

PROMOVENDO ACESSIBILIDADE AOS ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: RECURSO PEDAGÓGICO BORDADO PARA ESTUDO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Ronaldo Ferreira Santiago Filho ¹
Ingrid Chaves Moura ²
Cristiane Maria Sampaio Forte ³

RESUMO

A inclusão de estudantes com deficiência visual ainda é um desafio, principalmente quando se trata de disciplinas como a Química, que, historicamente, adquiriu um caráter visual. Esse fator acaba fazendo com que, estudantes com deficiência visual (DV) sejam excluídos. Uma forma de minimizar essa exclusão pode se dar a partir da utilização de recursos pedagógicos táteis. Este trabalho apresenta Recursos Pedagógicos Acessíveis (RPA) desenvolvidos para auxiliar alunos cegos na compreensão do conceito de equilíbrio químico. Foram desenvolvidos dois RPAs os quais constaram da representação gráfica do equilíbrio químico: 1. Utilizando a variável velocidade em função do tempo e 2. Utilizando a variável concentração em função do tempo. O gráfico bem como as legendas (em letra bastão e em braile), foram bordadas em tecido de algodão cru, utilizando a técnica do bordado livre, respeitando os critérios de qualidade definidos pelo MEC para recursos pedagógicos adaptados e baseado em fundamentos teórico-metodológicos da educação inclusiva e da didática da Química. O primeiro RPA, utilizado também como piloto, foi testado por uma voluntária cega e, através de entrevista semiestruturada, foram realizadas observações sobre: organização das informações, gráfico, braile e letra bastão. A partir das sugestões foram realizados ajustes no piloto e confeccionados os dois RPAs definitivos. Os resultados preliminares indicam que o RPA construído a partir da técnica do bordado livre, ao promover uma experiência de aprendizagem sensorialmente rica, tem grande potencial para contribuir com a compreensão dos conceitos de equilíbrio químico por parte dos alunos cegos. Ressalta-se a relevância do uso de recursos táteis no contexto educacional, tanto para alunos com deficiência visual, quanto para todos os estudantes. Portanto, o uso de RPAs contribui, também, para a discussão sobre estratégias inclusivas no Ensino de Química e destaca a importância de abordagens criativas e adaptadas às necessidades específicas dos estudantes.

Palavras-chave: Recurso Pedagógico Acessível, Ensino de Química, Equilíbrio químico, Deficiência visual, Bordado inclusivo.

INTRODUÇÃO

O progresso intelectual de uma pessoa é incentivado pelas relações humanas com o mundo e a comunidade, dado que ela é um ser com uma história e cultura. Além da visão e da fala, que são instrumentos essenciais na busca pelo saber, o ser humano

¹Graduando do Curso de Química da Universidade Estadual do Ceará - UECE, ronaldo.santiago@aluno.uece.br;

²Graduanda do Curso de Química da Universidade Estadual do Ceará - UECE, ingrid.chaves@aluno.uece.br;

³Professora do Curso de Química da Universidade Estadual do Ceará - UECE, cristiane.forte@uece.br;

pode utilizar sua percepção tátil e outras capacidades para interpretar símbolos e códigos, o que possibilita uma melhor compreensão do ambiente que o cerca. Em 1994, a Declaração de Salamanca determinou que pessoas com necessidades especiais têm o direito a uma educação de qualidade, sem qualquer discriminação devido às suas limitações (BRASIL, 1994). De forma semelhante, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), nº 9394/96, possibilitou que indivíduos com necessidades especiais de aprendizagem fossem educados junto aos demais alunos da escola regular. Baseada na lógica da política de direitos, a LDB assegura a todos o direito de frequentar a rede regular de ensino, determinando o atendimento das necessidades específicas e individuais de todos os estudantes (BRASIL, 1996).

Entretanto, percebe-se que alunos com deficiência, em sua maioria sensitivos, acabam sendo excluídos por seus colegas de classe e docentes. Isso ocorre principalmente devido à falta de capacitação e à escassez de metodologias que possibilitem uma aprendizagem relevante. Essa dificuldade se torna mais acentuada e desafiadora quando se refere ao ensino de química para estudantes com deficiência visual, por ser uma ciência abstrata, os alunos encontram maior dificuldade na hora de aprenderem os conteúdos.

Segundo Pedrosa (2022), esse grupo está sendo deixado de lado e sua evolução está sendo barrada devido à ênfase do ensino tradicional no estímulo auditivo, com os alunos apenas ouvindo as explicações dos professores. Durante o processo de aprendizagem, é vital a utilização de recursos visuais, principalmente em áreas como a química analítica e a orgânica. E a inexistência de materiais inclusivos que permitam a esses alunos interagirem, tocar e sentir essas representações é altamente prejudicial para a compreensão da disciplina.

Conforme Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024), é fundamental o professor compreender não apenas as características gerais da deficiência visual, mas também as particularidades individuais de cada aluno, sejam eles cegos ou com baixa visão. Essa compreensão é importante para identificar as diversas necessidades dos estudantes, permitindo a elaboração de metodologias educacionais mais eficazes e inclusivas. O conhecimento do histórico de vida dos alunos, incluindo a origem da deficiência visual, é destacado como influência direta em seus referenciais visuais e na comunicação. Com base nesses entendimentos, os professores podem desenvolver abordagens pedagógicas que atendam às necessidades específicas desse público, contribuindo para corrigir

concepções equivocadas e promover um ambiente educacional mais acessível e igualitário.

A elaboração de materiais pedagógicos inclusivos para alunos com deficiência visual é fundamental para garantir a equidade no acesso à educação e o objetivo deste trabalho de pesquisa foi desenvolver um recurso pedagógico acessível para alunos cegos e com baixa visão, para o ensino de química com foco no conteúdo de equilíbrio químico.

Ao proporcionar ferramentas adaptadas e metodologias inclusivas, buscamos criar um ambiente de aprendizagem que seja verdadeiramente justo e acessível. Com essas iniciativas, pretendemos assegurar que todos os estudantes, independentemente de suas limitações, possam desenvolver plenamente seu potencial intelectual. Dessa forma, promovemos não apenas a inclusão, mas também a valorização das capacidades individuais, permitindo uma integração efetiva e enriquecedora para toda a comunidade escolar.

REFERENCIAL TEÓRICO

Recurso pedagógico acessível para alunos com deficiência visual

Cada pessoa com deficiência visual possui necessidades educacionais específicas e únicas, por isso, a criação de materiais didáticos deve ser planejada estrategicamente. Esse planejamento deve considerar todas as etapas, desde a concepção do recurso até sua utilização prática pelos alunos (Mesquita; Forte; Vasconcelos, 2024).

Manzini e Santos (2002) defendem que o desenvolvimento de ferramentas acessíveis para indivíduos com deficiência visual precisa ser cuidadosamente planejado e executado em várias etapas distintas conforme demonstrado na Figura 1. Essas etapas englobam a análise das necessidades específicas dos usuários, o projeto e a concepção da ferramenta, a produção do material, e a sua avaliação e implementação no contexto educativo. É crucial que cada uma dessas etapas seja realizada com atenção aos detalhes e em colaboração com especialistas na área e com os próprios usuários finais. Desta maneira, as ferramentas desenvolvidas serão genuinamente inclusivas e eficazes, atendendo às exigências educacionais e promovendo uma educação de qualidade para todos.

Figura 1 - Fluxograma adaptado para desenvolvimento de recursos acessíveis.



Fonte: Adaptado de Manzini e Santos (2002) e Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024).

O Bordado como uma ferramenta para a inclusão do aluno cego em sala de aula

O bordado é uma técnica artesanal que consiste em ornamentar tecidos utilizando agulha e linha. Através dessa prática, é viável criar uma diversidade de desenhos, texturas e alturas, permitindo a produção de peças exclusivas e personalizadas. Com essa técnica, artesãos podem explorar inúmeras opções, conferindo aos tecidos um visual diferenciado e minucioso (Mesquita; Forte; Vasconcelos, 2024).

Segundo Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024), o bordado livre é considerado uma técnica acessível, pois não requer materiais caros. Para começar um projeto de bordado livre, são necessários apenas alguns materiais básicos: tecido, geralmente o algodão cru, linhas como mouliné ou linha perlé, agulhas adequadas para o tipo de linha, tesoura, canetas térmicas ou lápis para marcar o tecido, e, opcionalmente, um bastidor para manter o tecido firme durante o processo. A simplicidade desses materiais torna o bordado livre uma atividade acessível para muitos, possibilitando a criação de peças únicas e personalizadas com recursos limitados.

O material confeccionado com bordado apresenta características notáveis por sua discrição e compacidade, atributos que permitem ao professor armazená-lo com facilidade, até mesmo em um bolso. Essa praticidade possibilita que o professor ofereça o material ao aluno durante as explicações em sala de aula, promovendo uma experiência educacional mais independente e agradável para o estudante. A introdução

deste recurso tem o potencial de melhorar a dinâmica de ensino, assegurando que a atenção do aluno, assim como a dos demais colegas, esteja direcionada ao conteúdo apresentado. Dessa forma, o uso do material bordado contribui significativamente para um ambiente de aprendizado mais focado e eficiente (Lopes, 2023).

METODOLOGIA

A pesquisa em questão é de natureza qualitativa, esse tipo de pesquisa aborda o objeto da pesquisa 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).

Escolha do assunto abordado no RPA

O equilíbrio químico é um conceito essencial na química, fundamental para compreender o comportamento das reações químicas em equilíbrio dinâmico. No sistema fechado, as taxas de reação dos reagentes e produtos se tornam equilibradas, mantendo as concentrações constantes ao longo do tempo. Esse conceito é crucial para estudos avançados de química e apresenta aplicações práticas em diversas áreas científicas e industriais. Por essa razão o conteúdo do equilíbrio químico foi escolhido para torná-lo mais acessível aos alunos com deficiência visual.

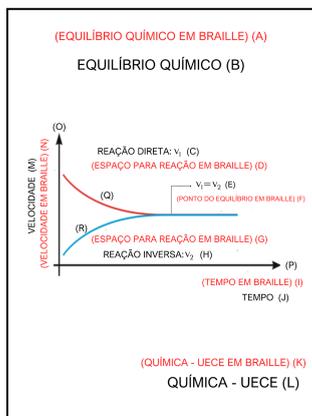
Os RPA desenvolvidos neste trabalho, incluem gráficos e representações táteis para ilustrar os conceitos de equilíbrio dinâmico, velocidade, concentração e deslocamento do equilíbrio, permitindo que os estudantes explorem essas ideias através do sentido do tato. A Técnica do bordado foi escolhida para construção dos RPA por sua capacidade de proporcionar uma experiência sensorial detalhada. Foram selecionados dos gráficos representativos das reações no equilíbrio: o primeiro, utilizando a variável velocidade em relação ao tempo e o segundo, a variável concentração em função do tempo.

Elaboração do protótipo do Recurso Pedagógico Acessível (RPA)

Foram desenvolvidos dois modelos pilotos representando os gráficos como parte do processo de criar um novo material acessível, para ser avaliado preliminarmente por pessoas com deficiência visual a fim de identificar possíveis melhorias necessárias. Os

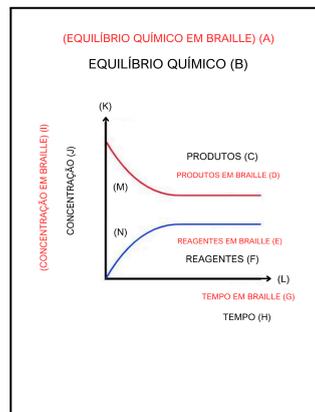
recursos produzidos têm dimensões de 21 x 29,7 cm (tamanho da folha A4) e seguem a estrutura apresentada nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Esboço da representação gráfica sobre o equilíbrio químico, velocidade *versus* tempo - Primeiro RPA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Figura 3 - Esboço da representação gráfica sobre o equilíbrio químico, concentração *versus* tempo - Segundo RPA.

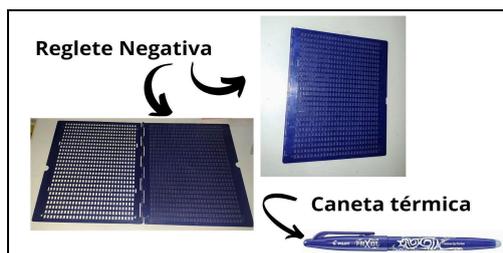


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Devido à maior complexidade do processo de reconhecimento e análise de um novo material didático por estudantes cegos em comparação àqueles sem deficiência visual ou com baixa visão, foi decidido dar prioridade à inclusão do sistema braille na representação gráfica o mais próximo dos eixos das variáveis. Dessa forma, acredita-se que as dificuldades de localização das informações serão reduzidas.

Os riscos foram criados utilizando o aplicativo Canva[®]. Em ambos os esboços, as informações em letra bastão (Figura 2: itens B, C, E, H, J, L, M; Figura 3: B, C, F, H, J) foram formatadas com a fonte Arial Nova. O item B nos dois modelos foi escrito com tamanho 28, enquanto nos outros itens foram usados o tamanho 18. Para a escrita das informações em braille, foi empregada uma caneta térmica Frixion da Pilot juntamente com a reglete negativa (Figura 4), a fim de assegurar o correto espaçamento entre os pontos do sistema braille. Destaca-se a importância de não utilizar a punção ao criar um recurso pedagógico acessível bordado. Os pontos em braille são marcados no tecido com caneta térmica ou lápis e depois são bordados com o ponto correspondente.

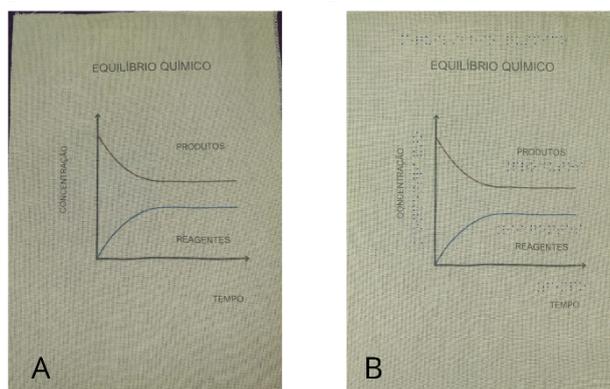
Figura 4 - Reglete negativa e caneta térmica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As informações presentes nos riscos foram impressas em tecido de algodão cru (20 cm x 28 cm), utilizando uma impressora jato de tinta doméstica. As Figuras 5a e 5b apresentam as fotos do tecido impresso, sem a escrita das legendas em braille e após a inclusão do braille.

Figura 5 – Riscos do projeto do RPA, impressos no tecido. 5A: sem a escrita das legendas em braille e 5B: após a inclusão do braille



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os esboços foram feitos com todas as informações presentes nas Figuras 2 e 3, para representação gráfica escolhida, em uma folha de papel A4, de acordo com a etapa quatro das orientações de Manzini e Santos (2002) e Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024) para criar um material acessível (Figura 1).

Posteriormente, os tecidos foram bordados à mão utilizando a técnica do bordado livre, que permitiu a criação de relevos e texturas em uma superfície de algodão cru, por meio da aplicação de diversos pontos e/ou linhas (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Resumo de linhas e pontos utilizados no protótipo do primeiro RPA: equilíbrio químico, gráfico velocidade *versus* tempo.

	Item	Tipo de linha	Cor da linha	Ponto do bordado

A	Equilíbrio químico- braille	Perlé	Preta	Poá
B	Equilíbrio químico- letra bastão	Perlé	Preta	Atrás
C, E, H, J, M	Tipo de reação, variáveis e ponto de equilíbrio - letra bastão	Mouliné (2 fios)	Preta	Atrás
D, F, G, I, N	Tipo de reação, variáveis e ponto de equilíbrio- braille	Perlé	Preta	Poá
K	Créditos- Braille	Perlé	Preta	Poá
L	Créditos- letra bastão	Perlé	Preta	Atrás
O, P	Seta da velocidade e do tempo	Perlé	Preta	Haste
Q	Curva da reação direta	Anchor Perlé	Vermelho	Haste Português
R	Curva da reação inversa	Anchor Perlé	Azul	Haste

Tabela 2 - Resumo de linhas e pontos utilizados no protótipo do segundo RPA: equilíbrio químico, gráfico concentração *versus* tempo

	Item	Tipo de linha	Cor da linha	Ponto do bordado
A	Equilíbrio químico- braille	Perlé	Preta	Poá
B	Equilíbrio químico- letra bastão	Perlé	Preta	Atrás
C, F, H, J	Produtos, Reagentes, Concentração e tempo- letra bastão	Mouliné (2 fios)	Preta	Atrás
D, E, G, I	Produtos, Reagentes, Concentração e tempo- braille	Perlé	Preta	Poá
K, L	Seta da concentração e do tempo	Perlé	Preta	Haste
M	Curva dos produtos	Anchor Perlé	Vermelho	Haste Português
N	Curva dos reagentes	Anchor Perlé	Azul	Haste

Avaliação do protótipo do modelo

Segundo Manzini e Santos (2002) e Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024), a fase de testes e avaliação do modelo protótipo é muito importante, uma vez que é nesse momento que se pode verificar se o recurso será capaz de atender às demandas educacionais do aluno com deficiência visual (DV).

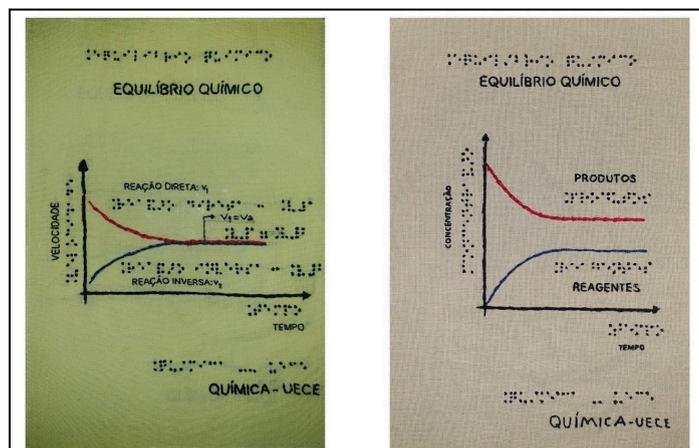
A avaliação dos protótipos ocorreu em dois momentos distintos. No primeiro, uma voluntária cega com formação completa no ensino médio testou os materiais, uma vez que já possuía conhecimentos prévios sobre o tema abordado, o equilíbrio químico. Em seguida, foi detalhada a construção do material, incluindo técnicas utilizadas, dimensões, fontes e espaçamentos adotados. A avaliação ocorreu na Universidade Estadual do Ceará - UECE, no campus do Itaperi.

O segundo momento foi realizado na escola parceira do projeto, EEM Gov. Adauto Bezerra, onde uma estudante voluntária cega do 1º ano do ensino médio, também pôde avaliar os materiais. Inicialmente foi explicado como o material foi construído, em seguida, pelo fato de a estudante ainda não tinha conhecimentos sobre o conteúdo, equilíbrio químico, realizou-se uma explanação do conteúdo abordado no RPA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo as etapas descritas na metodologia deste trabalho, foram desenvolvidos os dois RPA conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Recursos pedagógicos acessíveis finalizados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na primeira avaliação, a voluntária cega recebeu um material tátil referente ao gráfico de equilíbrio químico, apresentando a variação velocidade de reação em função do tempo.

Durante a avaliação, a voluntária manipulou e explorou o RPA e expressou em sua fala que o uso do bordado nas representações táteis foi eficaz para transmitir a ideia central do gráfico de equilíbrio químico. Ela conseguiu identificar corretamente os diferentes pontos do gráfico, compreendendo a relação entre a velocidade das reações e o estado de equilíbrio. Com relação à escrita braille, marcada no tecido com ponto bordado, foi considerada adequada, e o espaçamento entre a letra bastão e o braille foi avaliado como apropriado, reforçando a eficácia dessa abordagem inclusiva na educação, corroborando com o que foi verificado por Mesquita, Forte e Vasconcelos (2024).

Na segunda avaliação, realizada com uma estudante, a aluna cega recebeu os dois materiais táteis: o gráfico da variável velocidade em função do tempo e outro da variável concentração em função do tempo. Ao avaliar ambos os recursos, a aluna conseguiu identificar e interpretar corretamente as informações apresentadas, demonstrando uma compreensão clara das relações entre as variáveis e o equilíbrio químico. Ela foi capaz de correlacionar as mudanças nas velocidades das reações e nas concentrações dos reagentes e produtos ao longo do tempo, reconhecendo os padrões que indicam o alcance do estado de equilíbrio.

A precisão com que a aluna navegou pelos gráficos reforça a eficácia das representações táteis bordado como ferramentas educacionais inclusivas. Esse resultado sublinha o potencial desses recursos para facilitar o entendimento de conceitos científicos complexos para alunos com deficiência visual, promovendo um aprendizado mais equitativo.

Figura 8 - Avaliação do recurso pedagógico bordado.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em ambos os testes, as voluntárias confirmaram que conseguiram identificar os gráficos e as legendas, além de considerar a escrita braille adequada e o espaçamento correto. A capacidade das voluntárias de identificar corretamente os pontos dos gráficos e compreender as relações entre as variáveis envolvidas demonstra que esses recursos conseguem transmitir conceitos complexos de maneira acessível e significativa, esses resultados assemelham-se àqueles observados por Lopes (2023), durante a aplicação de RPA bordado para o auxílio na compreensão de conceitos de ligações químicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa destaca-se o valor único dos materiais táteis bordados como uma inovação significativa na educação inclusiva para alunos com deficiência visual. O uso do bordado como técnica central não só enriqueceu a experiência sensorial dos estudantes, como também demonstrou ser uma abordagem eficaz na transmissão de conceitos complexos, como o equilíbrio químico.

Os resultados das avaliações evidenciam que a escolha do bordado conferiu aos recursos pedagógicos uma precisão tátil que facilitou a compreensão detalhada dos gráficos e das relações entre as variáveis químicas. As voluntárias cegas foram capazes de identificar e interpretar corretamente as informações apresentadas, confirmando a eficácia dessa abordagem na construção de um aprendizado mais acessível e interativo. O bordado se mostrou especialmente valioso ao oferecer uma textura rica e diferenciada, que não só capturou com precisão as nuances das representações químicas, mas também proporcionou uma experiência de aprendizado que integra de forma harmoniosa o sentido do tato.

Este estudo também abre novas perspectivas para a aplicação empírica desse recurso na comunidade científica. A utilização do bordado em materiais pedagógicos para a educação inclusiva pode ser expandida para outras áreas do conhecimento, promovendo um ambiente educacional mais equitativo e acessível. Além disso, há um grande potencial para novas pesquisas que possam explorar ainda mais as possibilidades dessa técnica, adaptando-a a diferentes contextos e necessidades educativas. Investir na continuidade desse tipo de investigação permitirá não apenas o aprimoramento dos recursos atuais, mas também o desenvolvimento de novas abordagens que beneficiem uma comunidade educacional mais ampla, reafirmando a importância da inclusão no ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre as necessidades educativas especiais.** Brasília: CORDE, 1994.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação da Educação Nacional. Brasília, DF, 1996.

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

LOPES, R. G. **Desenvolvimento de recurso pedagógico assistivo utilizando técnicas de bordado livre para o ensino de ligações químicas.** 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em licenciatura em química) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2023.

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

MESQUITA, Lidivânia Silva Freitas; FORTE, Cristiane Maria Sampaio; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Recurso didático acessível para o ensino de Química Orgânica: aplicação de técnicas de bordado. **Revista Thema**, v. 23, ed. 1, p.234-253, 28 mar. 2024.

PEDROSA, M. C. **Desenvolvimento de recurso pedagógico acessível a partir da técnica de bordado livre como ferramenta para o ensino de nomenclatura de compostos orgânicos.** 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em licenciatura em química) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2022.

PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.