



## Recurso didático acessível para o ensino de Química Orgânica: aplicação de técnicas de bordado

*Accessible resources for teaching organic chemistry: application of embroidery techniques*

Lidivânia Silva Freitas Mesquita<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3552-0391>  <http://lattes.cnpq.br/6061611871078543>

Cristiane Maria Sampaio Forte<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7940-0175>  <http://lattes.cnpq.br/3085435107003470>

Ana Karine Portela Vasconcelos<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-1087-5006>  <http://lattes.cnpq.br/9270231270884490>

### RESUMO

Este trabalho teve por finalidade apresentar o desenvolvimento de quatro recursos acessíveis a pessoas com deficiência visual (DV) para o ensino de nomenclatura de alcanos. Inicialmente, foi desenvolvido um piloto, que consistia em um recorte de tecido de algodão cru, com 20 x 25 cm. Nele constavam a estrutura química do 3-etil-2-metilexano, com nomenclatura, fórmula molecular em braille e em letra bastão. Foi utilizado o bordado livre para bordar as informações com diferentes relevos e texturas. O piloto foi testado por dois alunos com DV, um cego e um com baixa visão. Por meio de entrevista semiestruturada, foram estabelecidas conversações sobre: organização das informações, estrutura química, braille e letra bastão. Os resultados foram analisados a partir da avaliação dos estudantes e com base nas sugestões realizadas foram construídos os quatro recursos acessíveis dos alcanos: octano, 3-etil-2-metilexano, cicloexano e 1-etil-2-metilciclopentano. Concluiu-se que o bordado foi eficiente para a construção dos recursos acessíveis, pela versatilidade em criar relevos, auxiliando na formação de imagens mentais. Bem como os recursos têm potencial para melhorar a compreensão do assunto.

**Palavras-chave:** Ensino de Química; deficiência visual; recurso didático acessível; bordado livre.

### ABSTRACT

*This paper aimed to present four accessible resources for people with visual impairment (VI) designed for teaching alkane nomenclature. Firstly, a pilot was developed, consisting of a raw cotton fabric cut, measuring 20 x 25 cm. It contained the chemical structure of 3-ethyl-2-*

<sup>1</sup> Secretaria de Educação do Estado do Ceará - SEDUC, Fortaleza/CE - Brasil. E-mail: [lidivaniafreitas@gmail.com](mailto:lidivaniafreitas@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [cristiane.forte@uece.br](mailto:cristiane.forte@uece.br)

<sup>3</sup> E-mail: [karine@ifce.edu.br](mailto:karine@ifce.edu.br)



*methylhexane, with nomenclature, molecular formula in Braille and in uppercase letters. Free embroidery was used to embroider the information with different ledges and textures. We tested the pilot with two students VI, one of them blind and the other one with low vision. Semi-structured interviews guided conversations about: organizing information, chemical structure, Braille and handwriting. The results were analyzed based on the students' evaluation and considering their suggestions, the four accessible resources of alkanes were built: octane, 3-ethyl-2-methylhexane, cyclohexane and 1-ethyl-2methylcyclopentane. We concluded that embroidery was efficient for developing accessible resources, due to its versatility in form edges, which helps to create mental images. And the resources have the potential to improve understanding of the subject.*

**Keywords:** *Chemistry Teaching; visual impairment; accessible teaching resource; free embroidery.*

## 1. INTRODUÇÃO

A inclusão de alunos com deficiência é um processo que envolve vários setores e personagens que fazem parte da comunidade escolar, bem como políticas públicas voltadas ao tema e sua aplicabilidade. Conforme pesquisa realizada por Matos e Mendes (2015), ao analisar as demandas dos professores decorrentes da inclusão escolar, este processo vai desde a adequação física dos espaços às metodologias e recursos didáticos utilizados pelos docentes, garantindo equidade no acesso ao conhecimento.

A inclusão escolar no âmbito didático-pedagógico preconiza que o corpo docente esteja apto a reconhecer as necessidades específicas dos alunos com algum tipo de deficiência, bem como de fornecer equidade nos meios de acesso ao conhecimento. O público alvo da inclusão é vasto, e no que concerne às metodologias que devem ser aplicadas ao público com deficiência visual (DV), vale salientar que elas devem estar associadas a recursos para promoção de acessibilidade. No entanto, de acordo com Silva e Amaral (2020), apesar dos professores reconhecerem essa necessidade muitos não se sentem preparados para atuarem com esse público por não conhecerem suas especificidades.

No que se refere aos alunos com deficiência visual, a necessidade de os professores de Química/Ciências compreenderem as características dessa deficiência faz-se ainda mais importante, visto que muitas vezes os conhecimentos trabalhados na disciplina são abordados de modo dependente de estímulos visuais, fato que dificulta a participação e o acesso aos conhecimentos por alunos cegos e com baixa visão (Paula; Guimarães; Silva, 2017, p. 858).

É importante para o professor conhecer não apenas as características da DV como também as singularidades dos seus alunos, isso permite que o profissional identifique as diferentes necessidades dos estudantes, sejam cegos ou com baixa visão. Visto que o seu histórico de vida, como por exemplo, se a DV é congênita ou adquirida, vai influenciar diretamente nos seus referenciais visuais e logo, na forma de comunicação com esse estudante. Conhecendo essas características, o professor pode propor metodologias que contemplem as necessidades do público em questão e principalmente extinguir concepções errôneas sobre o desenvolvimento, as potencialidades e dificuldades desse público.



Vale salientar que para ensinar Química a pessoas com DV, ou seja, para propor uma metodologia diferente e adaptada às necessidades específicas desses estudantes, é importante superar um conjunto de obstáculos, “[...] tais como: problemas de acessibilidade, ausência de material didático e tecnologias assistivas, formação docente, barreiras atitudinais, etc.” (Duarte; Rossi, 2021, p. 399). Considerando os entraves supracitados, enfatiza-se que a formação docente na temática é imprescindível, visto que é por meio dela que o professor poderá compreender o processo de desenvolvimento desses estudantes e criar meios para promover o acesso ao conhecimento em condições de equidade.

Nesse aspecto, de acordo com os seus estudos, Vygotsky (1997) entende que o desenvolvimento do estudante com DV não está ligado à função orgânica, para ele a superação da deficiência se dá através de processos de compensação, de caminhos alternativos e do uso de recursos especiais. O autor estabelece ainda que “[...] a criança, cujo desenvolvimento foi complicado por um defeito, não é simplesmente menos desenvolvida que suas contemporâneas normais; é uma criança, porém, desenvolvida de outro modo” (Vygotsky, 2022, p. 31), ele se dedicou a estudar os sujeitos com base em suas potencialidades e não em suas limitações. Diante disso, é importante mencionar Souza (2015) quando ele afirma que a maioria dos indivíduos não aprende adequadamente porque não lhes são fornecidos as estratégias e os recursos específicos, visto que todos são capazes de aprender, no entanto o fazem de formas diferentes.

“É nessa busca por diferentes formas de acesso à informação que professores desenvolvem recursos didáticos, sejam eles intencionalmente inclusivos ou não” (Mól; Dutra, 2020, p.18). O Ministério da Educação (MEC), por meio de Sá, Campos e Silva (2006), reforça em suas orientações que a prática pedagógica inclusiva para alunos com DV deve contemplar a capacidade de diferenciação pelo tato dos alunos deficientes visuais. Assim, entende-se que recursos táteis são um tipo de Tecnologia Assistiva que funciona como meio de compensação e pode atuar auxiliando na compreensão de conteúdos que são guiados por modelos e imagens, situações muito presentes no Ensino de Química. Tais recursos podem ser inseridos em situações e vivências cotidianas em sala de aula, atuando não só como meio de inclusão educacional como também social. Como ressalta Mól e Dutra (2020), os materiais inclusivos devem ser desenvolvidos no intuito de atender o maior número de pessoas possível, incluindo alunos com baixa visão, visão alterada e ou ainda visão normal, despertando curiosidade inclusive destes últimos.

Conforme Pena, Nascimento e Mól (2019) o ponto chave para o desenvolvimento de aprendizagens dos alunos com DV é a utilização de material adaptado com características táteis. Em se tratando do Ensino de Química, que essa necessidade reside na constatação dos desafios enfrentados no acesso ao conhecimento que tem como base referenciais visuais. Sob essas circunstâncias, métodos tradicionais de ensino muitas vezes se mostram limitados, impedindo uma participação efetiva e equitativa. Dessa forma, a criação de recursos acessíveis emerge como uma resposta essencial para superar tais barreiras.

Nesse sentido, este trabalho teve por finalidade desenvolver quatro recursos didáticos acessíveis para o ensino de nomenclatura de alcanos a alunos com DV, a fim de



proporcionar equidade de acesso ao conhecimento por este público. Para isto foi, inicialmente, construído um modelo piloto, com o propósito de realizar testes com alunos com DV e identificar possíveis pontos para melhoria do material e torná-lo completamente acessível a este público. Posteriormente, foram construídos quatro recursos permanentes com as devidas sugestões dos estudantes. Cada recurso construído possuía um alcano de estrutura química diferente, com cadeias: aberta/normal, aberta/ramificada, fechada/normal e fechada/ramificada, para que o estudante tivesse acesso a um maior número de regras de nomenclatura para estes compostos, segundo a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC).

## 2. RECURSOS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Sá, Campos e Silva (2006) afirmam, categoricamente, que a visão reina soberana na hierarquia dos sentidos. Isso é perceptível quando se reconhece que a sociedade é guiada por referências e padrões visuais. No âmbito escolar, inclusive, muitos conteúdos curriculares de Química são permeados por símbolos, convenções, gráficos ou imagens que são uma extensão dos textos e necessários para compreensão.

E estes artifícios são, em sua forma bidimensional e em tinta, inacessíveis ao estudante que possui DV, não pelo aspecto cognitivo, e sim pelo fato de não ser possível ter acesso à informação para decodificá-la. Como ressalta Vygotsky (1997), o processo de ensino e aprendizagem para pessoas com DV não difere, do ponto de vista cognitivo, do processo para aqueles que não apresentam essa deficiência. Para o autor, a superação da deficiência da visão se dá, em parte, através do uso de recursos especiais. Ele ainda reforça que estes recursos devem privilegiar os sentidos remanescentes, principalmente a audição e o tato.

O sistema háptico é o tato ativo, constituído por componentes cutâneos e sinestésicos, através dos quais impressões, sensações e vibrações detectadas pelo indivíduo são interpretadas pelo cérebro e constituem fontes valiosas de informação. As retas, as curvas, o volume, a rugosidade, a textura, a densidade, as oscilações térmicas e dolorosas, entre outras, são propriedades que geram sensações táteis e imagens mentais importantes para a comunicação, a estética, a formação de conceitos e de representações mentais (Sá; Campos; Silva, 2006, p. 16).

Dessa forma, ao explorar propriedades que geram as mais diversas sensações táteis é possível construir recursos didáticos para promoção do acesso ao conhecimento por estudantes com DV.

É importante salientar que não existe apenas um tipo de DV, no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004 consta a definição e a classificação atualmente aceitas para a DV. Têm-se que

[...] deficiência visual: cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a



ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004).

E diante disso, para que os recursos sejam inclusivos em sua totalidade, para que a inclusão de um não implique na exclusão de outro como enfatizam Paulo, Borges e Delou (2018), é necessário que as informações presentes nos recursos também sejam acessíveis para pessoas com baixa-visão e sem DV, conseqüentemente.

Assim, para que os recursos didáticos sejam acessíveis para pessoas com DV e eficientes para suas propostas educacionais, é necessário que eles atendam aos seguintes critérios de qualidade, estabelecidos pelo MEC.

A fidelidade da adaptação deve ser tão exata quanto possível em relação ao modelo original; As dimensões devem ser cuidadosamente observadas, pois o exagero no tamanho pode prejudicar a apresentação da totalidade dificultando a percepção global e objetos ou desenhos em relevo pequenos demais não ressaltam detalhes de suas partes componentes ou se perdem com facilidade; Devem possuir estímulos visuais e táteis que atendam às diferentes condições visuais. Portanto, o material deve apresentar cores contrastantes, texturas e tamanhos adequados para que se torne útil e significativo; O relevo deve ser facilmente percebido pelo tato e, sempre que possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as partes componentes do todo; O material não deve provocar rejeição ao manuseio e ser resistente para que não se estrague com facilidade e resista à exploração tátil e ao manuseio constante; Deve ser simples e de fácil manuseio, proporcionando uma prática utilização e não deve oferecer perigo para os alunos (Sá; Campos; Silva, 2006, p. 27).

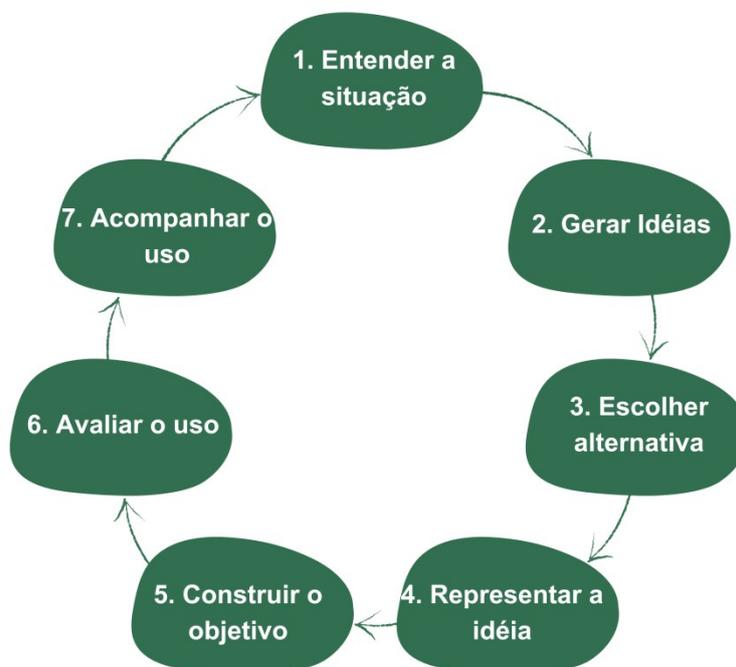
Cada indivíduo com DV possui necessidades educacionais específicas (NEE) únicas e a criação do recurso didático deve ser pensada com base em uma estratégia que vá desde a idealização do recurso até o seu uso efetivo pelos estudantes. Pois como destaca Aguiar *et al.* (2018), a educação inclusiva tem por finalidade um ensino adaptado às necessidades individuais dos alunos. Nessa perspectiva, Manzini e Santos (2002) criaram uma orientação em sete etapas, para o desenvolvimento de recursos táteis. A Figura 1 apresenta o Fluxograma com as etapas do desenvolvimento de recursos didáticos acessíveis.

Na primeira etapa do processo, Entender a situação, é necessário observar a dinâmica do estudante no contexto escolar, a fim de conhecer suas NEE ligadas à sua deficiência. Nas duas etapas seguintes, são identificados os conteúdos curriculares que possuem elementos gráficos que não são acessíveis aos alunos com DV. Assim, a partir de conversa com o estudante deficiente, com sua família e com o profissional do Atendimento Educacional Especializado (AEE) que o acompanha são buscadas soluções para atender as necessidades específicas do aluno. A partir da posse dessas informações, o professor deve iniciar efetivamente o processo de representação da ideia por meio de desenhos ou modelos, bem como deve definir os materiais a serem utilizadas, as dimensões do objeto, formas, medidas, peso, texturas, cores a serem utilizadas. Após a construção do recurso é fundamental que o aluno que vai utilizá-lo faça uma avaliação a fim de verificar se ele atende às expectativas e aos critérios de qualidade definidos por Sá, Campos e Silva (2006). A sétima etapa consiste em fazer o



acompanhamento do uso da ferramenta, para verificar se as condições do aluno que a utiliza mudam com o passar do tempo e se há necessidade de fazer alguma adaptação ou ajuste no objeto.

**Figura 1** – Fluxograma com as etapas do desenvolvimento de recursos acessíveis.



Fonte: Adaptado de Manzini e Santos (2002).

A literatura norteia a construção de recursos acessíveis para pessoas com DV, com processos e critérios estabelecidos que já foram testados e que possuem eficiência comprovada (Manzini; Santos, 2002; Sá; Campos; Silva, 2006; Mól; Dutra, 2020). Contudo, é importante destacar que há uma flexibilidade no processo de construção do objeto, em que as fases não ocorrem necessariamente com linearidade na sequência das etapas, e pode haver superposição entre elas, cabe àquele que está à frente do processo de construção fazer essa avaliação.

Vale salientar que, na área de Ensino de Química, os cursos de formação de professores em geral não abordam a temática específica da construção de materiais didáticos acessíveis a pessoas com DV (Almeida; Furtado; Yamaguchi, 2020; Araújo; Militão, 2020; Batista; Rodrigues; Denari, 2021; Borges; Santos; Costa, 2019; Dias; Silva, 2020; Galasso; Andrade, 2022), ocasionando uma formação inicial insuficiente na área. Por conseguinte, essa defasagem acarreta em dificuldades para trabalhar com esse público, visto que as singularidades dos estudantes não são conhecidas bem como as práticas pedagógicas específicas, implicando em uma prática docente baseada na intuição e não na literatura consolidada. Conforme Dias e Silva (2020), isso pode levar o corpo docente a propalar o discurso de que os professores não são formados para atuarem na educação das pessoas com deficiência, reforçando os mecanismos de exclusão.



### 3. O BORDADO LIVRE COMO TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS

O bordado pode ser definido como uma técnica artesanal na qual o tecido é ornamentado utilizando-se agulha e linha, a partir dessa técnica é possível criar diferentes desenhos, texturas e relevos numa quantidade ilimitada de possibilidades. Conforme Sousa (2019)

[...] instrumentos específicos são necessários na criação de um novo bordado. A caneta e o papel fazem parte da primeira etapa do fazer bordar: o desenvolver do risco. Nele se esboça o desenho, o rascunho, o projeto, a forma do bordado que, posteriormente, se tornarão pontos texturizando um tecido bordado. Tendo o risco traçado na trama, insere-se o tecido contornado nas argolas do bastidor - suporte circular que delimita e estira a superfície a ser bordada. [...]. Para colocar os pontos do bordado é necessário aplicar linhas [...]. Porém todo este material só se torna em um bordado se uma agulha se envolve nas linhas, perfurando a superfície para criar novas texturas e pontos (Sousa, 2019, p. 25).

Conforme relatado, o processo de criação de um bordado envolve as seguintes etapas:

- Criação do risco em papel;
- Transferência do risco para o tecido utilizando caneta térmica por meio da sobreposição deste no papel, utilizando mesa de luz ou não;
- Inserção do tecido a ser bordado no bastidor; e
- Execução do bordado livre utilizando linha e agulha.

Vale salientar que existem vários tipos de bordado, os dois tipos mais conhecidos são o ponto cruz, que consiste em bordar um desenho seguindo padrões com pequenos pontos na forma de cruz, e o bordado livre, que, como o próprio nome indica, proporciona maior liberdade na criação de formas, relevos e texturas, que variam de acordo com o tipo de tecido em que é feito o bordado, bem como das linhas que são utilizadas. Diferente do bordado em ponto cruz, no bordado livre as possibilidades de criação de diferentes pontos proporcionam um resultado menos linear e mais realista dos desenhos criados. Outra diferença significativa é o tipo de tecido, no bordado livre as tramas do tecido são pequenas e quase imperceptíveis, já no ponto cruz o tecido usado possui tramas mais definidas. A Figura 2 apresenta exemplos de tecidos bordados em ponto cruz e com bordado livre, respectivamente.

O bordado livre pode ser considerado uma técnica acessível, pois não requer o uso de materiais de elevado custo financeiro. Os materiais básicos para iniciar um projeto a partir dessa técnica são: tecido (o mais utilizado é o algodão cru - n° 09), linhas (mouliné<sup>4</sup> ou linha perlé<sup>5</sup>), agulhas (a escolha da agulha irá depender do tipo de linha utilizada), tesoura, canetas térmicas ou lápis e bastidor (acessório opcional, utilizado para fixar o tecido enquanto está sendo bordado), conforme apresentado na Figura 3.

<sup>4</sup> Consiste em uma meada com seis fios de linha, que podem ser utilizados em conjunto ou sozinhos a depender do efeito que se deseja criar.

<sup>5</sup> Linha para bordado livre com dois cabos torcidos/espiralados.



**Figura 2** - Exemplos dos tipos de bordados: ponto cruz<sup>6</sup> e bordado livre<sup>7</sup>.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

**Figura 3** - Materiais básicos utilizados no bordado livre (1- tecido em algodão cru, 2- bastidor, 3- caneta térmica Frixion Pilot, 4- lápis HB, 5- linha mouliné preta Anchor, 6- linha perlé amarela Anchor, 7- agulhas de costura simples, 8- tesoura pássaro para bordado).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Ziani (2013) destaca que a tradição do bordado foi inserida entre as artes visuais, pois a partir do bordado é possível compor desenhos e tramas, preencher espaços, dimensionar profundidade, culminando em efeitos sensíveis à visão ou ao tato. E, de

<sup>6</sup> Recorte de uma toalha do tipo centro de mesa, adquirida em feira de artesanato por uma das autoras, bordado em ponto cruz no tecido étamine.

<sup>7</sup> Bastidor com tecido em algodão cru (nº 09) bordado por uma das autoras utilizando o bordado livre.



acordo com Andrade (2018), a arte é um meio potente de trabalho com pessoas surdocegas, como expressão de seu ser, como comunicação, como ampliação da percepção e entendimento de mundo, dessa forma o bordado tem potencial para ser uma técnica utilizada na produção de recursos pedagógicos para facilitar a aprendizagem para estudantes cegos e de baixa visão, em especial quando se trata de conteúdos de Química.

Como técnica de construção de recursos acessíveis para pessoas com DV visual, e visando salientar sua flexibilidade, é importante mencionar o trabalho de Silva (2021), em que a autora utilizou técnicas de bordado para a construção de mapas táteis. E o trabalho de Pedrosa (2022), em que a técnica foi aplicada para o desenho de estruturas químicas. Os recursos produzidos nos trabalhos supracitados, a partir da técnica do bordado livre, possuem características importantes e que vão ao encontro dos critérios de qualidade para essas ferramentas definidas pelo MEC em Sá, Campos e Silva (2006), assim como das características elencadas por Mól e Dutra (2020).

Um diferencial da técnica é a possibilidade de combinação de cores contrastantes, assim como a criação de diferentes texturas e relevos, utilizando linhas e pontos diversos. Com a mesma linha, é possível criar superfícies com resistência ao deslizamento dos dedos, utilizando um ponto como o nó francês de forma aglomerada, por exemplo. Bem como, pode-se criar uma superfície mais lisa com a utilização do ponto cheio. Essa diversidade de texturas que podem ser criadas é fundamental na criação de recursos táteis. Pois o contraste gerado auxilia na interpretação das informações, pela pessoa com deficiência visual.

Como os recursos são construídos basicamente de linha e algodão, eles não oferecem perigo àqueles que irão utilizá-los. Pois não existem extremidades ou constituintes perfurantes, por exemplo. Assim como, pelo fato do recurso criado com esta técnica ser totalmente costurado, ele é resistente à exploração tátil e ao manuseio constante, tornando o recurso durável.

#### 4. METODOLOGIA

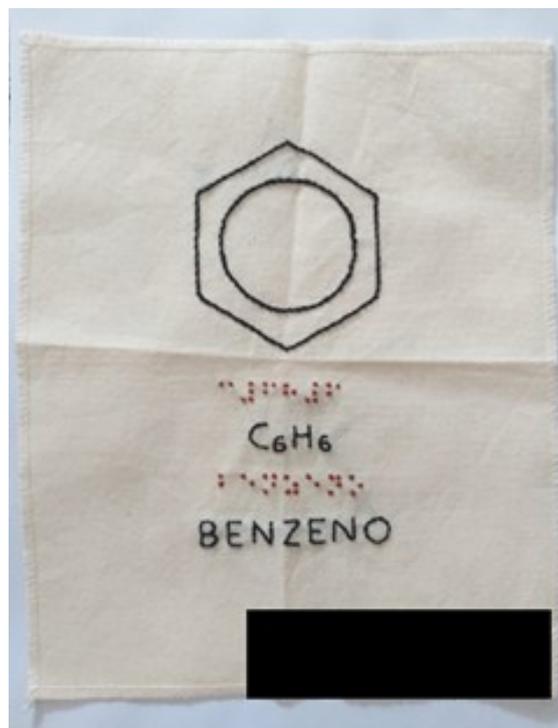
Neste trabalho será apresentado o desenvolvimento de quatro recursos didáticos acessíveis voltados ao ensino acerca de nomenclatura alcanos, segundo a IUPAC, para pessoas com DV.

A pesquisa teve como base, o Trabalho de Conclusão de Curso de Pedrosa (2022), no qual foi aplicada uma nova técnica para construção de recursos acessíveis para o Ensino de Química a pessoas com DV, o bordado livre. Dessa forma, neste manuscrito foram aplicados alguns padrões já testados por Pedrosa (2022) (Figura 4), como tamanho do recurso, bem como os pontos do bordado utilizados para a estrutura química, informações em letra bastão e em braille<sup>8</sup>. Pois a finalidade do recurso produzido nesta pesquisa tem semelhanças significativas com o anterior, o que minimiza a possibilidade de readequação da estrutura.

<sup>8</sup> Sistema de escrita tátil que utiliza seis pontos em relevo dispostos em duas colunas, possibilitando a formação de 63 símbolos diferentes, que são empregados em textos literários nos diversos idiomas, como também nas simbologias matemática e científica (Lemos; Cerqueira, 2014).



**Figura 4** – Recurso construído para o Ensino de Química de alunos com DV utilizando a técnica do bordado livre.



Fonte: Retirado de Pedrosa (2022).

Vale salientar que também foram observadas as orientações para construção de recursos acessíveis dispostas no Portal de Ajudas Técnicas: Recursos Pedagógicos Adaptados (Manzini; Santos, 2002), bem como foram seguidos os critérios de qualidade definidos em Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual (Sá; Campos; Silva, 2006), ambos documentos da Secretaria de Educação Especial – MEC.

#### 4.1. CONFECÇÃO DO MODELO PILOTO

Como parte do processo de criação de um novo recurso acessível, foi elaborado um modelo piloto a fim de fazer uma avaliação prévia por pessoas com DV e verificar possíveis adequações. O recurso foi confeccionado com dimensões 20 cm x 25 cm e obedeceu à estrutura disposta na Figura 5.

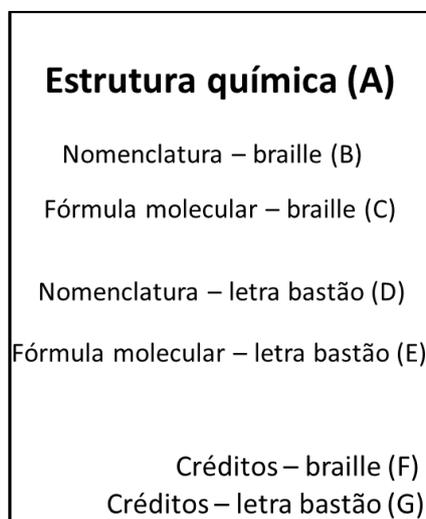
Houve uma alteração na disposição das informações em relação ao modelo proposto por Pedrosa (2022). Em virtude do reconhecimento e da análise de um novo material didático ser um processo mais desafiador para o estudante cego do que para aqueles sem DV ou que possuem algum resíduo visual (baixa visão), optou-se por priorizar no material a disposição das informações em braille logo abaixo da estrutura química. Nesse sentido, espera-se que as dificuldades de localização das informações sejam minimizadas.

Foi selecionado o alcano de cadeia ramificada, 3-etil-2-metilexano, a fim de que pudesse ser aplicado um maior número de regras para nomenclatura de alcanos segundo a IUPAC. A partir de então, foi desenhado um esboço com todas as informações constantes na Figura 5, para o alcano escolhido, em folha de papel A4,



conforme a etapa quatro das orientações de Manzini e Santos (2002) para construção de um recurso acessível (Figura 1).

**Figura 5** – Recurso construído para o Ensino de Química de alunos com DV.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O risco<sup>9</sup> foi realizado utilizando diferentes ferramentas. A estrutura química (item A) foi desenhada com o auxílio do software *ChemDraw*, utilizando estrutura condensada linear. Esta representação de cadeias carbônicas é uma boa alternativa para alunos com DV, visto que não há necessidade de representar os elementos químicos carbono e hidrogênio, não causando poluição tátil e facilitando a leitura das informações.

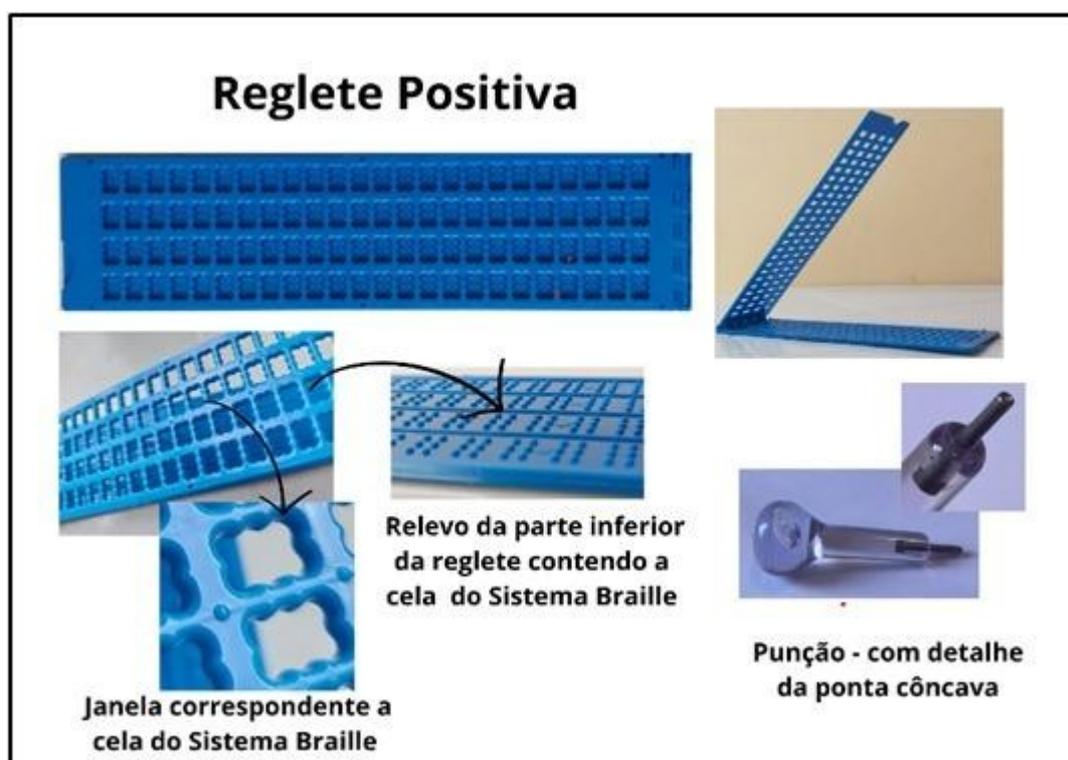
Para as informações em letra bastão (itens D, E e G) foi utilizada a fonte Arial, tamanho 32. As informações em braille (itens B, C e F) foram escritas utilizando caneta térmica Frixion da Pilot e reglete positiva<sup>10</sup> da marca Tece®, a fim de conservar o espaçamento entre os pontos do sistema braille, necessários para escrita e leitura corretas. Importante destacar que para o desenvolvimento de um recurso didático acessível bordado não se utiliza a punção, os pontos em braille são marcados no tecido utilizando caneta térmica ou lápis, e em seguida bordados com o ponto adequado. A reglete positiva (Figura 6) foi utilizada em virtude do espaçamento entre as suas celas ser ligeiramente maior que a reglete convencional, ou negativa, proporcionando mais espaço para o bordado dos pontos, mas ainda dentro dos limites estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (Rangel; Oliveira, 2022).

<sup>9</sup> O risco é a base para o bordado, que consiste em criar, ou utilizar, os padrões de desenhos em papel para depois ser transferido para o tecido que será bordado (Queiroz, 2011).

<sup>10</sup> Instrumento utilizado para escrita braille, composto por duas placas de plástico fixas por meio de uma dobradiça na lateral esquerda e com um espaço entre elas para permitir a introdução de uma folha de papel. A placa inferior possui os seis pontos convexos em cada cela braille. Acompanha a punção, um instrumento de pressão sem ponta e com concavidade fechada utilizado para marcar a folha de papel que é colocada entre as duas placas da reglete para formar os pontos já em alto relevo (Alisson, 2013).



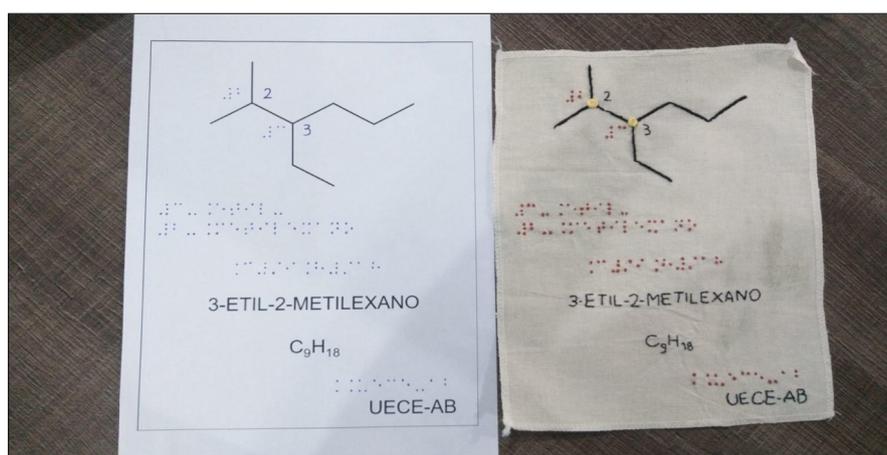
**Figura 6** – Reglete positiva da marca Tece© utilizada na confecção dos recursos acessíveis.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

As informações contidas no risco foram transferidas para o tecido de algodão cru (20 cm x 25 cm) (Figura 7) utilizando a caneta térmica, através da sobreposição deste no papel, com o auxílio de uma mesa de luz.

**Figura 7** – Risco construído em folha A4 e modelo piloto finalizado.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Em seguida, o tecido foi bordado manualmente por meio da técnica do bordado livre, a qual foi utilizada para criar relevos e texturas em uma superfície de algodão cru, através da utilização de diferentes pontos e/ou linhas (Quadro 1) (Figura 8).

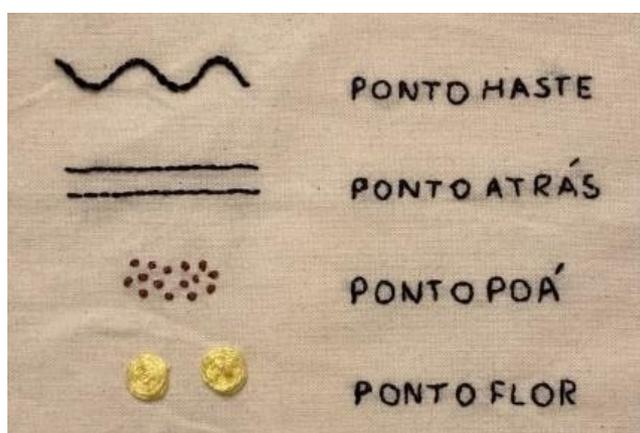


**Quadro 1** - Resumo de linhas e pontos utilizados no material piloto.

	Item	Tipo de linha	Cor da linha	Ponto de bordado
A	Estrutura química	Perl�	Preta	Haste
A	Marca�o do carbono com ramifica�o	Perl�	Amarela	Flor
B	Nomenclatura IUPAC - braille	Perl�	Marrom	Poa�
C	Fórmula molecular - braille	Perl�	Marrom	Poa�
D	Nomenclatura IUPAC - letra bastão	Perl�	Preto	Atrás
E	Fórmula molecular - letra bastão	Moulin� (2 fios)	Preto	Atrás
F	Créditos - braille	Perl�	Marrom	Poa�
G	Créditos - bastão	Perl�	Preto	Atrás

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

**Figura 8** - Pontos de bordado utilizados na constru o do modelo piloto.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Vale ressaltar que foi utilizado um ponto uniforme, o ponto haste, para bordar a estrutura química condensada do 3-etil-2-metilexano. Na cadeia principal, o elemento carbono que possui a ramifica o (C-3) foi numerado e marcado utilizando um ponto de bordado com textura e cor diferentes dos usados para a estrutura química, que foi o ponto flor em amarelo. Isto foi realizado na expectativa de auxiliar o estudante deficiente visual na identifica o da presença de ramifica o na estrutura química.

#### 4.2. TESTE DO MODELO PILOTO

A etapa da avalia o inicial do modelo piloto   fundamental, pois   a partir dela que se pode entender se o recurso atender  às necessidades educacionais do aluno com DV (Manzini; Santos, 2002). E por mais que o material tenha sido pensado de acordo com os critérios de qualidade definidos pelo MEC em S , Campos e Silva (2006), apenas um aluno com DV pode atestar a sua eficiência.

O teste do modelo piloto foi realizado por dois alunos de uma escola pública, um cego e um com baixa visão, que cursam a 3  série do Ensino Médio, localizada em Fortaleza- Ceará. Durante o teste, ambos relataram estar estudando o assunto, e



ainda tinham dúvidas acerca do tema devido à falta de percepção na disposição dos átomos nas cadeias carbônicas.

O encontro, que foi gravado com o assentimento dos estudantes, aconteceu na sala de recursos multifuncionais (SRM) da escola na qual os alunos estão matriculados, através de uma entrevista semiestruturada e mediante autorização prévia da gestão. As avaliações com os dois alunos foram realizadas simultaneamente.

O encontro iniciou-se a através de explicação acerca dos objetivos de aprendizagem almejados com a utilização do recurso finalizado. Em seguida, estabeleceram-se conversações acerca de alguns pontos da estrutura do modelo piloto. Foram realizadas indagações sobre: a organização das informações, estrutura química, escrita em braille e letra bastão. Estes pontos foram levantados com objetivo de verificar se a estrutura de disposição das informações no modelo piloto proporcionava uma “leitura” eficiente do recurso.

Os resultados foram analisados a partir da avaliação dos estudantes, seguindo uma perspectiva qualitativa. E a partir das observações e críticas realizadas, os recursos didáticos finais foram construídos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. AVALIAÇÃO DO MODELO PILOTO

No início da avaliação, o estudante cego já mostrou interesse em explorar o recurso, e logo relatou:

*“Vai ser muito bom ter esse material, porque a gente tá estudando esse assunto.”*

Inicialmente, foi pedido ao aluno cego que tateasse o recurso, a fim de avaliar se a localização das informações em relevo e em braille seriam percebidas. O estudante mostrou percepção aguçada em relação à estrutura do recurso tátil e conseguiu encontrar, facilmente, a estrutura química do 3-etil-2-metilexano, bem como as informações em braille, o que se pode verificar em sua fala:

*“A disposição das informações, eu achei bem interessante ficou bem espaçado. Nada em cima do outro. Então o cego vai se encontrando no próprio material. Ele não vai precisar de um professor pra ficar guiando ele se ele tiver o mínimo de noção ele mesmo se encontra”.*

A partir destas colocações, decidiu-se manter as informações em braille logo abaixo da estrutura química, para facilitar a sua localização pela pessoa cega, seguidas das informações em letra bastão.

Acerca da estrutura química do alcano, quando questionado a respeito do relevo e do contraste de texturas criado a partir do ponto de bordado com o tecido em algodão cru da base, o estudante afirmou que:



*“Precisa de mais relevo, está baixo em alguns pontos e não dá pra perceber direito. Tinha que ser mais grossa.”*

Assim, para o recurso final decidiu-se usar mais fios da mesma linha (mouliné) e fazer o mesmo ponto, o haste, mas com um comprimento menor<sup>11</sup>, a fim de dar mais relevo à estrutura.

O aluno com baixa visão quando questionado, acerca da estrutura química, afirmou que o contraste de cores da base em algodão cru e da linha preta era muito bom, e que para ele o contraste gerado com fundo claro e letras ou desenhos escuros era mais agradável.

Ainda em relação à estrutura química, foi escolhido um alceno com cadeia ramificada para testar a marcação/identificação do carbono da ramificação. A cadeia principal do 3-etil-2-metilhexano possui seis carbonos, contudo decidiu-se identificar com o ponto flor em amarelo apenas o carbono ligado à ramificação, na expectativa de ser possível perceber as extremidades inicial e final da cadeia principal. O estudante cego, ao ser questionado sobre este detalhe, demonstrou ter apreciado a ideia, como pode-se observar:

*“Não precisa numerar a cadeia toda, assim é melhor, não fica muito cheio de números e a gente não confunde. E ficou bem diferente o relevo do carbono da ramificação.”*

Reforçando assim, a importância de não colocar muitas informações tornando o recurso poluído à revelia das pautas de acessibilidade destacadas em Sá, Campos e Silva (2006).

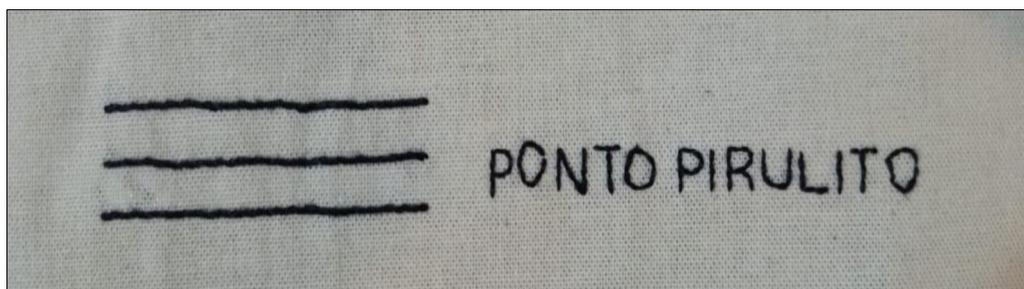
O estudante cego também foi questionado acerca do relevo do braille. Isso se fez necessário, pelo fato de que não foram utilizados os instrumentos próprios para escrever, reglete positiva e punção, e sim cada ponto foi bordado manualmente. Para o braille do modelo piloto foram feitos dois pontos poá, um sobre o outro a fim de dar um relevo semelhante ao formado pela reglete e pelo punção. O estudante, apesar de ter conseguido ler as informações em braille sem dificuldade, contudo, afirmou que poderia ter um pouco mais de relevo para que outras pessoas que não tenham uma percepção tátil aguçada como a sua, não tenham dificuldades para compreender as informações. Assim, para o recurso final, decidiu-se bordar três pontos poá sobrepostos.

Em relação à fonte e ao tamanho da letra bastão utilizada, o aluno com baixa visão afirmou que estava em um tamanho bom para ele, e inclusive reconheceu a fonte Arial relatando que era a melhor fonte para quem possui baixa visão, pois segundo ele não é muito desenhada. Entretanto, o estudante sugeriu que fosse utilizado um *negrito* nos textos. Assim, decidiu-se manter a fonte Arial e o tamanho 32, e alterar o ponto de bordado para o ponto pirulito, nos recursos permanentes, a fim de deixar a linha da letra mais grossa, dando um efeito semelhante ao negrito (Figura 9).

<sup>11</sup> A maioria dos pontos de bordado pode ser feito com tamanhos diferentes, o que pode proporcionar mais relevo (pontos menores e mais próximos) ou menos (pontos maiores e espaçados).



**Figura 9** - Pontos de bordado utilizados na construção do modelo piloto.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

## 5.2. PRODUÇÃO DOS QUATRO RECURSOS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS COM OS AJUSTES SUGERIDOS

Todas as considerações elencadas pelos estudantes foram acatadas para a construção dos quatro recursos didáticos voltados ao estudo de nomenclatura de alcanos. Seguindo a lógica de escolher estruturas químicas, cuja nomenclatura envolva o maior número possível de regras da IUPAC, a fim de contribuir com a aprendizagem dos estudantes com DV acerca da temática, foram selecionadas mais três moléculas após levantamento de estruturas no livro de McMurry (2011): octano, cicloexano e 1-etil-2metilciclopentano.

Para a construção dos recursos permanentes foi utilizada a mesma disposição das informações constantes no modelo piloto, pois os estudantes que o avaliaram não realizaram críticas à estrutura. Bem como, os riscos dos itens, precursores do bordado, também foram feitos conforme os mesmos processos do modelo piloto.

As modificações foram realizadas com base na avaliação inicial dos estudantes cego e com baixa visão e se resumem a modificação de pontos e linhas (Quadro 2), a fim de criar maior contraste de texturas, criando mais relevos para facilitar a identificação e leitura de informações.

**Quadro 2** - Resumo de linhas e pontos utilizados nos quatro recursos didáticos com sugestões dos alunos.

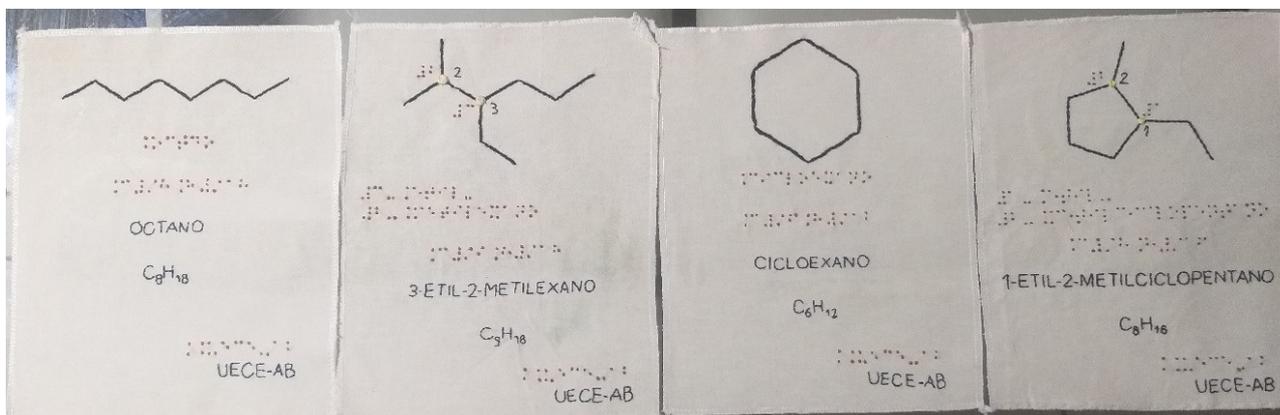
	Item	Tipo de linha	Cor da linha	Ponto de bordado
A	Estrutura química	Perlé (2 fios)	Preta	Haste
A	Marcação do carbono com ramificação	Perlé	Amarela	Flor
B	Nomenclatura IUPAC - braille	Perlé	Marrom	Poá (3 pontos)
C	Fórmula molecular - braille	Perlé	Marrom	Poá (3 pontos)
D	Nomenclatura IUPAC - letra bastão	Perlé	Preto	Pirulito
E	Fórmula molecular - letra bastão	Mouliné (4 fios)	Preto	Pirulito
F	Créditos - braille	Perlé	Marrom	Poá (3 pontos)
G	Créditos - bastão	Perlé	Preto	Pirulito

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).



Os quatro recursos acessíveis a alunos com DV para estudo de nomenclatura de alcanos (Figura 10) irão compor o banco de materiais acessíveis da escola de educação básica, campo de estudo desta pesquisa.

**Figura 10** - Recursos didáticos acessíveis a alunos com DV para o ensino de nomenclatura de alcanos construído com bordado livre.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bordado livre mostrou-se eficiente como técnica para construção de recursos acessíveis pela sua versatilidade de criar relevos e texturas, por meio do uso de diferentes pontos e linhas, que geram sensações táteis auxiliando na formação de imagens mentais. Esta arte possibilita a criação de um risco de forma livre acerca daquilo que se quer projetar, ou seja, sua versatilidade também está nas diversas possibilidades de temas que podem ser abordados na construção de recursos táteis. Outras vantagens de recursos produzidos com esta técnica são o fácil manuseio, a durabilidade e em consequência pouca manutenção.

Os quatro recursos permanentes foram construídos com base nos critérios de qualidade definidos pelo MEC, bem como nas sugestões dos alunos com DV. Assim, pode-se afirmar que eles são completamente acessíveis ao público em questão, como também, podem atuar como facilitadores da aprendizagem dos estudantes deste público em relação à temática: nomenclatura de alcanos.

Vale salientar a relevância deste tipo de trabalho para todos os envolvidos. Primeiro, para os estudantes que irão utilizar o material como ferramenta de apoio no estudo da temática. O recurso tátil tem a função de promover, ao aluno com DV, a acessibilização ao conhecimento, facilitando a compreensão de informações por meio da união entre percepção tátil, que auxilia na compreensão espacial, e as suas descrições. Ou seja, o manuseio de um recurso tátil permite ao aluno cego enxergar através do tato e construir imagens mentais, o que reforça a necessidade de construção destes recursos pelos professores.

Como também para a escola de educação básica, campo desta pesquisa, que recebe mais um recurso para compor seu banco de materiais acessíveis e os professores



envolvidos na pesquisa, que adquirem conhecimento teórico para enriquecer a sua prática pedagógica inclusiva.

## 7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. C.; SOUZA, F. V.; DAMASCENO., R. I. O.; MEDEIROS, C. R.; MESQUITA, L. S. F.; FORTE, C. M. S. Elaboração de um diagrama de Linus Pauling tátil tridimensional e ampliado com vistas à inclusão do aluno com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, 7., 2018, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UECE, 2018.

ALISSON, E. **Novo instrumento reduz tempo de aprendizado de braille**. São Paulo: Agência FAPESP, 10 maio 2013. Caderno Notícias. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/novo-instrumento-reduz-tempo-de-aprendizado-de-braille/17250>. Acesso em: 30 out. 2022.

ALMEIDA, L. M.; FURTADO, M. S.; YAMAGUCHI, K. K. L. Educação inclusiva: um Panorama Sobre o Desenvolvimento e Efetivação do Ensino Inclusivo no Interior do Amazonas. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 1428-1448, 2020.

ANDRADE, A. F. Surdocegueira, cartografia e decolonialidade. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 38, p. 595-610, 2018.

ARAÚJO, M. F.; MILITÃO, A. N. Formação de professores para a educação especial: análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Licenciatura da Universidade Federal da Grande Dourados. **Horizontes-Revista de Educação**, v. 8, n. 15, p. 245-264, 2020.

BATISTA, G. C.; RODRIGUES, M.; DENARI, F. E. Educação Especial e Projetos Pedagógicos Curriculares dos cursos de licenciaturas da Universidade Federal do Acre. **Revista Educação Especial**, v. 34, p. 1-22, 2021.

BORGES, W. F.; SANTOS, C. S.; COSTA, M. P. R. Educação Especial e formação de professores: uma análise dos projetos pedagógicos de curso (PPC). **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 138-156, jan./mar. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 5.296, de 02 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: Diário Oficial da União, 2004.

DIAS, V. B.; SILVA, L. M. Educação inclusiva e formação de professores: o que revelam os currículos dos cursos de licenciatura? **Práxis Educacional**, v. 16, n. 43, p. 406-429, 2020.

DUARTE, C. C. C.; ROSSI, A. V. Ensino de Química para pessoas com deficiência visual: Mapeamento e investigação de produções no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 396-421, 2021.



GALASSO, B.; ANDRADE, J. A educação especial nos cursos de formação inicial docente do instituto federal do sudeste de minas gerais. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 16, n. 1, 2022.

LEMONS, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O sistema Braille no Brasil. **Benjamin Constant**, n. 2, p. 1-4, 1996.

MANZINI, E. J.; SANTOS, M. C. F. **Portal de Ajudas Técnicas**: Recursos Pedagógicos Adaptados. Brasília: Ministério da Educação-MEC, 2002.

MATOS, S. N.; MENDES, E. G. Demandas de professores decorrentes da inclusão escolar. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 21, p. 9-22, 2015.

McMURRY, J. **Química Orgânica**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MÓL, G. S.; DUTRA, A. A. Construindo materiais didáticos acessíveis para o ensino de Ciências. In: PEROVANO, P. L.; MELO, D. C. F. de. **Práticas inclusivas**: saberes, estratégias e recursos didáticos. 2. ed. Campos dos Goytacazes: Encontrografia, 2020. p. 14-35.

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. S. Necessidades formativas de professores de Química para a inclusão de alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 853-881, 2017.

PAULO, P. R. N. F.; BORGES, M. N.; DELOU, C. M. C. Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de química orgânica inclusivo. **Revista Areté**, v. 11, n. 23, p.1-10, 2018.

PEDROSA, M. C. **Recurso Pedagógico acessível a partir da técnica de bordado livre como ferramenta para o ensino de química**. 2022. 59 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2022.

PENA, A. L.; NASCIMENTO, R. M. L. L.; MÓL, G. S. A perspectiva histórico-cultural de Vygotsky e a inclusão escolar. In: MÓL, G. S. **O Ensino de Ciências na Escola Inclusiva**. Campos dos Goytacazes: Brasil Multicultural, 2019. p. 59-72.

RANGEL, F. A.; OLIVEIRA, K. M. N. M. Avaliando a usabilidade da reglete positiva na escrita e na leitura. **Benjamin Constant**, v. 28, n. 64, p. 1-23, 2022.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado**: deficiência visual. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

SILVA, J. M. **Cartografia tátil e arte**: técnicas de bordado para confecção de mapas táteis. 2021. 61 f. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Ourinhos, 2021.

SILVA, R. S.; AMARAL, C. L. C. Percepção de professores de química face à educação de alunos com deficiência visual: dificuldades e desafios. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 1, p. 108-129, 2020.

SOUSA, J. P. **Tramas invisíveis**: bordado e a memória do feminino no processo criativo. Dissertação (Mestrado em Artes) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.



VYGOTSKY, L. S. **Fundamentos de defectologia**. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1997.

VYGOTSKY, L. S. **Obras completas - tomo cinco**: fundamentos da defectologia. Tradução: Programa Institucional de Ações Relativas às Pessoas com Necessidades Especiais (PEE). Cascavel: Edunioeste, 2022.

QUEIROZ, K. G. O tecido encantado: o cotidiano, o trabalho e a materialidade no bordado. **O Cabo dos Trabalhos**, n. 5, p. 1-26, 2011.

ZIANI, B. Tempo de bordar. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 2, n. 3, p. 191-203, 2013.

Submetido em: **04/11/2022**

Aceito em: **28/03/2024**