

Proposta de produto educacional sobre equilíbrio químico para estudantes cegos

PRODUTO PEDAGÓGICO

Letícia Samara da Silvaⁱ

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil

Sandra de Oliveira Franco-Patrocínioⁱⁱ

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil

Resumo

Com o número crescente de estudantes cegos matriculados em turmas regulares da Educação Básica, surge a necessidade de pensarmos em mecanismos que favoreçam a inclusão efetiva desse alunado. Este texto traz uma proposta de Produto Educacional elaborado para estudantes cegos. O material didático discute o conceito de Equilíbrio Químico (EQ), mais especificamente, o efeito da concentração no deslocamento do EQ. O objetivo é oferecer uma experiência de aprendizado inclusiva, acessível e autônoma, superando as barreiras na compreensão de conceitos complexos de Química. A proposta inclui material tátil para uso em sala de aula e fora dela, além de abordagens auditivas com áudioaulas e exercícios disponíveis no aplicativo "Estudaki". Essas estratégias buscam contribuir para a inclusão efetiva desses estudantes no ambiente educacional. Este estudo destaca a importância de abordagens inclusivas na educação científica e oferece contribuições para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais acessíveis na área de Química.

Palavras-chave: Produto Educacional. Equilíbrio Químico. Deficiência Visual.

Proposal for an educational product on chemical equilibrium for blind students

Abstract

With the increasing number of blind students enrolled in regular Basic Education classes, there is a need to think about mechanisms that favor the effective inclusion of these students. This article presents a proposal for an Educational Product designed for blind students. The teaching material discusses the concept of Chemical Equilibrium (CE), more specifically, the effect of concentration on the displacement of CE. The objective is to offer an inclusive, accessible and autonomous learning experience, overcoming barriers in understanding complex Chemistry concepts. The proposal includes tactile material for use in the classroom and outside, as well as auditory approaches with audio classes and exercises available on the "Estudaki" application. These strategies seek to contribute to the effective inclusion of these students in the educational environment. This study highlights the importance of inclusive approaches in science education and offers contributions to the development of more accessible pedagogical practices in the area of Chemistry.

Keywords: Educational Product. Chemical Equilibrium. Visual Impairment.

1 Introdução

De acordo com a Lei Brasileira de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Brasil, 1996), a aprendizagem é um direito que deve ser assegurado a todos, seguindo os princípios da igualdade e dos direitos de oportunidades.

2

A Lei da Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei nº 13.146, de 2015, em seu artigo segundo, considera pessoa com deficiência (PcD) aquela que tem restrição a longo prazo de natureza motora, cognitiva, intelectual ou sensorial, a qual, em contato com uma ou mais barreiras, pode afetar sua atuação plena e efetiva na sociedade (Brasil, 2015).

Ademais, instituída pelo Decreto nº 10.502 de 30 de setembro de 2020 (Brasil, 2020a), temos a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida (PNEE) (Brasil, 2020b), que é voltada aos educandos Público-alvo da Educação Especial (PAEE)¹. O documento traz à luz o que Mantoan (2003) defendia, ou seja, uma orientação sobre ações e estratégias para a efetivação do paradigma da inclusão escolar, a partir da modernização e reestruturação das condições reais da maioria das escolas brasileiras.

Existem diversas dificuldades encontradas pelas escolas para a viabilização do processo de inclusão escolar de estudantes PAEE. Tais dificuldades ultrapassam as garantias legais e a adaptação arquitetônica, pois a obrigatoriedade da matrícula não garante o acesso aos meios educacionais indispensáveis para o efetivo processo de ensino e aprendizagem, com a participação desses estudantes em todas as atividades escolares (Borges, 2016).

Considerando-se os obstáculos de acesso à aprendizagem dos discentes PAEE, Santos (2007) lembra que, no caso da deficiência visual (DV), esta traz um entrave significativo ao método de ensino, demandando que as práticas educativas sejam planejadas de modo a contemplar suas especificidades.

¹ PAEE são os estudantes com deficiência intelectual, visual, auditiva, auditiva-visual, físico-motor, surdo-cegueira, física e múltipla, transtornos globais do desenvolvimento ou com altas habilidades/superdotação (Brasil, 2020b).

É por meio de mensagens verbais e/ou táteis que as pessoas com DV interagem e compreendem o mundo físico, constroem suas percepções elementares e formam as imagens mentais das pessoas, dos objetos e dos ambientes (Bruno, 2006). Trazendo para o campo educacional, Fernandes, Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2018) discutem que “uma das maneiras do cego aprender e compreender o mundo seja através do tato, devemos estar atentos em criar estratégias de ensino que tenham o tato como principal instrumento de comunicação e construção do conhecimento” (p. 191).

O uso do tato proporciona a descoberta e ampliação do conhecimento, sendo que os materiais produzidos devem ser referenciados em parâmetros visuais que correspondam às características do tato, além de ofertarem atributos estéticos, o que beneficia a imaginação (Sá; Simão, 2010). Nessa perspectiva, a produção de materiais didáticos adaptados favorece o estudante PAEE na sua aprendizagem, constituindo-se em um meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo de ensino e aprendizagem. A construção desse tipo de material didático, além de poderem ser vistos por alunos videntes ou com baixa visão, podem ser tocados e manipulados, o que possibilita e favorece o aprendizado de todos os alunos que estão na sala de aula (Carvalho; Gonçalves, 2019).

Os dados apresentados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2024) mostram que, em 2023, havia 7.321 estudantes cegos e outros 86.867 com baixa visão matriculados em nossas escolas. Diante disso, o presente trabalho busca contribuir com esse grupo de estudantes, que precisa ter seus direitos de acesso à aprendizagem garantidos.

Diante desse panorama educacional brasileiro, e sabendo da necessidade latente de buscarmos estratégias diferenciadas para atender os estudantes cegos, nos debruçamos inicialmente na pesquisa por trabalhos que abordavam o nosso tema de interesse, ou seja, o Equilíbrio Químico (EQ). Um levantamento foi realizado em plataformas de busca de trabalhos acadêmicos, utilizando as palavras-chave: equilíbrio químico, material didático, deficiência visual, material didático adaptado.

A primeira plataforma empregada foi o Portal da Capes. Nela, as buscas retornaram trabalhos que abordavam estratégias didáticas para o ensino de EQ, porém nenhum era voltado para a DV. Na plataforma Scielo, também não houve o retorno de trabalhos focados no interesse.

Em se tratando mais especificamente da área de ensino de Química, foi realizada a busca nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre os anos de 2004 e 2023, e não encontramos publicações que abordassem o tema central deste trabalho. A pesquisa se estendeu à revista do Instituto Benjamin Constant (IBC), referência nacional em DV e ensino e aprendizagem desse público. Dentre os artigos que abordavam a Química publicados na revista do IBC, somente um tratava da criação de um modelo analógico para o estudo de estequiometria, trabalho de Ferry, Schmidt e Assis (2022).

De forma geral, as buscas retornaram trabalhos que versavam sobre análise de livros didáticos, uso de simulações computacionais, atividades experimentais, jogos didáticos e materiais táteis, porém nenhum era voltado ao estudo do EQ. Essas plataformas não apresentaram trabalhos sobre materiais didáticos adaptados para estudantes cegos ou com deficiência visual sobre a temática EQ.

Frente a este panorama, consideramos que o presente estudo pode contribuir para a aprendizagem de estudantes cegos sobre o conceito de EQ. Sublinhamos a importância da adaptação de recursos e estratégias para a promoção da educação inclusiva, visando ao atendimento das necessidades dos estudantes PNEE, proporcionando-lhes condições para a inserção no ensino regular. A consolidação do direito de todos à educação implica, preliminarmente, em medidas que viabilizem tornar a escola um espaço inclusivo com educação de qualidade para todos, indistintamente (Borges, 2016).

Diante do exposto, o presente artigo busca divulgar o Produto Educacional elaborado no Trabalho de Conclusão de Curso da primeira autora deste artigo e orientado pela segunda autora, no qual focamos na elaboração de atividades adaptadas para o estudo do EQ com foco nos estudantes cegos.

2 Aporte teórico

2.1 A deficiência visual e a educação

De acordo com o Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 3.128/2008 (Brasil, 2008a), é considerado DV a pessoa que apresenta cegueira ou baixa visão. Conde (2004) discute duas escalas oftalmológicas (campo visual e acuidade visual) que delimitam se uma pessoa apresenta cegueira ou baixa visão. É importante destacar, inicialmente, a complexidade de delimitar o termo cegueira. Segundo Conde (2004, p. 1), “o termo cegueira não é absoluto, pois reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ela não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas, isso sim, prejuízo dessa aptidão a níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras”.

Uma pessoa é considerada cega se:

a visão corrigida do melhor dos seus olhos é de 20/200 ou menos, isto é, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) o que uma pessoa de visão normal pode ver a 200 pés (60 metros), ou se o diâmetro mais largo do seu campo visual subentende um arco não maior de 20°, ainda que sua acuidade visual nesse estreito campo possa ser superior a 20/200 (Conde, 2004, p. 1).

Adicionalmente, a pessoa é considerada cega por apreender o mundo “através dos sistemas háptico, cinestésico e auditivo” (Silva, 2019, p. 84).

Já a pessoa que apresenta baixa visão é definida como aquela que tem “acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou um campo visual entre 20° e 50°” (Conde, 2004, p. 2).

Por meio da visão, podemos perceber grande parte das coisas que nos rodeiam em fração de segundos. Nos tempos atuais, cerca de 80% (oitenta por cento) de nossa informação é obtida pela visão. Com o passar do tempo, as emissoras de rádio e a propaganda sonora foram substituídas pelas telas dos *smartphones*, aparelhos de televisão, *outdoors* e vitrines (Marques, 2018).

Voltando a atenção para o ambiente escolar, o processo de ensino e aprendizagem passa a ter sentido quando o docente dá condições para que o aluno

participe ativamente das atividades. O uso de objetos táteis é essencial para que o aluno DV possa desenvolver sua própria compreensão daquilo que vem sendo abordado (Dallabona, 2011). “A disponibilização de recursos e adaptações bastante simples e artesanais, às vezes construídos por seus próprios professores, torna-se a diferença, para determinados alunos DV” (Galvão Filho; Damasceno, 2008, p. 19).

Para Dallabona (2011), a exploração tátil do material de análise tem a finalidade de identificar as características e evidenciar o maior número de detalhes, proporcionando o reconhecimento de texturas, a presença ou ausência de vários componentes e a consistência dos utensílios utilizados.

A utilização do material tátil no processo de ensino e aprendizagem é uma maneira de possibilitar a acessibilidade aos alunos DV, permitindo aprender em equidade de condições com seus colegas videntes. Além disso, o material tátil possibilita ao DV sentir, explorar formas, texturas, relevos e outras características dos objetos em questão, permitindo uma compreensão mais abrangente e concreta do conteúdo estudado (Silva *et al.*, 2023).

Ademais, o material tátil contribui para que o processo de aprendizagem seja mais agradável, criando um ambiente de cooperação e reconhecimento das diferenças (Sá; Campos; Silva, 2007).

É importante que o professor, ao elaborar atividades, saiba o histórico visual do seu estudante com DV, se ele é cego desde o nascimento ou se perdeu a visão ao longo da vida, se ainda possui algum resíduo visual e em que medida essa acuidade visual pode ser considerada em sala de aula (Camargo, 2016).

O DV não necessita de adaptações significativas no currículo, mas precisa de recursos específicos, tempo, modificação do meio, procedimentos metodológicos e didáticos, além de avaliação adequada. E, o mais importante, é que os conteúdos sejam tratados de forma que ele possa participar efetivamente das atividades, buscando desenvolver, no aluno, atitudes ativas em relação ao processo de aprendizagem, bem como o espírito crítico e reflexivo (Santos; Galvão; Araújo, 2009).

Na ausência da visão, a assimilação de informações ocorre por meio de outras vias sensoriais. No caso do DV, as vias alternativas de aprendizagem são principalmente pelo tato e pela audição (Bruno, 2006). Portanto, adequações e tecnologias elaboradas para as pessoas cegas devem ser criadas colocando em primeiro plano as possibilidades de uso dos demais sentidos (Torres; Costa; Lourenço, 2016).

A audição, por meio da linguagem, é um sentido fundamental para o cego, pois muito do que ele não vê pode ser entendido pela linguagem. Para tal, ele precisa que pessoas videntes descrevam o que é visual. Entretanto, como os videntes estão menos acostumados a perceber o mundo pelos outros sentidos, isto exige do cego constantes 'ajustes' daquilo que ele conhece por meio de suas percepções e daquilo que ele conhece pela fala dos que o rodeiam (Nunes; Lomônaco, 2008, p. 2).

Logo, a falta da visão não é um impedimento para o desenvolvimento, ela institui caminhos diferentes, posto que a aquisição de conhecimentos necessita de uma sistematização sensorial distinta quando comparada ao vidente (Nunes; Lomônaco, 2008).

2.2 O uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e da Tecnologia Assistiva (TA) no ensino de química

Há mais de uma década, em nosso país, tem-se um crescente aumento de tecnologias que buscam melhorar a vida das pessoas com DV, promovendo a inclusão (Kastrup *et al.*, 2009). A maior parte dessas tecnologias se baseia nos preceitos de troca sensorial, nos quais o tato e/ou a audição são os principais meios de assimilação de informações na ausência da visão (Torres; Costa; Lourenço, 2016).

Uma ferramenta empregada como recurso pedagógico para DV são as Tecnologias Assistivas (TA)², uma vez que contemplam uma grande diversidade de instrumentos, sistemas, métodos e práticas aplicadas para minimizar os entraves encontrados pelos DV.

²O termo *assistive technology* surgiu em 1988 como importante elemento jurídico da legislação americana, por uma necessidade de se estabelecer uma regulamentação legal dos recursos utilizados pelas pessoas com deficiência, de forma a atestar uma vida mais independente, produtiva e incluída no contexto social (Lavorato; Martinez; Mól, 2016).

A TA “abrange todas as ordens do desempenho humano, desde as tarefas básicas de autocuidado até o desempenho de atividades profissionais” (Brasil, 2008b, p. 11).

As TAs podem ser classificadas em Naturais, Pedagógicas, Tecnológicas e Culturais (Sganzerla; Geller, 2013). No presente trabalho, associamos dois tipos: A TA do tipo pedagógica, na qual confeccionamos um material tátil com o objetivo de ensinar um conteúdo, e a TA do tipo tecnológica³, na qual utilizamos o *smartphone* para as áudioaulas e exercícios⁴. A TA do tipo pedagógica deste trabalho é considerada de baixa tecnologia, pois não apresenta componentes eletrônicos na sua composição, enquanto a TA do tipo tecnológica é de alta tecnologia, uma vez que emprega componentes eletrônicos com um nível mais elevado de complexidade (Cook; Hussey, 2012).

A utilização da TA pode enriquecer o processo de aprendizagem do aluno DV, uma vez que a aquisição de conhecimento, dá subsídios para a permanência na escola e possibilita interagir e participar das atividades com os demais estudantes (Frazão *et al.*, 2020).

2.3 A conceituação do Equilíbrio Químico (EQ) e Concepções alternativas apresentadas pelos estudantes

O EQ pode ser classificado por três modelos distintos: o Modelo de EQ focado nas forças, o Modelo de EQ focado nas velocidades e o Modelo de EQ focado na energia (Prado, 2016). Segundo o autor, nas escolas há uma predominância da discussão sobre EQ a partir dos conceitos de cinética química. Diante disso, neste trabalho, daremos foco à abordagem cinética.

³ As TAs podem ser de baixa, média ou alta tecnologia, variando sua complexidade a partir da presença ou não de componentes eletrônicos, bem como a sua disponibilidade no mercado (Cook; Hussey, 2012).

⁴ Os leitores de tela correspondem a programas que interagem com o sistema operacional do celular, capturando toda e qualquer informação apresentada em formato textual, transformando-a em uma resposta falada por meio de um sintetizador de voz. Tais programas possibilitam a leitura de elementos e de informações textuais contidas na tela do dispositivo, bem como o retorno sonoro do que é digitado pelo usuário. Propiciam, dessa forma, com a utilização de telecomandos e navegação via teclado, a leitura de menus, telas e textos (Lourenço *et al.*, 2020).

Uma reação química é um fenômeno relacionado à transformação de duas ou mais substâncias. Os elementos iniciais são denominados reagentes, e os compostos finais são denominados produtos. Além dessa reação, ocorre a reação inversa, na qual os produtos são capazes de reagir entre si, formando os reagentes. Esse tipo de reação é denominada reversível⁵ (Skoog *et al.*, 2015; Oliveira; Silva; Tófani, 2009).

Cineticamente, o EQ é um estado dinâmico, em que a velocidade da alteração dos reagentes em produtos é igual à velocidade da transformação dos produtos em reagentes. Neste contexto, macroscopicamente, não há transformação aparente do sistema, mas as reações direta e inversa acontecem simultaneamente à mesma velocidade. Entretanto, no nível submicroscópico, as reações direta e inversa continuam ocorrendo com velocidades iguais (Oliveira; Silva; Tófani, 2009; Santana, 2015).

Os catalisadores aumentam a velocidade da reação, fazendo com que o EQ seja atingido mais rapidamente, ao diminuir a energia de ativação no sentido direto e inverso da reação. Consequentemente, o catalisador não altera a posição de equilíbrio ou as concentrações (Brown; Holme, 2015).

De acordo com a “Lei da Ação das Massas”⁶, “a velocidade da reação é proporcional às concentrações em mol.L⁻¹ dos reagentes elevadas aos seus coeficientes estequiométricos” (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p. 3).

Segundo Santana (2015), a velocidade de uma reação química depende de duas condições: “i) o número total de colisões por unidade de tempo entre as partículas (átomos, moléculas ou íons) das espécies químicas que participam da reação, ii) a fração de tais colisões que, efetivamente, promove a reação” (p. 32).

Partindo da igualdade das velocidades das reações diretas e inversas, a lei de ação das massas estabelece que, no EQ, a composição da reação pode ser expressa em

⁵As reações reversíveis são expressas com uma seta dupla (\rightleftharpoons), indicando que as reações ocorrem nos dois sentidos (Skoog *et al.*, 2015; Oliveira; Silva; Tófani, 2009).

⁶A “Lei da Ação das Massas” proposta pelos noruegueses Peter Guldberg (químico) e Cato Waage (matemático) em 1867, constitui que a velocidade da reação química é proporcional às concentrações molares dos reagentes (Atkins; Jones, 2007).

termos de uma constante de equilíbrio (K). Para qualquer reação entre gases, esses podem ser tratados como ideais (Atkins; Jones, 2007).

A constante de equilíbrio é uma expressão matemática considerada uma relação empírica entre as concentrações de produto e reagente, ou seja, uma razão direta das concentrações dos produtos e inversa das concentrações dos reagentes, tendo os respectivos coeficientes estequiométricos como suas potências. As concentrações utilizadas em uma constante de equilíbrio são, mais frequentemente, expressas em mol L⁻¹ (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p. 5).

Apoiando-se em uma reação química genérica, segundo Atkins e Jones (2007):



Segundo Oliveira, Silva e Tófani (2009), a velocidade da reação direta (2) pode ser representada por:

$$v_d = K_d [A]^a [B]^b \quad (2)$$

A velocidade da reação inversa (3) é expressa:

$$v_i = K_i [C]^c [D]^d \quad (3)$$

A partir da igualdade das reações (2 e 3) e considerando a lei da ação das massas:

$$K_d [A]^a [B]^b = K_i [C]^c [D]^d \quad (4)$$

$$K_{eq} = \frac{K_d}{K_i} \quad (5)$$

Se todos os gases⁸ são tratados como ideais⁹:

$$K_{eq} = \frac{C^c D^d}{A^a B^b} \quad (6)$$

Equilíbrios em que todas as espécies envolvidas se encontram na mesma fase são denominados equilíbrios homogêneos (Chang; Goldsby, 2013). Entretanto, a

⁷As letras maiúsculas representam as substâncias e as letras minúsculas representam os coeficientes estequiométricos (Bettelheim *et al.*, 2016, p. 199).

⁸ “Em termos moleculares, um gás consiste em um conjunto de moléculas que estão em movimento incessante e que interagem significativamente entre si apenas quando colidem umas com as outras. As propriedades dos gases foram uma das primeiras a serem estabelecidas quantitativamente (em grande parte durante os séculos XVII e XVIII), quando as exigências tecnológicas das viagens em balões estimularam sua investigação” (Atkins; Paula, 2017, p. 29).

⁹ “Em um sistema ideal, as interações entre as moléculas em uma mistura são todas iguais. A equação do gás ideal (PV=nRT), é um resumo de três conclusões empíricas, ou seja, a lei de Boyle (p ∝ 1/V a temperatura e número de mols constantes), a lei de Charles (p ∝ T a volume e número de mols constantes) e o princípio de Avogadro (V ∝ n a temperatura e pressão constantes)” (Atkins; Paula, 2017, p. 6).

concentração de um sólido ou líquido puro não varia à medida que a reação prossegue (Brown; Holme, 2015). Em outros casos, as substâncias no equilíbrio que estão em fases distintas dão origem aos equilíbrios heterogêneos (Brown; Lemay; Bursten, 2005). Uma vez que as concentrações estão constantes, os reagentes e os produtos líquidos ou sólidos não aparecem na K (Brown; Holme, 2015).

Uma vez estabelecido o EQ, apenas a variação da concentração, temperatura e pressão pode alterar a posição alcançada deste equilíbrio. Esses efeitos qualitativos provocados pelas variações no EQ foram estudados por Le Chatelier¹⁰ (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p. 11), tendo o cientista anunciado que:

Qualquer sistema em equilíbrio químico estável submetido à influência de uma causa externa que tenda a fazer variar sua temperatura ou sua condensação (pressão, concentração, número de moléculas numa unidade de volume), em sua totalidade ou somente em algumas de suas partes, sofre apenas modificações internas, as quais se ocorressem isoladamente, provocariam modificação de temperatura ou de estado de condensação de sinal contrário àquela resultante da causa externa (Le Chatelier, 1884 *apud* Silva; Miranda; Franco-Patrocínio, 2022, p. 187)¹¹.

O Princípio de Le Chatelier pode ser expresso da seguinte forma: “Quando um sistema em equilíbrio sofre uma perturbação, ele responde de modo a minimizar o efeito da perturbação” (Atkins; Paula, 2017, p. 254). Ou seja, um novo estado de EQ será alcançado.

Em suma, o estudo de EQ é frequentemente considerado como problemático para o ensino e a aprendizagem por pesquisadores e docentes, uma vez que os estudantes tendem a assimilar o conceito a partir de seus conhecimentos prévios e do cotidiano,

¹⁰ O Princípio de Le Chatelier, também conhecido como Princípio de Le Chatelier-Braun, foi formulado pelo químico francês Henri Louis Le Chatelier (1850 - 1936) em 1884. Le Chatelier se baseou nos trabalhos de J. H. van't Hoff (1852 - 1911) e nas ideias de G. Lippmann (1845 - 1921) ao estudar a evolução de sistemas em equilíbrio devido a alterações de temperatura (Canzian; Maximiano, 2010).

¹¹ Tradução original em francês: “Tout système en équilibre chimique stable soumis à l'influence d'une cause extérieure qui tend à faire varier soit sa température, soit sa condensation (pression, concentration, nombre de molécules dans l'unité de volume) dans sa totalité ou seulement dans quelquesunes de ses parties, ne peut éprouver que des modifications intérieures, qui, se elles se produisaient seules, amèneraient un changement de température ou de condensation de signe contraire à celui résultant de la cause extérieure.” (Le Chatelier, 1884, p. 187 *apud* Silva; Miranda; Franco-Patrocínio, 2022, p. 7).

originando, assim, concepções alternativas (Santos; Melo, 2012). Em estudo publicado por Silva, Miranda e Franco-Patrocínio (2022), os autores realizaram um levantamento das publicações compreendendo os anos de 2001 a 2021. Nessa análise, foi possível perceber quais eram as tendências das publicações sobre essa temática.

Tratando mais especificamente das concepções alternativas, os autores sintetizaram as mais recorrentes, sendo as sete principais: a visualização dos sistemas em equilíbrio como compartimentalizados; a reversibilidade da reação, a reação inversa somente se iniciaria quando a reação direta findasse; a ideia de que o equilíbrio não é dinâmico, ou seja, seria um equilíbrio estático; a concepção de que a concentração de reagentes e produtos são iguais no equilíbrio; o aumento de concentração de reagentes provocaria um aumento da velocidade da reação direta e, conseqüentemente, a concentração de produtos aumentaria; a dificuldade de compreensão do efeito do catalizador. e, por último, a crença de que se houvesse mudanças na condição do equilíbrio, a velocidade da reação direta aumentaria, conseqüentemente, a velocidade da reação inversa teria que diminuir e vice-versa (Silva; Miranda; Franco-Patrocínio, 2022).

Assim, pensando nas dificuldades dos estudantes sobre o conteúdo de EQ, e como a aprendizagem pode ser facilitada pelo uso das TICs, desenvolvemos a proposta didática para essa temática da Química.

3 Encaminhamento metodológico

Os materiais táteis propostos neste estudo têm por finalidade promover a participação mais efetiva dos estudantes cegos nas aulas de Química, mais especificamente, no tema EQ. Sendo assim, foram confeccionados dois objetos táteis, denominados Modelo para Equilíbrio Químico 1 (MEQ1) e Modelo para Equilíbrio Químico 2 (MEQ2). Esses modelos foram pensados para exemplificar como a variação da concentração influencia o EQ.

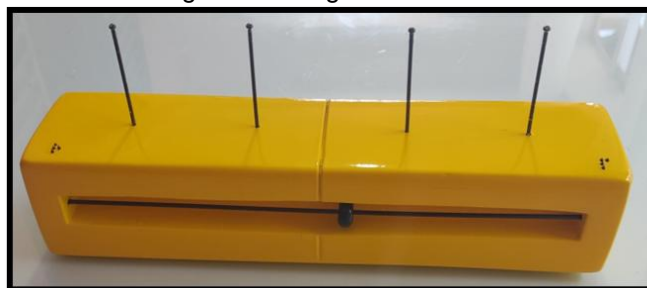
O MEQ1 foi elaborado para auxiliar o docente nas aulas de EQ, abrangendo tanto o estudante cego quanto videntes, ou seja, trabalhando numa perspectiva inclusiva. Já o

MEQ2 foi produzido para que o estudante cego possa transportá-lo para locais não escolares, assim, o discente poderá realizar atividades de estudo de forma autônoma e no ambiente extraclasse.

Pensando na escolha dos materiais, o material tátil não deve apresentar riscos para o estudante cego. Posto isso, para a construção dos materiais, foram utilizados pedaços de madeira, raio de bicicleta, miçangas pretas e vermelhas de textura lisa, arrebites, cavilha, porcas, tinta das cores amarela e preta, reglete, punção e cola 3D.

O MEQ1 é robusto, com dimensões 27,50cm x 5,50cm. É leve e apresenta uma coloração amarelo intenso. Ao longo do comprimento, contém quatro arrebites pintados de preto, que representam os componentes de uma equação química. Possui um orifício central e, nas extremidades, as iniciais em Braille das palavras “reagente” e “produto”, auxiliando o estudante cego a delimitar as partes que representam uma equação química. Na largura do material, ao meio, há uma abertura composta por um raio de bicicleta e uma miçanga movediça preta fixada nas extremidades do equipamento, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1: Fotografia do MEQ1



Fonte: Acervo das autoras

Nos produtos (representado pelo lado direito da figura), o último arrebite é removível, permitindo sua retirada, quando se tratar de uma reação de síntese¹².

Já o MEQ2 é pequeno, com dimensões de 14,00cm x 8,50cm, e construído em madeira. Ao longo do comprimento, estão fixados quatro arrebites grossos da coloração

¹² A reação de síntese é quando dois ou mais reagentes transformam em apenas um único produto (Skoog *et al.*, 2015; Ollveira; Silva; Tófani, 2009).

cinza e uma miçanga branca ao meio, que demarca os reagentes e os produtos. Além disso, as laterais possuem formatos distintos para que o estudante cego consiga diferenciar os membros da equação química. Na largura, contém um raio de bicicleta cinza e uma cavilha movente que apresenta uma coloração bege. Vejamos a Figura 2, a seguir.

14

Figura 2: Fotografia do MEQ2



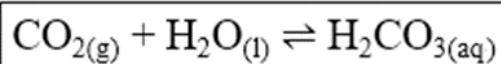
Fonte: Elaborada pelas autoras

3.1 Apresentação do Produto Educacional

De forma a colaborar com a compreensão do leitor, buscamos explicar a usabilidade do material tátil a partir de uma exemplificação.

Analisando a água gaseificada (Figura 3), que possui um sabor levemente amargo devido à presença do gás carbônico (CO₂):

Figura 3: Equação química

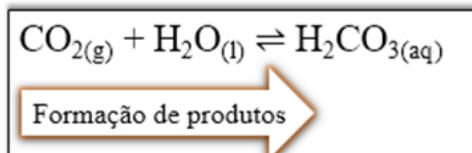


Fonte: Elaborada pelas autoras

Para manter o equilíbrio da reação, ao aumentar a concentração de gás carbônico (CO₂) na reação, o sistema ameniza a perturbação formando mais produtos, ou seja, aumentando a concentração de ácido carbônico (H₂CO₃) e consumindo o gás carbônico (CO₂). Logo, o EQ se desloca para a direita, isto é, o aumento da concentração de um dos

reagentes faz com que o equilíbrio se desloque para formação de mais produtos. Vejamos a Figura 4, a seguir.

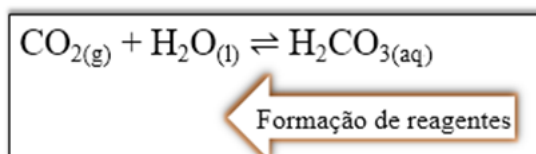
Figura 4: Deslocamento do EQ favorecendo a formação de produtos



Fonte: Elaborada pelas autoras

Em contrapartida, ao aumentar a concentração do ácido carbônico, o sistema ameniza a perturbação aumentando a concentração de reagentes, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: Deslocamento do EQ favorecendo a formação de reagentes



Fonte: Elaborada pelas autoras

Trazendo a exemplificação para o material tátil, temos que as miçangas pretas representadas no MEQ1 e as porcas retratadas no MEQ2 correspondem, respectivamente, às proporções molares fixas dos compostos químicos, como pode ser observado na Figura 6, a seguir.

Figura 6: MEQ1 e MEQ2 representando as proporções molares dos componentes da reação química exemplificada



Fonte: Acervo das autoras

Ao aumentar a concentração de CO_2 , representado pela miçanga vermelha no MEQ1 e pela adição de uma porca no MEQ2, tende a formar mais H_2CO_3 , deslocando o equilíbrio para a direita, retratado pela miçanga preta e a cavilha bege, na parte frontal dos materiais táteis da Figura 7.

16

Figura 7: Exemplificação no MEQ1 e MEQ2 do aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ para a direita



Fonte: Acervo das autoras

A reação inversa também ocorre, conforme mostrado na Figura 8, a seguir:

Figura 8: Exemplificação no MEQ1 e MEQ2 do aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ para a esquerda



Fonte: Acervo das autoras

Dessa forma, o estudante cego poderá adicionar ou retirar miçangas/porcas conforme necessário. Depois de adicionar as miçangas/porcas, ele poderá concluir como está ocorrendo o deslocamento do EQ e, a partir disso, usará a parte frontal do MEQ para mostrar esse deslocamento.

É importante destacar que o material tátil não substitui o professor. Acreditamos que a mediação docente é de extrema importância para a compreensão correta do conteúdo, principalmente porque o material tátil não é capaz de minimizar todas as concepções alternativas - como a ideia de que o EQ é compartimentalizado. Portanto, a intervenção do professor é essencial para explicar o fenômeno e desconstruir qualquer concepção equivocada por parte do estudante.

3.2 O aplicativo para celular

Por intermédio da plataforma *GoodBarber*¹³, adaptamos um aplicativo nomeado “Estudaki”. Ele está disponível no *Google Play Store*¹⁴, permitindo o acesso em dispositivos *Android*.

Após transferir o *software* para o dispositivo, não é necessário efetuar o *login*. O menu do aplicativo¹⁵ dispõe de *podcast*, formulário, gabarito do formulário e termos e política de consentimento¹⁶.

Para auxiliar na manipulação do aplicativo, o estudante cego precisará ativar o *TalkBack*¹⁷, disponível na configuração do celular. Após ligar este dispositivo, a função será representada por um “boneco” destacado em vermelho no canto inferior do lado direito, conforme mostrado na Figura 09.

O aplicativo também conta com três áudioaulas em formato de *podcast* sobre o conteúdo de EQ. Com um toque o aluno conseguirá ouvi-las.

¹³ A *GoodBarber* oferece a tecnologia para adaptar facilmente um aplicativo, sem conhecimento técnico.

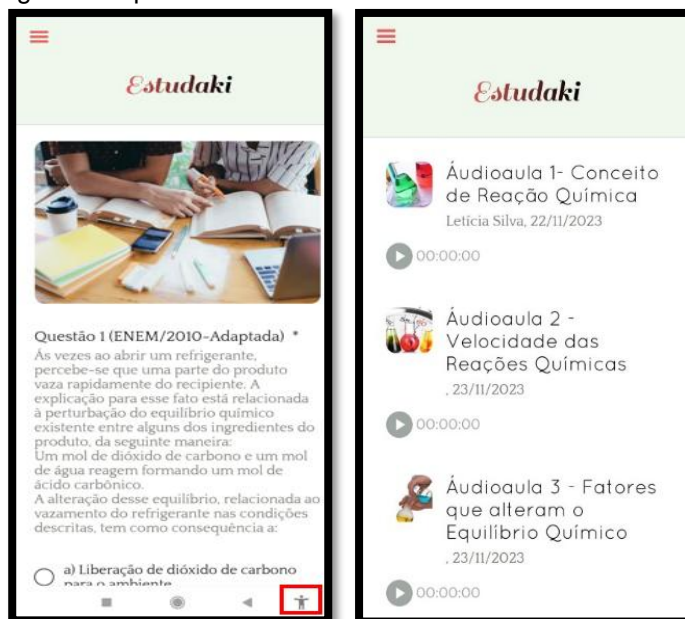
¹⁴ Serviço de distribuição digital do sistema *Android* de conteúdos digitais.

¹⁵ Para baixar o aplicativo no celular, acesse o link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.goodbarber.estudaki>.

¹⁶ O termo de consentimento e a política de privacidade do aplicativo estão escritos em inglês, devido as normas da *Google Play Store*.

¹⁷ Recurso de acessibilidade que oferece resposta audível para que o usuário navegue pelo dispositivo sem olhar para a tela (Silva *et al.*, 2023). Ao tocar na *TalkBack* e deslizar os dedos na tela o programa percorre textos e frases e sintetiza uma voz masculina ou feminina. Para desativar, pode-se apertar e segurar as duas teclas de volume por alguns segundos.

Figura 09: Imagens do aplicativo mostrando o acesso à acessibilidade e às Áudioaulas



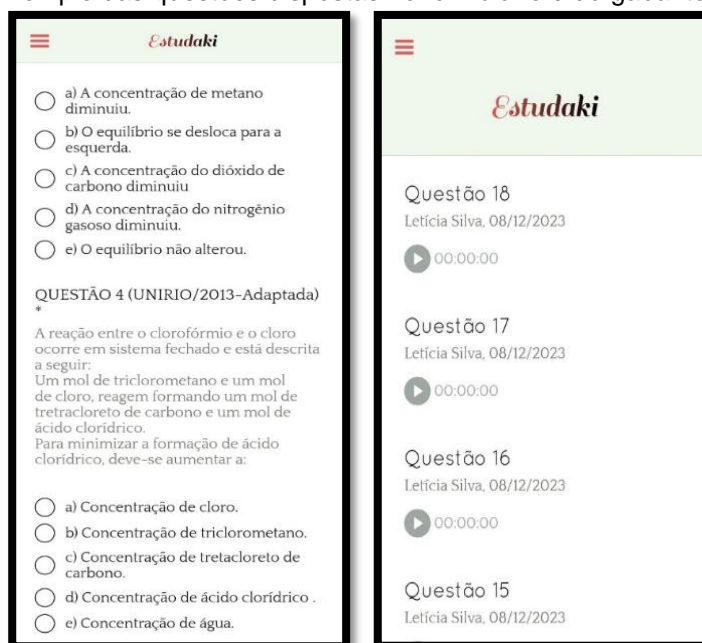
Fonte: Elaborada pelas autoras

Já no formulário, constam dezoito questões de múltipla escolha do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e de vestibulares, referentes ao conteúdo de deslocamento do EQ pelo efeito da alteração da concentração das substâncias.

De forma que o aluno DV consiga ter acesso às respostas das questões apresentadas no formulário, elas foram gravadas e disponibilizadas no menu gabarito¹⁸.

¹⁸ Os áudios podem ser ouvidos no aplicativo, ou pelo link: https://drive.google.com/drive/folders/1pnOEt-jY-A0wCCAdyN4LOiy0ZfWY_5Ve?usp=sharing.

Figura 10: Exemplo das questões dispostas no formulário e do gabarito do formulário



Fonte: Elaborada pelas autoras

3.3 Áudioaulas

As áudioaulas¹⁹ foram gravadas e disponibilizadas no aplicativo “Estudaki”. Os estudantes poderão escutar as aulas quando surgirem dúvidas e realizar as atividades em ambiente extraclasse.

Essas áudioaulas foram elaboradas com o objetivo de complementar as aulas ministradas pelo docente. É uma forma de o estudante relembrar os conceitos mais importantes antes de realizar os exercícios.

Em relação à organização do conteúdo das áudioaulas, na primeira aula, abordamos o conceito de reação química, a representação das reações químicas, reação reversível e irreversível e os fatores que influenciam no processo de reversibilidade. Já na segunda aula, explicamos a velocidade de uma reação química e a conceituação de EQ.

¹⁹ As áudioaulas podem ser ouvidas na aba do aplicativo, como mostrado na Figura 9 ou pelo link: https://drive.google.com/drive/folders/1WUumXhrg_sdASb3GksY4rF-3dkhGwkk-?usp=sharing.

Para finalizar o conteúdo, apresentamos o princípio de Le Chatelier e os fatores que alteram o EQ.

Outro ponto a ser sublinhado é o controle que o discente possui sobre os áudios, sendo possível pausar, retroceder e/ou avançar quando lhe convém.

20

Exercícios

Foram disponibilizados na aba formulário do aplicativo “Estudaki” dezoito questões adaptadas de múltipla escolha²⁰ do ENEM e de vestibulares. As reações químicas apresentadas nos exercícios foram descritas para que o *TalkBack* consiga ler corretamente.

Os exercícios disponibilizados permitem que o estudante cego possa avaliar se está conseguindo realizar os exercícios conforme o conteúdo estudado. Assim, ele terá um diagnóstico da sua aprendizagem referente a este conteúdo. Para realizar esses exercícios, o aluno cego deverá utilizar o material tátil para auxiliar na concretização da tarefa.

Diante do que apresentamos o produto educacional elaborado, possibilita que o estudante cego estude o conteúdo de EQ de forma independente, utilizando áudioaulas e desenvolvendo exercícios de fixação com o auxílio do material tátil e um *smartphone*. Com este Produto Educacional, objetivamos contribuir para os estudos extraclasse do estudante cego, gerando autonomia. Além disso, acreditamos que o material didático pode ser empregado em um contexto de sala de aula regular, com a participação ativa de todos os estudantes da turma.

4 Considerações finais

O desenvolvimento do Produto Educacional sobre EQ para estudantes cegos emerge como uma iniciativa na busca por contribuir para a efetivação da educação

²⁰ As questões de múltipla escolha contêm um enunciado e as possibilidades de resposta. O discente escolhe a opção que julga responder o problema exposto.

inclusiva. Consideramos que a utilização do material tátil e as abordagens auditivas, a partir do aplicativo, podem favorecer a compreensão dos estudantes sobre os conceitos relacionados ao EQ.

Criamos um material tátil sobre a temática EQ que permite ao discente tocar e manipular. Acreditamos que a proposta do objeto tátil possibilita ao estudante cego ampliar seus conhecimentos, promover autonomia, estimular e facilitar o processo de aprendizagem para aqueles que não têm acesso às informações visuais.

Além do objeto tátil, este trabalho conta com o aplicativo “Estudaki” que contém áudioaulas sobre o conteúdo, exercícios sobre deslocamento do EQ e áudios com o gabarito das questões. O aplicativo permite estudar em ambiente extraclasse, promovendo um estudo mais independente para a temática em questão.

Sabemos que a proposta aqui elaborada trata-se de uma única temática dentre tantas outras possibilidades na Química. Porém, compreendemos que, a partir deste trabalho, outros possam emergir, aprimorando nossa proposição.

A importância da inclusão não se limita apenas ao acesso à informação, mas também se estende à participação ativa e significativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a proposta deste estudo não apenas busca por contribuir para o preenchimento de lacunas no aprendizado do estudante cego, mas também enriquecer o ambiente educacional como um todo, colaborando para a promoção da diversidade e da equidade de oportunidades.

Reconhecemos que ainda há muitos desafios a serem superados, e a constante adaptação e aprimoramento das estratégias são fundamentais. O compromisso contínuo com a criação de ambientes educacionais acessíveis é essencial para garantir que todos os estudantes, independentemente de suas condições, tenham acesso ao conhecimento científico e participem plenamente na construção do saber.

Este estudo reforça a ideia de que a inclusão não é apenas uma questão de acessibilidade física, mas uma transformação profunda na forma como concebemos e implementamos o ensino. Ao reconhecer e responder às diversas necessidades dos

estudantes, contribuímos para uma sociedade mais justa e equitativa, em que todos têm a oportunidade de atingir seu pleno potencial.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**. 3. ed. Estados Unidos, 2007.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. Vol. 1. 10. ed. Estados Unidos, 2017.

BETTELHEIM, F. A.; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à química geral**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2016.

BORGES, T. C. B. **Deficiência visual: dificuldades e estratégias do professor no processo de inclusão escolar no ensino médio**. 2016. 195f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

BRASIL. **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 1 ago. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 10.502**, de 30 de setembro de 2020. Institui a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida. Brasília, 01 out. 2020a. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10502&ano=2020&ato=e26MTSU1UMZpWT303>. Acesso em: 01 de out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF, 6 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 27 jun. 2023.

BRASIL. **Portaria nº 3.128**, de 24 de dezembro de 2008. Define as redes estaduais de atenção à pessoa com deficiência. Brasília, DF, de 26 dez. 2008a. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html. Acesso em: 01 de out. 2023.

BRASIL. **PNEE**: Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida. Brasília: MEC, Semesp, 2020b. Disponível em: https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/10342.pdf. Acesso em: 01 de out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>. Acesso em: 23 out 2023.

BRITO, G. de A.; SILVA, M. das G. de O. e. Information and Communication Technologies in chemistry teaching: an analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, e488111234690, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34690>. Acesso em: 27 nov. 2023.

BROWN, L. S.; HOLME, T. A. **Química geral aplicada à engenharia**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2015.

BROWN, T.; LEMAY, H.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. Prentice-Hall, 2005.

BRUNO, M. M. G. **Educação infantil, saberes e práticas da inclusão: dificuldades de comunicação sinalização deficiência visual**. 4. ed. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.

CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier: o que tem sido apresentado em livros didáticos. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 107-119, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/09-PE-5708.pdf. Acesso em: 19 jul. 2023.

CARVALHO, N. C. G. de; GONÇALVES, V. G. S. Embriologia acessível: o uso de modelos táteis para deficientes visuais. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4, Duque de Caxias, 2019. **Anais** [...] Duque de Caxias, 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA10_ID2136_30082019104041.pdf. Acesso em: 25 jun. 2023.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. São Paulo: AMGH, 2013.

CONDE, A. J. M. **Definição de cegueira e baixa visão**. 2004. Disponível em: http://antigo.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf. Acesso em: 9 jan. 2024.

COOK, A.M.; HUSSEY, S.M. **Assistive technologies**: principals and practice. 2. ed. St. Louis, Missouri: Mos-by, 2002.

DALLABONA, K. G. Inclusão de deficientes visuais no curso superior na Educação a Distância. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 17, Indaial, 2011. **Anais** [...] Indaial, 2011. Disponível em: <https://www.abed.org.br/congresso2011/cd/66.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S; FREITAS-REIS, I. Possibilidades para o fazer docente junto ao aprendiz cego em aulas de Química: uma interface com a história da Tabela Periódica. **História da Ciências e Ensino**, [s.l.], v. 18, p.181-199, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/40388>. Acesso em: 27 jun. 2023.

FERRY, A. S; SCHMIDT, N. S; ASSIS, L. P. Modelagem analógica para o ensino de estequiometria química a estudantes com deficiência visual. **Benjamin Constant**, v. 28, n. 65, p. 1-23, 2022.

FRAZÃO, A. A. N. et al. Tecnologia Assistiva: aplicativos inovadores para estudantes com Deficiência Visual. Curitiba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85076-85089, 2020.

GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, L. L. Programa InfoEsp: Prêmio Reina Sofia 2007 de Rehabilitación y de Integración. **Boletín del Real Patronato Sobre Discapacidad**, Madri, Espanha, n. 63, p. 14- 23, abr. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão. Brasília, 2024. **Portal gov.com**, 14 mar. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/matriculas-na-educacao-especial-chegam-a-mais-de-1-7-milhao>. Acesso em: 27 abr. 2024.

KASTRUP, V.; SAMPAIO, E.; LAMEIDA, M. C.; CARIJÓ, F.H. O aprendizado da utilização da substituição sensorial visuo-tátil por pessoas com deficiência visual: primeiras experiências e estratégias metodológicas. **Psicologia & Sociedade**, v. 21, n. 2, p. 256-265, 2009.

LAVORATO, S. U.; MARTINEZ, I. G.; MÓL, G. S. Áudio-descrição como estratégia pedagógica de inclusão no ensino de Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, Florianópolis, 2016. **Anais** [...] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. p. 1-9.

LE CHATELIER, H. L. A general statement of the laws of chemical equilibrium. **Comptes Rendus**, [s.l.], v. 99, p. 786-789, 1884.

LOURENÇO, E. A. G. de et al. **Acessibilidade para estudante com deficiência visual: orientações para o Ensino Superior**. São Paulo: Unifesp, 2020. Disponível em: <https://accessibilidade.unifesp.br/images/PDF/Ebook-Colecao-DV01-2020.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MARQUES, N. P. **A deficiência visual e a aprendizagem da química: reflexões durante o planejamento e a elaboração de materiais didáticos táteis**. 2018. 120f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24246/1/Defici%C3%AanciaVisualAprendizagem.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

MATOS, J. D. V. et al. Aprendizagem significativa por meio do uso de TICs: levantamento das produções da área de ensino de 2016 a 2018. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p.466-475, 2019.

NUNES, S. da S.; LOMÔNACO, J. F. B. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento: desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (Abrapee)**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 119-138, jan. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/zvVp8FNBfyxH9b3FwJYskPx/?format=pdf&lang=pt#:~:text=A%20perda%20da%20vis%C3%A3o%20antes,mais%20importante%20e%20mais%20usado>. Acesso em: 08 ago. 2023.

OLIVEIRA, I. M. F.; SILVA, M. J. S. F.; TÓFANI, S. F. B. **Fundamentos de Química Analítica**. Curso de Licenciatura em Química, Modalidade a Distância. Belo horizonte: UFMG, 2009.

PRADO, K. F. **Livros didáticos e concepções de professores: a história da Ciência no ensino de Equilíbrio Químico**. 2016. 131f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.

SÁ, E. D.; SIMÃO, V. S. Parte II: alunos com cegueira. *In*: DOMINGUES, C. A.; SÁ, E. D.; CARVALHO, S. H. R.; ARRUDA, S. M. C. P.; SIMÃO, V. S. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira**. Vol. 3. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2010. p. 26-52.

SÁ, E. D. de; CAMPOS, I. M. de; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado**. SEESP / SEED / MEC, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

SANTANA, G. P. **Equilíbrio Químico**. 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7617273/mod_resource/content/1/267325-equilibrio_quimico-livro_online-with-cover-page-v2.pdf. Acesso em: 11 out. 2023.

SANTOS, A. O.; MELO, M. R. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16; EDUQUI, 10, São Cristovão, 2012. **Anais [...]** São Cristovão, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7789/5520>. Acesso em: 08 nov. 2023.

SANTOS, M. J. **A escolarização do aluno com deficiência visual e sua experiência educacional**. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

SANTOS, M. J.; GALVÃO, N. C. S. S.; ARAÚJO, S. C. Deficiência visual e surdocegueira. *In*: DÍAZ, F. *et al.* (orgs.). **Educação inclusiva, deficiência e contexto social**: questões contemporâneas. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 255-264. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/rp6gk/pdf/diaz-9788523209285-24.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2023.

SGANZERLA, M. A. R.; GELLER, M. Tecnologias assistivas para alunos cegos na educação matemática. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**. 2013. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/743-746.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SILVA, C. dos S. et al. Acessibilidade para pessoas cegas: avaliação de compatibilidade do TalkBack com a ABNT NBR 17060. *In*: WORKSHOP SOBRE ASPECTOS SOCIAIS, HUMANOS E ECONÔMICOS DE SOFTWARE (WASHES), 8, João Pessoa, 2023. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 61-70.

SILVA, D. L.; MIRANDA, A. C. G.; FRANCO-PATROCÍNIO, S. O. Equilíbrio químico: tendências do ensino e aprendizagem em publicações científicas a partir da análise de periódicos nacionais e internacionais. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 44, e53, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X69757>. Acesso em: 24 out. 2023.

SILVA, F. G. D. **O que os olhos não veem a linguagem esclarece**: contribuição da mediação semiótica à elaboração do raciocínio geográfico pelo aluno com cegueira

congenita. 2019. 335 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Estudos Socioambientais da UFG, Goiânia, 2019.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. São Paulo: Cengage, 2015.

TORRES, J. P.; COSTA, C. S. L. da; LOURENÇO, G. F. Substituição Sensorial Visuo-Tátil e Visuo-Auditiva em pessoas com deficiência visual: uma revisão sistemática.

Revista Brasileira de Educação Especial, [s. l], v. 22, n. 4, p. 605-618, dez. 2016.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbee/a/NDWjGVqkpJsVJKRGs6GxM6R/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 01 ago. 2023.

ⁱ **Leticia Samara da Silva**, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0223-6116>

Universidade Federal de Ouro Preto

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Mestranda no Programa de Pós Graduação em Química pela UFOP.

Contribuição de autoria: escrita.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4268886082730581>

E-mail: leticiasamara64@gmail.com

ⁱⁱ **Sandra de Oliveira Franco Patrocínio**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2966-5415>

Universidade Federal de Ouro Preto

Professora no Departamento de Química da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), docente e pesquisadora na área de Ensino de Química do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UFOP (MPEC UFOP). É coordenadora do Laboratório de Educação Especial e Inclusiva (LEEI-UFOP).

Contribuição de autoria: orientação e revisão.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2263220639320725>

E-mail: sandra.patrocinio@ufop.edu.br

Editora responsável: Genifer Andrade

Especialista *ad hoc*: Danielle Aparecida do Nascimento dos Santos e Edson Pantaleão Alves

Como citar este artigo (ABNT):

SILVA, Leticia Samara da.; PATROCÍNIO, Sandra de Oliveira Franco. Proposta de produto educacional sobre equilíbrio químico para estudantes cegos. **Rev. Pemo**, Fortaleza, v. 7, e13145, 2025. Disponível em:

<https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/13145>



Recebido em 23 de maio de 2024.
Aceito em 03 de julho de 2024.
Publicado em 10 de janeiro de 2025.

