

O ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mylena Larissa de Araujo¹
Marcus Vinícius Vieira Ferreira²

Resumo

Considerando as dificuldades que alunos com deficiência visual tem na aprendizagem nas aulas de química, visto que explicações e recursos utilizados por professores dessas disciplinas costumam ser visuais, com esta pesquisa buscou-se revisar as publicações desde o ano de 2020 envolvendo relatos de experiências da utilização de recursos e metodologias adaptados para o ensino de química em turmas com alunos com deficiência visual além de investigar e avaliar os métodos didáticos e recursos pedagógicos e identificar os principais desafios enfrentados por alunos com deficiência visual no aprendizado de química, explorando as oportunidades para potencializar o aprendizado dos estudantes. Foram analisados 12 trabalhos, que apresentaram relatos de alunos com deficiência visual, bem como de seus colegas que demonstra suas dificuldades nas aulas, e evidencia marcas do capacitismo nas escolas, além do aumento das diferenças provocadas pelo ensino remoto. Contudo foram observados diversos recursos que abordaram química geral, tabela periódica, conteúdos de química orgânica, físico-química, e experimentação. Os recursos vão desde experimentos comuns em aulas de química realizados de forma adaptada, até confecção de recursos táteis de fácil acesso e impressões 3D elaboradas utilizando diversas tecnologias.

Palavras-Chave: Química. Inclusão. Deficiência Visual. Recursos Didáticos.

CHEMISTRY TEACHING FOR STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Abstract: Considering the challenges that visually impaired students face in learning chemistry, due to the typically visual explanations and resources used by teachers, this research aimed to review publications from 2020 onwards. It focused on experiences with adapted resources and methodologies for teaching chemistry to visually impaired students. The study sought to evaluate teaching methods and pedagogical resources, identify the main challenges faced by these students, and explore opportunities to enhance their learning experience. Twelve studies were analyzed, which included reports from visually impaired students and their peers, highlighting difficulties in classes, instances of ableism in schools, and increased disparities due to remote learning. The research identified various resources

¹ Acadêmico (a) do curso Especialização em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal de Santa Catarina. mylena.l24@ifsc.edu.br.

² Professor do Instituto Federal de Santa Catarina. marcus.ferreira@ifsc.edu.br

addressing general chemistry, the periodic table, organic chemistry, physical chemistry, and experimentation. These resources ranged from adapted common chemistry experiments to accessible tactile materials and 3D printed aids developed using various technologies.

Keywords: Chemistry. Inclusion. Visually Impairment. Teaching Resources.

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 13.146/2015 é instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência e tem o objetivo de assegurar e promover, “em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.” (BRASIL, 2015). Dentre os direitos da Pessoa com Deficiência está o direito à educação, onde cabe ao poder público que seja assegurado o aprimoramento dos sistemas educacionais para garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem dos estudantes com deficiência; a adoção de medidas individualizadas e coletivas em ambientes que potencializam o desenvolvimento acadêmico e social dos estudantes com deficiência; as pesquisas que desenvolvam métodos e técnicas pedagógicas, materiais didáticos, equipamentos e recursos de tecnologia assistiva; a adoção de medidas que favoreçam o desenvolvimento linguístico, cultural, vocacional e profissional, de estudantes com deficiência, considerando seu talento, criatividade, habilidades e interesses (BRASIL, 2015).

Portanto é necessário que seja garantido o ingresso e a permanência envolvendo uma participação efetiva dos alunos com deficiência, por meio de práticas pedagógicas e recursos planejados para que esses estudantes possam se desenvolver, de forma autônoma, acadêmica e também profissionalmente.

Contudo, a educação inclusiva tem sido um grande desafio, Sabóia e Lima (2024) consideram um dos maiores desafios da educação no Brasil pois cada adaptação curricular, reformulação de espaços físicos e aspectos linguísticos e adequação de recursos didáticos depende da necessidade de cada estudante, além de uma preparação do corpo docente.

Trata-se de inclusão, o processo pelo qual os sistemas sociais comuns são tornados adequados para toda a diversidade humana com a participação das próprias pessoas na formulação e execução dessas adequações, enquanto acessibilidade envolve um combate possíveis barreiras que podem ter seis dimensões, que são: arquitetônica, comunicacional, metodológica, instrumental, programática e atitudinal (SASSAKI, 2009, p. 10-16).

O foco deste trabalho está na pessoa com deficiência visual (PDV), que de acordo com decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. abrange a cegueira, e a baixa visão (BRASIL, 2004) e a visão monocular (BRASIL, 2021).

Quanto à aprendizagem de química, um dos aspectos que muitas vezes faz com que os alunos considerem a química uma disciplina difícil de aprender se refere ao caráter abstrato dessa ciência. Para lidar com elementos intangíveis aos nossos sentidos, ao longo da história da ciência, foram elaboradas hipóteses e investigações que associadas à criatividade, à lógica e aos conhecimentos prévios culminaram nos modelos. Estes, são representações parciais de uma ideia, objeto,

processo ou evento que tem como uma das intenções facilitar a visualização. Porém, muitas vezes estes modelos são apenas representados de forma gráfica (FERREIRA E JUSTI, 2008).

Diante deste cenário, surge a seguinte pergunta de pesquisa: como os métodos didáticos, os desafios enfrentados e as tecnologias assistivas impactam o ensino de química para pessoas com deficiência visual?

Para responder a pergunta, perseguiremos os seguintes objetivos específicos:

- Revisar as publicações desde o ano de 2020 envolvendo relatos de experiências da utilização de recursos e metodologias adaptados para o ensino de química em turmas com alunos com deficiência visual;
- Investigar e avaliar os métodos didáticos e recursos pedagógicos utilizados no ensino de química para alunos com deficiência visual descritos nos artigos selecionados;
- Identificar os principais desafios enfrentados por alunos com deficiência visual no aprendizado de química e explorar as oportunidades para potencializar o aprendizado dos estudantes.

2 DESENVOLVIMENTO

A pesquisa se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, que de acordo com Gil (2002) é constituída de material já elaborado, que na presente pesquisa foram materiais (artigos, capítulo de livro e trabalho de conclusão de curso) sobre recursos para o ensino de química para PDV publicados desde o ano de 2020.

Para a seleção dos trabalhos foi realizada uma busca na plataforma Google Acadêmico, buscando-se pelas palavras-chave: ensino de química, deficiência visual, recurso didático. Foi delimitada a busca de trabalhos a partir do ano de 2020 e na pesquisa avançada foi excluído o termo revisão bibliográfica. Foram selecionados onze trabalhos se enquadravam no escopo da presente pesquisa, listados no Quadro a seguir:

Quadro 1: Trabalhos analisados

Nº	Título e tipo	Autor(es)	Ano
1	Inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de química: desenvolvimento de um kit didático para o estudo da teoria da Dissociação Eletrolítica de Arrhenius	Evellyn Delgado Pereira de Araújo Vanúbia Pontes dos Santos Adiel Henrique de Oliveira Pontes João Batista Moura de Resende Filho Maria das Graças Negreiros de Medeiros	2020
2	O mundo das formas, ensinando química para Argos e Tirésias: O uso de maquetes táteis como recurso didático nas aulas de ligação iônica para alunos com deficiência visual	Edivanda Silva Pontes Darlison Guto Travassos de Sousa Gilbson Santos Soares Nila Luciana Vilhena Madureira Reginaldo da Silva Sales Vanessa Pires Santos Maduro Rudinei Alves dos Santos Verônica Solimar dos Santos	2020

3	Educação inclusiva em foco: reflexões sobre a importância da instrumentação para o ensino de química de alunos com deficiência visual	Darlene de Sousa Ribeiro Nobre	2020
4	Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química	Katharine Coimbra Toledo Ivanise Maria Rizzatti	2021
5	Recurso didático acessível sobre processos de separação de misturas para alunos com deficiência visual	Aires da Conceição Silva Thamiris Pereira Cid Anne Caroline da Silva Rocha Vanessa de Souza Nogueira Penco Ana Paula Sodré da Silva Estevão	2021
6	Experimenta�o multissensorial para ensino de Cinética e Cinemática na perspectiva do aluno deficiente visual: Relato de experiência de oficinas pedagógicas	Maura Luise Bruckchem Peixoto Patrícia Ignácio Marcelo Godoi	2021
7	Ensino de química: análise da contribui�o de materiais alternativos para aluno cego do Instituto Federal de Educa�o, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Caxias	Juliana Carvalho Torres Milena Raquel Pereira Silva Érica Letícia Moreira Silva Jhone Ferreira de Castro Eduardo Borba Alves Pedro Alberto Pavão Pessoa	2022
8	Química orgânica para alunos com deficiência visual: uma estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescri�o	Adriana Maria Queiroz da Silva Lima João Elias Vidueira Ferreira Ronilson Freitas de Souza	2022
9	Uso de materiais didáticos inclusivos para o ensino da química	Paula Raquel da Rocha Soares Erasmus Sergio Ferreira Pessoa Junior Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	2023
10	Recurso didático acessível para o ensino de Química Orgânica: aplica�o de técnicas de bordado	Lidiv�nia Silva Freitas Mesquita Cristiane Maria Sampaio Forte Ana Karine Portela Vasconcelos	2024
11	“As borboletas de Zagorsk”: a media�o para minimizar os efeitos do ensino remoto emergencial na aprendizagem de química para alunos com deficiência visual	Renata de Moraes e Silva Claudio Roberto Machado Benite	2024

Fonte: Elaborado pelos autores

Dos Onze trabalhos analisados, nove são artigos de periódicos, um   um capítulo de E-book (2) e um   um trabalho de conclusão de curso (3). Dez trabalhos apresentam recursos que foram aplicados de forma presencial, e um apresenta recurso aplicado de forma remota (11). Oito trabalhos apresentaram recursos que foram aplicados com alunos do Ensino Médio (1,3,4,7,8,9,10 e 11), e dois com

alunos do Ensino Fundamental (5 e 6). O trabalho 2 foi realizado na Unidade Educacional Especializada Dr. José Tadeu Duarte Bastos (UEES) com quatro participantes DV, sendo três alunos do EJA e um participante que era pós-graduado.

Os artigos foram analisados de modo a responder aos objetivos da presente pesquisa de investigar e avaliar os métodos didáticos e recursos pedagógicos utilizados no ensino de química para PDV e identificar os principais desafios enfrentados por PDV no aprendizado de química.

2.1 Conteúdos abordados

Quanto aos conteúdos de química abordados nos trabalhos, dois trabalhos abordaram recursos voltados para o ensino da tabela periódica (3 e 9), três trabalhos abordam conteúdos de química orgânica (7,8 e 10), um abordam conteúdos de físico-química (6), dois abordam separação de misturas (5 e 11) e quatro trabalhos envolvem conteúdos de química geral - modelos atômicos, íons, ligação química e geometria molecular (1,2,3 e 4).

Ao pesquisar recursos para o ensino de química para PDV, diversos resultados de recursos envolvem a tabela periódica, o que é de grande importância pois esta é uma ferramenta essencial para os químicos, construída originalmente de forma completamente visual. É importante notar que muitos trabalhos focam na tabela periódica, podendo ser semelhantes e apenas variar no material utilizado, geralmente adaptado a diferentes orçamentos. Muitos desses estudos poderiam aproveitar materiais já explorados em outras pesquisas e se concentrar em temáticas mais complexas para o ensino de química para PDV.

Os conteúdos de química geral, química orgânica e físico-química de modo geral são abordados utilizando-se representações visuais e linguagem matemática, que são causas das dificuldades apontadas por estudantes para permanecer em um curso de química na pesquisa realizada por Bonfim et al (2021) que envolvia a invisibilidade de pessoas com deficiência visual nas ciências exatas e naturais os professores de química costumam observar dificuldade de aprendizagem destes conteúdos com estas abordagens também por parte dos alunos videntes, para os PDV aumenta a dificuldade se houver a abordagem exclusivamente visual, quando adaptações são realizadas pode ser positivo para toda a turma.

Outra dificuldade para a permanência em cursos de ciências exatas e naturais apontada pelos estudantes entrevistados na pesquisa de Bonfim et al (2021) é quanto a experimentação, que para a química se constitui essencial. Foram encontrados poucos trabalhos nesse sentido, dois envolvendo experimentos simples de separação de misturas, outros trabalhos envolvendo essa temática não haviam sido validados por PDV. Em outros trabalhos analisados no presente artigo a experimentação foi utilizada como recurso.

2.2 Recursos Utilizados

A experimentação foi um dos recursos utilizados para o Ensino de Química para PDV, esta foi utilizada nos trabalhos 1, 6 e 11.

O trabalho 1, relata um experimento realizado em uma turma do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, localizado na cidade de João Pessoa (PB), em que faziam parte duas PDVs. A temática da aula foi Teoria da Dissociação Eletrolítica de Arrhenius, foi realizado um

experimento que é comum em aulas desse conteúdo em que a identificação de uma solução eletrolítica se dá por meio da incandescência de uma lâmpada, ao imergir dois fios em circuito aberto dentro da solução em teste. Neste trabalho o experimento foi adaptado, substituindo a lâmpada do sistema (efeito visual) por uma campainha eletrônica (efeito auditivo e vibratório) (ARAÚJO et al, 2020).

Os autores montaram um kit com os materiais e reagentes necessários para a realização do experimento, além de um caderno escrito em braille e na grafia normovisual, contendo uma breve explicação do conteúdo, um manual de utilização do recurso didático e um guia para realização dos experimentos. O kit foi montado com materiais de baixo custo e de fácil aquisição.

É importante ressaltar que este é um experimento comum em aulas de química, que usualmente é realizado de forma visual, os professores podem variar os recursos nas aulas, atingindo mais sentidos dos alunos, é importante ter as duas opções para uma sala de aula inclusiva, no caso de um aluno com deficiência auditiva, seria importante também ter o recurso visual.

O recurso do trabalho 6 foi trabalhado em aulas de Ciências no nono ano do Ensino Fundamental de uma escola na Região Metropolitana de Porto Alegre (RS) em que fazia parte uma aluno de baixa visão. Para abordar o conteúdo de cinética química foi realizado um experimento de identificação de fatores que afetam a velocidade das reações químicas, bastante comum em aulas de química. Para realização do experimento, Peixoto, Ignácio e Godoi (2021) utilizaram comprimidos efervescentes e água em diferentes temperaturas, para que os alunos pudessem constatar como a dissolução dos comprimidos aconteceu nas diferentes condições. Neste caso não houve adaptações nos materiais, mas na forma de interpretar os resultados, pois a efervescência dos comprimidos e o término das reações foi constatada por meio da audição.

Destaca-se que os autores buscaram promover um conjunto de atividades que envolvessem recursos adaptados, planejados de maneira a possibilitar a PDV, no caso da turma que aturaram, um aluno de baixa visão, sua participação integral, juntamente com os demais alunos da turma, visto que frequentemente as atividades propostas ao referido aluno eram diferentes das executadas pelos demais.

Salienta-se que mais importante do que adaptar recursos físicos é a sensibilidade do professor em relação aos alunos, no trabalho analisado não houve mudanças significativas nos materiais utilizados, porém a dinâmica do experimento foi adaptada para que a PDV pudesse realizar a atividade juntamente com os demais colegas da turma.

O trabalho 11 teve como objetivo analisar a possibilidade do uso da experimentação como estratégia didática para o ensino remoto de química para PDV, utilizando a plataforma Google Meet como ferramenta de mediação. A pesquisa aconteceu com quatro PDV que cursavam o 1º ano do Ensino Médio e participavam do Centro de Apoio Pedagógico (CAP) para PDV em Goiânia (GO). Esses alunos estavam acostumados com aulas práticas de química no CAP. Além de abordar a experimentação como recurso a proposta de mediação também objetivou “minimizar os efeitos psíquicos causados pelo isolamento social e as barreiras intensificadas pelo ERE, já que nessa ferramenta o único sentido utilizado pelos DV é a audição” (SILVA e BENITE, 2024, p.162).

Neste trabalho, Silva e Benite (2024) propuseram um experimento de separação de mistura com materiais alternativos e comuns de uma residência: garrafa PET, algodão, óleo usado e água. O experimento de decantação visava

separar a água do óleo, no artigo foram incluídas fotos dos alunos, com o auxílio dos familiares, montando e executando o experimento. Além disso, os autores apresentam registros das interações entre o professor e os alunos, com todas as etapas mediadas por perguntas do professor. Durante o experimento, os alunos exploraram o tato e a audição, percebendo a decantação através de sons que associaram a um filtro de barro.

Quanto aos resultados, Silva e Benite (2024) perceberam que houve engajamento dos alunos, porém não é possível afirmar acerca da aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos. Por exemplo, é possível observar nos registros das interações que o conceito de densidade é abordado de forma superficial, além disso o professor se refere ao experimento como sendo uma filtração.

Com este trabalho percebeu-se que para a realização de um experimento a distância com PDV é necessária a concentração no detalhamento dos comandos das ações dos alunos, além de atenção na separação do material para ser utilizado e no ambiente que o experimento será realizado, para que os alunos possam atuar de maneira autônoma, utilizando outros sentidos.

Quanto a utilização de recursos táteis para o Ensino de Química para PDV esta foi utilizada nos trabalhos 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10.

O trabalho 2 apresenta o relato de aulas realizadas na a Unidade Regional de Educação Especial Dr. José Tadeu Duarte Bastos (UEES) com quatro PDV, três apresentavam baixa visão, e um deles tinha cegueira congênita total. Um dos alunos tem 20 anos e os demais têm 45 e 46. Apenas um dos alunos sabe ler o braille.

Com o objetivo de implementar recursos didáticos alternativos para o ensino de química Pontes *et al.*, (2020) confeccionaram cinco maquetes utilizando materiais alternativos de baixo custo (garrafas pet, palitos de dente, barbante, folhas e bolas de isopor, cola de silicone, TNT, EVA, tinta guache e papel sulfite), que foram escolhidos pensando na facilidade de reprodução desse recurso por professores que lecionam para alunos que possuem deficiências relacionadas à visão. Os autores abordaram os conteúdos de ligação iônica, distribuição eletrônica e número máximo de elétrons por camada e por subnível por meio do recurso didático maquete tátil e envolveu também o sistema braille.

Após realizar a oficina didática utilizando a maquete os autores aplicaram um questionário com os alunos que participaram da oficina, com o objetivo de verificar a aprendizagem. Destacam-se algumas respostas que são relevantes para o presente artigo. Foi solicitado aos alunos que sugerissem melhorias para a metodologia de utilização das maquetes, dois alunos sugeriram o uso de alto contraste nas maquetes. importante para alunos com baixa visão. Um dos alunos enfatizou a ludicidade da maquete ligação iônica e ressaltou que com essa maquete pode ser trabalhada em aulas não apenas com PDV, mas também com com problemas cognitivos, pessoas com deficiência intelectual, autistas, abrangendo, assim, várias categorias de deficiência.

O trabalho 3 envolveu a confecção de diversos recursos táteis. Trata-se de uma pesquisa realizada entre 2016 e 2019 em uma escola privada do município de Santa Rita-PB. A pesquisa aconteceu em uma turma de 18 alunos, sendo um destes com baixa visão (possuía apenas 10% da visão de um dos olhos e o outro apresentava perda total da visão). A turma foi acompanhada do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio. A pesquisa objetivou identificar as dificuldades da PDV e propor recursos para superar essas dificuldades.

Nobre (2020) abordou o conteúdo modelos atômicos utilizando recursos táteis

de EVA, que foram passados de mão em mão pela turma, para que todos pudessem ter uma percepção espacial dos átomos. O conteúdo de ligações químicas foi abordado por meio do recurso “dados iônicos”, confeccionados pela pesquisadora utilizando folhas de EVA de espessura grossa para favorecer o contato tátil. Os alunos deveriam jogar os dados e identificar os tipos de ligações e os compostos formados e anotar as respostas em seus cadernos. Essa dinâmica pode ser utilizada como forma de avaliação. Para abordar o conteúdo de geometria molecular, foram utilizados bolas e palitos confeccionados pelos próprios alunos da turma.

No 3º ano, Nobre (2020) relata que aumentou o grau de dificuldade do PDV pois o aluno passou a ter apenas 5% da visão, assim as avaliações foram adaptadas para formato oral, e o aprendizado ocorreu através unicamente por meio do tato e audição. O conteúdo de cadeias carbônicas foi trabalhado com bolas de isopor reutilizadas do 1º ano. Foram construídas quatro cadeias carbônicas para que a PDV pudesse tocar e compreender a classificação e em alguns casos a nomenclatura segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Os conceitos de isomeria geométrica e óptica foram explorados com modelos de moléculas feitas de palitos e bolas de isopor coloridas.

O trabalho 4 teve como objetivo construir protótipos dos Modelos Atômicos de Dalton, Thomson e Bohr, além do experimento de Rutherford utilizando uma impressora 3D e investigar o potencial pedagógico dos protótipos.

Para a construção dos protótipos, foi necessário que Toledo e Rizzatti (2021) desenvolvessem um modelo tridimensional por meio de um software compatível com o sistema operacional da impressora, com exceção dos protótipos do experimento de Rutherford e o modelo de Bohr que foram utilizados modelos disponíveis no site Thingiverse®, onde há o compartilhamento gratuito de modelos tridimensionais. Para imprimir os protótipos, as autoras utilizaram impressoras que ficam na sala do Núcleo de Pesquisas e Estudos em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Roraima. O material utilizado para impressão foram filamentos de Ácido Polilático por ser um plástico biodegradável e de baixo custo, que foi disponibilizado pela universidade.

Os modelos construídos por Toledo e Rizzatti(2021) não chegaram a ser aplicados em uma aula, mas foram avaliados por dois professores e um aluno com baixa visão, alguns pontos levantados pelos professores para a melhoria dos recursos, são o tamanho, que para trabalhos específicos teria a necessidade de ser maior, e deveria ter as camadas mais afastadas no caso do modelo de Bohr, para que a PDV não se confunda ao tocar. A PDV entrevistada considerou um recurso muito positivo.

O trabalho 5 teve como objetivo a produção de um material didático para PDV envolvendo os processos de separação de misturas. Trata-se de um pesquisa que foi realizada no Instituto Benjamin Constant (Rio de Janeiro/RJ), esse instituto possui oferta desde a estimulação precoce ao Ensino Médio Profissional, oferece cursos de formação continuada à sociedade, atua na prevenção à cegueira, na reabilitação de pessoas cegas e possui uma Imprensa Braille que produz e distribui material especializado para diferentes instituições públicas do país (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2007 apud SILVA *et al.*, 2021).

Participaram da pesquisa de Silva *et al.* (2021) oito sujeitos, dois funcionários cegos que atuaram como revisores, e seis alunos do 8º ano do Ensino Fundamental; dois com baixa visão e quatro cegos. A temática abordada foi o

processo de separação de mistura, foram produzidos materiais diferentes para alunos de baixa visão e para alunos cegos.

Foi realizada uma adaptação dos livros didáticos, em que foram selecionadas apenas as ilustrações indispensáveis para o entendimento do conteúdo. Os textos do livro também foram adaptados de modo a ser conciso, didático, claro e direto, já considerando a posterior transcrição para o sistema Braille que faz com que o número de páginas aumente significativamente. Para os alunos de baixa visão, os autores tiveram o auxílio de um designer gráfico do IBC, que ampliou o material para facilitar a manipulação, além da ampliação da fonte para os alunos com baixa visão, além disso as ilustrações receberam cores e contrastes adequados para visualização dos alunos.

Para alunos cegos, foi desenvolvido um material grafotátil que incluiu a transcrição de conteúdo para o sistema Braille usando o software Braille Fácil e figuras adaptadas com relevo. Diversas texturas foram empregadas, como papel kraft ondulado, adesivos, linhas de algodão, papel paraná, lixa d'água, papel cartão, papel impresso em braille, miçangas e rede de plástico. Após a aprovação dos revisores, o material foi reproduzido em películas de policloreto de vinila (PVC), material que tem durabilidade e custo-benefício, permitindo a produção em larga escala. O material foi revisado e aprovado antes da entrega aos alunos.

Após a aula realizada com os recursos, os alunos cegos e de baixa visão de forma unânime, aprovaram o material e salientaram diversos pontos positivos. O único ponto questionado por uma das alunas foi o de o material ficar grudando quando eles estão lendo, os autores explicam que isso ocorre devido a replicação na película de PVC. Os autores explicam que a leitura contínua em PVC não é tão confortável quanto a leitura em papel, no entanto, o PVC é eficaz para representar imagens em relevo. O texto em materiais de PVC tende a ser resumido e, durante o uso em sala de aula, é importante fazer pausas para que os alunos possam descansar. O uso de talco pode facilitar o deslizar dos dedos e melhorar a leitura. Mesmo com algumas dificuldades na utilização deste tipo de material, os autores citam algumas vantagens como a fácil higienização, e evita que materiais descolem após múltiplas leituras.

Uma consideração importante feita pelos autores é referente ao lema: "Nada sobre nós, sem nós", surgido em 1962 e descreve a importância da plena participação das pessoas com deficiência em relação a todo material produzido para elas, visto que elas são as maiores conhecedoras do assunto. Da mesma forma, buscou-se na escrita do presente artigo, selecionar apenas trabalhos que tenham passado pelo crivo de PDV.

O trabalho 7 foi realizado em uma turma do 3º ano do Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão - IFMA, Campus Caxias, composta por 37 alunos videntes e um aluno cego. Antes de elaborar os materiais foram observadas as aulas de química e realizadas entrevistas com a turma e a professora.

Para produzir os recursos didáticos acessíveis, Torres *et al.* (2022) utilizaram materiais de fácil acesso e que fossem confortáveis quando manipulados sendo eles: placa de isopor, folhas de EVA com diferentes texturas, cola em alto relevo, tintas coloridas e bolas de isopor de tamanhos distintos para representar átomos diferentes. Para representar ligações químicas foi utilizado alto relevo de EVA e palitos de dentes. A nomenclatura dos hidrocarbonetos foi feita em português e em

braille utilizando alfinetes. O recurso foi elaborado utilizando material colorido para chamar a atenção de um aluno com baixa visão.

Com os recursos produzidos foram abordados a nomenclatura e classificações dos hidrocarbonetos bem como suas aplicações. A PDV tirou dúvidas e fez a leitura em braille dos conteúdos e tateou os exemplos em alto relevo, e avaliou o recurso de forma positiva. A docente ressaltou que para que os alunos se beneficiem desse tipo de recurso é essencial que sua utilização seja planejada considerando objetivo, as habilidades e competências que pretende-se desenvolver com a turma.

O trabalho 8 se trata de uma pesquisa realizada em uma Escola Pública Estadual, no município de Belém, no estado do Pará, com duas PDVs do 3º ano do ensino médio regular, onde frequentava um aluno cego e um com baixa visão. Lima, Ferreira e Souza (2022) aplicaram a pesquisa no contraturno escolar, no ambiente de Atendimento Educacional Especializado (AEE) e tiveram o suporte da professora de Educação Especial.

Foram abordados pelos autores, conteúdos de química orgânica, desde a história até a origem do termo “orgânico”, partindo da teoria da Força Vital e da síntese de Wohler (síntese da ureia a partir do cianato de amônio), esses temas foram abordados com a utilização de representações químicas 3D e arquivos de audiodescrição.

Os autores utilizaram modelos 3D para abordar cadeias carbônicas e suas classificações, como a diferença entre cadeias alifáticas e aromáticas, homogênea e heterogênea e as principais funções orgânicas.

Baseado na resposta das PDVs; Lima, Ferreira e Souza (2022) destacam a importância da audiodescrição no apoio ao processo de manipulação das estruturas. Ao contrário de outras tecnologias assistivas, a audiodescrição não é um recurso que pode ser adquirido de forma independente, esta deve ser integrada a outros materiais, tornando-os acessíveis às pessoas cegas.

Em muitos trabalhos, os recursos são usados de forma isolada. Embora a criação desses recursos já seja um grande avanço, destaca-se que no Lima, Ferreira e Souza (2022) abordaram o conteúdo de maneira contextualizada, incluindo aspectos históricos do seu desenvolvimento. Isso contribuiu para uma aprendizagem mais abrangente, permitindo aos alunos não apenas entender o conteúdo em si, mas também o processo de desenvolvimento científico por trás dele.

O trabalho 9 foi realizado em uma escola pública estadual e de tempo integral com uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, com 40 alunos, havendo uma PDV.

Soares, Pessoa Junior e Yamaguchi (2023) confeccionaram juntamente com os alunos da turma, uma tabela periódica em alto relevo, de acordo com a grafia Braille, utilizando materiais de fácil aquisição, como cola texturizada, barbante, papelão e outros tipos de papéis com ondulações e glitter. A tabela foi construída utilizando uma base sólida de papelão e as margens foram delimitadas pelos alunos com cola texturizada. As divisões de grupos e famílias foram feitas com barbante e o nome do elemento químico e do número atômico foi impresso em Braille. Para diferenciar as famílias e os grupos, foi utilizada uma cola texturizada que cria uma ponta mais fina, facilitando a localização e a identificação. Os não-metais continham glitter, gerando uma textura arenosa, os gases nobres foram representados com papel aveludado e o Hidrogênio com papel ondulado

O material foi validado pela aluna com deficiência visual, que conseguiu perceber a textura do papel, as formas das colas e a rigidez do papelão, identificando os elementos, a organização e as características da Tabela Periódica. Além disso, os demais estudantes criaram tabelas periódicas simplificadas em seus cadernos, aplicando o conhecimento adquirido durante o processo de ensino.

No trabalho 10, Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024) relatam o desenvolvimento de quatro recursos didáticos acessíveis para o ensino da nomenclatura alcanos, segundo a IUPAC, para para PDV, utilizando técnicas de bordado livre, já testadas por outro autor e adaptadas. Foi elaborado um modelo piloto para passar pela validação de PDVs e readequar se necessário. As autoras selecionaram o alcano de cadeia ramificada, 3-etil-2-metilexano, com o objetivo de trabalhar o maior número de regras para nomenclatura de alcanos segundo a IUPAC

O modelo piloto foi testado por dois alunos de uma escola pública, um cego e um com baixa visão, que cursam a 3ª série do Ensino Médio, localizada em Fortaleza-CE que aprovaram os recursos e sugeriram alterações para a autora, de acordo com o aluno cego é necessário mais relevo, e o aluno com baixa visão aprovou a fonte porém sugeriu que estivesse em negrito.

A partir das considerações feitas pelos alunos, as autoras construíram quatro recursos didáticos voltados ao estudo de nomenclatura de alcanos, além da molécula de 3-etil-2-metilexano, foi elaborado um recurso para as moléculas de octano, cicloexano e 1-etil-2metilciclopentano, as estruturas foram selecionadas com o fim abordar o maior número possível de regras da IUPAC. Na elaboração dos recursos finais houve modificações de pontos e linhas para criar mais relevos e facilitar a identificação e leitura das informações. Os recursos confeccionados passaram a compor o banco de materiais acessíveis da escola de educação básica onde a pesquisa foi realizada.

2.3 Desafios Enfrentados

Alguns desafios enfrentados por PDVs foram identificados no trabalho 3. Sobre as dificuldades de inclusão que a PDV relatou, não envolvia os colegas, visto que ele afirmou se sentir acolhido pela turma, porém tinha o sentimento de que alguns professores o ignoravam e não ligavam para sua aprendizagem. Ao ser questionado sobre suas dificuldades de aprendizagem e como as aulas poderiam melhorar, o aluno respondeu que não compreende algumas coisas apenas pela audição, e sugeriu que a professora utilizasse objetos bem maiores que ele pudesse enxergar ou até mesmo tocar.

Nos relatos dos colegas algumas falas parecem positivas, como na afirmação de que parou de reclamar da vida ao começar a estudar com a PDV e que se o colega com deficiência visual não desistiu ela também não deve desistir, porém essas falas reforçam o capacitismo pois o estereótipo trágico-herói, mencionado por Vendramin, (2019) influencia a percepção da identidade do PDV, limitando-o aos estigmas do herói (representado pelo discurso da superação) ou do coitado-trágico (associado ao discurso da caridade e/ou emocionalidade).

Um dos colegas também afirmou que quando o professor ditava para o aluno com deficiência visual, alguns colegas conversavam, o que desviava a atenção do conteúdo e também consumia parte do tempo da aula.

No trabalho 11 Os autores citam que mesmo nas aulas presenciais, as PDVs

frequentemente enfrentam dificuldades no acesso aos conteúdos de química, pois os professores tendem a enfatizar a visão como principal meio de aquisição de informações. Isso ocorre apesar das diversas formas de utilizar outros sentidos no processo de aprendizagem. Porém as dificuldades enfrentadas pelos professores nas aulas remotas foram muito maiores, especialmente para alunos com necessidades educacionais específicas, no caso das PDV, o acesso à informação acabou restringindo a audição, aumentando as limitações provocadas pela deficiência visual e aumentando o processo de exclusão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu alcançar os objetivos propostos. Um dos trabalhos investigados revelou que a PDV sente falta de recursos variados nas aulas de química e sente que muitos professores não demonstraram interesse em buscar métodos alternativos. Um dos estudos abordou uma aula durante o ensino remoto na pandemia, destacando a dificuldade de comunicação exclusivamente auditiva e os desafios de inclusão nesse contexto. Além disso, os relatos incluíram evidências de capacitismo nas práticas educacionais.

Para garantir a inclusão de pessoas com deficiência visual nas áreas das ciências naturais, é essencial a implementação de políticas públicas e investimentos adequados para as escolas. Dada a diversidade das realidades escolares no Brasil, foram encontrados recursos de fácil acesso e baixo custo. Alguns trabalhos incluíram o uso de tecnologias avançadas, como impressoras 3D, enquanto outros adaptaram experimentos químicos comuns para que os processos e resultados das reações fossem percebidos auditivamente.

É importante que sejam pesquisados mais recursos que envolvam experimentação, química analítica e práticas laboratoriais para que PDV possam estar em cursos de graduação ou técnicos em química e ter uma permanência exitosa, aumentando assim sua participação na área de ciências exatas e naturais.

Salienta-se que a utilização de um recurso não garantirá a eficiência da aprendizagem, se este não for acompanhado de uma aula contextualizada, que aborde aspectos cotidianos, o desenvolvimento do conhecimento científico e que as avaliações também sejam adaptadas.

O presente artigo teve como fonte de buscas uma base de dados de fácil acesso, e foi realizado um recorte temporal de um curto período, ainda assim, foram encontrados diversos recursos didáticos, já testados, o que demonstra que professores podem ter fácil acesso a dados sobre como promover a inclusão de PDVs, tanto cegos quanto com baixa visão, em aulas de química. Sugere-se que novas pesquisas realizem busca em outras bases de dados para dar continuidade ao estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Evellyn Delgado Pereira de *et al.* INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NO ENSINO DE QUÍMICA: desenvolvimento de um kit didático para o estudo da teoria da dissociação eletrolítica de arrhenius. **International Journal Education And Teaching (Pdvl) Issn 2595-2498**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 67-83, 31 ago. 2020. International Journal Education and Teaching. <http://dx.doi.org/10.31692/2595-2498.v3i2.135>.

BONFIM, Carolina Santos; MÓL, Gérson de Souza; PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. A (In)Visibilidade de Pessoas com Deficiência Visual nas Ciências Exatas e Naturais: percepções e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Especial**, [S.L.], v. 27, p. 589-604, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0220>.

BRASIL. Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2 de dezembro de 2004.

BRASIL. Decreto nº, de 22 de março de 2021. Dispõe sobre a avaliação biopsicossocial da visão monocular para fins de reconhecimento da condição de pessoa com deficiência. Brasília, 22 de março de 2021.

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.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o "Fazer Ciência". **Química Nova na Escola**, [S.L.], n. 28, p. 32-36, maio 2008.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, SP: Atlas, 2002

LIMA, Adriana Maria Queiroz da Silva; FERREIRA, João Elias Vidueira; SOUZA, Ronilson Freitas de. Química orgânica para alunos com deficiência visual: uma estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3d e audiodescrição. **Actio: Docência em Ciências**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 1-23, 17 ago. 2022. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n2.15387>.

MESQUITA, Lidivânia Silva Freitas; FORTE, Cristiane Maria Sampaio; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Recurso didático acessível para o ensino de Química Orgânica. **Revista Thema**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 234-253, 12 abr. 2024. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.v23.2024.234-253.3033>.

NOBRE, Darlene de Sousa Ribeiro. EDUCAÇÃO INCLUSIVA EM FOCO: REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DA INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

DE QUÍMICA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. 2020. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

PEIXOTO, M.; IGNÁCIO, P.; GODOI, M. Experimentação multissensorial para ensino de Cinética e Cinemática na perspectiva do aluno deficiente visual: Relato de experiência de oficinas pedagógicas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 2, p. 170-179, 5 fev. 2021.

PONTES, Edivanda Silva *et al.* O MUNDO DAS FORMAS, ENSINANDO QUÍMICA PARA ARGOS E TIRÉSIAS: o uso de maquetes táteis como recurso didático nas aulas de ligação iônica para alunos com deficiência visual. **Educação: Desafios, Perspectivas e Possibilidades**, [S.L.], p. 425-447, 2020. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/201001938>.

SABÓIA, Layane; LIMA, Maria. O AUTISMO NO ENSINO DE QUÍMICA BRASILEIRO: uma reflexão. **Química Nova**, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 1-8, 2024. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230084>.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. *Revista Nacional de Reabilitação (Reação)*, São Paulo, Ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16.

SILVA, Aires da Conceição *et al.* RECURSO DIDÁTICO ACESSÍVEL SOBRE PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL / ACCESSIBLE DIDACTIC RESOURCE ON MIXING SEPARATION PROCESSES FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 5871-5884, 2021. *Brazilian Journal of Development*. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-399>.

SILVA, Jailma Cruz da; PIMENTEL, Adriana Miranda. Inclusão educacional da pessoa com deficiência visual no ensino superior. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, [S.L.], v. 29, n. 2904, p. 1-18, mar. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2526-8910.ctoar2193>.

SILVA, R. De M. E; BENITE, C. R. M. “As Borboletas De Zagorsk”: A Mediação Para Minimizar Os Efeitos Do Ensino Remoto Emergencial Na Aprendizagem De Química Para Alunos Com Deficiência Visual. **Revista Educação Em Contexto**, [S. L.], V. 3, N. 1, P. 159–169, 2024. Doi: 10.5281/Zenodo.11947733. Disponível Em: <https://Revistaseduc.Educacao.Go.Gov.Br/Index.Php/Rec/Article/View/153>. Acesso Em: 15 Jul. 2024.

SOARES, Paula Raquel da Rocha; PESSOA JUNIOR, Erasmo Sergio Ferreira; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima. USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS INCLUSIVOS PARA O ENSINO DA QUÍMICA. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - Issn 2675-6218**, [S.L.], v. 4, n. 10, p. 1-14, 12 out. 2023. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar. <http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v4i10.4217>.

TOLEDO, Katharine Coimbra; RIZZATTI, Ivanise Maria. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. **Scientia Naturalis**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 473-485, 25 set. 2021. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/269504.3.2-7>.

TORRES, Juliana Carvalho *et al.* ENSINO DE QUÍMICA: análise da contribuição de materiais alternativos para aluno cego do instituto federal de educação, ciência e tecnologia do maranhão campus caxias. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 28-40, jul. 2022. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/261865.3.4-3>.

VENDRAMIN, C. (2019). Repensando mitos contemporâneos: o capacitismo. Simpósio Internacional Repensando Mitos Contemporâneos, 2, 16-25.