

Plano químico: elaboração de um material tátil para auxiliar no ensino de cadeias carbônicas em turmas com deficientes visuais

Chemical plan: development of a tactile material to assist carbon chains teaching in classes with visually impaired people

Plan químico: desarrollo de un material táctil para ayudar en la enseñanza de cadenas de carbono en clases con personas con discapacidad visual

Marcelo Nascimento de Morais Oliveira

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Uern), Pau dos Ferros/RN – Brasil

Glaydson Francisco Barros de Oliveira

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Uern), Pau dos Ferros/RN – Brasil

Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Pau dos Ferros/RN – Brasil

Resumo

A escassez de materiais adaptados voltados ao ensino de química para deficientes visuais (DV) representa um obstáculo para a aprendizagem dos conteúdos dessa disciplina. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo trazer a criação e os resultados da construção de um material tátil inédito, denominado “Plano Químico”, um recurso criado para auxiliar o processo de ensino de conteúdos de química para estudantes que apresentam DV significativa. A metodologia adotada no estudo é do tipo qualitativa e de caráter exploratório. A construção desse recurso se baseou na adoção de critérios metodológicos tanto para a escolha da matéria-prima adequada considerando as particularidades desse público, quanto para a confecção da estrutura tátil. Como principais contributos dessa ferramenta didática, destacamos a viabilidade do ensino de cadeias carbônicas por meios táteis e o estímulo à inclusão, ao permitir o trabalho conjunto entre estudantes com e sem DV.

Palavras-chave: Inclusão educacional, Deficiência visual, Química

Abstract

The lack of adapted materials for teaching chemistry for visually impaired persons represents an obstacle to learning this discipline's contents. So, the present work aims to bring the creation and the construction results of an unprecedented tactile material called "Chemical Plan". It is a resource created to assist the chemistry teaching process to students with significant visually impaired. The construction of this resource was based on the adoption of methodological criteria both for choosing the appropriate raw material considering this public's particularities and for making the tactile structure. The study is a qualitative and exploratory one and the main contributions of this teaching tool are the feasibility of teaching carbon chains by tactile means and the encouragement of inclusion, through joint work among students with and without visual impairment.

Keywords: Educational inclusion, Visual impairment, Chemistry

Resumen

La escasez de materiales adaptados destinados a enseñar química para personas con discapacidad visual (DV) representa un obstáculo para el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura. En vista de esto, el presente trabajo tiene como objetivo lograr la creación y los resultados de la construcción de un material táctil sin precedentes llamado "Plan Químico", un recurso creado para ayudar en el proceso de enseñar contenidos de química a estudiantes con alguna discapacidad visual. La metodología adoptada en el estudio es de naturaleza cualitativa y exploratoria. La construcción de ese recurso se basó en la adopción de criterios metodológicos tanto para elegir la materia prima apropiada considerando las particularidades de este público, como para hacer la estructura táctil. Como principales aportaciones de esta herramienta didáctica, destacamos la viabilidad de enseñar cadenas de carbono por medios táctiles y fomentando la inclusión, al permitir el trabajo conjunto entre estudiantes con y sin DV.

Palabras clave: Inclusión educativa, Discapacidad visual, Química

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), existem aproximadamente 1,4 milhões de crianças com deficiência visual no mundo, e, dessas, cerca de 90% pertencem a países em desenvolvimento ou muito pobres (XAVIER, 2017). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esse é o tipo de deficiência mais expressivo no Brasil, atingindo 3,6 % dos indivíduos. Ainda segundo o IBGE, entre as regiões do país, o nordeste é o local onde a população com deficiência visual apresenta maior grau de dificuldades e limitações para desenvolver atividades habituais (BRASIL, 2015).

Diante desse contexto, Barros e Dantas Filho (2019) observam que o ensino voltado para alunos com deficiência visual (DV) vem se adaptando conjuntamente com a legislação, de modo a afirmar os direitos desses estudantes. Em suas pesquisas, os autores apontam que, dentro desse quadro, o ensino de química ainda enfrenta grande carência de recursos adaptados para DV. Tais recursos são considerados de fundamental relevância, tanto para os educadores, facilitando a prática docente, quanto para os estudantes, contribuindo para a jornada de aprendizagem.

Acredita-se aqui que a produção desses recursos pode favorecer significativamente o ensino de química para esses estudantes, pois, como apontam Perovano, Pontara e Mendes (2017), o uso de materiais adaptados contribuem para o processo de aprendizagem e inclusão de estudantes com deficiência visual, uma vez que promovem condições de acesso aos conteúdos por outros sentidos que não

os visuais. Além disso, favorece uma maior interação do sujeito com o objeto em estudo, o que, de acordo com Vasconcellos (1992), tem papel relevante no processo educacional.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a elaboração e os resultados da construção de um material tátil inédito, denominado “Plano Químico”. O recurso tem por função, auxiliar o processo de ensino de conteúdos de química por estudantes que apresentam deficiência visual significativa, assim como oferecer a possibilidade de uso para alunos sem deficiência visual, compreendendo que a educação se faz na inclusão.

A construção do material foi embasada em referenciais teóricos, como Manzini e Deliberato (2006) e Manoel et al. (2016), que oferecem premissas para a criação de materiais inclusivos. O *design* adequado para servir de base na construção do “Plano Químico” foi pautado em Manzini e Deliberato (2006), que norteiam os aspectos do objeto de ensino inclusivo, de acordo com a deficiência observada, considerando as particularidades de cada caso. A confecção da estrutura foi baseada nas proposições de Manoel et al. (2006), que apresenta uma metodologia de construção do material tátil, seguindo critérios pré-definidos com relação ao tamanho, à significação tátil, à aceitação do material, à fidelidade, à facilidade de manuseio, à resistência e à segurança tátil do recurso.

A motivação pessoal para a construção desse material teve como base as experiências desafiadoras, vivenciadas durante a prática docente do pesquisador junto a estudantes do ensino médio que apresentavam deficiência visual (DV). Tal experiência evidenciou as dificuldades enfrentadas no processo de ensino de conteúdos de química por meios convencionais com esses discentes. Desse modo, foi possível observar a escassez de recursos adaptados, como por exemplo, as tabelas periódicas ampliadas e as representações táteis diversas. Essa necessidade evocou a ideia da construção de um recurso tátil de baixo custo, que pudesse contribuir para o processo educacional de estudantes DV, culminando no presente artigo, fruto da dissertação de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Avançado de Pau dos Ferros.

O “Plano Químico” oferece tanto possibilidades para abordar o conteúdo cadeias carbônicas, apresentado neste artigo, quanto outros conteúdos de química, a exemplo de geometria molecular. Desse modo, a criação de tal ferramenta didática

representa uma nova alternativa para desenvolver melhores condições de ensino-aprendizagem da disciplina de química, além de abrir espaço para o processo de inclusão, permitindo a utilização por alunos com e sem deficiência visual significativa.

2. O ensino de química e a inclusão dos alunos com deficiência visual

De acordo com o Decreto 3.298 de 1999, que dispõe sobre a política nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, é classificado como cego aquele indivíduo cuja acuidade visual¹ é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica. Já o sujeito com acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica, é classificado na condição de baixa visão. Também são classificados como DV, os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60° ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 1999).

Quanto à educação voltada a Pessoas com Deficiência (PcD), as propostas inclusivas estão presentes em diversos documentos brasileiros. A Lei nº 7.853 de 1989 inclui no sistema educacional a modalidade de Educação Especial (BRASIL, 1989), e a sua inserção deu origem às escolas especiais, privadas e públicas, assim como a oferta obrigatória e gratuita em estabelecimento público de ensino. Posteriormente, surge a Lei nº 12.796 de 2013 (BRASIL, 2013), que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), tornando obrigatório o atendimento educacional especializado e gratuito aos discentes com deficiências, transtornos globais do desenvolvimento, altas habilidades ou superdotação, preferencialmente, na rede regular de ensino (BRASIL, 2018).

Leis como as citadas anteriormente fortalecem a presença de PcD em salas de aula regulares, trazendo para a escola e para os educadores, o papel de contribuir para o desenvolvimento de métodos e meios que favoreçam que os estudantes que apresentam algum tipo de deficiência sejam integrados ao ambiente escolar e possam ter meios mais satisfatórios de inclusão e aprendizagem.

Quanto ao ensino de química, a escassez de recursos didáticos apropriados e de capacitação profissional representam obstáculos no desenvolvimento do processo de ensino dos conteúdos dessa disciplina em turmas com deficientes visuais

¹ Acuidade visual é a capacidade do olho para distinguir detalhes espaciais, ou seja, identificar o contorno e a forma dos objetos.

(GONÇALVES et al., 2013). Ainda de acordo com esses autores, a formação docente ainda apresenta limitações na capacitação de professores de química para atuar no processo de educação inclusiva de estudantes com deficiência visual. Tais fatores podem levar os educadores a se sentirem despreparados diante de salas mistas que apresentem estudantes com deficiência visual, refletindo ainda em dificuldades para proposição e confecção de materiais didáticos táteis adaptados para DV.

Diante disso, faz-se necessário averiguar meios que contribuam para o processo de ensino e aprendizagem das PcD, adotando materiais adaptados e repensando metodologias para favorecer o desenvolvimento de condições de equidade de aprendizagem junto aos demais discentes que não apresentam deficiência visual significativa (MARIANO; REGIANI, 2015).

3. O ensino de química e uso de recursos táteis

Segundo Michelotti (2018), o ensino da química demanda métodos de alto teor visual, exigindo a interação com gráficos, figuras, imagens e modelos, tornando necessário o uso de materiais táteis e a formação continuada de professores, para garantir um processo de aprendizagem realmente inclusivo.

Atualmente, pesquisas que dissertam sobre o uso de materiais táteis ganham espaço no meio acadêmico. Lourenço (2003), por exemplo, propõe a construção de bolas texturizadas que permitem reconhecer elementos em uma tabela periódica adaptada e estabelecer as ligações químicas. Outros autores, como Brito (2006), Bastos (2016) e Masson *et al.*(2016), desenvolvem propostas semelhantes a Lourenço (2003), que vão desde adaptações de materiais de acordo com a deficiência até o uso da escrita em braille. Tais esforços são realmente significativos, entretanto, esses estudos ainda são escassos (SIMÕES, 2018).

Os modelos moleculares são exemplos de materiais que podem ser facilmente encontrados e que são construídos de forma alternativa, a partir do uso de bolas de isopor e palitos de madeira (LOURENÇO, 2003). Todavia, esses *kits* apresentam algumas limitações, dentre elas, seu tamanho e estabilidade, que dificulta o transporte da sala de aula para casa e vice-versa, visto que, uma única molécula construída com o uso de bolas de isopor e palitos de madeira, além de grande, pode se deformar com facilidade quando transportada, comprometendo a sua eficiência. Além disso, as dimensões de cada representação inviabilizam a manutenção de todas as estruturas abordadas em sala, impossibilitando o uso desse recurso para revisão de conteúdos

já estudados. Alguns materiais similares disponíveis atualmente permitem o reuso e a reconstrução das estruturas por diversas vezes; entretanto, apesar de apresentarem dimensões menores do que aqueles produzidos em sala, ainda se tornam inviáveis, se considerado o transporte das estruturas e a sua manutenção para revisões posteriores, por conta das dimensões e do custo elevado desses *kits*.

Quanto à grafia braille, estudos demonstram que os alunos têm uma maior dificuldade em adotá-la na abordagem de conteúdos de química, do que em outras disciplinas, como português e matemática, o que está relacionado à existência de uma variedade maior de símbolos para demonstrar fórmulas, estruturas e reações abordadas na química (RESENDE FILHO et al., 2013). Tal realidade evidencia a necessidade de promover um maior contato do estudante DV com a escrita química em braille, assim como possibilitar a capacitação de professores quanto ao uso do sistema Braille e a confecção de materiais didáticos táteis adaptados.

4. Química orgânica e as cadeias carbônicas: sua importância e abordagem em sala de aula

A química orgânica, normalmente abordada no terceiro ano do ensino médio, estuda os compostos formados à base de átomos de carbono, que dão origem às cadeias carbônicas. Elas podem conter desde poucos até milhares de átomos, unidos através de ligações químicas, justificando, assim, o grande número de compostos orgânicos existentes (FONSECA, 2013).

Os compostos orgânicos são de grande importância para o ser humano. O desenvolvimento desse ramo da ciência possibilitou a evolução da indústria e da sociedade moderna. As substâncias orgânicas fazem parte do cotidiano, representando cerca de 90% de todos os compostos atualmente conhecidos. Esses compostos não estão presentes apenas nos seres vivos, mas também nos alimentos, no vestuário, servindo de combustíveis para transportes, compondo aparelhos eletrônicos etc. (FELTRE, 2004).

A compreensão da química orgânica demanda um grande conhecimento das cadeias carbônicas, especialmente, na identificação e na diferenciação dos compostos, permitindo prever propriedades físicas e químicas, assim como planejar e sintetizar substâncias (SILVEIRA, 2014).

Em sala de aula, a construção, nomenclatura e classificação das cadeias carbônicas costumam ser apresentadas através de aulas expositivas, usando como

principal método, a narrativa verbal desses conteúdos e sua demonstração por meio de recursos visuais. Tal metodologia se coloca para o DV não apenas como uma barreira que o impede de avançar em seus estudos, mas também como uma forma de exclusão. Nessa perspectiva, para facilitar a aprendizagem desses conteúdos, as aulas de química precisam de atividades com recursos adaptados que promovam o uso dos demais sentidos, de maneira que a aprendizagem seja facilitada, principalmente, na construção e identificação das estruturas carbônicas.

O uso de instrumentos adaptados na abordagem de cadeias carbônicas contribui tanto para o desenvolvimento da aprendizagem do estudante sem deficiência visual significativa (FARIAS et al., 2015), quanto para o estudante com algum tipo de limitação visual (LOURENÇO, 2003).

Apesar do esforço realizado pelo professor de apoio para auxiliar os alunos DV na aprendizagem dos conteúdos, é grande a dificuldade de os integrar nas atividades habituais desenvolvidas em sala, de modo que se torna inviável apenas a adoção de meios visuais para abordar conteúdos de química, a exemplo de modelos atômicos, representação de fórmulas e estruturas moleculares.

Esse conteúdo se torna de fundamental importância no percurso acadêmico, pois serve de base para assuntos posteriores. Esse “alicerce” precisa estar bem consolidado, pois do contrário, terá impacto no decorrer do trajeto escolar.

5. O Plano Químico

O Plano Químico consiste em material tátil de baixo custo, direcionado ao ensino de química para alunos com deficiências visuais e/ou de baixa visão. O material foi projetado e construído com o intuito de permitir a identificação e diferenciação dos elementos, das ligações químicas e dos grupos funcionais, além de possibilitar a construção de cadeias carbônicas através do uso do tato e a posterior revisão dessas estruturas. Com isso, pretende-se facilitar a representação das moléculas e permitir a identificação das partes que as constituem, através do uso do tato, no caso dos alunos com dificuldades visuais significativas, ou da visão, no caso de alunos sem dificuldades visuais.

Esse recurso tátil também dispõe do uso da escrita braille para alunos com e sem DV, de modo que a compreensão dessa escrita é opcional. O modelo escolhido como base foi uma prancheta, estimulando ainda mais a inclusão, por ser um recurso que já faz parte do ambiente escolar.

Com o intuito de permitir ao estudante DV revisar os conteúdos estudados e construir estruturas a serem analisadas posteriormente pelo professor, o material tátil foi elaborado de modo a possibilitar a impressão, em folha de papel A4, em alto-relevo, das moléculas construídas, das suas fórmulas e de outras anotações em braille. Com isso, esse material visa a propiciar ao aluno DV, a liberdade para desenvolver estudos em casa, sem a presença de um professor itinerante ou de alguém o acompanhando, promovendo uma maior liberdade e autonomia. A seguir, serão descritos as etapas e os processos de planejamento, construção e instruções de uso desse material.

6. Método

A presente pesquisa se caracteriza, no que tange a abordagem do problema em estudo, como qualitativa. Esse tipo de pesquisa aborda o problema sob uma perspectiva indutiva, na qual o pesquisador mantém contato direto com o objeto em estudo, com foco no processo e seu significado (PROVDANOV; FREITAS, 2013). Possui caráter exploratório, pois é desenvolvida com uma temática pouco abordada, como é o caso, permitindo o desenvolvimento de uma visão geral acerca do fato em estudo (GIL, 2008).

Quanto à seleção dos materiais utilizados na confecção do Plano Químico, foram adotados critérios metodológicos, fundamentando desde a escolha do tipo de material até a confecção de toda a estrutura.

Buscando desenvolver um recurso tátil adequado ao estudante DV e as suas necessidades, nos baseamos em Manoel *et al.* (2006). Esses autores apontam que um recurso verdadeiramente adequado para esse fim deve considerar características, como tamanho, significação tátil, aceitação, fidelidade, facilidade de manuseio, resistência e segurança. Desse modo, esses fatores serviram como norteadores para a construção da estrutura do recurso tátil desenvolvido.

Para nortear a estrutura e funcionalidade do recurso desenvolvido, foram consideradas as orientações do manual intitulado Portal de ajudas técnicas para educação: equipamento e material pedagógico para educação, capacitação e recreação da pessoa com deficiência física, disponibilizado pela Secretaria de Educação Especial, apresentadas por Manzini e Deliberato (2006). Ele orienta etapas para a escolha de recursos adaptados, apresentando alternativas para trabalhar conteúdos junto a PcD, oferecendo instruções para encontrar objetos que auxiliem o

aprendizado desses estudantes e destacando um conjunto de etapas a serem seguidas para contemplar a necessidade percebida.

As anotações do Plano Químico na escrita em braille se baseou nas normas do *Manual de grafia química Braille para uso no Brasil*, do Ministério da Educação (BRASIL, 2017). Nele constam regras para representação de fórmulas, estruturas, número atômico, além de diversas outras simbologias específicas da disciplina de química.

Desse modo, com o intuito de vir a construir um recuso de valor significativo para aprendizagem de estudantes com deficiência visual, foram seguidas as etapas para o desenvolvimento de objetos adaptados sugeridos por Manzini e Deliberato (2006) e considerados os critérios estabelecidos por Manoel *et al.* (2006) para o desenvolvimento de uma superfície tátil, além de inserir a linguagem química braille (BRASIL, 2017).

A seguir, são apresentadas as etapas do desenvolvimento, abordando o planejamento, a confecção do material e a instrução de uso do Plano Químico na representação de cadeias carbônicas.

6.1 Planejamento

O planejamento para o desenvolvimento do material se baseou em autores como Manzini e Deliberato (2006), seguindo os aspectos necessários durante a seleção de recursos adaptados voltados ao ensino de PcD. Os autores afirmam que cada deficiência é única e, por isso, demanda atenção do docente para pensar no material que atenda ao objetivo desejado. Para tal, foram consideradas as etapas elencadas por Manzini e Deliberato (2006), que direcionam a escolha do material inclusivo (Figura 1).

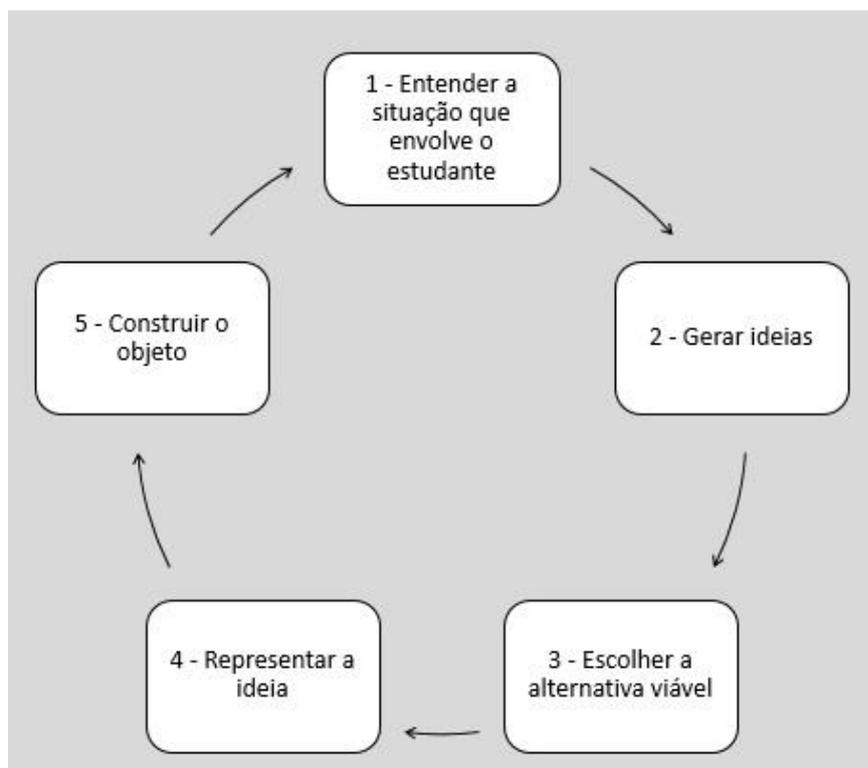


Figura 1: Sequência de etapas para escolha de um material inclusivo
 Fonte: Adaptado de Manzini e Deliberato (2006)

A aplicação dessa sequência de etapas permitiu delimitar o caminho a ser seguido na construção do Plano Químico. Neste estudo, as etapas ora funcionaram como pontos de reflexão, ora como direcionamentos na tomada de determinadas decisões quanto à produção do material. A seguir, essas etapas são descritas de modo detalhado, para reforçar o significado e a ação tomada diante de cada uma delas.

1. Entender a situação que envolve o estudante: significa identificar a situação para a qual o material vem a ser proposto, como ferramenta de auxílio. O presente estudo evidencia-se o problema em questão, isto é, a escassez de recursos adaptados e as dificuldades enfrentadas por deficientes visuais frente aos conteúdos de química;
2. Gerar ideias: consiste em buscar soluções existentes, pesquisar materiais que podem ser usados ou pesquisar alternativas para a confecção do objeto. Nessa etapa, são expostas propostas para solucionar o problema inicial. Este trabalho foi desenvolvido com base no último ponto, que corresponde à pesquisa para confecção de um novo objeto;

3. Escolher a alternativa viável: essa etapa corresponde a proposta do uso de recursos acessíveis para a construção do objeto, levantando ainda a importância de considerar as condições a serem atendidas. Esses pontos são de grande relevância, pois evidenciam a necessidade de se adotarem materiais acessíveis e de baixo custo que proporcionem a capacidade de manuseio, reconhecimento e distinção de estruturas por meio do tato, uma vez que o recurso é voltado para DV.
4. Representar a ideia: consiste em definir a estrutura do objeto a ser construído e definir suas dimensões e suas características. Essa é uma parte complexa da elaboração de um recurso, pois um erro cometido pode demandar muitas correções ou mesmo uma nova construção.
5. Construir o objeto para experimentação: essa etapa consiste na construção do objeto. À vista disso, pensando na produção de um recurso acessível, optou-se por utilizar equipamentos comuns, fáceis de serem encontrados e de baixo custo.

Como o objetivo do presente artigo é trabalhar a confecção e demonstração do uso do Plano Químico, as etapas referentes à avaliação e acompanhamento do uso do recurso, abordados por Manzini e Deliberato (2006), não serão utilizadas por agora, serão realizadas em estudos posteriores.

Ainda na fase de planejamento, foram criados alguns questionamentos como direcionadores: 1) Quais materiais seriam utilizados?; 2) Qual seria o tamanho para o “Plano químico”?; 3) Como seria construída a superfície tátil? Com base neles, foi possível chegar às respostas, a partir das contribuições de Manoel *et al.* (2006), sobre pontos essenciais nesse processo, tais como:

- Tamanho: os recursos devem ser construídos em tamanho compatível com as necessidades do aluno, permitindo seu fácil manuseio e impedindo que se percam facilmente;
- Significação tátil: o material tem que apresentar um relevo perceptível, que possibilite ao estudante compreender a identificação e diferenciação dos componentes;
- Aceitação: o material tem que apresentar usabilidade confortável, sem causar danos ou traumas físicos em decorrência de seu uso;
- Fidelidade: o material tem que apresentar similaridade com o que vem a representar;

- Facilidade de manuseio: o recurso deve ser de fácil uso;
- Resistência: o recurso deve ser produzido com material que não se deteriore com facilidade, permitindo uma durabilidade maior, mesmo com uso constante;
- Segurança: os materiais não devem oferecer risco aos estudantes que irão manuseá-lo.

Desse modo, após considerar as contribuições Manzini e Deliberato (2006) e Manoel et al. (2006), foi construído o *design* e realizada a seleção dos materiais para compor o Plano Químico.

6.2 Confeção do Plano Químico

A fase de confecção foi dividida em três partes abordadas a seguir.

1. Construção da superfície tátil: A superfície tátil consiste em uma estrutura com furos em alto-relevo, que permite ao estudante DV inserir pinos para a construção de fórmulas químicas, cadeias carbônicas e realização de anotações em braille;

2. Construção da base de impressão em braille: Essa base de impressão corresponde a um local logo atrás da parte frontal do Plano Químico para inserir uma folha de papel de tamanho A4, na qual as representações realizadas na superfície tátil possam ser impressas em alto-relevo, como em uma reglete²;

3. Confeção dos elementos químicos: Os elementos consistem em pinos de dimensões diferentes, cuja finalidade é facilitar a diferenciação e o reconhecimento tátil como sendo átomos de elementos químicos diferentes. Esses pinos ainda funcionam como uma punção³ para perfurar o papel e obter símbolos em alto-relevo.

6.3 Aplicação do Plano químico na representação de cadeias carbônicas

A construção do Plano Químico foi desenvolvida sem maiores dificuldades e com custos de aproximadamente cinquenta reais (R\$ 50,00), demonstrando a viabilidade de sua confecção. A estrutura e o dimensionamento se assemelham a um material didático como um livro ou caderno (Figura 2), tornando possível seu transporte sem maiores contratempos.

² A reglete é o local para inserir o papel na escrita em braille. Foi um dos primeiros instrumentos criados para a essa finalidade.

³ Instrumento cuja ponta é usada para fazer furos ou gravações.

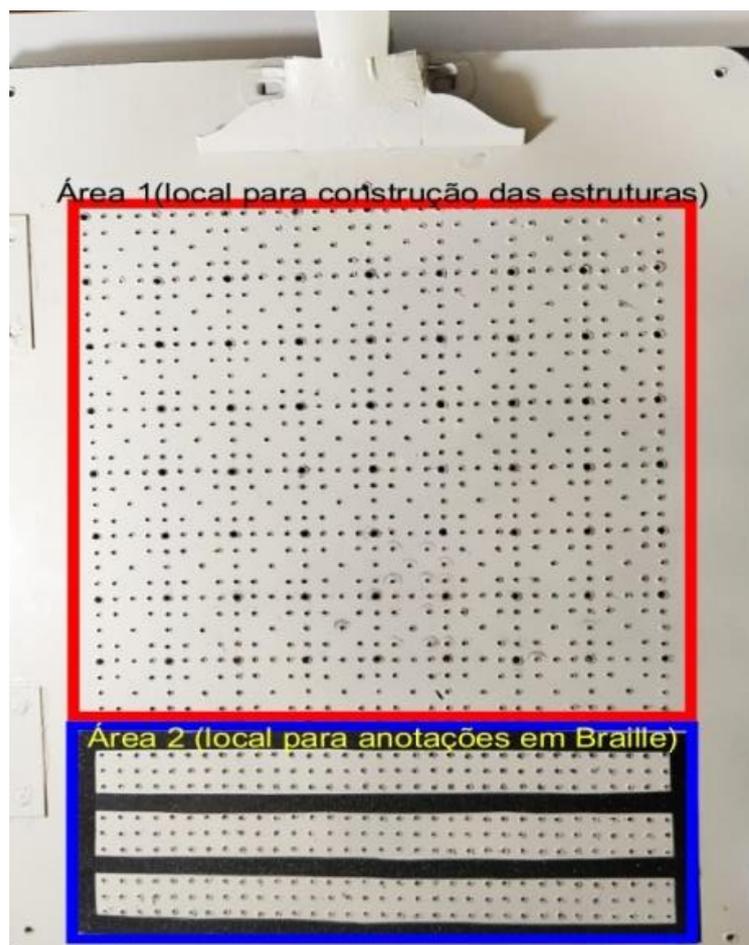


Figura 2: Plano químico (frente)

Fonte: Dados da pesquisa.

As perfurações na parte frontal da prancheta, como observado na Figura 2, originam uma superfície em alto-relevo, que recebeu a denominação de superfície tátil. Ela possibilita, mesmo sem o auxílio da visão, identificar o local para inserção dos pinos (pregos e alfinetes). A estrutura do material permite a construção das cadeias carbônicas na Área 1 (parte superior do plano químico), enquanto, na Área 2 (parte inferior), é possível inserir os alfinetes, dando origem a uma escrita em alto-relevo semelhante à escrita braille, como apresentado na Figura 3.

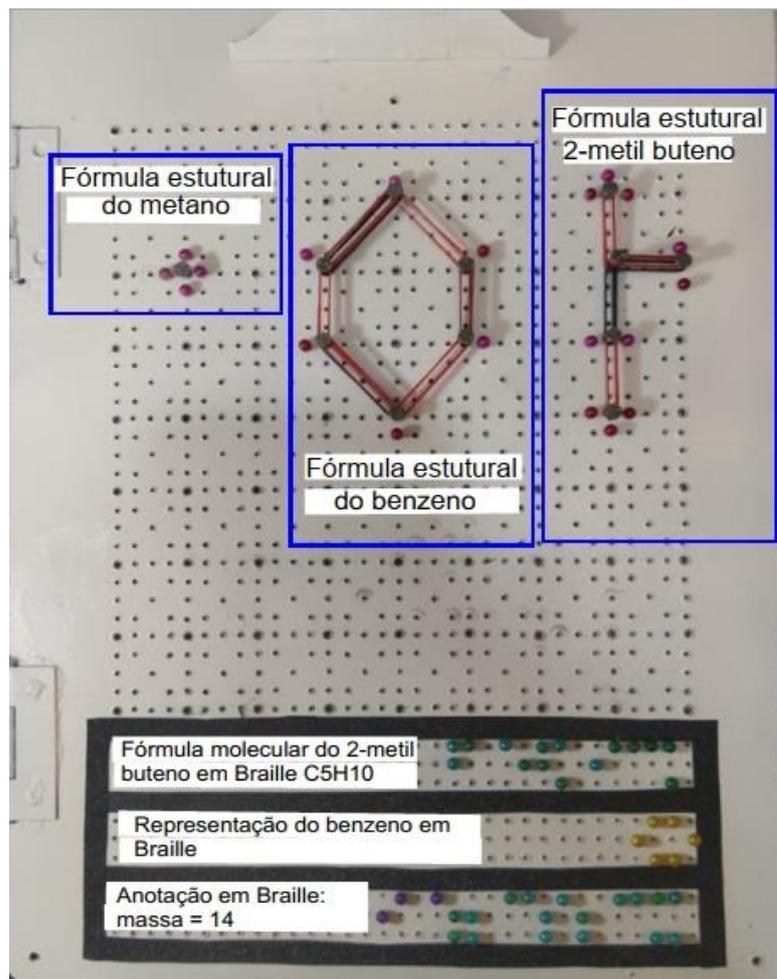


Figura 3: Representação de moléculas e anotações em alto-relevo
 Fonte: Dados da pesquisa.

No Plano Químico, a inserção de pregos e alfinetes também permite que o resultado em alto-relevo seja projetado no lado oposto da folha de papel A4, inserida na parte de trás do recurso, entre a prancheta e a superfície de impressão. Isso possibilita ao estudante fazer a leitura da esquerda para a direita, seguindo o padrão de leitura braille. O processo de escrita braille se dá tradicionalmente da direita para esquerda, enquanto a leitura braille se realiza da esquerda para a direita (BRASIL, 2017).

Após concluir as construções na Área 1 e inserir os alfinetes na Área 2 (que corresponde ao local para realizar as anotações), é possível retirar a folha de papel A4 e observar as estruturas e anotações em alto-relevo, como demonstrado na Figura 4.

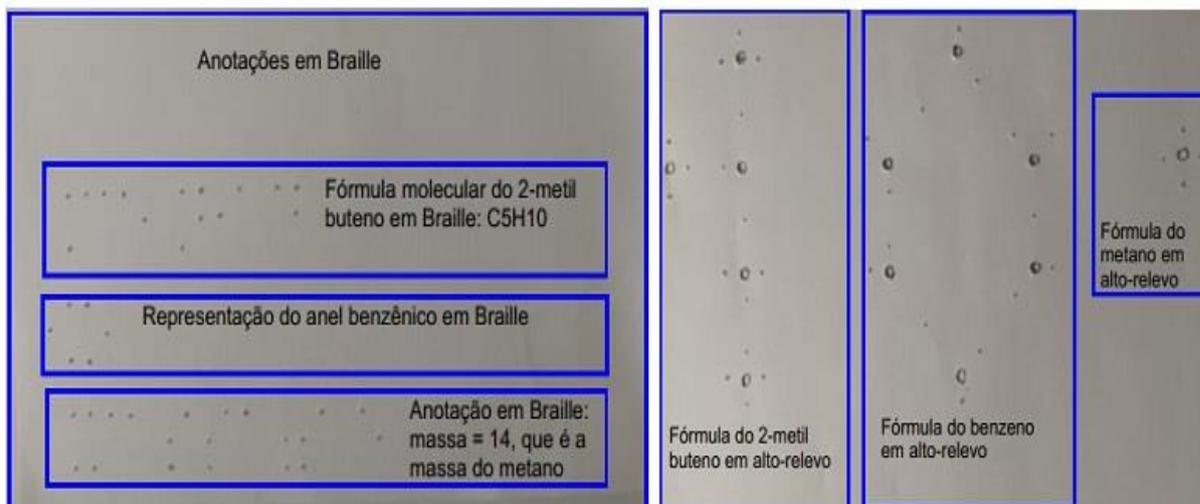


Figura 4: Anotações em braille e em alto-relevo obtidas com o Plano Químico
 Fonte: Dados da pesquisa.

O Plano Químico permite a representação de modelos em alto-relevo, possibilitando tatear as estruturas, superando possíveis limitações do desenho em papel. No ensino de química para deficientes visuais, o uso de modelos viabiliza a mediação entre realidade e teoria, de modo a contribuir para a percepção e entendimento dos conteúdos. Quanto as moléculas, esse fator contribui para a aquisição de uma representação mais acurada da geometria e o posicionamento das ligações entre os átomos (SCHWAHN, 2015).

Tais anotações se mostraram promissoras para serem reutilizadas posteriormente, possibilitando a identificação das características da estrutura, sem a necessidade de uma nova construção das moléculas. As representações obtidas na folha de papel A4 podem facilitar a continuação dos estudos. Ao analisar as estruturas e rever as anotações desenvolvidas no decorrer das aulas, o aluno terá maior possibilidade de praticar não apenas os conteúdos da química, mas também a linguagem braille utilizada na representação química.

7. Considerações finais

É evidente que promover o acesso à educação e a inclusão em classes comuns, por si só, não garante que aquele estudante que apresenta algum tipo de deficiência tenha êxito em seus estudos. Para isso, são necessários mecanismos que possibilitem a esse aluno transpor as limitações existentes, acessar o conhecimento e participar do processo de ensino aprendizagem de forma ativa.

Diante de tais demandas e da escassez de recursos adaptados, o Plano Químico se mostra um material promissor para uso no processo de ensino e aprendizagem de química, em turmas que apresentem estudantes com deficiência visual. Isso ocorre em virtude de esse recurso viabilizar a representação e exemplificação de estruturas químicas, a exemplo de cadeias carbônicas, por meio do tato, facilitando ao estudantes DV superar obstáculos visuais e participar ativamente da aula.

O uso desse recurso vai além da abertura de possibilidades para a abordagem do conteúdo de química. Ele propõe não só a possibilidade de aprendizagem, mas também oferece um estímulo para a interação e a inclusão, contribuindo para um trabalho integrado e promovendo a construção de um ambiente de equidade de condições de aprendizagem e construção conjunta de conhecimento. Isso ocorre em virtude de o recurso possibilitar o estudo das estruturas representadas tanto por meios táteis como visuais, o que colabora para o trabalho conjunto entre estudantes com e sem deficiência visual significativa.

Por se tratar de uma pesquisa em andamento, o material será testado em sala de aula e os resultados advindos do processo serão apresentados em publicações posteriores.

Assim, considerando a relevância dos recursos táteis e a importância da linguagem braille no processo de ensino de estudantes que apresentam deficiência visual, foi desenvolvido o recurso denominado Plano Químico. Após sua confecção, uma análise inicial do material permitiu perceber que ele apresenta fatores que podem contribuir significativamente para o processo de ensino e aprendizagem de química, frente a estudantes com deficiência visual.

Entre os fatores observados no recurso que podem contribuir para o ensino de estudantes com deficiência visual podemos destacar: 1) Esse recurso permite representar em alto relevo fórmulas químicas e cadeias carbônicas, através de uma superfície tátil resistente e agradável ao toque; 2) Através do material, é possível usar a linguagem braille, facilitando a realização de anotações referentes às estruturas construídas e abrindo possibilidades para a autonomia do aluno DV, que poderá revisar conteúdos em casa de modo simples, não ficando restrito apenas ao estudo realizado em sala; 3) Esse também é considerado um material inclusivo, ao passo que possui dimensões semelhantes a um material escolar comum, permitindo a utilização por alunos com e sem deficiência visual significativa.

Por fim, cabe ressaltar que a aplicabilidade do Plano Químico não se limita ao estudo de cadeias carbônicas, mas permite que o professor o utilize para trabalhar diversos conteúdos ao longo dos anos letivos. No 1º ano do ensino médio, pode ser utilizado para representar conteúdos, tais como ligações químicas, geometria molecular, reações químicas, balanceamento, massa molecular e cálculos com fórmulas, que servem como base durante o ensino médio e o ensino superior.

A potencialidade desse recurso se destaca no estudo da química orgânica, base no 3º ano do ensino médio, quando é possível estudar hidrocarbonetos, funções orgânicas, funções orgânicas oxigenadas, funções orgânicas nitrogenadas, estruturas dos compostos, isomeria e reações, abrangendo a maior parte dos conteúdos do referido ano.

Desse modo, o Plano Químico permite ao estudante que apresenta deficiência visual, por meio de um único recuso, explorar conteúdos de diferentes séries, contribuindo para um processo de aprendizagem significativo e inclusivo.

Referências bibliográficas

BARROS, A. P. M.; DANTAS FILHO, F. F. Avaliação de materiais didáticos: uma proposta de ensino do conteúdo geometria molecular para alunos com deficiência visual. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Chapecó, v. 2, n. 2, p. 56-75, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.edu.br/index.php/RIS/article/view/10794>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

BRASIL. **LDB**: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018.

BRASIL. **Lei n. 7.853, de 24 de outubro de 1989**: Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social. Brasília: Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7853.htm>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013**: dispõe sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasília, 2013. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm. Acesso em 22 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Grafia química braille para uso no Brasil**. 3. ed. Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão MEC; SEESP, 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em: 08 dez. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.** Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 de dezembro de 1999.

BRITO, L. G. D. F. **A tabela periódica:** um recurso para a inclusão de alunos a deficientes visuais nas aulas de química. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-graduação em ensino de Ciências Naturais e da Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16021>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

BASTOS, A. R. B. Proposição de recursos pedagógicos acessíveis: o ensino de química e a tabela periódica. **Journal of Research in Special Educational Needs**, Bagé, v. 16, p. 923–927, ago. 2016. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1471-3802.12232>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

FARIAS, F. M.C. *et al.*. Construção de um modelo molecular: uma abordagem interdisciplinar química -matemática no ensino médio. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 849–863, mai./jun. 2015. Disponível em <:<http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/888>>. Acesso em: fev. 2020.

FELTRE, R. **Química orgânica**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. V. 3

FONSECA, M. R. M. **Química**. São Paulo: Ática, 2013. V. 3.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, F. P. *et al.* A Educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: a deficiência visual em debate. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 264–271, nov. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/download/6832/pdf_1.> Acesso em: 17 fev. 2020.

LOURENÇO, I. M. B. **Ensino de química:** testagem de materiais para cegos. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Interunidades De Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-25072018-142523/publico/llza_Mara_Barros_Lourenco.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2019.

MANOEL, V. A. *et al.* Recursos didáticos e tecnológicos da educação especial aplicados a EAD. In: SEMINÁRIO NACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 4., Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: ABED, 2006. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/seminario2006/pdf/tc045.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

MANZINI, E. J.; DELIBERATO, D. **Portal de ajudas técnicas:** equipamentos e material pedagógico para educação, capacitação e recreação da pessoa com deficiência física: recursos para comunicação alternativa. Brasília: MEC: SEESP, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ajudas_tec.pdf>. Acesso em 15 dez. 2019.

MARIANO, L. S.; REGIANI, A. M. Reflexões sobre a formação e a prática pedagógica do docente de química cego. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 19–25, jul. 2015. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_I/05-RSA-89-14.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

MASSON, R. *et al.* Tabela periódica inclusiva. **Journal of Research in Special Educational Needs**, País de Gales, v. 16, n. 1, p. 999–1003, ago. 2016. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1471-3802.12354>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

MICHELOTTI, A. **A deficiência visual e o mundo microscópico: modelos didáticos- uma metodologia alternativa.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa em Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15037>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

PEROVANO, L. P.; PONTARA, A. B.; MENDES, A. N. F. Dominó inorgânico: uma forma inclusiva e lúdica para ensino de química. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 2, n. 9, p. 37–50, jul./dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1088/1831>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed., Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RESENDE FILHO, J. B. M. *et al.* Avaliação do nível de conhecimento dos alunos do ensino médio da cidade de João Pessoa com Deficiência visual sobre as grafias química e matemática braille. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 26, n. 46, p. 367–384, mai./ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/download/6832/pdf_1>. Acesso em: 5 dez. 2019.

SCHWAHN, M. C. A. A. **Aprendizado de geometria molecular e representações atomísticas com o uso de modelos moleculares: análise das imagens mentais de estudantes com cegueira congênita.** Tese (Doutorado em Ensino) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015. Disponível em: <<http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/243/331>>. Acesso em: 03 fev. 2019.

SILVEIRA, A. J. **Química orgânica teórica.** Belém: Editaedi, 2014.

SIMÕES, G. S. **“Me ajuda a entender”:** website como ferramenta de apoio para professores no ensino de química a estudantes com deficiência visual. Dissertação (Mestrado de Ensino) - Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B2YN2T>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

VASCONCELLOS, C. S. Metodologia dialética em sala de aula. **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 1, p. 1-18, abr. 1992.

XAVIER, J. Deficiência visual atinge cerca de 1,4 milhão de crianças no mundo. **Portal Fiocruz**, Rio de Janeiro, 14 jun. 2017. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/deficiencia-visual-atinge-cerca-de-14-milhao-de-criancas-no-mundo>>. Acesso em: 10 dez. 2020.