



Revista
Educar Mais

Materiais didáticos táteis na perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem: Experiências no ensino de Biologia, Geografia e Química

Tactile Teaching Materials from the Perspective of Universal Design for Learning: Experiences in Biology, Geography, and Chemistry Education

Materiales Didácticos Táctiles desde la Perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje: Experiencias en la Enseñanza de Biología, Geografía y Química

Alexandre Tarouco Nunes¹ 

Samara de Oliveira Pereira² 

Clarissa Ricalde Gervasio³ 

RESUMO

Este estudo analisa as contribuições dos materiais didáticos táteis para a promoção de práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Biologia, Geografia e Química, no Instituto Federal Sul-rio-grandense à luz dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza descritivo-interpretativa, desenvolvida a partir de intervenções pedagógicas em turmas do ensino médio técnico, envolvendo estudantes videntes, com baixa visão e cegueira. A coleta de dados ocorreu por meio de observação participante, registros descritivos e anotações de campo, analisados à luz da análise de conteúdo. Os resultados indicam que os materiais táteis ampliam as formas de acesso ao conhecimento, favorecem a compreensão de conteúdos abstratos e potencializam o engajamento dos estudantes. As intervenções evidenciaram que os materiais táteis favoreceram práticas de ensino mais participativas, especialmente em atividades que envolveram mediação coletiva e exploração multissensorial dos conteúdos. Conclui-se que tais recursos contribuem para práticas pedagógicas mais acessíveis, participativas e inclusivas.

Palavras-chave: Educação inclusiva; Materiais didáticos táteis; Desenho Universal para a Aprendizagem; Ensino de Ciências; Acessibilidade.

ABSTRACT

This study analyzes the contributions of tactile teaching materials to the promotion of inclusive pedagogical practices in the teaching of Biology, Geography, and Chemistry at the Federal Institute of Southern Rio Grande do Sul, in light of the principles of Universal Design for Learning (UDL). This is a qualitative, descriptive-interpretative study developed from pedagogical disciplines in technical high school classes, involving visually impaired, low-vision, and blind students. Data collection occurred through participant observation, descriptive records, and field notes, analyzed using content analysis. The results indicate that tactile materials expand as forms of access to knowledge, favoring the understanding of abstract content and enhancing student engagement. The disciplines showed that the materials were favoring more participatory teaching practices,

¹ Licenciado em Geografia e Mestre em Ensino. Professor Substituto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Bagé/RS – Brasil. E-mail: a.tarouco.nunes@gmail.com

² Licenciada em Química, Mestra e Doutoranda em Ensino. Professora Substituta do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Bagé/RS – Brasil. E-mail: samaradeoliver23@gmail.com

³ Licenciada em Ciências Biológicas, Mestra e Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Bagé/RS – Brasil. E-mail: clarissagervasio@ifsul.edu.br

especially in activities involving collective mediation and multisensory exploration of content. It is concluded that these resources were acquired for more accessible, participatory, and inclusive pedagogical practices.

Keywords: *Inclusive education; Tactile teaching materials; Universal Design for Learning; Science education; Accessibility.*

RESUMEN

Este estudio analiza las contribuciones de los materiales didácticos táctiles a la promoción de prácticas pedagógicas inclusivas en la enseñanza de Biología, Geografía y Química en el Instituto Federal del Sur de Rio Grande do Sul, a la luz de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Se trata de un estudio cualitativo, descriptivo-interpretativo, desarrollado a partir de disciplinas pedagógicas en clases de bachillerato técnico, con la participación de estudiantes con discapacidad visual, baja visión y ceguera. La recolección de datos se realizó mediante observación participante, registros descriptivos y notas de campo, analizadas mediante análisis de contenido. Los resultados indican que los materiales táctiles amplían las formas de acceso al conocimiento, favoreciendo la comprensión de contenidos abstractos y mejorando la participación estudiantil. Las disciplinas mostraron que los materiales favorecían prácticas de enseñanza más participativas, especialmente en actividades que implicaban mediación colectiva y exploración multisensorial de contenidos. Se concluye que estos recursos se adquirieron para prácticas pedagógicas más accesibles, participativas e inclusivas.

Palabras clave: *Educación inclusiva; Materiales didácticos táctiles; Diseño Universal para el Aprendizaje; Enseñanza de las ciencias; Accesibilidad.*

1. INTRODUÇÃO

O acesso à educação constitui um direito fundamental, assegurado a todos os indivíduos, independentemente de suas condições físicas, sensoriais, intelectuais ou sociais. No entanto, a efetivação desse direito no contexto escolar ainda se apresenta como um desafio significativo, especialmente no que se refere à inclusão de estudantes com necessidades educacionais específicas. Nesse cenário, a construção de práticas pedagógicas que reconheçam a diversidade como elemento constitutivo do processo educativo torna-se central para a promoção de uma educação equitativa e de qualidade.

Embora avanços importantes tenham sido alcançados no campo normativo, com destaque para documentos como a Declaração de Salamanca, a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e a Lei Brasileira de Inclusão, a materialização desses princípios no cotidiano das instituições de ensino ainda ocorre de forma desigual e, por vezes, limitada. Em muitos contextos, barreiras arquitetônicas, comunicacionais e pedagógicas ainda limitam o acesso e a permanência de estudantes com deficiência nos espaços escolares. Mesmo quando o acesso físico é parcialmente garantido, frequentemente não há transformações substantivas nas práticas pedagógicas, nos modos de organização do ensino e nos recursos didáticos.

No contexto das disciplinas de Biologia, Química e Geografia Física, desenvolvido no Curso Técnico Integrado em Informática, esse cenário torna-se ainda mais desafiador, uma vez que esses componentes curriculares são historicamente marcados pela centralidade de representações visuais, tais como gráficos, esquemas, mapas e modelos bidimensionais. Essa predominância da visualidade pode constituir uma barreira significativa para estudantes com deficiência visual, evidenciando discrepâncias entre a proposta de uma educação inclusiva e as práticas efetivamente desenvolvidas em sala de aula.

No contexto dos Institutos Federais, tais desafios assumem contornos específicos, considerando a diversidade de cursos e níveis de ensino, bem como a complexidade dos conteúdos abordados. Ainda que iniciativas institucionais, como a atuação dos Núcleos de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNEs), contribuam para a promoção do acesso e da permanência dos estudantes, observa-se que a superação das barreiras pedagógicas demanda a reorganização das práticas docentes e a ampliação dos recursos didáticos utilizados.

Dentre as possibilidades de enfrentamento dessas barreiras, a produção e utilização de materiais didáticos táteis têm sido apontadas como estratégias relevantes para a ampliação das formas de acesso ao conhecimento, sobretudo ao possibilitar abordagens multissensoriais. Entretanto, quando concebidos apenas como adaptações pontuais, esses recursos correm o risco de reforçar uma lógica compensatória, sem promover mudanças estruturais nas práticas pedagógicas. Nesse sentido, torna-se fundamental situar tais materiais no âmbito de perspectivas mais amplas, como o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).

Fundamentado em pesquisas das neurociências e desenvolvido *pelo Center for Applied Special Technology (CAST)*, o DUA constitui uma abordagem educacional que busca orientar o planejamento curricular de forma flexível e inclusiva, considerando, desde o início, a variabilidade presente entre os estudantes. Diferentemente de propostas centradas exclusivamente na adaptação posterior de recursos para atender necessidades específicas, o DUA propõe a antecipação das barreiras à aprendizagem por meio da oferta de múltiplas formas de representação dos conteúdos, de ação e expressão dos conhecimentos e de engajamento dos estudantes no processo educativo. Nessa perspectiva, a diversidade deixa de ser compreendida como exceção e passa a constituir elemento central do planejamento pedagógico. Assim, os materiais didáticos assumem papel estratégico na promoção da acessibilidade curricular, na ampliação das oportunidades de participação e na construção de experiências de aprendizagem mais equitativas, favorecendo não apenas estudantes com deficiência, mas todos aqueles que apresentam diferentes formas de aprender, interagir e demonstrar seus conhecimentos (Pereira, 2023).

Além de orientar a produção de recursos acessíveis, o DUA propõe uma reorganização mais ampla das práticas pedagógicas. Nessa perspectiva, o planejamento do ensino deixa de ser estruturado para um estudante considerado "padrão", ao qual posteriormente são incorporadas adaptações, e passa a reconhecer a variabilidade dos aprendizes como ponto de partida. Isso implica diversificar estratégias didáticas, formas de participação, modos de avaliação e oportunidades de interação com o conhecimento

Considerando a distância entre os avanços normativos da educação inclusiva e a persistência de práticas pedagógicas centradas na visualidade no ensino de Biologia, Geografia e Química, problematiza-se: em que medida a incorporação de materiais didáticos táteis, orientada pelos princípios do DUA pode contribuir para a reconfiguração das práticas pedagógicas e das formas de participação dos estudantes em contextos educacionais inclusivos?

Diante desse problema, o presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições da produção e da utilização de materiais didáticos táteis no contexto do Curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – Câmpus Bagé, envolvendo turmas do ensino médio técnico, para a promoção de práticas pedagógicas inclusivas a partir de experiências envolvendo conteúdos de Biologia Celular, estruturas moleculares em Química e representações geomorfológicas em Geografia Física. Especificamente, busca-se compreender de que maneira esses recursos

favorecem a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e potencializam a participação de todos os estudantes, à luz dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem.

Ao fazê-lo, este artigo pretende contribuir para o debate sobre a inclusão no ensino de Ciências, ao evidenciar não apenas possibilidades de ampliação do acesso ao conhecimento, mas também caminhos para a ressignificação das práticas pedagógicas, deslocando o foco de adaptações individuais para a construção de ambientes de aprendizagem mais plurais, acessíveis e efetivamente inclusivos.

2. EDUCAÇÃO INCLUSIVA E PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS

A afirmação de que a educação é um direito de todos, conforme destaca Ciríaco (2020), é um princípio amplamente aceito na área educacional. No entanto, sua concretização no dia a dia das escolas revela discrepâncias que expõem a distância entre o que dizem as leis e o que de fato acontece nas práticas pedagógicas. A inclusão é frequentemente associada à valorização das diferenças e à igualdade de oportunidades, sua implementação ainda ocorre, em muitos casos, de maneira incompleta e, por vezes, superficial.

Nessa linha, documentos internacionais como a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) reforça o direito de todos os estudantes aprenderem juntos em escolas regulares, reconhecendo a diversidade como parte constitutiva do processo educativo. Porém, adotar esse princípio não basta para transformar as práticas de ensino. O que se observa, com frequência, é que as ações inclusivas permanecem restritas a adaptações pontuais e esporádicas, sem que haja uma reorganização mais ampla das práticas pedagógicas e dos recursos didáticos utilizados. Pesquisas como a de Silva e Elias (2022) mostram que, apesar dos avanços legais, ainda existem desafios estruturais relacionados à formação de professores, à oferta de recursos e à articulação entre os diferentes profissionais envolvidos no processo educativo. Esses apontamentos indicam que a inclusão não pode ser vista apenas como uma diretriz normativa, mas como um processo complexo que exige transformações institucionais, pedagógicas e culturais.

No âmbito da educação profissional e tecnológica, esses desafios ganham contornos particulares. Carlou (2014) observa que, mesmo havendo esforços institucionais para adaptar os espaços educativos, eles nem sempre vêm acompanhados de mudanças consistentes nas práticas docentes. Nesse cenário, os Núcleos de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNEs) surgem como importantes instâncias de apoio e articulação. Contudo, sua atuação, ainda que relevante, não é suficiente para garantir a inclusão por si só, sobretudo quando não há engajamento coletivo de toda a comunidade escolar.

Essa limitação é reforçada por Monteblanco (2015) e Portela (2020), ao lembrarem que a responsabilidade pela inclusão precisa ser compartilhada por todos os envolvidos no processo educativo. Na prática, porém, percebe-se uma tendência a concentrar as ações inclusivas em profissionais especializados, o que pode acabar mantendo, ainda que de modo implícito, uma lógica segregadora.

Nesse sentido, Sonza, Vilaronga e Mendes (2020) destacam o papel dos NAPNEs na promoção do acesso, permanência e sucesso dos estudantes, ressaltando sua atuação complementar ao Atendimento Educacional Especializado (AEE). No entanto, é preciso considerar que a existência

dessas estruturas institucionais, por si só, não elimina as barreiras pedagógicas presentes nas salas de aula, especialmente aquelas ligadas à forma como os conteúdos são apresentados.

Entre essas barreiras, chama a atenção o predomínio de recursos didáticos essencialmente visuais, sobretudo nas áreas de Biologia, Geografia e Química. O uso de gráficos, mapas, esquemas e modelos bidimensionais, embora muito comum, pode dificultar o acesso ao conhecimento por parte de estudantes com deficiência visual, revelando uma lacuna importante na organização das práticas pedagógicas.

Diante disso, os materiais didáticos táteis têm sido reconhecidos como estratégias relevantes para ampliar o acesso aos conteúdos científicos e favorecer a participação dos estudantes nos processos de aprendizagem (Rocha *et al.*, 2022). Contudo, é necessário compreendê-los para além de simples adaptações pontuais. Quando concebidos apenas como recursos compensatórios, esses materiais podem limitar a inclusão a ações isoladas, sem provocar transformações efetivas nas práticas pedagógicas e na organização do ensino.

É nesse ponto que os princípios do DUA ganham importância. Como discutem Silva e Carvalho (2022), Cast (2024) e Pereira (2023), o DUA propõe uma mudança de perspectiva: os recursos educacionais devem ser planejados, desde o início, para atender à diversidade dos estudantes. Essa abordagem desloca o foco da adaptação para a antecipação das necessidades, oferecendo múltiplas formas de representação, expressão e engajamento.

Ainda assim, incorporar o DUA no contexto educacional não acontece de forma automática. É preciso considerar aspectos como a formação continuada de professores, a existência de tempo para planejamento coletivo, a articulação entre docentes e setores de apoio pedagógico, além de condições institucionais que favoreçam o desenvolvimento de práticas inclusivas. Dessa forma, a produção de materiais didáticos táteis, embora represente um avanço significativo, precisa ser compreendida dentro de um movimento mais amplo de transformação das práticas educativas, envolvendo a diversificação das formas de representação dos conteúdos, a ampliação das possibilidades de participação dos estudantes e o deslocamento de práticas centradas exclusivamente na exposição verbal e visual.

Portanto, ao analisar a produção de materiais táteis nas áreas de Biologia Celular, representações geomorfológicas em Geografia e estruturas moleculares em Química, é fundamental vê-los não somente como uma estratégia de acessibilidade, mas como uma oportunidade de ressignificar o ensino, ampliando as formas de interação com o conhecimento e desafiando modelos pedagógicos tradicionalmente centrados na visualidade. Nessa direção, tais recursos podem contribuir tanto para a participação de estudantes com deficiência quanto para a construção de práticas pedagógicas mais plurais, críticas e verdadeiramente inclusivas para todos.

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa de natureza descritivo-interpretativa, consolidando-se como uma investigação de intervenção pedagógica em ambiente real de sala de aula. A escolha metodológica reconhece que os fenômenos educativos são intrinsecamente complexos e situados, exigindo lentes que capturem as múltiplas dimensões do cotidiano escolar. Conforme propõem Minayo, Deslandes e Gomes (2009), essa perspectiva permite interpretar as interações e os significados construídos coletivamente, indo além da simples observação para compreender como as

práticas pedagógicas ganham vida e transformam a realidade dos sujeitos envolvidos no processo de ensino.

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – Câmpus Bagé, no âmbito do Curso Técnico Integrado em Informática. Participaram do estudo duas turmas do ensino médio técnico integrado, em diferentes períodos do curso. A primeira experiência ocorreu em 2022, com uma turma do primeiro semestre composta por 30 estudantes, sendo 29 videntes e um estudante cego. Posteriormente, em 2024, essa mesma turma foi acompanhada no sétimo semestre do curso, contando com 20 estudantes, sendo 19 videntes e um estudante cego. Também participou da pesquisa uma turma do terceiro semestre, em 2025, composta por 30 estudantes, sendo 29 videntes e uma estudante com baixa visão.

A intervenção envolveu o desenvolvimento e utilização de recursos didáticos táteis em Biologia, Geografia e Química, envolvendo conteúdos relacionados à Biologia Celular, estruturas moleculares e formas de relevo, fruto de uma colaboração entre docentes e o Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE). A concepção dessas ferramentas alinhou-se aos objetivos curriculares e aos princípios do DUA.

Assim, os materiais foram desenhados para serem intuitivos, promovendo autonomia e garantindo que o conhecimento fosse acessível a diferentes perfis cognitivos e sensoriais. As atividades incluíram momentos de apresentação conceitual, exploração tátil dos materiais, interação coletiva entre os estudantes e discussões mediadas pelos docentes. Os materiais foram utilizados durante as aulas regulares como instrumentos mediadores da aprendizagem. Durante as atividades, os estudantes eram incentivados a manipular os modelos, descrever percepções, estabelecer relações entre estruturas e discutir coletivamente os conceitos abordados.

Para a coleta de dados, adotamos uma estratégia de triangulação que garantiu o registro sistemático das atividades. Utilizamos a observação participante para captar as interações entre estudantes e professores, além de registros descritivos focados na exploração física dos materiais e na construção de conceitos. Anotações de campo complementaram o corpus, detalhando episódios de mediação, dificuldades pontuais e o engajamento dos alunos. Essa diversidade de fontes permitiu uma visão holística do processo, assegurando que as nuances da prática pedagógica fossem preservadas e estivessem prontas para a posterior análise crítica e fundamentada.

O tratamento dos dados seguiu os preceitos da análise de conteúdo de Bardin (2011), organizada em três fases integradas. A análise se iniciou com a pré-análise mediante leitura flutuante, que organizou o material e definiu os focos iniciais. Na exploração aprofundada, foi realizada a codificação das unidades de registro, considerando temas, expressões e eventos recorrentes. Em seguida, essas unidades foram agrupadas por afinidade temática com base em critérios semânticos conforme Bardin (2011) e Moraes (1999). Esse movimento indutivo permitiu que as categorias emergissem organicamente dos dados, evitando classificações predefinidas que pudessem limitar a interpretação das vivências observadas nas diferentes áreas do conhecimento.

Para garantir a qualidade da categorização, as quatro categorias finais: formas de acesso ao saber, mediação pedagógica, engajamento discente e reconfiguração das práticas docentes, foram submetidas aos critérios de validade, exaustividade, homogeneidade, exclusividade mútua e consistência propostos por Bardin (2011) e sistematizados por Moraes (1999). A homogeneidade assegurou que cada categoria se baseasse em um único princípio organizador. A exaustividade

garantiu a inclusão de todas as unidades de sentido relevantes. A exclusividade mútua impediu a dupla classificação da mesma unidade, enquanto a pertinência confirmou o alinhamento com os objetivos da pesquisa. Esse procedimento conferiu maior transparência e robustez ao processo interpretativo.

Emergiram desse processo quatro categorias centrais: formas de acesso ao saber, mediação pedagógica, engajamento discente e reconfiguração das práticas docentes. Cada uma delas foi construída com base em critérios semânticos e validada segundo as regras de análise de conteúdo mencionadas anteriormente. Tais eixos permitiram compreender como os recursos táteis transcendem a função de apoio técnico e se tornam catalisadores de novas dinâmicas educacionais. À luz da educação inclusiva e do DUA, os resultados revelam que a acessibilidade, quando bem mediada, desafia o ensino tradicional e promove uma participação mais equitativa. Por fim, o estudo respeitou rigorosamente os critérios éticos da pesquisa científica, assegurando o anonimato e o uso estritamente acadêmico das informações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das intervenções pedagógicas realizadas nas disciplinas de Biologia, Geografia e Química permitiu identificar diferentes formas de interação dos estudantes com os materiais táteis, evidenciando alterações nas dinâmicas de participação, mediação docente e exploração dos conteúdos. Os resultados apresentados a seguir articulam descrições das atividades desenvolvidas, episódios observados em sala de aula e interpretações fundamentadas nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem. Nesse contexto, os resultados são apresentados, inicialmente, de forma situada em cada área e, na seção 4.4, serão analisados de maneira integrada, a partir das categorias analíticas.

4.1 Materiais Didáticos Táteis no Ensino de Biologia

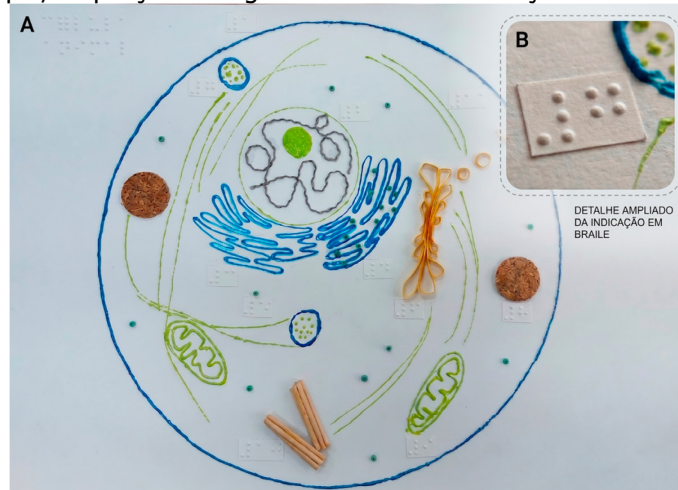
Para o ensino de Biologia Celular primeiramente foram desenvolvidos materiais didáticos de teste e adaptados, seguidos da testagem em ambiente de sala de aula com um estudante cego. Com base na avaliação preliminar, os materiais de teste mostraram que deveria ser conduzido um processo de refinamento. Durante a exploração inicial dos modelos, observou-se que algumas estruturas apresentavam pouca diferenciação tátil, dificultando sua identificação pelo estudante com cegueira. Em determinados momentos, o estudante percorreu repetidamente partes específicas do modelo até conseguir distinguir algumas organelas, mostrando a necessidade de ampliação dos relevos e o aumento do tamanho de determinados elementos gráficos.

Entre os ajustes realizados, destaca-se a ampliação dos desenhos, conforme solicitação do próprio estudante, enquanto aspectos como relevo, uso de diferentes texturas e identificação em braille foram considerados adequados. Após esse processo de ajustes, conduzido pela professora, os materiais foram novamente implementados em sala de aula com o estudante cego e seus colegas, priorizando recursos acessíveis e viáveis para o contexto educacional, em consonância com Cook *et al.* (2020).

Para o estudo da célula, foram confeccionados diversos recursos táteis, dos quais três modelos foram destacados nesta seção. O primeiro modelo (Figura 1) consiste em uma representação de uma célula animal com suas respectivas organelas. Para sua elaboração, foram utilizados materiais de diferentes texturas, como rolhas, tinta de relevo (3D), palitos, miçangas, papel e fios. Utilizou-se identificação numérica em braille associada a uma legenda complementar contendo a correspondência entre os

números e as respectivas organelas, tornando o material mais organizado e acessível à exploração tátil. Essas numerações podem ser consultadas em um *software* adaptado no computador do aluno, utilizado como apoio durante as aulas. Dessa forma, à medida que a professora explicava as organelas e suas funções, o estudante podia acompanhar por meio do tato, diferenciando as estruturas de maneira análoga ao acompanhamento visual realizado pelos demais alunos. O estudante explorou o modelo com ambas as mãos e, após localizar a primeira estrutura apresentada, o núcleo, passou a comparar as demais organelas utilizando as diferenças de textura presentes no material.

Figura 1: A. Modelo tátil de célula animal com organelas em relevo e identificação em braille. B. Em destaque, ampliação da região contendo a sinalização em braille



Fonte: Autores (2026).

Durante a atividade, o aluno conseguiu estabelecer relações entre posição, textura e função das estruturas celulares. Em alguns momentos, colegas videntes também manipularam o modelo, comparando as organelas identificadas visualmente com as percepções táteis compartilhadas pelo estudante com cegueira. Os estudantes discutiam entre si a posição das organelas enquanto manipulavam o modelo, comparando as percepções visuais e táteis. Essa interação contribuiu para deslocar a atividade de uma adaptação individualizada para uma experiência coletiva de aprendizagem.

Esse recurso evidenciou potencial para minimizar as barreiras enfrentadas pelo aluno cego, especialmente aquelas relacionadas à natureza abstrata dos conteúdos de Biologia Celular e à predominância de recursos essencialmente visuais, como imagens em livros didáticos, esquemas e observações microscópicas (Badzinski; Hermel, 2015). Estruturas como células, organelas celulares, cromossomos, DNA e membranas são tradicionalmente representadas por meio de ilustrações bidimensionais ou observações indiretas, o que pode dificultar a construção de modelos mentais por parte de alunos cegos. Nesse contexto, Vieira *et al.* (2024) destacam que a utilização de modelos didáticos com características visuais e manipuláveis contribui para tornar acessíveis conceitos que, de outra forma, permanecem abstratos para grande parte dos estudantes.

No modelo da formação do cromossomo (Figura 2) utilizou-se miçangas e tinta em alto relevo. Esse modelo buscou evidenciar, de maneira tátil e sequencial, os níveis de organização do material genético, desde a molécula de DNA até a estrutura condensada do cromossomo. Traçados em alto relevo representaram a dupla hélice e bases nitrogenadas que unem as duas fitas do DNA, estruturas enroladas com deposição das miçangas para simbolizar as proteínas histonas que auxiliam na condensação do cromossomo.

Figura 2: Modelo tátil da formação do cromossomo produzido com materiais em relevo

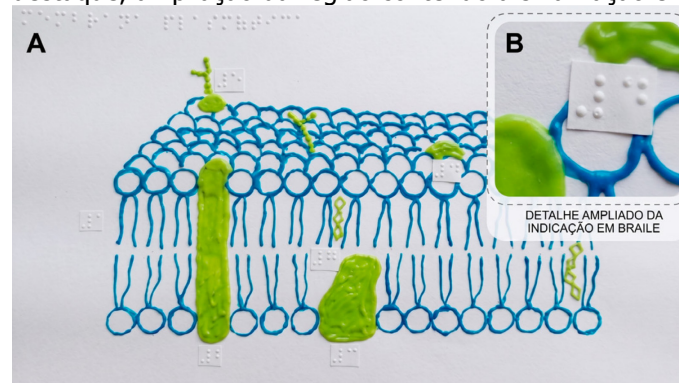


Fonte: Autores (2026).

Foi conduzida a explicação de forma dialogada com toda a turma, enquanto com o estudante com cegueira, explorava o modelo por meio do tato, acompanhando simultaneamente as transformações estruturais. Os demais alunos também foram incentivados a manipular o recurso, favorecendo uma experiência multissensorial e colaborativa. Essa abordagem permitiu não apenas a inclusão do aluno cego, mas também ampliou a compreensão da turma como um todo, ao tornar concreto um conteúdo que, tradicionalmente, é apresentado de forma abstrata e visual. Os modelos didáticos, segundo Silva (2025) contribuem para despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes, além de favorecerem a inclusão de alunos com deficiência visual, estimulando ainda a interação entre os colegas e fortalecendo as relações interpessoais. Reforçando esta ideia, Vieira *et al.* (2024) mostraram em seus estudos de modelos pedagógicos que, para os alunos com deficiência visual, estes recursos são ferramentas fundamentais no processo de aprendizagem, permitindo o uso dos sentidos, favorecendo a aprendizagem dessas pessoas.

O terceiro modelo didático (Figura 3) consistiu na representação da membrana plasmática da célula, baseada no modelo do mosaico fluido. Utilizou-se tinta 3D com diferentes formas de aplicação, criando relevo e texturas distintas, além da indicação em braille. A bicamada fosfolipídica foi representada por estruturas repetidas em alto relevo, enquanto as proteínas de membrana foram destacadas com preenchimentos mais espessos, permitindo sua identificação tátil. Elementos adicionais, como cadeias de carboidratos, também foram sugeridos por meio de variações na textura, representados por pontos pontiagudos, gerando uma textura específica.

Figura 3: A. Representação tátil da membrana plasmática com diferentes texturas e identificação em braille. B. Em destaque, ampliação da região contendo a sinalização em braille



Fonte: Autores (2026).

O estudante identificou diferenças entre as regiões da membrana ao associar as variações de relevo às proteínas e aos fosfolipídios representados. Em determinado momento da atividade, conseguiu descrever oralmente a organização geral da membrana plasmática a partir da exploração tátil da estrutura. Observou-se que, a possibilidade de percorrer repetidamente a estrutura favoreceu a compreensão da organização da membrana plasmática, conteúdo frequentemente apresentado apenas em representações bidimensionais.

A utilização da tinta 3D mostrou-se adequada por possibilitar relevos e variações de textura mais perceptíveis ao tato. Esse aspecto também foi observado por Santos e Brito (2019), que identificaram limitações em materiais com baixo contraste tátil, posteriormente superadas com o uso da tinta 3D, sugerido por um estudante com deficiência visual em seus estudos. Além disso, conforme destacam Silva e Carvalho (2022), estudantes com deficiência visual necessitam de recursos tridimensionais ou grafotáteis, com inserção do sistema Braille, para atender às suas especificidades. Nesse sentido, o uso da tinta 3D reforça seu potencial como recurso didático acessível e eficaz.

Os resultados observados indicam que os modelos táteis favoreceram a exploração de conteúdos abstratos da Biologia Celular, especialmente ao ampliar as possibilidades de interação dos estudantes com estruturas tradicionalmente representadas de forma visual. Embora outros recursos também tenham sido desenvolvidos ao longo da proposta, nesta seção foram apresentados três modelos representativos, contemplando diferentes níveis de organização da célula. A adoção de materiais com diferentes texturas, recursos em relevo, identificação em braille e o uso de tinta 3D contribuiu para a compreensão de conteúdos abstratos, especialmente pelo estudante com deficiência visual, ao mesmo tempo em que favoreceu o engajamento e a participação de toda a turma. De modo geral, evidenciou-se que os estudantes permaneceram mais tempo manipulando os modelos do que observando representações convencionais presentes em livros didáticos.

Tais resultados aproximam-se dos princípios do DUA, ao evidenciarem a importância da oferta de múltiplas formas de representação dos conteúdos, ampliando as possibilidades de acesso ao conhecimento científico para estudantes com diferentes características e necessidades. Nessa perspectiva, os materiais não atuaram apenas como recursos de adaptação para um estudante específico, mas como instrumentos pedagógicos capazes de diversificar as oportunidades de aprendizagem para toda a turma, reforçando a compreensão da inclusão como princípio orientador do planejamento pedagógico.

4.2 Materiais Didáticos Táteis no Ensino de Geografia

A análise dos materiais didáticos táteis desenvolvidos no âmbito do IFSul, campus Bagé para o ensino de Geografia revela um potencial significativo para a promoção de práticas pedagógicas inclusivas. Esta seção se dedica a uma interpretação detalhada das maquetes de relevo, contextualizando-as com a literatura acadêmica pertinente e avaliando suas implicações sob a ótica da geomorfologia e do DUA. As três maquetes que representam as unidades de relevo foram confeccionadas com materiais de baixo custo e ampla disponibilidade, alinhando-se a propostas que defendem a viabilidade de recursos didáticos em diferentes contextos escolares (Cook *et al.*, 2020).

Estes materiais foram desenvolvidos para atender as necessidades do estudante cego do sétimo semestre do curso integrado em Informática; entretanto, sua utilização foi posteriormente estendida aos demais alunos da turma, favorecendo experiências coletivas de aprendizagem e ampliando o acesso aos conteúdos por meio de abordagens multissensoriais. A estrutura principal de cada modelo

foi esculpida em placas de isopor, material que permite o empilhamento para simular níveis altimétricos e o entalhe para detalhes. Para o acabamento das superfícies, utilizou-se tinta guache marrom e cola, conferindo uma textura rugosa e informativa ao toque.

Os rios foram representados por sulcos preenchidos com uma mistura de cola e tinta, resultando em uma superfície lisa que contrasta tátil e visualmente. A vegetação foi simulada com erva-mate, adicionando uma terceira textura. A combinação desses acabamentos é essencial na cartografia tátil, pois a variação de texturas é crucial para a compreensão pelo estudante com deficiência visual (Galvão, 2017). Na maquete do planalto (Figura 4), a sobreposição de camadas de isopor construiu uma superfície elevada e de topo plano, com escarpas verticais. Geomorfologicamente, o modelo representa um planalto, unidade onde os processos de erosão superam os de deposição (Ross, 2005; Adas, 2004).

Figura 4: Maquete tátil geomorfológica do planalto



Fonte: Autores (2026).

O rio, encaixado em um cânion, materializa a ação de um sistema fluvial de alta energia, com erosão vertical, processo típico de áreas com maior declividade (Christofoletti, 1980). Um detalhe notável é o morro testemunho na base da escarpa, permitindo discutir o processo de recuo das vertentes e a evolução da paisagem, no qual a vertente regride paralelamente a si mesma, dando origem a relevos residuais isolados, como os *inselbergs* (Christofoletti, 1980). A exploração tátil, pelo aluno cego, da maquete ao longo da explicação do professor, possibilitou compreender diferenças de níveis do relevo e identificar elementos como o planalto, o vale encaixado e o morro testemunho, possibilitando a construção de representações espaciais e a compreensão dos processos erosivos de forma mais concreta e acessível.

A representação acentuada das declividades na maquete do planalto está em conformidade com a necessidade de realizar exageros, omissões e distorções em modelos táteis, a fim de tornar as feições geomorfológicas mais salientes para a percepção tátil do estudante (Galvão, 2017). Essa generalização cartográfica, que seria um problema na cartografia convencional, torna-se um critério fundamental para a eficácia do recurso na cartografia tátil. Tal abordagem garante que as informações espaciais mais importantes, como a distinção entre áreas altas e baixas e a presença de vales profundos, sejam comunicadas de forma clara e inequívoca através do toque.

A maquete da planície (Figura 5) ilustra um ambiente de deposição fluvial, exibindo um rio que emerge de um vale confinado e se espalha ao atingir uma área de menor gradiente, assumindo um

padrão ramificado. Geologicamente, a maquete materializa o conceito de planície como uma área onde os processos de acumulação de sedimentos superam os de erosão (Adas, 2004). O modelo demonstra, de forma visual e tátil, o processo de formação da planície: ao perder energia, a capacidade de transporte do rio diminui, forçando a deposição de sedimentos e a criação de canais entrelaçados (Christofoletti, 1980).

Figura 5: Maquete tátil de planície fluvial com diferenciação textural do relevo



Fonte: Autores (2026).

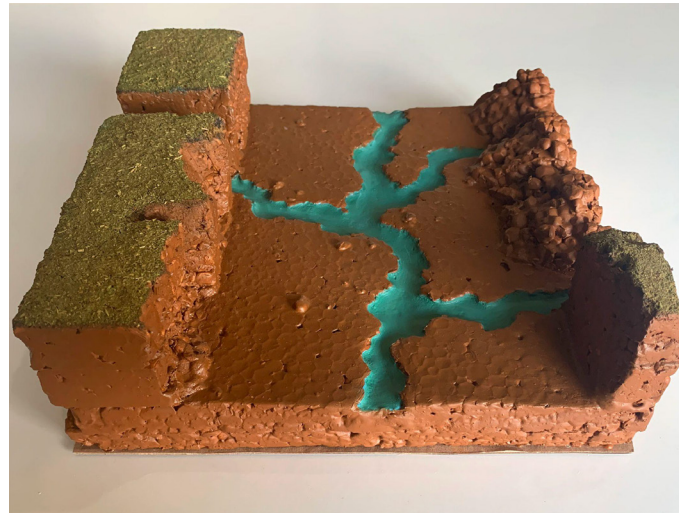
Durante a aula, o professor utilizou a maquete como recurso mediador para explicar a dinâmica fluvial e os processos de erosão, transporte e deposição sedimentar. A partir da exploração tátil e visual do modelo, os estudantes foram incentivados a identificar as diferenças altimétricas entre as áreas elevadas e a planície, bem como compreender o percurso do rio e a deposição de sedimentos nas áreas mais baixas. No caso do estudante com cegueira, a mediação oral do docente, associada à exploração das texturas e relevos da maquete, favoreceu a compreensão espacial da paisagem e das relações entre relevo e dinâmica fluvial.

A vegetação, posicionada no topo dos blocos mais altos na maquete da planície, reforça o contraste altimétrico e contextualiza a planície como uma área rebaixada e sujeita à dinâmica fluvial. Essa escolha de design adiciona uma camada de informação tátil que ajuda a delimitar as diferentes unidades de relevo, sendo fundamental que se utilize uma variedade de materiais para que o estudante possa “enxergar através do toque” (Galvão, 2017, p. 3518). A diferenciação textural entre a área de planalto e a planície permite ao estudante perceber as relações espaciais e hierárquicas entre as formas, compreendendo a planície como uma área receptora de sedimentos provenientes das áreas mais elevadas adjacentes, uma vez que os rios são os principais agentes no transporte de materiais das áreas mais altas para as mais baixas, onde são depositados (Christofoletti, 1980).

A manipulação da maquete possibilitou, ao aluno cego, compreender, por meio da percepção tátil das diferenças de altura e textura, a relação entre relevo, fluxo fluvial e deposição de materiais, contribuindo para a construção de representações espaciais sobre a organização da paisagem. A terceira maquete (Figura 6) representa uma depressão, caracterizada por uma área central rebaixada circundada por bordas mais elevadas. A principal informação tátil deste modelo é a clara diferença de altitude entre o interior da bacia e seu rebordo. O modelo retrata uma depressão relativa, correspondendo a uma área rebaixada em relação ao seu entorno devido a processos erosivos prolongados e diferenciais (Ross, 2005). O sistema fluvial, com seus afluentes, organiza-se na porção

mais baixa, sugerindo um padrão de drenagem convergente, o que enriquece a análise hidrográfica a partir do relevo.

Figura 6: Maquete tátil da depressão e da erosão diferencial em relevo



Fonte: Autores (2026).

A avaliação prática dos modelos geomorfológicos ocorreu ao longo da aula regular, mediante interação com um estudante com cegueira do curso técnico em Informática da instituição. Inicialmente, o professor apresentou oralmente os conceitos de planalto, planície, erosão e deposição sedimentar, relacionando-os às representações presentes nas maquetes. Em seguida, o estudante cego explorou os modelos de maneira tátil, enquanto o docente mediava a identificação das formas de relevo, das diferenças altimétricas e do percurso dos rios.

Durante a exploração tátil, o discente demonstrou notável facilidade em distinguir as texturas propostas. Em um dos episódios registrados, ao percorrer o sulco que representa o canal fluvial, o estudante afirmou: "Dá para distinguir bem o riozinho". A transição entre a rugosidade da vegetação, simulada com erva-mate, e a superfície lisa do rio, composta por cola e tinta, permitiu uma leitura espacial precisa. Essa diferenciação tátil foi determinante para que o aluno cego compreendesse a dinâmica altimétrica e o fluxo fluvial rumo às áreas baixas. Os demais alunos também foram convidados a explorar de maneira tátil e visual.

Ao manusear as representações do planalto e da planície, o estudante conseguiu identificar com clareza as variações de declividade e a extensão das áreas planas. A percepção do curso d'água fluindo continuamente desde as cotas mais elevadas até o espraiamento na planície evidenciou a eficácia da abstração adotada. O discente indicou que a experiência física proporcionada pelo material deu concretude a conceitos anteriormente abstratos, viabilizando a construção de uma imagem mental consolidada sobre o arranjo espacial dessas feições topográficas e sua respectiva hidrografia.

Ao final da atividade com a maquete do planalto, o estudante avaliou positivamente o recurso, destacando: "Gostei do planalto aqui". Na exploração do modelo de depressão, o estudante reconheceu prontamente a configuração de um vale central ladeado por duas estruturas de maior altitude, manifestando apreciação semelhante: "Essa daí eu achei legal". Diferentemente das demais maquetes, esta peça apresenta uma área significativamente menor recoberta por erva-mate, indicando uma vegetação mais escassa, característica notada durante o manuseio. A limitação intencional dessa textura vegetal auxiliou na delimitação espacial da bacia rebaixada.

A apreciação geral do discente confirmou que a acentuada declividade adotada no modelo foi fundamental para o imediato reconhecimento das vertentes e do processo erosivo diferencial. Esses resultados aproximam-se dos princípios do DUA, ao oferecer múltiplas formas de representação dos conteúdos e possibilitar diferentes modos de interação com o conhecimento. Mais do que atender às necessidades de um estudante, os modelos favoreceram a participação de toda a turma, demonstrando o potencial de estratégias pedagógicas que consideram a diversidade dos estudantes desde o planejamento das atividades.

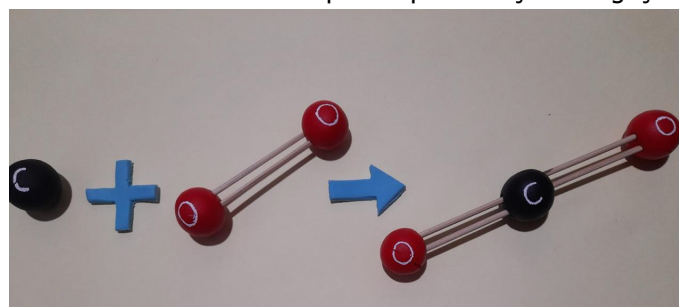
4.3 Materiais Didáticos Táteis no Ensino de Química

A utilização de modelos táteis-visuais no ensino de Química evidenciou não apenas contribuições relacionadas à acessibilidade, mas também implicações mais amplas para a reconfiguração das formas de mediação do conhecimento químico, tradicionalmente fundamentadas em representações simbólicas e visuais bidimensionais (Pereira, 2023). Conceitos relacionados à organização espacial das moléculas, ligações químicas, geometria molecular, interações intermoleculares e estruturas proteicas frequentemente dependem de elevados níveis de abstração e visualização mental, o que pode dificultar significativamente sua compreensão por estudantes com deficiência visual e, em muitos casos, também por estudantes videntes (Pereira, 2023).

Nesse contexto, os modelos táteis-visuais desenvolvidos permitiram tensionar a centralidade da visualidade como principal via de acesso aos conceitos químicos, ampliando as possibilidades de representação e interação com os conteúdos científicos por meio de abordagens multissensoriais.

O primeiro modelo molecular (Figura 7), representando ligações covalentes, foi utilizado em uma turma do terceiro semestre do Curso Técnico Integrado em Informática, envolvendo todos os estudantes da turma, incluindo uma estudante com baixa visão. Durante a atividade, os estudantes foram organizados em grupos para construir e manipular modelos moleculares confeccionados com átomos em biscoito e palitos representando as ligações químicas. A proposta favoreceu a participação coletiva e colaborativa, permitindo que diferentes estudantes manipulassem as estruturas, discutissem possibilidades de combinação entre os elementos químicos e explorassem espacialmente as moléculas construídas.

Figura 7: Modelos moleculares táteis para representação de ligações covalentes



Fonte: Autores (2026).

No caso da estudante com baixa visão, observou-se que o uso combinado de percepção tátil, contraste visual ampliado e mediação oral favoreceu a identificação dos elementos químicos e a compreensão da organização espacial das moléculas. Entretanto, os benefícios da atividade não se restringiram à acessibilidade individual. A manipulação concreta dos modelos também favoreceu a compreensão dos demais estudantes, especialmente ao possibilitar a visualização tridimensional das

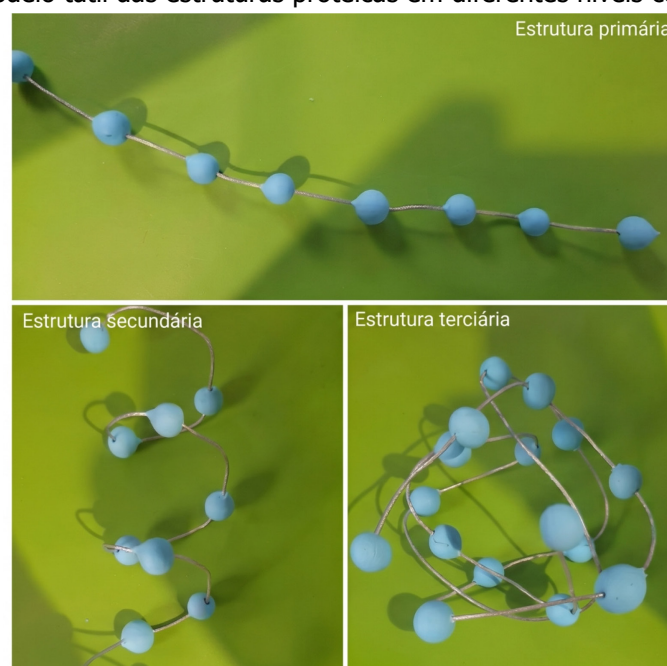
ligações químicas e do compartilhamento de elétrons, frequentemente abordados apenas por representações bidimensionais abstratas.

A construção coletiva dos modelos promoveu momentos de diálogo, argumentação e troca de hipóteses entre os estudantes, deslocando a atividade de uma perspectiva centrada na transmissão de conteúdos para uma dinâmica mais investigativa e participativa. Tal aspecto aproxima-se da perspectiva de aprendizagem significativa discutida por Ausubel (2003), uma vez que os novos conceitos passaram a ser relacionados às experiências concretas vivenciadas durante a manipulação dos materiais.

Além disso, a utilização de cores contrastantes, relevos e materiais manipuláveis favoreceu múltiplas formas de representação do conteúdo, em consonância com os princípios do DUA (CAST, 2024). Os registros de campo indicaram que a estudante com baixa visão participou ativamente da exploração dos modelos, alternando a observação visual com a manipulação tátil das estruturas. Observou-se que os contrastes de cores presentes nos materiais atraíram sua atenção para determinados elementos dos modelos, facilitando sua identificação e diferenciação durante a atividade.

No que se refere ao segundo recurso (Figura 8), a representação tátil das estruturas proteicas, possibilitou a exploração concreta das mudanças conformacionais das macromoléculas, conteúdo frequentemente apresentado de maneira altamente abstrata no ensino de Química. Durante a atividade, os estudantes manipularam os diferentes níveis estruturais das proteínas, comparando suas formas, curvaturas e níveis de complexidade espacial.

Figura 8: Modelo tátil das estruturas proteicas em diferentes níveis conformacionais



Fonte: Autores (2026).

A exploração tátil favoreceu a compreensão das diferenças entre os níveis conformacionais, especialmente ao permitir a percepção física das dobras e reorganizações estruturais que caracterizam as estruturas secundária e terciária. Durante a atividade, a estudante com baixa visão participou ativamente da manipulação dos modelos, explorando as estruturas por meio do tato e dialogando com os colegas sobre as diferenças percebidas entre as conformações proteicas. Em determinados momentos, a estudante comparava as estruturas linear, helicoidal e tridimensional,

descrevendo oralmente suas percepções enquanto realizava a exploração tátil dos materiais. Observou-se que essa interação contribuiu para que os estudantes identificassem com maior clareza as relações entre forma e organização molecular, aspecto que frequentemente apresenta dificuldades quando trabalhado exclusivamente por imagens planas presentes em livros didáticos.

Outro aspecto relevante foi o fato de que os modelos estimularam interações coletivas entre os estudantes, favorecendo momentos de descrição oral, comparação de percepções e construção compartilhada de significados. A participação da estudante ocorreu de maneira integrada às atividades desenvolvidas pela turma, evidenciando que os recursos táteis não foram utilizados apenas como adaptação individual, mas como instrumentos mediadores de experiências coletivas de aprendizagem. Assim, os materiais demonstraram potencial não apenas para promover acessibilidade, mas também para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem de maneira ampla, beneficiando todos os estudantes envolvidos na atividade.

Os resultados obtidos reforçam a compreensão de que a inclusão, no ensino de Química, não deve se restringir à adaptação posterior de recursos para determinados estudantes, mas envolver a construção de estratégias pedagógicas que reconheçam, desde o planejamento, a diversidade de formas de aprender. Essa perspectiva aproxima-se dos princípios do DUA, que propõe a antecipação das barreiras à aprendizagem por meio da oferta de múltiplas formas de representação, engajamento e ação e expressão. Nessa direção, os modelos táteis-visuais evidenciam possibilidades de reorganização das práticas pedagógicas, ao deslocarem o foco do ensino exclusivamente verbal e visual para abordagens mais plurais, interativas e multissensoriais.

Por outro lado, também se evidenciou que a produção desses materiais demanda tempo, planejamento e intencionalidade pedagógica, além de articulação entre docentes e setores de apoio institucional. Ainda assim, os resultados observados indicam que o investimento em recursos acessíveis se justifica não apenas pelos impactos na inclusão de estudantes com deficiência visual, mas pela potencialização da aprendizagem, da participação e do engajamento de todos os estudantes envolvidos nas atividades.

Dessa forma, a experiência desenvolvida demonstra que os modelos táteis-visuais constituem uma estratégia potente para o ensino de Química, contribuindo simultaneamente para a acessibilidade, para a ampliação das formas de representação do conhecimento científico e para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, participativas e significativas.

4.4 ANÁLISE INTEGRADA DOS RESULTADOS

A análise integrada das experiências desenvolvidas nas áreas de Biologia, Geografia e Química possibilitou a construção de categorias analíticas que expressam dimensões recorrentes nas práticas observadas, permitindo compreender os efeitos dos materiais didáticos táteis para além de sua dimensão instrumental. As categorias foram elaboradas a partir da recorrência e relevância das unidades de sentido identificadas nos dados empíricos, evidenciando não apenas padrões de ocorrência, mas também tensões e deslocamentos nas práticas de ensino.

No que se refere à categoria formas de acesso ao conhecimento, os resultados indicam que os materiais didáticos táteis operam como dispositivos de ampliação epistemológica, ao questionarem a centralidade da visualidade como via hegemônica de acesso aos conteúdos científicos. Nas três disciplinas analisadas, a incorporação de elementos táteis, tridimensionais e multissensoriais não apenas favoreceu a compreensão de conceitos abstratos como estruturas celulares, organização do

relevo e conformações moleculares, mas também sugeriu deslocamentos nas formas tradicionais de representação. Esse movimento sugere que a acessibilidade, nesse contexto, não se limita à adaptação de conteúdos previamente definidos, mas implica a diversificação dos modos de produção e circulação do saber científico no ambiente escolar. Assim, os materiais táteis deixam de ser recursos compensatórios para se constituírem como elementos que ampliam o próprio conceito de ensinar e aprender Ciências.

No âmbito da mediação pedagógica, evidencia-se que a efetividade dos materiais está intrinsecamente relacionada à intencionalidade docente e à forma como esses recursos são integrados ao planejamento didático. A mediação observada ultrapassa a função explicativa, assumindo um caráter dialógico e investigativo, no qual os estudantes são convidados a explorar, comparar e reconstruir conceitos a partir da interação com os materiais. Em diferentes atividades observadas, a mediação docente ocorreu por meio de perguntas orientadoras, incentivo à exploração tátil coletiva e solicitação de descrições verbais das estruturas manipuladas pelos estudantes.

Esse aspecto reforça a compreensão de que a acessibilidade não reside nos objetos em si, mas nas relações pedagógicas que se estabelecem em torno deles. Ao articular diferentes formas de representação e promover interações significativas, o professor atua como mediador de processos cognitivos complexos, aproximando-se de uma perspectiva alinhada ao DUA, na qual a diversidade é considerada desde o planejamento, e não apenas no momento da intervenção.

Em relação à categoria participação e engajamento dos estudantes, os dados indicam que a utilização dos materiais táteis favorece a ampliação da participação ativa em sala de aula, ao criar condições para que diferentes formas de interação com o conhecimento sejam legitimadas. A possibilidade de manipulação dos recursos promove não apenas maior envolvimento cognitivo, mas também interações sociais mais horizontais, nas quais estudantes com e sem deficiência compartilham experiências de aprendizagem. Esse movimento contribui para o deslocamento de práticas centradas na exposição e na passividade discente, indicando que a inclusão, nesse contexto, se materializa como uma experiência coletiva e não como uma ação direcionada exclusivamente a sujeitos específicos. Tal evidência reforça a ideia de que práticas inclusivas, quando orientadas por perspectivas ampliadas, beneficiam o conjunto dos estudantes, e não apenas aqueles historicamente marginalizados.

Por fim, a categoria de reconfiguração das práticas pedagógicas permite compreender que a incorporação dos materiais didáticos táteis não se reduz à introdução de novos recursos, indica potencial para tensionar e diversificar práticas de ensino tradicionalmente centradas na visualidade. Ao tensionar modelos pedagógicos centrados na visualidade e na transmissão de conteúdos, os materiais analisados contribuem para a emergência de práticas mais plurais, nas quais diferentes formas de percepção, expressão e interação são consideradas legítimas. Esse processo de reconfiguração evidencia que a inclusão, quando compreendida à luz do DUA, não se configura como um conjunto de estratégias adicionais, mas como um princípio organizador do ensino. No entanto, os dados também indicam que tais transformações não ocorrem de forma automática, estando condicionadas à formação docente, às condições institucionais e à intencionalidade pedagógica que sustenta o uso desses recursos.

A articulação entre essas categorias permite afirmar que os materiais didáticos táteis, quando concebidos e utilizados em uma perspectiva inclusiva ampliada, operam simultaneamente em diferentes níveis: ampliam o acesso ao conhecimento, ressignificam as formas de mediação,

intensificam a participação dos estudantes e tensionam as práticas pedagógicas vigentes. Nesse sentido, mais do que instrumentos de acessibilidade, tais materiais configuram-se como recursos com potencial para promover mudanças nas dinâmicas pedagógicas, contribuindo para a construção de um ensino que reconhece a diversidade não como desafio a ser superado, mas como elemento constitutivo do processo educativo.

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que a produção e a utilização de materiais didáticos táteis constituem uma estratégia relevante para a promoção de práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Biologia, Geografia e Química, ao ampliarem as formas de acesso ao conhecimento e favorecerem a participação dos estudantes em contextos educacionais heterogêneos. Contudo, a análise realizada permite avançar para além de uma compreensão instrumental desses recursos, ao indicar que seu potencial pedagógico não reside apenas em sua materialidade, mas na forma como são concebidos, integrados ao planejamento didático e mediados no contexto da sala de aula.

Nesse sentido, o estudo contribui para questionar a lógica de adaptação pontual ainda presente em muitas práticas educativas, evidenciando que os materiais táteis, quando articulados aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), podem operar como dispositivos de reconfiguração das práticas pedagógicas. Ao promover múltiplas formas de representação, tais recursos não apenas favorecem a aprendizagem de estudantes com deficiência visual, mas ampliam as possibilidades de engajamento e construção do conhecimento para o conjunto dos estudantes, deslocando o foco da inclusão como exceção para a inclusão como princípio estruturante do ensino.

Além disso, a análise integrada das experiências nas diferentes áreas do conhecimento evidencia que o potencial dos materiais táteis se manifesta de maneira situada, assumindo funções distintas conforme a natureza dos conteúdos e as demandas cognitivas envolvidas. Esse aspecto reforça a necessidade de compreender a acessibilidade não como um conjunto de soluções universais, mas como um processo que exige intencionalidade pedagógica, sensibilidade às especificidades disciplinares e articulação com os objetivos de aprendizagem.

Por outro lado, os resultados também apontam limites e desafios que não podem ser desconsiderados. A produção e a utilização de materiais acessíveis demandam tempo, formação docente e condições institucionais que nem sempre estão garantidas, o que pode restringir sua implementação de forma sistemática. Dessa forma, a efetivação de práticas pedagógicas inclusivas requer não apenas iniciativas individuais, mas o fortalecimento de políticas institucionais, espaços de formação continuada e condições de trabalho que sustentem a inovação pedagógica no cotidiano escolar.

Como contribuição para o campo da educação inclusiva e do ensino de Biologia, Geografia e Química, este estudo evidencia que a incorporação de materiais didáticos táteis quando fundamentada em perspectivas como o DUA atua como catalisadora de mudanças importantes nas práticas educativas. Ao reduzir a dependência exclusiva da visualidade e promover abordagens mais plurais e acessíveis, o artigo impulsiona as discussões sobre inclusão, deslocando o debate do âmbito da mera adaptação para o da transformação pedagógica.

Por fim, como perspectiva para pesquisas futuras, destaca-se a necessidade de investigações que aprofundem a análise dos impactos desses recursos em diferentes contextos educacionais, áreas do

conhecimento e perfis de estudantes, bem como estudos que explorem a integração entre materiais táteis e tecnologias assistivas digitais. Tais caminhos podem ampliar a compreensão sobre as potencialidades e os limites das práticas inclusivas, contribuindo para a consolidação de uma educação efetivamente equitativa e comprometida com a diversidade.

6. REFERÊNCIAS

ADAS, Melhem. **Panorama geográfico do Brasil**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2004.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BADZINSKI, Caroline; HERMEL, Erica do Espírito Santo. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/wfjxZhh4zdJqTBRGDkKtpDh/?lang=pt> . Acesso em: 06 maio 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da educação Inclusiva**. Brasília: MEC, 2008a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2026.

CARVALHO, Juliana Wilse Landolfi Teixeira de; MYSZCZAK, Luciano Augusto; OLIVEIRA, Fabiano Antonio de. Bacias hidrográficas simuladas em maquetes: prática pedagógica para ensino fundamental e médio. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. 25-39, jul./dez. 2016. DOI: 10.26895/geosaberes.v7i13.416. Disponível em: <https://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/416>. Acesso em: 20 abr. 2026.

CARLOU, Amanda. **Inclusão na educação profissional: visão dos gestores do IFRJ**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CAST. **Universal Design for Learning: Guidelines Version 3.0**. Wakefield, MA: CAST, 2024. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

CIRÍACO, Flávia Lima. Inclusão: um direito de todos. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 29, 4 de agosto de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/29/inclusaoum-direito-de-todos>. Acesso em: 20 abr. 2026.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COOK, Jamilyle Pires; MOTA JUNIOR, José Fernando; CASTRO, Lucas dos Santos; LIMA, Joselito Santiago de; FREIRE, Luciana Martins. Cartografia tátil no ensino de Geografia física na Educação Básica. **PESQUISAR – Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, v. 7, n. 14, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/pesquisar/article/view/74398>. Acesso em:

20 abr. 2026.

GALVÃO, Renata Santos. Uso de maquetes táteis para o ensino de geomorfologia. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, [S.L.], p. 3515-3523, 2017. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP. <http://dx.doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1999>.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28. ed. — Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MONTEBLANCO, Valquirea Martins. **A escola comum/educação especial: relação da gestão com as práticas inclusivas**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

PEREIRA, Samara de Oliveira. **O ensino de química na perspectiva da educação inclusiva: os princípios do desenho universal para a aprendizagem em práticas com experimentação**. 2023. 207 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riiu/8202>. Acesso em: 20 abr. 2026.

PORTELA, Antônia Dorisvan da Silva. A IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES INCLUSIVAS PELO NAPNE e a capacitação por meio dos cursos de libras. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 11, n. 2, 2020.

ROCHA, Elisa Helena Bassi; SILVA, Nilda Aparecida; ROCHA, Rical Spirandeli. O material didático como recurso pedagógico na educação especial e inclusiva. **Revista Aquila**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 121-135, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://ojs.uva.br/index.php/revista-aquila>. Acesso em: 28 maio 2026.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Os fundamentos da geografia da natureza. *In*: ROSS, Jurandyr L. S. (org.). **Geografia do Brasil**. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edusp, 2005. p. 13-65.

SANTOS, Jamille Ferreira Lima; BRITO, Marcelo Fulgêncio Guedes de. Educação inclusiva: modelo didático de peixe para alunos com deficiência visual no ensino de ciências e biologia. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 3, p. 206-223, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1022>. Acesso em: 20 abr. 2026.

SILVA, Aldenice Cardoso Costa da. **Modelos estruturais do DNA e RNA em biscoito com identificação em braile: material didático adaptado a pessoas com deficiência visual**. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 2025. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1508773>. Acesso em: 20 abr. 2026.

SILVA, Aires da Conceição; CARVALHO, Camila Pereira de Moraes. Análise da produção de materiais didáticos em Ciências para alunos com deficiência visual. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 8., 2022, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2022. DOI: <https://doi.org/10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT16.010>. Acesso em: 08 abr. 2022.

SILVA, Eliza França e; ELIAS, Luciana Carla dos Santos. Inclusão de alunos com deficiência intelectual: recursos e dificuldades da família e de professoras. **Educação em Revista**, v. 38, 2022.

SONZA, Andréa Poletto; VILARONGA, Carla Ariela Rios; MENDES, Enicéia Gonçalves. Os NAPNEs e o plano educacional individualizado nos Institutos Federais de Educação. **Revista Educação**

Especial, v. 33, p. 1-24, 2020.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais**. UNESCO, 1994.

VIEIRA, Karine Felinto de Souza; GOVEIA, Eduardo Guilherme; GENARO, Akirah Carvalho; GOMES, Marcio do Nascimento; BARTH, Adriane. Modelos Pedagógicos em 3D Inclusivos no Ensino de Biologia Celular Destinados a Alunos Videntes e com Deficiência Visual. *In: SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO (SEMIEDU)*, 32., 2024, Cuiabá/MT. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 1461-1469. ISSN 2447-8776.
DOI: <https://doi.org/10.5753/semiedu.2024.32805>.

Submissão: 24/04/2026

Aceito: 15/06/2026