

## Produção de material didático em Braille para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual

Joás V. R. Silva<sup>1</sup>; Amanda A. Lessa<sup>2</sup>; Bruno O. Cunha<sup>3</sup>; Estefane Albuquerque<sup>4</sup>; Gustavo E. S. Medeiros<sup>5</sup>; Marcos. V. Martins<sup>6</sup>; Thais F. Silva<sup>7</sup>; Josineide A. da Silva<sup>8</sup>; Júlia D. Bouzon<sup>9</sup>; Soraia P. L. de Souza Mello<sup>10</sup>.

<sup>1</sup>[joasvictorr.s@gmail.com](mailto:joasvictorr.s@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>2</sup>[amandalessalessa@gmail.com](mailto:amandalessalessa@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>3</sup>[bruno.cunhatp07@gmail.com](mailto:bruno.cunhatp07@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>4</sup>[esterfisicaestudo@gmail.com](mailto:esterfisicaestudo@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>5</sup>[gustavoemiliano700@gmail.com](mailto:gustavoemiliano700@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>6</sup>[marcosviniciusmr7@gmail.com](mailto:marcosviniciusmr7@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>7</sup>[thaisfsq09@gmail.com](mailto:thaisfsq09@gmail.com). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

<sup>8</sup>[josineide.silva.1@cp2.edu.br](mailto:josineide.silva.1@cp2.edu.br). Colégio Pedro II, campus Centro, Brasil.

<sup>9</sup>[julia.bouzon.1@cp2.edu.br](mailto:julia.bouzon.1@cp2.edu.br). Colégio Pedro II, campus Centro, Brasil.

<sup>10</sup>[soraia.mello.1@cp2.edu.br](mailto:soraia.mello.1@cp2.edu.br). Colégio Pedro II, campus Centro, Brasil.

**Palavras-Chave:** acessibilidade, deficiência visual, adaptação curricular

### Introdução

O quarto objetivo do desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030 é assegurar uma educação equitativa e inclusiva de qualidade. Dentre as metas para alcançar isso estão garantir a equidade de acesso à educação para os mais vulneráveis, incluindo pessoas com deficiência. Nesse sentido, a educação brasileira enfrenta um paradoxo significativo: enquanto a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) assegura um sistema educacional inclusivo à pessoa com deficiência, a prática pedagógica muitas vezes falha em se adaptar à diversidade dos alunos. Pesquisas recentes (Sasson, 2018; Tokuhama-Espinosa, 2018) demonstram que essa lacuna persiste no ensino de Química, especialmente na educação de estudantes com necessidades específicas.

Essas lacunas começam a se abrir já na formação inicial de professoras e professores de Química. Estudos apontam que os currículos das licenciaturas em Química ainda possuem uma ênfase excessiva em conteúdos específicos, negligenciando a formação pedagógica inclusiva (Carvalho et al., 2020). Experiências em programas institucionais indicam que a integração de licenciandos com especialistas em educação especial apresenta resultados promissores na adaptação curricular (Santos et al., 2022).

A Química, por sua natureza, utiliza fortemente representações visuais como gráficos, equações e fórmulas estruturais. Há uma necessidade de adaptação dessas representações de uma leitura visual para uma leitura tátil, que permitam aos alunos com deficiência visual acompanharem as aulas e estudarem posteriormente. Dessa maneira este trabalho propõe contribuições ao enfrentamento desses desafios articulando a formação de alunos vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) com a produção de materiais para alunos cegos do Colégio Pedro II. A metodologia adotada foi a utilização dos *softwares Braille Fácil* e *Monet* na criação de um material didático de leitura tátil com o conteúdo de Química da 3ª Série do Ensino Médio da escola.

Com isso, nossos objetivos são produzir um material inclusivo de referência para a educação química e, também, somar na formação de professoras e professores. Para além de promover um ensino de Química de qualidade, busca-se romper com um cenário no qual alunos com deficiência têm o acesso a esse ensino restringido mesmo que matriculados e frequentando boas escolas. Pretende-se assim contribuir para a construção de uma educação química que, em linha com o ODS 4, conduza *todas* as meninas e *todos* os meninos a resultados de aprendizagem relevantes e significativos.

## Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida com base em uma abordagem qualitativa de natureza aplicada por alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O processo metodológico iniciou-se com a divisão dos bolsistas em dois grupos: Físico-Química e Química Orgânica, onde cada grupo ficou responsável pela produção do material com temas referentes à área. A seleção dos temas foi feita a partir dos eixos temáticos previstos pelo currículo do Colégio Pedro II para a 3ª Série do Ensino Médio.

Na etapa seguinte, os grupos desenvolveram o material com o conteúdo teórico, imagens e exercícios, optando por uma abordagem teórica mais objetiva e acessível, com o intuito de facilitar a compreensão dos conteúdos. Os textos foram redigidos de forma clara e concisa, priorizando explicações diretas e evitando construções excessivamente complexas ou abstratas. Os exercícios também foram selecionados com base nesse critério, visando reforçar os conceitos de maneira simples e prática. Quando necessário, os exercícios foram adaptados para garantir a efetiva compreensão do comando da questão.

A transcrição dos conteúdos textuais, para o sistema braille foi realizada utilizando o *software Braille Fácil*, ferramenta gratuita que permite a digitação e formatação de textos para posterior impressão em braille. As representações visuais, como estruturas em bastão, diagramas e gráficos, foram elaboradas no *software Monet*, que possibilita a criação de imagens em braille. Além da transcrição do conteúdo textual em braille, a organização da apostila foi pensada para facilitar a leitura e a compreensão por parte dos estudantes. Para isso, cada imagem tátil produzida no *Monet* foi posicionada logo abaixo do parágrafo correspondente ao conteúdo teórico. Essa disposição teve como objetivo promover uma associação direta entre o texto e sua representação visual, permitindo que o estudante acompanhasse o conteúdo de forma integrada e fluida, sem a necessidade de alternar entre páginas ou capítulos distintos.

Após a finalização de cada um dos conteúdos selecionados, o material foi enviado para as impressoras disponíveis no Colégio Pedro II e, por fim, os materiais foram aplicados em sala de aula, em um ambiente supervisionado, com o objetivo de avaliar sua funcionalidade e contribuição para a aprendizagem dos estudantes. Essa etapa prática possibilitou a observação direta da interação dos alunos com os materiais e serviu de base para reflexões sobre melhorias no processo de produção e adaptação de conteúdos para o público com deficiência visual.

## Resultados e Discussão

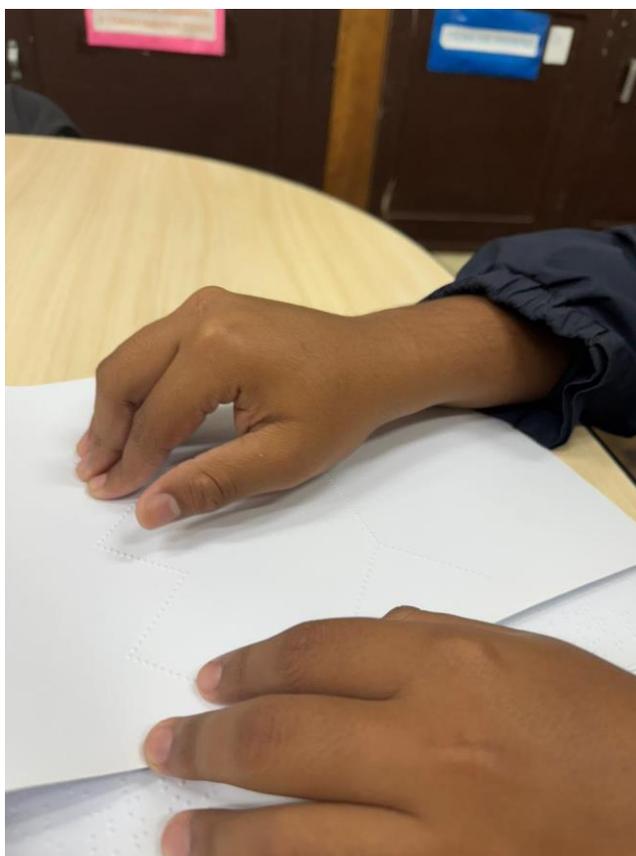
O documento do Ministério da Educação (MEC) do Brasil sobre os saberes e práticas da inclusão (BRASIL, 2007) estabelece que a abordagem educacional voltada a pessoas com deficiência visual deve ser realizada por meio do Sistema Braille e dos sentidos remanescentes do indivíduo. Assim, com o material em Braille, o aluno passou a contar com recursos concretos de aprendizagem adaptados às suas necessidades, ampliando sua compreensão, possibilitando revisões autônomas do conteúdo e contribuindo para o progresso eficaz das aulas em conjunto com os demais alunos. A aplicação do material didático ocorreu de forma simultânea às aulas expositivas de Química, ministradas ao aluno com deficiência visual (DV) e aos demais

colegas. A proposta visava superar as limitações das metodologias convencionais, baseadas em recursos audiovisuais direcionados aos estudantes videntes.

O acompanhamento do aluno em sala se dá, predominantemente, pela escuta das explicações orais. No entanto, esse formato, por si só, é limitado. Por isso, foi fundamental desenvolver um material com linguagem clara, sucinta e objetiva. As explicações foram estruturadas de forma concisa, evitando a sobrecarga de informações, com o intuito de facilitar a leitura tátil e a compreensão autônoma dos conteúdos. Esse cuidado na elaboração textual buscou ampliar a acessibilidade do material e promover o protagonismo do aluno em seu processo de aprendizagem.

Os exercícios inseridos na apostila são os mesmos propostos à turma em sala de aula, porém adaptados e em quantidade reduzida, devido à adequação em Braille. Mesmo com um número menor de questões, o aluno se sente incluído por resolver os mesmos conteúdos que os colegas, o que favorece sua atenção durante as correções e reforça a sensação de pertencimento ao grupo.

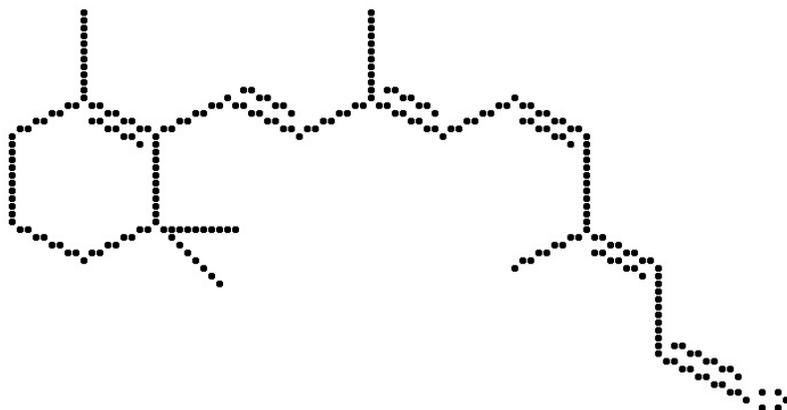
O aluno conta também com o suporte de um mediador escolar, cuja atuação está voltada para questões logísticas e de locomoção. O apoio pedagógico complementar ocorre no Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE), presente na própria instituição. Nesse espaço, o aluno recebe acompanhamento individualizado, em contraturno, com foco em suas demandas pedagógicas específicas, utilizando o material didático em braille (Figura 1). Nesses momentos, o recurso didático torna-se ainda mais eficaz, permitindo o aprofundamento de temas e o reforço das atividades propostas em sala, além de permitir uma avaliação de como o processo está fluindo, permitindo intervenções, correções e aperfeiçoamento do que foi proposto.



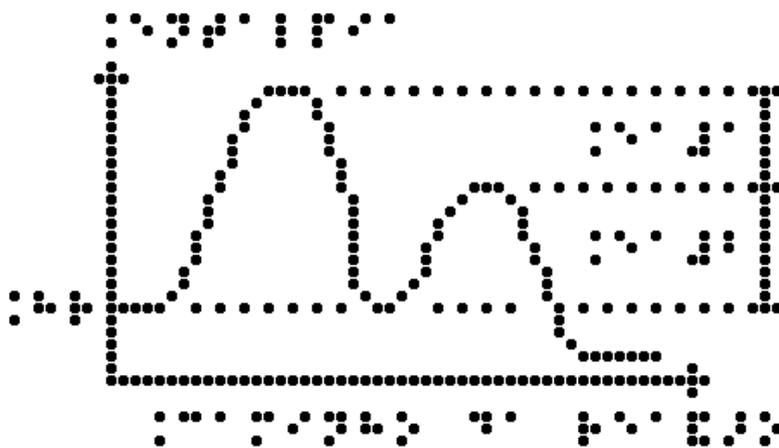
**Figura 1** – Aluno utilizando o material durante o atendimento no NAPNE.

A adaptação das representações gráficas em Braille mostrou-se um dos principais desafios do processo. A redução da escala de desenhos e gráficos pode gerar imprecisões nas

informações essenciais e comprometer a aprendizagem. Na seção de Química Orgânica, a adaptação das estruturas químicas exigiu atenção, ainda que a forma convencional de representação tenha sido mantida (Figura 2). Já em Físico-Química, a construção de gráficos apresentou maior complexidade, pois a distinção entre eixos, curvas e legendas, quando representados exclusivamente por pontos em relevo, pode dificultar a interpretação tátil (Figura 3).



**Figura 2** – Representação de um isômero de função, feita no *software* Monet.



**Figura 3** – Gráfico de variação da entalpia de um processo em etapas, feito no *software* Monet.

Embora exista a Grafia Química Braille para Uso no Brasil (MEC, 2017), optou-se por não utilizá-la integralmente. A baixa familiaridade de alunos e professores com essa grafia, tal como notado pelo trabalho referente às Grafias Química e Matemática Braille (RESENDE FILHO et al., 2013), poderia criar barreiras adicionais, exigindo um letramento prévio não contemplado na rotina escolar. Por isso, adotaram-se representações mais simples, adaptadas ao repertório do próprio aluno, que inclusive contribuiu com sugestões sobre algumas representações utilizadas.

A dependência de recursos visuais compromete significativamente a participação ativa de estudantes com deficiência visual (CAMARGO, 2018). No ensino de Química, observa-se essa dificuldade especialmente no que se refere a representações visuais como cadeias carbônicas, gráficos e esquemas moleculares. Ferramentas como o quadro branco e os slides, comumente utilizadas como principal suporte didático, tornam-se ineficazes para esse público, evidenciando a necessidade de recursos acessíveis que promovam uma aprendizagem mais equitativa.

O desenvolvimento intelectual está ligado às interações sociais e culturais, e não apenas a fatores biológicos (COELHO; PISONI, 2017). As funções psicológicas superiores se desenvolvem por meio de experiências mediadas por signos e linguagem. Assim, a ausência de representações visuais pode ser compensada com alternativas que garantam a mediação cultural necessária ao aprendizado. Nesse contexto, o material didático apresenta-se como mediador desse processo, fornecendo meios que possibilitam a continuidade das aquisições intelectuais e o desenvolvimento dessas funções.

A validação do material pedagógico ocorreu em duas frentes: pelo grupo docente envolvido, que possui experiência prévia com alunos com deficiência visual, e, principalmente, pelo próprio estudante. Segundo o aluno, o material elaborado de forma autoexplicativa e direta, contribui significativamente para seu desempenho e para o acompanhamento das aulas em sintonia com a turma. Ele ressalta que o material é um dos principais recursos durante as explicações, pois proporciona um ambiente de confiança que o encoraja a fazer perguntas, especialmente sobre aspectos visuais do conteúdo. O próprio estudante destaca a diferença que o material adaptado faz em sua trajetória: ter acesso aos conteúdos em mãos lhe garante maior independência e possibilita acompanhar de forma efetiva o desenvolvimento das aulas.

Embora o material se mostre necessário, ainda há limitações a serem superadas. Durante a aplicação de um teste da disciplina, por exemplo, o aluno encontrou dificuldades na distinção dos elementos de um gráfico, situação que poderia ser contornada com o uso de materiais grafotáteis, proposta já prevista nos planos de aprimoramento do material. Como o estudante recebe o guia de aprendizagem já finalizado, suas sugestões serão incorporadas em versões posteriores. Outras melhorias em andamento incluem a encadernação e a elaboração de um sumário, para facilitar a busca por conteúdos específicos. Também se prevê a inserção da escrita normovisual e de fonte ampliada, voltadas para estudantes com baixa visão, além de facilitar o acompanhamento pedagógico por professores que não dominam o Sistema Braille.

Ainda que esteja em processo de aperfeiçoamento, o material pedagógico representa um avanço concreto em direção a um ensino mais inclusivo, equitativo e eficaz.

## Conclusões

A construção e aplicação de um material didático de Química em Braille, voltada para alunos com deficiência visual, como a desenvolvida neste trabalho, representa mais do que uma simples adaptação de conteúdo, trata-se de um reposicionamento do papel da educação inclusiva nas práticas pedagógicas. A experiência com o aluno demonstrou que, ao receber um material estruturado com linguagem acessível, recursos táteis e alinhamento com os conteúdos ministrados em sala, é possível não apenas acompanhar o ritmo da turma, mas também participar ativamente do processo de aprendizagem.

Os resultados indicam que o uso do material proposto promoveu a maior autonomia, favoreceu a compreensão de conteúdos abstratos, como gráficos e estruturas moleculares, e estimulou o protagonismo do aluno com deficiência visual, possibilitando a formulação de perguntas. A revisão do conteúdo fora de sala de aula promoveu um sentimento de pertencimento, muitas vezes ausente em contextos educacionais tradicionais. Ainda assim, os desafios persistem, como a dificuldade na leitura de gráficos sem texturas e a necessidade de melhorias na organização do material, apontam para a importância da constante avaliação e aprimoramento dos recursos inclusivos.

A produção colaborativa entre licenciandos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e docentes da instituição mostrou-se eficaz, demonstrando que a articulação entre formação inicial e práticas pedagógicas inclusivas pode gerar soluções concretas e transformadoras. Mais do que ferramenta didática, a proposta simboliza um avanço prático e conceitual rumo a uma educação que reconhece a diversidade como ponto de partida, e não como obstáculo. O desafio agora é expandir essas práticas, investir na formação de

professores e fomentar uma cultura escolar comprometida com a inclusão, que seja compreendida não como adaptação pontual, mas como reinvenção constante das formas de ensinar e aprender.

## Agradecimentos

Agradecemos à equipe do NAPNE, pelo apoio e orientação.

## Referências

- CARVALHO, W. L. P. et al. Formação docente em Química e educação inclusiva: análise de currículos de licenciaturas. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 3, p. 210-225, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20180001>
- SANTOS, A. B. et al. Parceria entre licenciandos em Química e professores de educação especial: impactos na prática docente. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 10, n. 1, p. 33-50, 2022.
- SASSON, I. Multimodal approaches for inclusive chemistry education. *Journal of Chemical Education*, v. 95, n. 5, p. 767-774, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00617>
- TOKUHAMA-ESPINOSA, T. Neuromyths and inclusive chemistry teaching. *Science Education International*, v. 29, n. 4, p. 251-260, 2018.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão. Diário Oficial da União, Brasília, 2015.
- ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 4. Educação de Qualidade. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Grafia Química Braille para Uso no Brasil*. Brasília: MEC, SECADI, 2017.
- CAMARGO, E. P. de. *A pessoa com deficiência visual e o ensino de mecânica: aspectos da inclusão escolar*. *Revista Perspectivas em Psicologia*, v. 15, n. 1, p. 97-110, 2018.
- COELHO, L.; PISONI, S. *Educação inclusiva: uma reflexão sobre os limites e possibilidades para alunos com deficiência visual*. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 12, n. esp. 1, p. 345-360, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Saberes e práticas da inclusão: alunos com deficiência visual*. Brasília: MEC/SEESP, 2007.
- INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. *Braille Fácil 4.01*. [S.l.]. Instituto Benjamin Constant; Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, 2004.
- RESENDE FILHO, João Batista Moura de et al. Avaliação do nível de conhecimento dos alunos do ensino médio da cidade de João Pessoa com deficiência visual sobre as grafias Química e matemática Braille. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 26, n. 46, p. 367-384, maio/ago. 2013.