

<https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7.e072602>

## **Ciência na ponta dos dedos: história em quadrinhos Braille sobre modelos atômicos**

*Science at Your Fingertips: a Braille comic book on atomic models*

*La Ciencia en la Punta de los Dedos: una historieta en Braille sobre modelos atômicos*

**João Pedro Ponciano** ([j.ponciano@unesp.br](mailto:j.ponciano@unesp.br))  
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo  
<https://orcid.org/0009-0003-1376-5870>

**Aguinaldo Robinson de Souza** ([aguinaldo.robinson@unesp.br](mailto:aguinaldo.robinson@unesp.br))  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Ciências - Departamento de Química  
<https://orcid.org/0000-0003-2373-267X>

### **Resumo**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de história em quadrinhos (HQ) adaptada para estudantes com deficiência visual (DV), visando facilitar o ensino dos modelos atômicos na educação básica por meio de recursos táteis, como Braille e relevo, além de contrastes visuais para alunos com baixa visão. Diante da escassez de materiais didáticos acessíveis na área de Química, o projeto utilizou o software CorelDRAW® para simular elementos gráficos e táteis e empregou uma reglete positiva para a produção física do protótipo, possibilitando a escrita em Braille sem necessidade de espelhamento. Também foi criado um código próprio em Braille para representar balões de fala, elemento essencial nas HQs, já que não há padronização oficial para essa função. Cada página do material conta com audiodescrição em Braille e tinta, atendendo às normas da ABNT para acessibilidade. O protótipo, centrado no modelo atômico de Dalton, foi planejado para uso inclusivo, permitindo que estudantes com e sem DV compartilhassem a experiência de leitura e promovendo o contato dos alunos videntes com a escrita Braille. Inspirado em princípios da teoria histórico-cultural de Vygotsky e respaldado por documentos oficiais brasileiros, o projeto representa uma alternativa inovadora para a democratização do ensino da Química, ressaltando a importância de materiais acessíveis que promovam a verdadeira inclusão educacional. Mais do que um produto, o trabalho simboliza o início de um processo que visa repensar práticas



Este texto é licenciado pela [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

pedagógicas para que todos os estudantes possam “sentir” e aprender a ciência pelas pontas dos dedos, ampliando o acesso ao conhecimento para além da visão.

**Palavras-chave:** Deficiência Visual. Material Didático Inclusivo. Modelos Atômicos.

### **Abstract**

This work presents the development of a prototype comic book (CB) adapted for students with visual impairments (VI), aiming to facilitate the teaching of atomic models in basic education through tactile resources such as Braille and embossing, as well as visual contrasts for students with low vision. Given the scarcity of accessible teaching materials in the field of Chemistry, the project used CorelDRAW<sup>®</sup> software to simulate graphic and tactile elements and employed a positive slate for the physical production of the prototype, allowing Braille writing without the need for mirroring. A custom Braille code was also created to represent speech balloons—an essential element in comics—since there is no official standard for this function. Each page of the material includes audio description in both Braille and ink, complying with ABNT accessibility standards. The prototype, focused on Dalton's atomic model, was designed for inclusive use, allowing students with and without visual impairments to share the reading experience and promoting contact between sighted students and Braille writing. Inspired by principles of Vygotsky's historical-cultural theory and supported by official Brazilian documents, the project represents an innovative alternative for the democratization of Chemistry education, emphasizing the importance of accessible materials that promote true educational inclusion. More than a product, this work symbolizes the beginning of a process that aims to rethink pedagogical practices so that all students can "feel" and learn science through their fingertips, expanding access to knowledge beyond sight.

**Keywords:** Visual Impairment. Inclusive Teaching Material. Atomic Models.

### **Resumen**

Este trabajo presenta el desarrollo de un prototipo de cómic (historieta) adaptado para estudiantes con discapacidad visual (DV), con el objetivo de facilitar la enseñanza de los modelos atómicos en la educación básica mediante recursos táctiles, como el Braille y el relieve, además de contrastes visuales para alumnos con baja visión. Ante la escasez de materiales didácticos accesibles en el área de Química, el proyecto utilizó el software CorelDRAW<sup>®</sup> para simular elementos gráficos y táctiles, y empleó una regleta positiva para la producción física del prototipo, permitiendo la escritura en Braille sin necesidad de inversión de espejo. También se creó un código propio en Braille para representar los globos de diálogo, un elemento esencial en los cómics, ya que no existe una estandarización oficial para esta función. Cada página del material cuenta con audiodescripción en Braille y tinta, cumpliendo con las normas de accesibilidad de la

---

ABNT. El prototipo, centrado en el modelo atómico de Dalton, fue diseñado para un uso inclusivo, permitiendo que estudiantes con y sin DV compartieran la experiencia de lectura y fomentando el contacto de los alumnos videntes con la escritura en Braille. Inspirado en los principios de la teoría histórico-cultural de Vygotsky y respaldado por documentos oficiales brasileños, el proyecto representa una alternativa innovadora para la democratización de la enseñanza de la Química, destacando la importancia de materiales accesibles que promuevan una verdadera inclusión educativa. Más que un producto, el trabajo simboliza el inicio de un proceso que busca repensar las prácticas pedagógicas para que todos los estudiantes puedan “sentir” y aprender la ciencia con la punta de los dedos, ampliando el acceso al conocimiento más allá de la visión.

**Palabras clave:** Discapacidad Visual. Material Didáctico Inclusivo. Modelos Atómicos.

## Introdução

“Demócrito, um dos propositores do conceito de átomo, cegou-se espontaneamente para se dedicar intensamente à filosofia” (Pires, 2010, p. 17). Essa afirmação pode causar certo incômodo, levando-nos a perguntar: por qual motivo ele escolheria renunciar à própria visão?

Para refletir sobre esse questionamento, apoiamo-nos nos estudos de Vygotsky (1995) e Pires (2010), os quais permitem identificar três grandes momentos históricos que ajudam a compreender como as pessoas com deficiência visual (DV) foram percebidas pela sociedade durante algumas épocas:

I. Em um primeiro momento, a pessoa com DV era vista como um ser dotado de elevada espiritualidade e sabedoria profética, sendo considerada capaz de acessar conhecimentos que transcendem o tempo e o espaço, indo além das aparências (Amiralian, 1997, p. 23).

II. Na Idade Média, com o avanço do Iluminismo e da racionalidade científica, essa visão espiritualizada é substituída por uma abordagem biomédica: a deficiência passa a ser interpretada como uma falha orgânica, e o indivíduo com DV é tratado como alguém que necessita de cuidados especiais, muitas vezes sendo educado em ambientes segregados (Vygotsky, 1995; Pires, 2010).

III. Na contemporaneidade, observa-se uma mudança significativa no discurso: as pessoas com DV passam a reivindicar direitos e a defender uma concepção de

aprendizagem baseada nas interações sociais, recusando um modelo de ensino excludente (Pires, 2010).

Ao analisar a trajetória da educação especial e inclusiva no Brasil dentro da idade contemporânea, um marco inicial importante é a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, no Rio de Janeiro, em 1854, por meio do Decreto Imperial nº 1428. Essa instituição representa uma das primeiras iniciativas organizadas voltadas ao atendimento de pessoas com deficiência visual no país. Sua fundação está diretamente relacionada à atuação de José Álvares de Azevedo, que, após estudar na França e aprender o sistema Braille, demonstrou a viabilidade da educação de pessoas cegas. Posteriormente, em 1891, o instituto passou a se chamar Instituto Benjamin Constant, consolidando-se como referência nacional na educação e formação de pessoas com deficiência visual (Leão; Sofiato, 2019).

No início do século XX, observa-se a ampliação de instituições voltadas à educação especial, ainda que majoritariamente no setor privado e com pouca participação do poder público. Destaca-se, nesse contexto, o Instituto Padre Chico, fundado em 1928 na cidade de São Paulo, considerado pioneiro no atendimento a pessoas com deficiência visual na região (Camargo, 2012). Já em 1946, foi criada a Fundação Dorina Nowill para Cegos, inicialmente dedicada à transcrição manual de livros para o sistema Braille, utilizando regletes. Com o avanço tecnológico, a instituição ampliou sua atuação, tornando-se uma das principais responsáveis pela produção de materiais acessíveis no Brasil, com grande impacto na democratização do acesso à leitura.

A partir da década de 1990, intensificam-se os movimentos em defesa da educação inclusiva, impulsionados por eventos e documentos internacionais que influenciaram diretamente as políticas públicas brasileiras. Entre eles, destacam-se a Conferência de Jomtien, que resultou na Declaração Mundial de Educação para Todos (UNESCO, 1990), e a Declaração de Salamanca (Declaração de Salamanca, 1994), ambos fundamentais para a consolidação do princípio de que todos os estudantes devem ter acesso à educação em classes regulares. Esses marcos contribuíram para a construção de uma perspectiva mais inclusiva, orientada pela equidade, pelo respeito às diferenças e pelo direito universal à educação (Borges, 2020).

---

Diante desse terceiro momento, ou seja, na contemporaneidade, é possível perceber avanços significativos no processo de inclusão das pessoas com DV. Contudo, ainda persistem desafios, especialmente no que diz respeito à adequação de materiais didáticos utilizados nas escolas, os quais muitas vezes não contemplam as necessidades desse público. Tal limitação compromete o desenvolvimento da autonomia e a efetividade do processo de ensino-aprendizagem desses estudantes.

Para suprir essa lacuna, algumas alternativas vêm sendo amplamente adotadas, como o uso de tecnologias assistivas, a audiodescrição de imagens e elementos gráficos, a escrita em Braille e, mais recentemente, a impressão em 3D de recursos didáticos.

Apesar dessas possibilidades, persistem dificuldades na adaptação de materiais educacionais propostos pelo Ministério da Educação (MEC), sobretudo no que se refere às histórias em quadrinhos (HQs), que têm sido cada vez mais utilizadas no contexto escolar (Leite, 2017; Postema, 2018; Silva, 2010).

Leite (2017, p.61), complementa que esse tipo de texto, pode ser usado em áreas de conhecimentos diversos para promover a interdisciplinaridade, pois:

O potencial didático-pedagógico das histórias em quadrinhos envolve diversas aplicações, tais como: incentivo à leitura, discussão de conteúdos científicos, uso da dramatização e divulgação científica. As HQs além de promoverem a prática da leitura, por aqueles estudantes que não são motivados a ler outro gênero, elas possibilitam uma aprendizagem diferenciada e marcante para o estudante.

Seu uso se justifica por promover reflexões críticas sobre a realidade dos alunos, mesmo que apresentem uma estética marcadamente juvenil (Brasil, 2006a).

### **História em quadrinhos na prática pedagógica**

Historicamente, os desenhos precederam as letras, e os primeiros sistemas de escrita baseavam-se em códigos e símbolos, como os hieróglifos egípcios. A difusão do alfabeto, nos moldes em que o conhecemos atualmente, ocorreu com a expansão do Império Romano, que promoveu a fusão entre elementos fonéticos e imagens, aprimorando significativamente os processos de transmissão da informação (Leite, 2020). Nesse contexto, percebe-se que a articulação entre imagens e textos potencializa a circulação de ideias e a compreensão por parte do leitor, característica que fundamenta

---

a linguagem das histórias em quadrinhos, estruturadas justamente na integração desses dois elementos.

As HQs, por combinarem linguagem verbal e visual, tornam-se potentes instrumentos de difusão de ideias e conteúdo (Leite, 2017). Essa articulação entre texto e imagem amplia seu uso em diversos contextos, desde a ficção científica até a divulgação científica e acadêmica. Além disso, sua estrutura sequencial e imagética proporciona ao leitor uma experiência lúdica, interativa e acessível (Postema, 2018; Silva, 2010).

No campo educacional, as HQs vêm sendo empregadas como recursos pedagógicos eficazes, uma vez que despertam o interesse de diferentes públicos e possibilitam a construção de narrativas envolventes. Documentos oficiais do MEC, como as Diretrizes Curriculares e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reconhecem o potencial das HQs no ensino fundamental, especialmente na abordagem de temas sociais, políticos e históricos de maneira crítica, reflexiva e bem-humorada (Brasil, 2006a; Brasil, 2018).

Dessa forma, as histórias em quadrinhos têm ganhado espaço nas salas de aula como ferramentas didáticas, sendo utilizadas em propostas interdisciplinares, na produção de tirinhas, na promoção da leitura crítica e na análise textual, entre outras possibilidades (Leite, 2017). Sua inserção no ambiente escolar é respaldada por orientações oficiais que reconhecem seu valor pedagógico. Na área de Linguagens, o documento Orientações Curriculares para o Ensino Médio destaca que esse tipo de material se aproxima do universo dos estudantes e favorece a interpretação integrada entre texto e imagem, conforme expresso no trecho a seguir:

[...] quando o aluno identifica os “truques” que os desenhistas utilizam para criar efeitos de movimento e profundidade espacial nas histórias em quadrinhos e que aqueles e outros efeitos são também utilizados na arte, distinguindo os estilos das diversas tradições, épocas e artistas, o entendimento desses aspectos torna-se mais efetivo e interessante (Brasil, 2006a, p. 185).

Considerando esse panorama, foi idealizado e desenvolvido um protótipo de HQ sobre a evolução dos modelos atômicos, tendo como ponto de partida o modelo de Dalton. O material foi concebido de modo a possibilitar o uso conjunto por estudantes com e sem DV, promovendo, assim, a inclusão no processo de aprendizagem. Para isso, foram incorporados recursos como o sistema Braille, elementos em relevo e o uso de cores contrastantes nos balões de fala, tornando o conteúdo mais acessível e inclusivo.

### **Desenvolvimento digital**

A epistemologia da palavra “metodologia” pode ser compreendida como os percursos que extrapolam os estudos teóricos, oferecendo direcionamentos para alcançar objetivos e resultados em uma determinada área do conhecimento (Minayo, 2007). A introdução do tema fundamentou-se em teorias, documentos oficiais e referências bibliográficas, com o propósito de fornecer uma visão geral sobre a temática. Neste tópico, serão descritos os procedimentos adotados para a elaboração do protótipo da HQ adaptada para estudantes com DV.

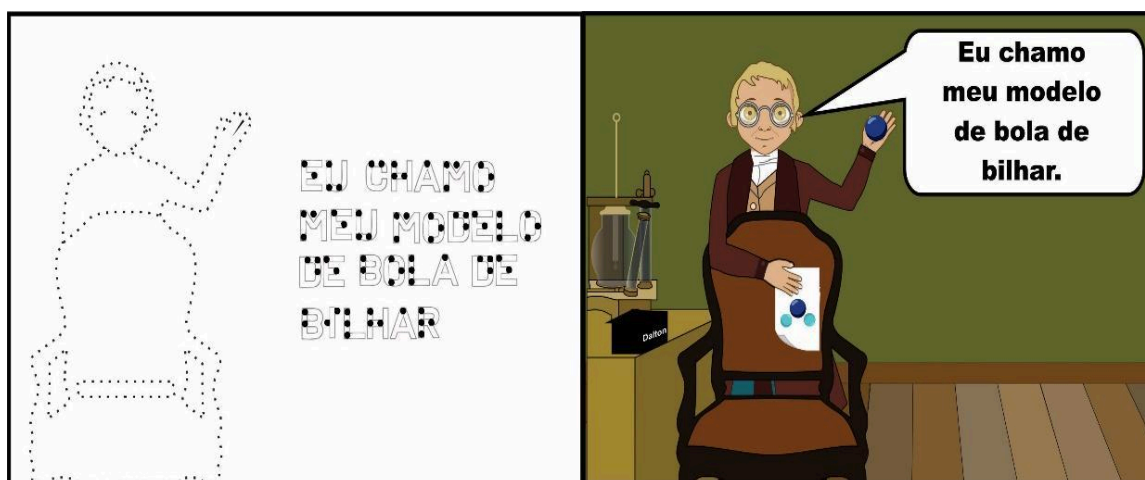
Com o objetivo de produzir um material didático e inclusivo sobre modelos atômicos, foi planejada a criação de uma HQ contendo elementos gráficos em relevo e escrita em Braille, destinada a alunos com DV inseridos em salas de aula do ensino regular. A partir do conceito inicial, desenvolveram-se as artes gráficas e a simulação dos elementos táteis por meio do software CorelDRAW®, versão 17. Visando garantir a efetiva inclusão, o material foi pensado para ser utilizado tanto por alunos com DV quanto por aqueles sem essa condição, de modo que, além de permitir uma leitura sensorial ao aluno cego, proporcionasse também ao aluno vidente o contato com os símbolos do sistema Braille e seus significados.

Considerando o ensino de Química no ensino médio, observa-se uma ampla gama de conteúdos ao longo dos três anos dessa etapa escolar. Assim, optou-se por iniciar o projeto com o primeiro tema geralmente abordado pelos estudantes: a teorização e evolução dos modelos atômicos. Esses modelos, comumente apresentados por meio de analogias nos livros didáticos, como o modelo de Dalton — frequentemente comparado a uma bola de bilhar — facilitam a compreensão dos conceitos abstratos (Atkins, 2006;

Brown, 2005; Santos & Mól, 2011). No entanto, impõe-se o desafio: como transpor essa abordagem para uma HQ acessível a alunos com DV?

Após a definição do tema, optou-se pela utilização do software CorelDRAW®, em virtude da familiaridade com sua interface e da possibilidade de simulação de elementos em alto-relevo e escrita Braille — funcionalidades não disponíveis em outras plataformas populares de criação de HQs, como Pixton®, Strip Creator®, Pencil® e StoryboardThat®. Além da simulação dos elementos táteis, foram elaborados os personagens da narrativa, estruturando o layout da HQ com duas dimensões: de um lado, a escrita e os elementos em relevo; do outro, a arte gráfica em cores (Figura 1).

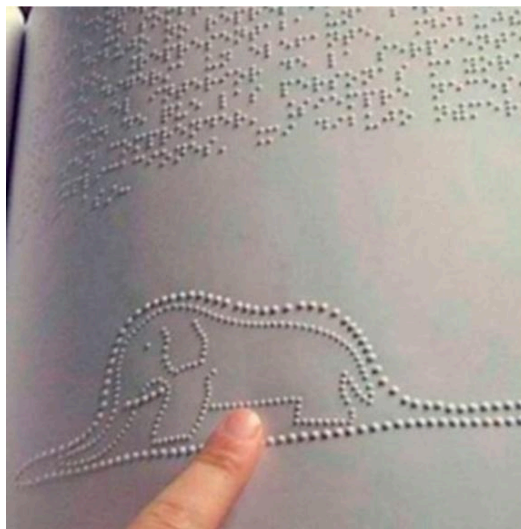
**Figura 1** - Protótipo digital da HQ em Braille e relevo



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Para o desenvolvimento da pré-visualização do material, tomou-se como referência o livro *O Pequeno Príncipe*, que possui uma versão em Braille e alto-relevo desenvolvida pela *Foundation Antoine de Saint-Exupéry pour la Jeunesse* em parceria com o artista Claude Garrandès (Saint-Exupéry, 2014). Nessa edição, os personagens são representados por suas silhuetas, utilizando a técnica do pontilhismo (Figura 2).

**Figura 2** - *Esquema para produzir personagens e objetos em relevo*



**Fonte:** *Elaborado pelos autores (2026).*

Essa abordagem também é empregada por algumas editoras brasileiras especializadas na produção de livros em Braille com elementos visuais, como a Editora Paulinas (Cotes, 2013; Lisboa, 2010) e a Editora Mostarda, em parceria com a Fundação Dorina Nowill para Cegos (Maltese, 2022).

### **Protótipo**

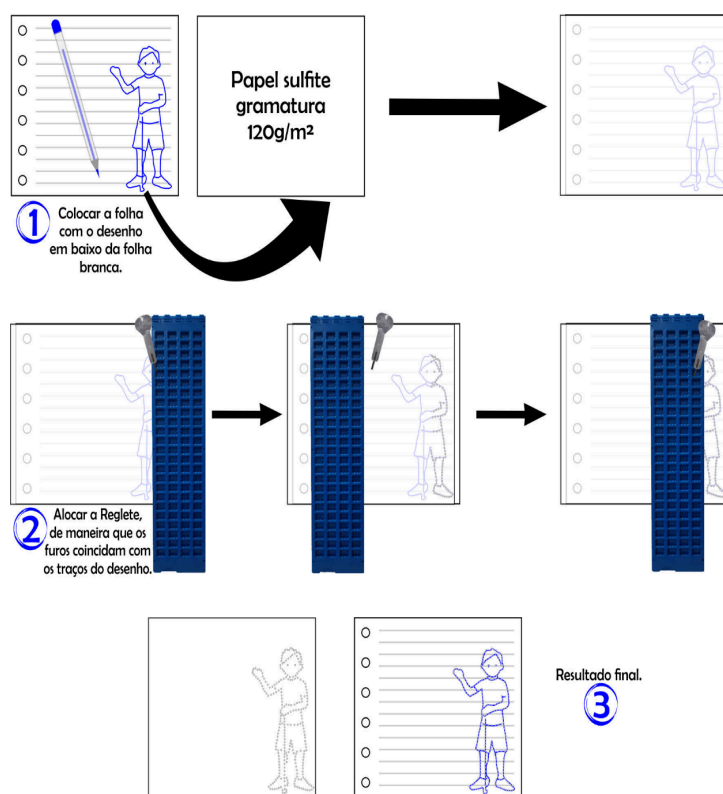
Após a conclusão da simulação no software CorelDRAW®, iniciou-se a confecção de um protótipo físico, utilizando algumas folhas de papel, com o objetivo de identificar possíveis ajustes não detectados na pré-visualização digital. Para essa etapa, foram utilizadas folhas de papel sulfite com gramatura de 120 g/m<sup>2</sup>, além de uma reglete com punção. A reglete é um instrumento fundamental para a escrita em Braille, criado em 1837 por Louis Braille, composto por uma prancha com células guia e um fixador de papel e permite criar relevos manuais em papel sulfite ou mais grosso. Existem regletes negativas (tradicionais) e positivas, sendo de alumínio ou plástico, ideais para alfabetização e escrita para pessoas com DV.

Neste caso, optou-se pela utilização de uma variante da reglete tradicional, comercialmente conhecida como reglete positiva, desenvolvida por Aline Piccoli Otalara em colaboração com a empresa de Tecnologia e Ciências Educacionais (Otalara, 2023). A

principal diferença em relação à reglete convencional reside em seu modo de uso: essa versão apresenta conjuntos de seis pontos em relevo, o que dispensa a escrita invertida, característica da reglete tradicional, que exige a escrita em espelho (TECE, 2014).

Com o auxílio dessa ferramenta, foi possível realizar a escrita completa das falas dos personagens em Braille. Com o intuito de tornar esse método replicável por outros educadores interessados, desenvolveu-se também uma estratégia para criar contornos em relevo dos personagens utilizando a mesma ferramenta. O procedimento consiste em desenhar o contorno do personagem ou objeto desejado em uma folha inferior e, sobre ela, posicionar uma folha de papel sulfite de 120 g/m<sup>2</sup>. Em seguida, utiliza-se a reglete para pontilhar o contorno, criando o relevo a partir da sobreposição das folhas, conforme ilustrado na Figura 3.

**Figura 3** - Esquema para produzir personagens e objetos em relevo



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Conforme já mencionado, editoras especializadas fazem uso de técnicas de pontilhismo em relevo para representar personagens e objetos em publicações acessíveis. No entanto, o método aqui proposto apresenta uma alternativa manual, de

baixo custo e viável para o contexto escolar, permitindo a produção autônoma de novas histórias e personagens por educadores e estudantes. Além de ampliar as possibilidades de inclusão, essa abordagem favorece o contato dos alunos sem DV com o sistema Braille, ao passo que disponibiliza o conteúdo textual das HQs também para os estudantes com DV.

### Discussões e resultados

O aspecto mais característico das HQs são os balões, responsáveis por representar diálogos, pensamentos e onomatopeias — elementos que as distinguem de outros tipos de texto. Normalmente, esses balões apresentam fundo branco e letras na cor preta (Postema, 2018). No entanto, tratando-se de um protótipo voltado a leitores com DV, incluindo aqueles com baixa visão, os documentos oficiais nacionais que orientam adaptações para esse público recomendam o uso de fundos escuros com letras em branco ou amarelo (Brasil, 2006b). Com base nessas diretrizes, procedeu-se à adaptação das cores dos balões de fala, conforme ilustrado na Figura 4.

**Figura 4** - Adaptação das cores conforme orientação dos documentos oficiais



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

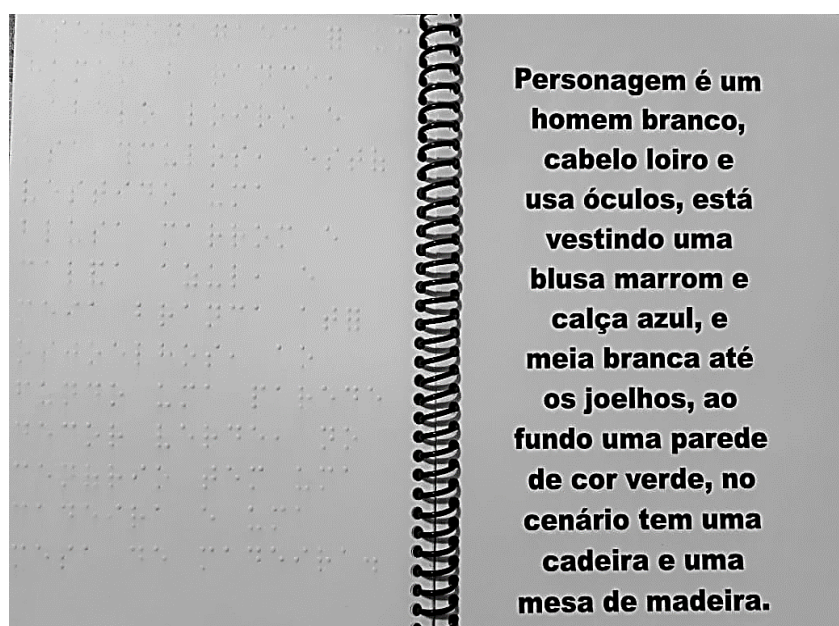
Outro traço marcante das HQs é a construção sequencial das cenas, por meio da qual os leitores compreendem o enredo mesmo na ausência de balões de diálogo (Postema, 2018). Para tornar essas sequências acessíveis, consultaram-se novamente os documentos oficiais que abordam adaptações de imagens para pessoas com DV, com destaque para a norma da Audiodescrição (ABNT, 2016). Essa norma orienta que se

---

descrevam os elementos presentes em cada cena, incluindo ações, personagens, cenários, gestos, expressões faciais, enquadramentos e demais aspectos plásticos da imagem (ABNT, 2016, p. 4).

Seguindo essas orientações, acrescentou-se, no início de cada página da HQ, uma folha contendo a descrição detalhada da cena, dos personagens e das ações. Essa descrição foi disponibilizada tanto em Braille quanto em tinta, conforme demonstrado na Figura 5.

**Figura 5** - Folha com descrição das cenas e personagens dos quadrinhos



**Fonte:** *Elaborado pelos autores (2026).*

A aplicação da técnica de pontilhismo com o uso da reglete para compor as silhuetas dos personagens resultou em uma harmonização eficiente entre os elementos gráficos em relevo e a escrita Braille. No entanto, ainda restava um desafio: a ausência de um recurso que representasse os balões de fala no sistema Braille, elemento essencial para a configuração do enredo em uma HQ.

Após nova análise dos documentos previamente citados, incluindo a Grafia Braille para a Língua Portuguesa (Brasil, 2018), constatou-se que não há, até o momento, um código oficial que represente os balões de fala. Apesar de o Braille contemplar letras, números, notações musicais, operações matemáticas, equações químicas e outros contextos, inexistente uma equivalência para os elementos específicos das HQs.

---

Para superar essa lacuna, foi desenvolvido um símbolo específico para representar os balões de fala (Figura 6), possibilitando aos estudantes com DV a experiência de uma leitura mais próxima à originalidade da HQ. Como o símbolo não é oficializado nem padronizado para uso amplo, optou-se por explicitar seu significado já na primeira página, informando que ele antecederia todas as falas dos personagens.

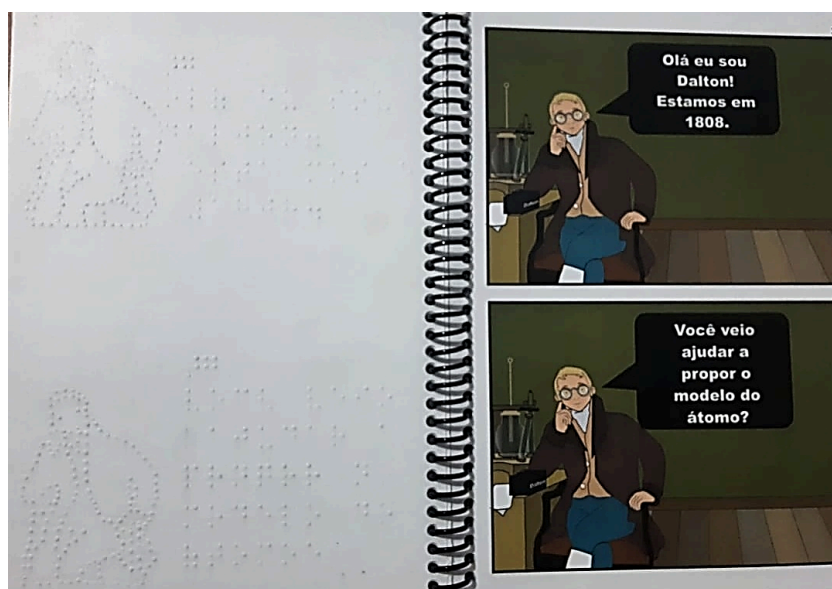
**Figura 6** - Código na grafia Braille para representação dos balões de falas



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Na Figura 7 apresentamos o resultado obtido com o protótipo físico na grafia Braille para a apresentação dos balões de fala e do personagem central da HQ.

**Figura 7** - Código na grafia Braille para representação dos balões de falas



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

O modelo atômico de Dalton foi remodelado em um novo formato textual e inclusivo, ampliando as possibilidades de aplicação. Esse recurso pode favorecer, em contextos futuros, o uso compartilhado por estudantes com e sem deficiência visual em sala de aula, promovendo maior inclusão no processo de ensino-aprendizagem.

A análise do protótipo desenvolvido no presente trabalho apresenta evidências de que a adaptação das HQs para estudantes com DV ultrapassa uma dimensão meramente técnica, configurando-se como um processo de reorganização semiótica do conhecimento científico. Sob a perspectiva da teoria histórico-cultural de Vygotsky (1995), a aprendizagem não ocorre de forma direta a partir do objeto, mas é mediada por signos e instrumentos culturalmente construídos. Nesse sentido, a transposição de elementos visuais típicos das HQs — como balões de fala, sequencialidade narrativa e expressividade gráfica — para o sistema tátil implica a criação de novos sistemas de mediação simbólica, capazes de sustentar a construção de significados por vias não visuais.

A não existência de um código padrão na linguagem Braille para a representação de balões de fala revela uma lacuna importante no campo da acessibilidade semiótica. Ao propor um símbolo específico para essa função, o presente trabalho aproxima-se de uma perspectiva socioconstrutivista da linguagem, na qual os sistemas simbólicos não são fixos, mas historicamente produzidos e passíveis de transformação conforme as necessidades comunicativas dos sujeitos. Esta iniciativa pode ser compreendida como um processo de ampliação do repertório semiótico disponível aos estudantes com DV, favorecendo sua inserção em práticas culturais das quais tradicionalmente estiveram excluídos. Do ponto de vista cognitivo, o tato assume um papel importante na organização e construção de representações mentais em pessoas em DV, transformando as imagens em padrões táteis com certa estruturação. O protótipo desenvolvido possibilita, dessa maneira, o surgimento de uma certa visualidade tátil, a ser confirmada em futuras investigações, que desloca a primazia do sentido da visão como o único meio de acesso ao conhecimento químico.

No contexto do ensino de modelos atômicos e mais especificamente o de Dalton o presente trabalho ganha uma relevância adicional pois os mesmos constituem-se em representações abstratas de um universo representado por analogias visuais. O modelo

---

de bolha de bilhar, apesar de certa eficácia para estudantes videntes, pode se tornar limitante quando não adaptada para outras modalidades ou habilidades sensoriais como o tato, a audição, o olfato, ou o paladar. A proposta de transposição do modelo de bilhar para uma HQ que envolve o sentido tátil exige não apenas a conversão da forma visual, mas uma nova interpretação epistemológica da própria analogia anteriormente construída para estudantes videntes, de tal modo a preservar a sua função explicativa em um novo regime perceptivo.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à estrutura narrativa das HQs onde a compreensão desse gênero de leitura depende da articulação entre a sequência dos quadros apresentados ao leitor com DV. A ausência do acesso imediato à totalidade da página apresentada impõe desafios adicionais em relação às pessoas videntes na construção de uma coerência narrativa. Assim, a inserção de audiodescrição no início de cada página em acordo com as orientações vigentes, pode ser interpretada como uma estratégia de compensação cognitiva, fornecendo um mapa semântico que antecipa e organiza a experiência de leitura pela pessoa com DV.

A estratégia da audiodescrição dialoga com o conceito vygotskyano de mediação pedagógica, uma vez que a descrição textual atua como suporte para a internalização dos significados presentes na HQ. Ao mesmo tempo, a disponibilização dessas descrições tanto em Braille quanto em tinta amplia o potencial inclusivo do material, promovendo uma experiência compartilhada entre estudantes com e sem DV.

Em relação à adaptação cromática dos balões de fala, observa-se uma possível articulação entre os princípios de acessibilidade visual e os aspectos semióticos da linguagem em quadrinhos. A inversão para o fundo escuro com as letras brancas atende não apenas às necessidades visuais de pessoas com DV, mas altera a hierarquia visual dos elementos gráficos influenciando a forma como a informação pode ser processada, transformando a própria estética do material didático.

A utilização da reglete positiva como ferramenta de edição e produção manual da HQ introduziu uma nova dimensão do ponto de vista da autonomia pedagógica na sala de aula. O recurso permite que professores e estudantes participem ativamente da elaboração e construção do material didático, configurando um processo de coautoria numa perspectiva de educação inclusiva emancipatória da educação inclusiva. A técnica de pontilhismo em relevo

---

representa também uma inovação prática, ao permitir a tradução de elementos gráficos complexos em padrões de leitura tátil acessíveis, sem a necessidade de equipamentos complexos e de alto custo.

Os resultados obtidos na elaboração de um protótipo de HQ para pessoas com DV indicam, até o momento, que o mesmo possa cumprir a sua função de tornar o conteúdo químico sobre os modelos atômicos acessível, promovendo uma reconfiguração das relações entre os atores presentes na sala de aula: professoras(es) e alunas(os). A possibilidade de compartilhar o material por estudantes com e sem DV leva à uma possível criação de um ambiente de interação no qual as diferenças organolépticas deixam de ser um obstáculo e passa a ser um elemento estruturante do processo de ensino e de aprendizagem. Diante dessa nova perspectiva, a inclusão de pessoas com DV não se limita à uma adaptação de recursos, mas sim implica na construção de novas formas de ensinar e aprender conceitos científicos, onde múltiplas formas de percepção e representação do conhecimento são reconhecidas como igualmente legítimas.

## **Conclusão**

Ao longo de todo o processo de desenvolvimento deste protótipo, evidenciou-se a escassez de literatura científica e/ou pedagógica que oferecesse suporte técnico e sugestões de adaptações específicas em HQs voltadas para o público com DV. Nesse contexto, o protótipo criado para esse gênero textual, pode surgir como uma alternativa viável, permitindo que esse público tenha acesso a esse formato de leitura, conforme orientam os documentos oficiais brasileiros na área da educação.

Desde as etapas iniciais do projeto, constatou-se o desafio de adaptar conteúdo da Química, por se tratar de uma área das ciências exatas, para estudantes com deficiência visual. Destaca-se, ainda, a escassez de estudos e formação sobre acessibilidade em materiais didáticos, dentro de alguns cursos de formação docente, como as licenciaturas em Química.

A princípio, o planejamento da HQ sobre a evolução dos modelos atômicos visava atender exclusivamente ao público com DV. No entanto, ao longo do processo de elaboração, vislumbrou-se a possibilidade de transformá-la em um recurso verdadeiramente inclusivo, que pudesse ser utilizado por estudantes com e sem DV. Esse

---

protótipo vem como uma possibilidade que pode promover uma experiência de aprendizagem bilateral: enquanto os alunos videntes entram em contato com o sistema Braille e com reflexões sobre acessibilidade, os estudantes com DV têm acesso a um gênero textual ainda pouco disponível nesse formato em Braille e relevo.

Compreende-se que a criação do protótipo representa apenas um ponto de partida dentro de um caminho mais amplo em direção à efetivação da educação inclusiva. Retomando a indagação inicial deste artigo, Demócrito, enquanto filósofo, buscava compreender o mundo não apenas por meio do que se vê, mas também por aquilo que se sente, se respira e se ouve. Espera-se, portanto, que os debates e trajetórias envolvidos na elaboração deste protótipo de HQ em Braille possam, à semelhança da história de Demócrito, ser transversalizados em distintos contextos e níveis de ensino, contribuindo para uma inclusão educacional real, crítica e sensível.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao apoio da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Bauru pelas condições materiais e operacionais oferecidas durante a execução do presente projeto de Iniciação Científica e aos membros da equipe responsável pela terceira edição do Prêmio de Reconhecimento Acadêmico em Direitos Humanos da Unicamp e do Instituto Vladimir Herzog pela premiação na categoria Educação: Pesquisa de Graduação.

### **Referências**

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016). *NBR 16452: Acessibilidade na comunicação – audiodescrição*.
- Amiralian, M. L. T. M. (2008). *Compreendendo o cego: Uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias*. Casa do Psicólogo.
- Atkins, P., & Jones, L. (2006). *Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente* (R. B. de Alencastro, Trad., 3ª ed.). Bookman.
- Borges, C. S. (2020). *Atendimento educacional especializado na escola comum como ação pedagógica favorecedora da educação inclusiva*. Appris.
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. (2006a). *Orientações curriculares para o ensino médio: Linguagens, códigos e suas tecnologias*.

- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. (2018). *Grafia braille para a língua portuguesa* (3ª ed.).
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial. (2006b). *Saberes e práticas da inclusão: Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão*.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. (2005). *Química: A ciência central* (R. Matos, Trad.). Prentice Hall.
- Camargo, M. P., & Marques, M. M. (2012). *Histórico do Instituto de Cegos Padre Chico: Um passado cheio de amor e dedicação*. Instituto de Cegos Padre Chico.
- Cotes, C. (2013). *Dorina viu* (D. Restivo, Ilustr.). Paulinas.
- Declaração de Salamanca. (1994). *Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais*.
- Leão, G. B. de O., & Sofiato, C. G. (2019). A educação de cegos no Brasil do século XIX: Revisitando a história. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 25(2), 283–300. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382519000200007>
- Leite, B. S. (2017). Histórias em quadrinhos e ensino de química: Propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 1(1), 58–74.
- Leite, M. R. V. (2020). *Histórias em quadrinhos como material didático para a aproximação da história e filosofia da ciência ao ensino dos elementos químicos* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de São Carlos].
- Lisboa, E. (2010). *Benquerer bem amar* (M. J. Boaventura, Ilustr.). Paulinas.
- Maltese, M. J. (2022). *Dandara e Zumbi*. Editora Mostarda. (Versão em braille da Fundação Dorina Nowill para Cegos).
- Minayo, M. C. S. (2007). *A análise de dados em pesquisa qualitativa*. In M. C. S. Minayo (Org.), *Pesquisa social: Teoria, método e criatividade* (25ª ed., pp. 79–108). Vozes.
- Pires, R. F. M. (2010). *Proposta de guia para apoiar a prática pedagógica de professores de química em sala de aula inclusiva com alunos que apresentam deficiência visual* [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília].
- Postema, B. (2018). *Estrutura narrativa nos quadrinhos: Construindo sentido a partir de fragmentos*. Peirópolis.
- Saint-Exupéry, A. de. (2014). *O pequeno príncipe* (C. Garrandès, Adapt. em braille e ilustrações táteis). Fundação Antoine de Saint-Exupéry para a Juventude.
-

Santos, W. L. P., & Mól, G. de S. (2011). *Química e sociedade: Volume único, ensino médio*. Nova Geração.

Silva, L. M. S. da. (2010). *As histórias em quadrinhos adaptadas como recursos para ensinar matemática para alunos cegos e videntes* [Trabalho de conclusão de curso].

TECE – *Tecnologia e Ciências Educacionais*. (2014). Manual de uso de regletes.  
[http://www.tece.com.br/painel/uploads/Manual%20de%20uso%20de%20produtos\\_regletes%20communicare%20alpha%20e%20alfabeto.pdf](http://www.tece.com.br/painel/uploads/Manual%20de%20uso%20de%20produtos_regletes%20communicare%20alpha%20e%20alfabeto.pdf)

UNESCO. (1990). *Declaração mundial sobre educação para todos* (Conferência de Jomtien – 1990).  
<https://www.unicef.org/brazil/declaracao-mundial-sobre-educacao-para-todos-conferencia-de-jomtien-1990>

Vygotsky, L. S. (1995). *Fundamentos de defectologia*. In *Obras completas* (Vol. 5). Pueblo y Educación.

**Submetido em:** 15/07/2025

**Aceito em:** 15/04/2026

**Publicado em:** 02/07/2026

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ

**S**ociedade **B**rasileira  
de **E**nsino de **Q**uímica

---



Este texto é licenciado pela [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).