* A inclusão escolar e o uso de tecnologias assistivas. In: SANTOS, S. M. A. V.; FRANQUEIRA, A. S. (org.). *Educação em foco: inclusão, tecnologias e formação docente*. São Paulo: Arché, 2024. p. 464–491. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.978-65-6054-112-2-19>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SILVA, M. A. P. As percepções de um estudante com deficiência visual sobre a utilização de objetos dinâmico-táteis como mediadores na construção de modelos mentais de conceitos. Dissertação (Pós-graduação em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/15051>. Acesso em: 15 mai. 2025.

SILVA, T. S.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, B. H. A inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais e o impacto no rendimento escolar: desafios e perspectivas. *FOCO: Caderno de Estudos e Pesquisas Educacionais*, Teresina, v. 15, n. 3, p. 88–101, 2022. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/7816/5550>. Acesso em: 01 mai. 2025.

SILVA, G. A.; MARTINS, R. A. O uso da realidade aumentada na educação inclusiva. *Observatório Latinoamericano*, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/4092>. Acesso em: 04 set. 2025.

SOUZA, A. L. P.; CASTRO, J. S. Confecção de um recurso didático para o ensino da grafia química braille a estudantes com deficiência visual. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, v. 1, n. 24, e14897, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15628/rbept.2024.14897>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SOLER, M. A. *Didática multissensorial no ensino de ciências*. 1999.

TOLEDO, K. C.; RIZZATTI, I. M. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 3, n. 2, p. 473–485, 2021.

VIEIRA, C. M.; OMOTE, S. "Atitudes sociais de professores frente à inclusão: formação e mudança". *Revista Brasileira de Educação Especial*, vol. 27, 2021.

ANEXO

https://www.canva.com/design/DAG0sENS_Yk/dI6DawHh2Dd6GOkI0meOzA/edit?utm_content=DAG0sENS_Yk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton.