

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LETÍCIA SAMARA DA SIVA

PROPOSTA DE ATIVIDADES ADAPTADAS SOBRE EQUILÍBRIO QUÍMICO PARA  
ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Ouro Preto

2024

LETÍCIA SAMARA DA SILVA

PROPOSTA DE ATIVIDADES ADAPTADAS SOBRE EQUILÍBRIO QUÍMICO PARA  
ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra de Oliveira Franco Patrocínio

Ouro Preto  
2024

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÕES

S586p Silva, Leticia Samara da.  
Proposta de atividades adaptadas sobre equilíbrio químico para  
estudantes com deficiência visual. [manuscrito] / Leticia Samara da Silva.  
- 2024.

71 f.: il.: color..

Orientadora: Profa. Dra. Sandra de Oliveira Franco Patrocínio.  
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Química .

1. Equilíbrio químico. 2. Deficiência visual. 3. Cegos - Educação. 4.  
Educação inclusiva. I. Patrocínio, Sandra de Oliveira Franco. II.  
Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 540:37

Bibliotecário(a) Responsável: Paulo Vitor Oliveira - CRB6/2551



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Letícia Samara da Silva**

### **Proposta de atividades adaptadas sobre equilíbrio químico para estudantes com deficiência visual**

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 05 de fevereiro de 2024

Membros da banca

Profa. Doutora Sandra de Oliveira Franco Patrocínio - Orientadora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Profa. Doutora Luciana Hoffert - Avaliadora (Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto)

Profa. Doutora Clarissa Rodrigues - Supervisora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Sandra de Oliveira Franco Patrocínio, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 19/02/2024



Documento assinado eletronicamente por **Clarissa Rodrigues, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/02/2024, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0670139** e o código CRC **6106FC6D**.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente demonstro gratidão a Deus e Nossa Senhora Aparecida por todos esses anos acadêmicos ter me protegido, me dado força, saúde, paciência e sabedoria.

Agradeço aos meus pais Eduardo e Dirci por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando. Amo e admiro muito vocês.

A minha vó Ilda por não me deixar desistir da trajetória. Amo a senhora.

A minha prima Lorena e considerada irmã, por sempre confiar em mim, pelos conselhos e acolhimento nos momentos difíceis durante essa caminhada.

Aos colegas que conheci durante o percurso acadêmico, agradeço pela união, companheirismos, crescimento e aprendizado adquirido nesta trajetória.

A Amanda e Gabrielly, pelo companherismo, conselhos, conversas, risadas, e desabafos.

Ao meu grupo de amigas Amanda, Júlia, Júnia, Gabriele e Laila por sempre estarem comigo em todos os momentos, me motivando e torcendo pela minha vitória.

A minha orientadora e professora Sandra de Oliveira Franco Patrocínio, pelas orientações, conselhos, ensinamentos e paciência. A responsável que me fez apreciar a temática inclusão de pessoas com deficiência no âmbito escolar.

A professora Clarissa Rodrigues pelo aprendizado, dedicação e contribuições para realização deste trabalho.

A professora Luciana pela disponibilidade em ser a avaliadora deste trabalho e contribuir para meu trabalho.

Por fim, a todos os professores que passaram na minha trajetória academia, contribuindo para o meu crescimento docente, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Este trabalho aborda a criação de atividades adaptadas sobre a temática de equilíbrio químico, direcionadas especificamente para estudantes com deficiência visual. O objetivo principal é proporcionar uma experiência de aprendizado inclusiva e acessível, superando as barreiras que os deficientes visuais podem enfrentar ao estudar conceitos complexos de Química. A proposta envolve a utilização de recursos táteis, como modelos tridimensionais, para representar as equações químicas. Além disso, são exploradas abordagens auditivas, como áudioaulas sobre o conteúdo de equilíbrio químico, que estão disponíveis no aplicativo para celular “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: Equilíbrio Químico; Deficiência Visual; Atividades Adaptadas; Educação Inclusiva.

## **ABSTRACT**

This work addresses the creation of adapted activities on the topic of chemical balance, specifically aimed at students with visual impairments. The main goal is to provide an inclusive and accessible learning experience, overcoming the barriers that visually impaired people may face when studying complex chemistry concepts. The proposal involves the use of tactile resources, such as three-dimensional models, to represent chemical equations. In addition, auditory approaches are explored, such as audio lessons on chemical balance content, which are available in the “Estudaki” cell phone 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:** Chemical Equilibrium; Visual impairment; Adapted Activities; Inclusive education.

## LISTA DE FIGURAS E QUADRO

Figura 1 - Fotografia do MEQ1.....	36
Figura 2 - Fotografia do MEQ1 reestruturado.....	36
Figura 3 - Fotografia do MEQ2.....	37
Figura 4 - Equação química.....	37
Figura 5 - Reestruturação do EQ favorecendo a formação de produtos.....	38
Figura 6 - Reorganização do EQ acarretando a formação de reagentes.....	38
Figura 7 - MEQ1: Proporções molares dos componentes da representação da reação química.....	38
Figura 8 - MEQ2: Proporções molares dos componentes da representação da reação química.....	39
Figura 9 - MEQ1: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ.....	39
Figura 10 - MEQ2: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ.....	40
Figura 11 - MEQ1:Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ.....	40
Figura 12 - MEQ2:Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ.....	40
Figura 13 - Menu do aplicativo.....	41
Figura 14 - Acessibilidade.....	42
Figura 15 - Áudioaulas.....	42
Figura 16 - Exemplo das questões dispostas no formulário.....	43
Figura 17 - Gabarito do formulário.....	43
Quadro 1 - Quadro constando os tipos de EQ e constantes de EQ.....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1 CONCEITO DE DEFICIÊNCIA E BREVE HISTÓRICO .....	14
3.2 A DEFICIÊNCIA VISUAL E A EDUCAÇÃO .....	17
3.3 O USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E DA TA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	22
3.3.1 <i>Limitações do uso de TICs no ensino</i> .....	25
3.4 CONCEITUAÇÃO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO (EQ) .....	27
3.4.1 <i>Concepções alternativas sobre a aprendizagem de Equilíbrio Químico</i> .....	33
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
<b>5 A PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO</b> .....	<b>35</b>
5.1 MATERIAL TÁTIL .....	35
5.1.1 <i>Materiais empregados para confecção do material tátil</i> .....	35
5.1.2 <i>Sua usabilidade</i> .....	37
5.2 O APLICATIVO PARA CELULAR .....	41
5.3 ÁUDIOAULAS.....	44
5.4 EXERCÍCIOS .....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>
<b>APÊNDICE A — Roteiro das áudioaulas sobre Equilíbrio Químico</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXO A — Exercícios</b> .....	<b>62</b>

## 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.

Passados mais de dez anos, 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, cognitivo, intelectual ou sensorio, o qual, em contato com uma ou mais barreiras, pode bloquear sua atuação plena e efetiva na sociedade em conformidade de condições com as outras pessoas.

Ademais, instituída pelo Decreto nº 10.502 de 30 de setembro de 2020, a Política Nacional de Educação Especial (PNEE) é uma resposta às famílias, docentes e gestores que não eram contemplados pela educação inclusiva voltada aos educandos Público-alvo da Educação Especial (PAEE)<sup>1</sup>, a qual tem retirado o “direito do estudante e das famílias no processo de decisão sobre a alternativa mais adequada para o atendimento educacional especializado” (Brasil, 2020, p. 6). O registro afirma que além da garantia do acesso à escola comum<sup>2</sup>, essas pessoas precisam ter o direito a escolas especializadas “sempre que estas forem consideradas, por eles mesmos, como a melhor opção” (Brasil, 2020, p.7). Esse princípio orienta 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 (Mantoan, 2003).

Existem diversas dificuldades encontradas pelos professores para a viabilização do processo de inclusão escolar de alunos PAEE. Tais dificuldades ultrapassam as garantias legais e 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 dos alunos PAEE 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)<sup>3</sup>, este traz um entrave significativo ao

---

<sup>1</sup> PAEE são os estudantes com deficiência intelectual, visual, auditiva, surdo-cegueira, física e múltipla, transtornos globais do desenvolvimento (Transtorno do Espectro Autista, Síndrome de Asperger e Síndrome de Rett) e altas habilidades/superdotação (Brasil, 2007).

<sup>2</sup> Segundo o Censo Escolar de 2022, “o número de matrículas da educação especial chegou a 1,5 milhão em 2022, um aumento de 29,3% em relação a 2018” (p.38).

<sup>3</sup> Entende-se por deficientes visuais, as pessoas que apresentam impedimento total ou parcial da visão, decorrente de imperfeição do sistema visual. A rigor, diferencia-se a deficiência visual, em parcial, também designada visão subnormal ou, mais corretamente, de baixa visão, e cegueira, quando a deficiência visual é total (Loch, 2008).

método de ensino, demandando que as práticas educativas sejam planejadas de modo a contemplar suas especificidades, através de vias alternativas.

É por meio de mensagens verbais e 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). “Considerando 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” (Fernandes; Franco-Patrocínio; Freitas-Reis, 2018, 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 favorece o PAEE na sua aprendizagem, constituindo-se em um meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo de ensino e aprendizagem. A construção de materiais palpáveis, 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 de uma mesma sala de aula (Carvalho; Gonçalves, 2019).

Outras formas que contribuem para a inclusão nas escolas, além da preparação dos professores para acolherem os alunos PAEE, diz respeito ao uso de tecnologias em sala de aula que auxilia no processo de ensino e aprendizagem. Para Castro, Souza e Santos (2011), o termo Tecnologias Assistivas<sup>4</sup> (TA) é utilizado para discernir todo o arsenal de recursos e serviços que auxiliam para propiciar ou ampliar habilidades funcionais de PcD e promover vida independente e inclusão. Com isso, o objetivo da TA é proporcionar à PcD maior autonomia, qualidade de vida e inclusão social, através do aumento de sua comunicação, locomoção, domínio de seu ambiente e habilidades de seu aprendizado.

Tais aspectos justificam a realização desta pesquisa, na busca por inclusão em salas de aula regulares, precisamos atenuar a falta de projetos educativos e de recursos didáticos que permitam que os docentes promovam um ensino mais inclusivo e que propicie condições de aprendizagens equiparadas aos estudantes videntes. Diante dessas convicções, ao participar de

---

<sup>4</sup> O 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).

uma disciplina que discute a inclusão de DV no ensino de Química, a autora deste trabalho percebeu a necessidade de elaborar um material tátil e criar um aplicativo para o estudo do tema Equilíbrio Químico (EQ).

Essa necessidade vem da busca por contribuir com esse grupo de estudantes, uma vez que a partir de uma pesquisa em diferentes plataformas, não foi encontrado trabalhos que versassem de materiais didáticos adaptados para estudantes DV sobre a temática EQ. Um levantamento foi realizado em plataformas de busca de trabalhos acadêmicos, foram utilizadas 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 deficiência visual. Na plataforma Scielo, também não houve o retorno de trabalhos foco do interesse.

Em se tratando mais especificamente da área de ensino de Química, foi realizado a busca nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre os anos de 2004 a 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 deficiência visual 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 (Ferry, Schmidt e Assis, 2022).

De forma geral, as buscas apresentaram trabalhos que versavam sobre análise de livros didáticos, uso de simulações computacionais, atividades experimentais, jogo didático, materiais táteis, porém nenhum era voltado ao estudo do EQ.

Frente a este aspecto, consideramos que o presente estudo pode contribuir para a aprendizagem de alunos com DV sobre o conceito de EQ. Verifica-se a importância da adaptação de recursos e estratégias na educação inclusiva, visando ao atendimento das necessidades dos PNEE e proporciona-lhes condições e meios viváveis para sua inserção no ensino regular, pois, a consolidação do direito de todos à educação implica preliminarmente em medidas, que viabilizem tornar a escola um espaço inclusivo com educação de qualidade a todos indistintamente (Borges, 2016).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Propor atividades adaptadas para estudo de Equilíbrio Químico com foco nos estudantes com deficiência visual.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desenvolver um material tátil para estudo de Equilíbrio Químico;
- 2) Produzir áudioaulas sobre os conceitos de Equilíbrio Químico;
- 3) Adaptar um aplicativo de forma a torná-lo inclusivo para estudantes com deficiência visual.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CONCEITO DE DEFICIÊNCIA E BREVE HISTÓRICO

A Organização das Nações Unidas (ONU) considera as PcD aquelas que têm restrição a longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais em interação com uma ou mais barreiras, pode dificultar sua participação efetiva na sociedade em equidade de condições com as demais pessoas.

Definição que vai ao encontro com que diz Moura (2000, p.12), deficiência são “sequelas resultantes de um impedimento e, que venha restringir a execução de uma ou mais atividades consideradas normais às pessoas.”

Segundo Glat (1998), baseado em modelo da medicina, a deficiência era vista como uma doença crônica e a PcD como um ser inválido e incapaz, que pouco poderia contribuir para a sociedade, devendo ficar ao cuidado das famílias ou internado em uma instituição “protegida”, segregado do resto da população.

Durante a história, muitas terminologias foram usadas, algumas delas, carregadas de preconceitos e estigmas. Como nos mostra Shakespeare (2006):

Palavras que se tornaram estigmatizadas estão em grande parte associadas a doenças e deficiências mentais; os termos ‘imbecil’, ‘idiota’, ‘lunático’ tornaram-se gradualmente termos ofensivos ou insultuosos, tendo sido substituídos por terminologias mais aceitáveis, como ‘deficiente mental’ ou ‘doente mental’. No campo da deficiência física, os termos ‘mutilado’, ‘aleijado’ e ‘inválido’ já não são de agrado geral, sendo preferido ‘incapacitado’ ou ‘deficiente físico’ (p. 55).

Wainer (2000) discorre sobre as alterações de terminologia e emprego do termo deficiência:

O termo deficiência surgiu para substituir anormalidade, seguindo um processo que tem como base uma lógica de institucionalização e segregação das diferenças. Entretanto, lida-se com a deficiência como se ela fosse natural, estática, definitiva. Porém esse é um fenômeno relacional (depende do contexto, de situação, da cultura em questão etc.): a explicação sob o referencial organicista não dá conta dos critérios de agrupamento e não justifica a exclusão. Pode-se dizer que a prática dessa área se caracteriza pela manutenção do conceito de deficiência, reputada a causas biológicas, emocionais ou sociais. Mesmo quando relativizada (considerando deficiência como construção) afirma a existência de uma identidade deficiente. A preservação desse conceito, ao mesmo tempo que estigmatiza e marginaliza alguns grupos sociais, obscurece os efeitos de poder nesses grupos (p. 38).

Segundo Fernandes e Denari (2017), o PcD, termo utilizado atualmente, designa:

O indivíduo que possui alguma especificidade visual, auditiva, física e intelectual. O PcD não quer ser vista pela deficiência, qualquer que seja, mas pela sua diversidade, sendo respeitada por suas diferenças, por sua singularidade. A pessoa com deficiência não deve ser negada, nem se deve tampouco fixar-se apenas nas deficiências, não se deve prover um conceito de deficiência que a reduza às lesões e aos impedimentos físicos e/ou sensoriais; ao contrário, é possível e viável que se pense nas suas possibilidades e potencialidades, para além de qualquer impossível e marginal limitação (p. 86).

Em relação ao percurso histórico vivido pelas PcD, na Antiguidade, segundo Pânico (1993), as PcD viviam às margens da sociedade, pois, eram considerados uma degeneração da raça humana, representavam um estorvo para a sociedade. No entanto, as PcD eram escolhidas para missões divinas, uma vez que eram considerados possuidores de poderes especiais ligados à feitiçaria.

Na Idade Média, sob a influência do cristianismo, Casarin (1997) relata que as PcD foram consideradas “criaturas de Deus”, portanto, não deveriam ser desprezados ou abandonados por possuírem alma.

Na Idade Moderna, com o Renascimento, o centro de todas as atenções, até então situado nas coisas divinas, passou a ser o próprio homem. Segundo Pânico (1993) inicia-se então o período da valorização do ser humano através das artes e das ciências. O desenvolvimento da ciência permitiu questionar os dogmas religiosos e pesquisas foram realizadas, nas quais a PcD foi incluída, tendo como problemática a patologia e a anormalidade.

Este período foi interrompido na Idade Contemporânea com a chegada da Revolução Francesa, em que os valores como igualdade, fraternidade e liberdade se tornaram relevantes. Surgem os movimentos sociais que deu origem a Declaração Universal dos Direitos Humanos (1789), na qual cita: *i*) o respeito, pelo Estado, à dignidade da pessoa humana; *ii*) o direito à propriedade individual; *iii*) a liberdade e a igualdade dos cidadãos perante a lei; *iv*) o direito de resistência à opressão e *v*) a liberdade de pensamento e de opinião (Monteiro *et al.*, 2016).

No século XXI, de acordo com Garghetti, Medeiros e Nuernberg (2013):

A ideia da normalização começou a perder força e ampliou-se a discussão sobre a pessoa com deficiência como um cidadão com os mesmos direitos às oportunidades disponíveis na sociedade, independentemente do tipo e do grau de comprometimento da deficiência. Passou-se a discutir que as pessoas com deficiência necessitam não apenas de serviços oferecidos no contexto de suas comunidades, mas também de outras providências necessárias para garantir sua valorização enquanto cidadão (p. 111).

Então, por intermédio da Organização das Nações Unidas (ONU) realizou-se, em Salamanca na Espanha, a Conferência Mundial sobre Educação Especial em 1994, como objeto específico da discussão foi a atenção educacional aos alunos com necessidades educacionais especiais (NEE) (Monteiro *et al.*, 2016).

A Declaração de Salamanca segundo Reis (2010) defende a:

Inclusão na educação ao afirmar que o princípio fundamental da escola inclusiva é o de que todas as PcD devem aprender juntas, independentemente de quaisquer dificuldades ou diferenças que possam ter. As escolas devem, nesse sentido, reconhecer e responder às diversas necessidades de seus alunos, ajustando-se aos ritmos diferentes de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade a todos através de currículo apropriado, modificações organizacionais, estratégias de ensino, uso de recursos e parcerias com a comunidade. Dentro das escolas inclusivas, as PcD devem, portanto, receber todo e qualquer apoio extra que precisarem e que lhes assegurem uma educação efetiva (p. 2).

Após cinco anos, ocorreu na Guatemala a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Essa convenção foi promulgada no Brasil pelo Decreto n° 3.956/2001 (Brasil, 2001) corroborando que as PcD têm os mesmos direitos humanos e liberdades essenciais que as outras pessoas (Brasil, 2001).

Somente em 2003 o Ministério da Educação estabeleceu o Programa Educação Inclusiva. O Programa Promove o “direto a diversidade, pretendendo transformar o ensino em sistemas inclusivos, promovendo um amplo processo de formação de gestores e educadores” (Silva, 2022).

O período de 2006 a 2016 foi estabelecido pela Organização dos Estados Americanos (OEA) como a Década das Américas das Pessoas com Deficiência pelos Direitos e Dignidade das PcD (Monteiro *et al.*, 2016).

Como fruto de um processo de evolução, em 2015, no Brasil foi conquistada a Lei Brasileira de Inclusão e tem como propósito assegurar e promover, condições de igualdade<sup>5</sup> na

---

<sup>5</sup> Cabe destacar aqui o termo igualdade e a necessidade de reflexão, conforme Freitas e Tenório (2014) apontam que: “Reconhecer que todos têm direitos iguais incontestáveis, as escolas não podem compactuar com formas de discriminação, devendo contribuir para o estabelecimento da igualdade equitativa de oportunidades em benefício dos menos favorecidos. Essa justiça como equidade não propõe a eliminação das diferenças, mas se coloca como uma forma de articulá-las, a fim de amenizar as desigualdades. Um sistema educacional de qualidade precisa ter compromisso com a equidade, o respeito à diversidade humana. Assim, destaca-se não a igualdade de direitos de forma homogênea, mas a igualdade de oportunidades conforme a característica e necessidade de cada sujeito ou grupo social do qual faz parte” (p. 5).

oferta de ensino inclusivo em todos os níveis e modalidades de ensino, o exercício dos direitos e da liberdade, visando inclusão social e cidadã (Silva, 2022).

Nesta perspectiva, o Ministério da Educação, apresenta a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEE) (Brasil, 2008), que visa criar políticas públicas, fomentadora de uma educação de qualidade para todos os alunos e que assume:

Espaço central no debate acerca da sociedade contemporânea e do papel da escola na superação da lógica da exclusão. A partir dos referenciais para a construção de sistemas educacionais inclusivos, a organização de escolas e classes especiais passa a ser repensada, implicando uma mudança estrutural e cultural da escola para que todos os alunos tenham suas especificidades atendidas (p. 1).

A PNEE visa o método de ensino e aprendizagem do aluno PAEE, direcionado os sistemas educacionais para incentivar o atendimento às necessidades, garantindo a:

*i)* transversalidade da educação especial desde a educação infantil até a educação superior; *ii)* Atendimento educacional especializado; *iii)* continuidade da escolarização nos níveis mais elevados do ensino; *iv)* acessibilidade urbanística, arquitetônica, nos mobiliários e equipamentos, nos transportes, na comunicação e informação e *v)* formação de professores para o atendimento educacional especializado (Brasil, 2008, n.p.).

### 3.2 A DEFICIÊNCIA VISUAL E A EDUCAÇÃO

De acordo com o Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 3.128/ 2008 considera DV aquela pessoa que apresenta cegueira ou baixa visão. Levando em conta a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID) pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a referida Portaria estabelece:

Considera-se cegueira quando os valores se encontram abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10° - categorias 3, 4 e 5 do CID 10. Entende-se baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20° no melhor olho com a melhor correção óptica - categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10 (n. p.).

A visão é um dos sentidos mais relevantes para os seres vivos. Por meio dela, podemos perceber grande parte das coisas que nos rodeia em fração de segundos. Hoje em dia, cerca de 80% (oitenta por cento) de nossa informação é obtida pela visão: pela tela do *smartphones*,

aparelhos de televisão, os *outdoors* e vitrines, substituem as emissoras de rádios e a propaganda sonora (Marques, 2018).

De tal modo, a visão nos aproxima do mundo objetivo, e satisfaz uma função importantíssima por representar quase a totalidade das impressões que temos do mundo (Ferreira, 2010).

Segundo Sampaio, Batista e Nascimento (2007), pessoas consideradas com DV define-se por uma incapacidade ou limitação no ato de ver. Entende-se por DV, uma incapacidade total ou parcial da visão, em consequência de alterações no globo ocular ou no sistema visual.

As pessoas com ausência parcial ou total da visão precisam utilizar outros sentidos para poder compreender o mundo ao seu redor. O tato é um recurso fundamental utilizado por elas, pois permite coletar várias informações sobre os objetos. Se o material for volumoso é necessário tocá-lo inúmeras vezes de forma sequencial e fragmentada, para obter todas as informações (Ochaíta; Espinosa, 2004).

Sendo assim, os DV podem apresentar dificuldades de compreensão do conteúdo devido à lacuna entre sua capacidade de acesso às informações apresentadas em aula, muitas vezes somada à abstração do conteúdo. Dessa forma, o uso de materiais didáticos adaptados passa a ser o foco do ensino. Esta realidade provém de que a DV constitui um sério empecilho, que sucede, frequentemente, da não disponibilidade de artifícios didáticos adequados às suas necessidades educacionais e da disposição dos docentes para desenvolver tarefas que auxiliem os estudantes a desenvolverem o senso crítico (Dallabona, 2011).

O processo de ensino e aprendizagem passa a ter sentido quando o docente dá condições para que o aluno participe ativamente das atividades, contribuindo significativamente para o processo de construção social. 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).

É crucial ensinar possibilitando condições, gerando situações, oferecendo oportunidades ao discente para se progredir e amplificar suas competências de produzir o conhecimento, deixando as práticas obrigatórias, em que o aluno aprende sem saber o porquê e qual a finalidade para o seu cotidiano (Dallabona, 2011).

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 consistência dos utensílios utilizados.

A utilização do material tátil no processo de ensino e aprendizagem é uma maneira de garantir a acessibilidade aos alunos DV, permitindo aprender em equidade de condições com seus colegas videntes. Além disso, possibilita ao DV poder sentir, explorar formas, texturas, relevos e outras características dos objetos em questão, permitindo uma compreensão mais abrangente e concreta do conteúdo estudado. A construção do material tátil pode ser produzido de forma relativamente simples e econômica, utilizando materiais alternativos<sup>6</sup> (Silva *et al.*, 2023).

Com criatividade é possível selecionar, confeccionar ou adaptar recursos abrangentes ou de usos específicos. O material possibilita ao DV ampliar os conhecimentos, permite novas experiências e da mais autonomia ao aluno (Ferreira *et al.*, 2021). Ademais, o material tátil contribui para que os processos de aprendizagem sejam mais agradáveis e motivadoras criando um ambiente de cooperação e reconhecimento das diferenças (Sá; Campos; Silva, 2007).

Porém, segundo Oliveira, Silva e Tófani (2020) os docentes apresentam dificuldades em construir modelos táteis, posto que sempre existe a necessidade de confecção de novos modelos, de acordo com o assunto a ser ministrado. Além disso, têm o obstáculo de manuseio dos modelos durante as aulas, em virtude das dimensões. Para Camargo e Nardi (2007), as principais dificuldades dos docentes são:

i) dificuldades relacionadas à dependência da visão – dificuldades dos professores em prepararem aulas e atividades que não convergissem para a utilização de recursos de apelo visual, como lousa, demonstração visual de experimentos;

ii) dificuldades relacionadas à independência da visão: trata da realidade educacional do aluno com deficiência visual por causa da carência de material próprio como, por exemplo, materiais em Braille, informações digitalizadas, modelos computacionais com interfaces auditivas, entre outros e;

iii) dificuldades sem relação com a visão: dificuldades inerentes às estratégias metodológicas e conceituais propostas pelos licenciados para a abordagem do conteúdo com alunos com deficiência visual.

---

<sup>6</sup> Papel, cola, EVA, tecidos com diferentes texturas, miçangas, madeira, entre outros materiais.

É importante que o professor, ao elaborar atividades, saiba o histórico visual do seu aluno 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 este pode ser utilizado em sala de aula (Camargo, 2016).

No ensino, devemos criar estratégias que tenham o tato como instrumento de acesso à informação e contribuição para a construção do conhecimento. A significação tátil levou a criação do Sistema Braille<sup>7</sup> criado na França por Louis Braille<sup>8</sup>. O Braille é aplicável tanto na leitura como na escrita por DV (Lemos; Cerqueira, 2014) e proporciona ao aluno maior independência na escrita e na leitura, maior facilidade de comunicação e de socialização. Segundo Fernandes *et al.* (2017):

O Braille é um grande instrumento na prática docente, mas que somente ele não esgota as necessidades do estudante em compreender uma ciência que por sua abstração, lança mão de tantas analogias e modelos, como a Química, surge então a necessidade de criarmos materiais didáticos táteis para que os estudantes cegos ou de baixa visão bem como os videntes possam ter contato com conceitos da Química de difícil abstração (p. 98).

O DV precisa que as explicações sejam realizadas oralmente, disponibilizando textos de apoio e registros em Braille, que associem a relevância do assunto com instrumentos que fazem parte do seu cotidiano (Marques; Silva, 2013), uma vez que sua percepção do mundo se distingue dos videntes que aprendem através da visão. Sendo assim é essencial que todo componente visual tenha seu equivalente textual para que a aprendizagem do DV possa ser completa. A informação mais importante para o DV é o conteúdo, ou seja, a informação da obra, podendo ser oral ou escrita. A descrição oral dos conteúdos imagéticos deve ser objetiva e não deve conter a opinião do emissor (Martins, 2014<sup>9</sup> *apud* Lima; Fonseca 2016).

---

<sup>7</sup> Código universal de leitura tátil e de escrita. Consta do arranjo de seis pontos em relevo, dispostos em duas colunas de três pontos, configurando um retângulo de seis milímetros de altura por aproximadamente quatro milímetros de largura. Os seis pontos formam o que se convencionou chamar “cela Braille”. Para facilitar sua identificação, os pontos são numerados (Rezende, 2022). A escrita pode ser realizada através do uso da reglete e da punção, da máquina Braille.

<sup>8</sup> Louis Braille (1809-1852), cego, jovem, e estudante, tomou conhecimento de uma invenção denominada sonografia ou código militar, desenvolvida por Charles Barbier (1767- 1841), oficial do exército francês. Charles criou um sistema de sinais para que os soldados pudessem ler no escuro, porque era difícil transmitir ordens à noite. Esse método consistia na leitura de pontos e traços em relevo, que combinados possibilitavam a comunicação no escuro. Denominado como escrita noturna, as ordens militares eram recebidas e decodificadas através do tato (Lemos; Cerqueira, 2014).

<sup>9</sup> Entrevista concedida por Ronaldo Neves a Patrícia Campos Lima pelo Conselheiro Deliberativo e Instrutor Voluntário de Informática do Instituto Luís Braille do Espírito Santo, situado na Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, na cidade de Vitória em 21 de outubro de 2014.

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 e 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 deve-se ocorrer através de outra via sensorial. No caso do DV, as vias alternativas de aprendizagem são principalmente pelo tato e a audição. Outro sentido usado é a audição, quando é preciso receber informações do espaço, especificamente a localização de materiais, como afirmam Gerente, Pascoal e Pereira (2008):

Com uma fonte sonora fixa, o cego realiza movimentos da cabeça em todas as direções no sentido de conseguir alinhamentos de ambas as orelhas face ao som e deste modo criar diferenças binaurais que lhe permitam estabelecer uma primeira identificação do som. Este processo de referenciação acontece de acordo com uma representação do corpo (esquema corporal) e que é utilizado de forma particularmente eficiente no cego nos seus deslocamentos num espaço previamente mapeado por estímulos sonoros (p. 112).

Portanto, adequações e tecnologias atribuída às 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 uma impedição ao desenvolvimento, ela institui caminhos diferentes, posto que a aquisição de conhecimentos necessita de uma sistematização sensorial distinto quando comparada ao vidente (Nunes; Lomônaco, 2008).

Diante das necessidades específicas para incluir o estudante DV, como já discutido, surge o imperativo de lançar um olhar para temas específicos das ciências. Um dos temas que os estudantes apresentam grande dificuldade de compreensão é a temática de EQ, e se tratando mais especificamente ao ensino de EQ para deficientes visuais, não há trabalhos que discutam propostas para serem empregadas em sala de aula.

### 3.3 O USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E DATA NO ENSINO DE QUÍMICA

Desde a descoberta dos computadores e a sua introdução nas escolas de muitos países na década de 1970, o uso da tecnologia na educação tornou-se uma ferramenta essencial para esse ambiente. *Scanners* e impressoras foram adicionados junto com os computadores (Barros; Garcia; Medeiros, 2018).

Com o advento da internet, outras características foram integradas na escola. A introdução dos computadores e programas como *Word*, *e-mail* e mecanismos de pesquisa, são nomeadas de tecnologia de informação e comunicação (TIC) que possibilita aos usuários receber, armazenar, criar, registrar e transferir dados (Roza, 2018).

A evolução da tecnologia tornou o acesso à informação muito mais rápido e fácil e que está auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, ofertando subvenções a educação. Os desafios do século XXI requer um repensar da educação, discernindo os métodos de ensino utilizados, oferecendo novas alternativas para os sujeitos interagirem e se expressarem, diversificando as formas de agir, de educar e de aprender (Martins, 2008). A presença de elementos tecnológicos e linguagens próximas do universo do discente permite o acesso a uma gama de diversas expressões de ideias, possibilita a expressão do pensamento imagético e constituem melhores condições no desenvolvimento do ensino e aprendizagem (Almeida; Prado, 2009).

As TICs possibilitam ao aluno criar sua própria maneira de aprendizagem, sendo uma nova alternativa de adquirir conhecimento. Uma das principais funções das TICs é unir a vivência do aluno com os assuntos lecionados em sala, tendo como objetivo facilitar no processo de ensino (Matos *et al.*, 2019).

A Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciências e a Cultura (Unesco, 2016) apresenta as vantagens das TICs:

As TICs podem contribuir com o acesso universal da educação, a equidade na educação, a qualidade de ensino e aprendizagem, o desenvolvimento profissional de professores, bem como melhorar a gestão, a governança e a administração educacional ao fornecer a mistura certa e organizada de políticas, tecnologias e capacidades (p.1).

O uso das TICs possibilita uma aprendizagem de forma variada. O desenvolvimento de materiais didáticos pode considerar o conceito da hipertextualidade e da multimídia, oferecendo aos discentes experiências sensoriais diversas, com áudios e vídeos (Silva, 2020).

A Química ainda é vista pelos discentes como uma ciência com conceitos difíceis. Provavelmente por pouca ou, até mesmo, falta de afinidade com o conteúdo; ou pela dificuldade de relacionar as temáticas abordadas com o cotidiano (Rigue, 2017). Deste modo, pesquisadores afirmam que a aprendizagem pode ser facilitada com o emprego de TICs, como por exemplo, aplicação de *softwares* educacionais (Santos; Wartha; Silva, 2010), jogos lúdicos (Tavares; Souza; Correia, 2013), aulas que empregam recursos audiovisuais (Moura; Aires, 2012) e laboratórios virtuais para realização de tarefas experimentais (Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011).

As TICs apresentam um espaço interativo, sendo estabelecido por objetivos, normas, propósito e resultados durante atividade. A utilização dessas tecnologias no ensino da Química possibilita que o professor incite a participação dos discentes, o desenvolvimento de competências, raciocínio lógico e trabalho em grupo. Favorece a participação mais ativa dos discentes, fazendo com que o aluno participe efetivamente do desenvolvimento de construção do seu conhecimento, incentivando o desenvolvimento da criatividade e auxiliando na superação de dificuldades (Brito; Silva, 2022).

Almeida (2020) ressalta que as TICs, nunca irão substituir o quadro, o giz e/ou caneta e o caderno. Porém, com sua inserção, o docente poderá aplicar estratégias metodológicas para que o ensino se torne o mais próximo possível da realidade dos alunos, solucionando as dificuldades apresentadas em sala de aula no aprendizado da Química. Além da utilização das tecnologias na aula aumentar o entusiasmo dos alunos.

Atualmente, em nosso país tem-se reparado 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 baseia seus estudos nos preceitos de troca sensorial nas quais o tato e/ou a audição são os principais meios de assimilação de informações na falta da visão (Torres; Costa; Lourenço, 2016).

Outra ferramenta empregada como recurso pedagógico para DV são as TA<sup>10</sup>, uma vez que é contemplado uma grande diversidade de instrumentos, sistemas, métodos e práticas,

---

<sup>10</sup>“A TA originou-se das necessidades militares, no sentido de reabilitar pessoas que foram vítimas dos embates da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) em função de atrofias, danos corporais, surdez, dificuldades intelectuais e de desenvolvimento, causadoras de exclusão social” (Conte; Ourique; Basegio, 2017. p.6)

aplicadas para minimizar entraves encontrados pelos DV. A TA consiste em uma expressão utilizada para reconhecer meios que contribuam para propiciar ou amplificar habilidades, de forma a possibilitar autonomia no desempenho de atividades. Quanto aos modelos de TA, encontram-se os mais diversos exemplos como: televisão (TV), disco digital versátil (DVD) e o *smartphone* que será o recurso utilizado neste trabalho (Lavorato; Martinez; Mól, 2016).

A TA é um recurso que auxilia na ruptura de barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam os alunos DV a ter acesso ao conhecimento e a participação ativa em projetos pedagógicos e manipulação de objetos de estudo. Sendo assim, a utilização da tecnologia como instrumento mediador e ferramenta de “empoderamento” para a equiparação de oportunidades, possibilita o DV ter autonomia na sociedade atual (Galvão Filho; Damasceno, 2009). Além disso, TA objetiva dar a PcD maior autonomia através de sua comunicação, mobilidade, habilidades de aprendizado, ofício e integração com a família, amigos e sociedade (Díaz *et al.*, 2009).

A TA tende a aguçar o interesse do aluno DV, estender o horizonte de pesquisa e distribuição de conhecimentos, incentiva o emprego colaborativo e viabiliza que o discente seja o responsável do processo de aprendizagem (Frazão *et al.*, 2020). Além disso, a TA “abrange todas as ordens do desempenho humano, desde as tarefas básicas de autocuidado até o desempenho de atividades profissionais” (Brasil, 2008, p. 11).

A utilização da TA pode enriquecer o processo de aprendizagem do aluno DV, uma vez que no processo de aquisição de conhecimento, dá subsídios para a permanência na escola e possibilita interagir e participar das atividades com os demais alunos (Frazão *et al.*, 2020).

Associado aos modelos de TA, outro artefato que pode ser utilizado são os leitores de tela, a audiodescrição (AD), que 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. Esses 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). Além disso, alguns programas permitem a escolha da natureza da voz (feminino ou masculino) e também a velocidade do áudio.

A AD promove a descrição verbal de componentes visuais que não são vistos. Pode-se declarar que é a arte, a capacidade de alterar aquilo que não é visto no que é escutado, permitindo uma criação mental (Lavorato; Martinez; Mól, 2016).

A AD não visa substituir o papel do professor nem tampouco mudar as demais opções metodológicas, mas sim complementar e propiciar uma maior independência do estudante DV em seus estudos, permitindo oportunidades de desempenho e desenvolvimento pessoal semelhante aos demais alunos (Santos; Brandão, 2020).

Os diferentes aparelhos digitais e os *softwares* educacionais propiciam aos docentes novas maneiras de ensinar, rompendo velhos paradigmas, e aos discentes melhores condições para adquirir seu conhecimento. Assim, um novo modelo de aprendizagem é possível, direcionado ao aluno, no qual ele passa a ter um papel mais ativo e independente no seu aprendizado (Locatelli; Zoch; Trentin, 2015).

O processo de ensino e aprendizagem de Química, a adoção de dispositivos e de aplicativos, pode viabilizar oportunidades não possíveis em salas de aula convencionais e em laboratórios, incluindo a possibilidade de superação de um dos desafios da Educação Química, que é proporcionar ao estudante correlacionar um fenômeno em sua dimensão macroscópica com as dimensões submicroscópica e simbólica (Giordan, 2008).

Os recursos didáticos necessitam ser concretos e atrativos para que o aluno DV tenha compreensão do conteúdo ensinado. Visto que, o acesso a conteúdos educacionais é primordialmente visual e ocorre por meio de livros didáticos e materiais complementares (Dallabona, 2011).

### **3.3.1 Limitações do uso de TICs no ensino**

Vários obstáculos dificultam a introdução da tecnologia no sistema educacional, a primeira delas é a falta de incentivo financeiro do Governo (Santos, 2022). Entretanto, foi instituído em 1997 e reformulado em 2007 o Programa Nacional de Tecnologia e Educação (ProInfo) pelo Ministério da Educação que tem como objetivo de promover o uso pedagógico das TICs nas redes públicas de educação básica (FNDE, 2017).

Porém, empecilhos estruturais impactam na acomodação das TIC nas salas de aula, tais como: problemas gerenciais e institucionais que interferem na formatação da matriz curricular e carga horária, salas inadequadas para o uso de computadores, a inexistência de equipamentos

adequados para a prática e a falta de *softwares* adequados à prática docente (Schuhmacher; Alves; Schuhmacher, 2017).

Cabe ressaltar que, muitas escolas dispõem da tecnologia, porém na maioria das vezes são utilizadas de forma incorreta, servindo apenas como uma mera ferramenta auxiliadora de funções básicas como: imprimir provas ou escanear documentos (Silva; Prates; Ribeiro, 2016).

Schuhmacher, Alves e Schuhmacher (2017) ressaltam que:

Não existe a promoção de ações por parte da escola, que propiciem ou até instiguem as TIC como recurso de mediação ou objeto de estudo entre os docentes. Essa vulnerabilidade é vista como um obstáculo estrutural de gestão, pois, apesar da preocupação existente para que as TIC sejam oportunizadas nas aulas que tenha essa competência, de forma a apoiar o ensino e formar novos licenciados, os formadores, que promovem a inserção, encontram-se sozinho (p.570).

As ferramentas tecnológicas estão presentes no progresso das tarefas como forma de evitar os obstáculos que aparecem no decorrer do processo de ensino, como a inexistência de estruturas e diminuição na participação das aulas, ou o gradativo desinteresse por parte dos discentes (Schneider *et al.*, 2020).

Gesser (2012) menciona que a utilização da tecnologia no meio educacional apresenta certos empecilhos, justificada por fatos como: a desatenção dos alunos; o uso impróprio das tecnologias tanto pelos docentes, como pelos discentes; a falta de habilidades dos professores para tratar com as oportunidades apresentadas pelas tecnologias; a não obtenção equipamentos necessários e outros.

Adicionalmente, Mulinari, Pereira e Fiorucci (2020) mencionam outras dificuldades encontradas para a utilização das salas de tecnologia, tais como: computadores com defeitos, pouco horário de agendamento, pouca quantidade de programas computacionais, pouco interesse dos alunos, formação insuficiente e pouco incentivo da coordenação e direção.

Os principais motivos para a menor utilização das TICs são devido à falta de infraestrutura e a velocidade de conexão de internet. Posto que, nem todas as escolas possuem acesso à internet, e quando têm é de baixa qualidade o que acarreta dificuldades no uso das TICs. Além do ambiente escolar, muitos dos alunos, principalmente os de escola pública, não dispõem de aparelhos tecnológicos conectados à internet<sup>11</sup> (Stinghen, 2017). Outras

---

<sup>11</sup> Dados referentes a 2022, mostram que 31,2% dos estudantes da rede pública possuem aparelho eletrônico com acesso à internet, enquanto que 75% dos discentes da rede privada acessam a internet por aparelhos tecnológicos (Belandi, 2023).

dificuldades encontradas pelos alunos ao fazer uso das TICs são a falta de prática durante o manuseio do equipamento, e dispersão pelo fato dos alunos não estarem habituados a essa forma de aprendizagem e o despreparo do docente ao explicar a utilização do instrumento pode deixar os alunos confusos ao manipular o material (Macedo; Silva; Carvalho, 2021).

O Estudo de Conectividade das Escolas Públicas realizado no segundo semestre de 2021, constatou-se que: *i*) 25% das escolas públicas no Brasil não possuem acesso algum à internet, *ii*) das que estão conectadas (104 mil escolas), 50% não utilizam a internet para uso pedagógico e nem para uso dos estudantes *iii*) baixo uso pedagógico impactado pela baixa velocidade de conexão, que se mostra aquém das necessidades reais da sala de aula e, *iv*) mesmo que todas as escolas quisessem contratar internet de alta velocidade, aproximadamente  $\frac{1}{4}$  delas não possui oferta em seu município (Cruz; Nogueira Filho; Corrêa, 2022).

### 3.4 CONCEITUAÇÃO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO (EQ)

Uma reação química é um fenômeno relacionado à transformação de duas ou mais substâncias. Os elementos iniciais são nomeados de reagentes e os compostos finais são nomeados de produtos. Além dessa reação, ocorre a reação inversa em que os produtos são capazes de reagir entre si formando os reagentes. Esse tipo de reação é denominada de reversível<sup>12</sup> (Skoog, 2015; Oliveira; Silva; Tófani, 2009).

No início de um processo reversível, a reação dá-se no sentido da formação dos produtos. Logo que se formam algumas moléculas de produto, começa o processo inverso, isto é, começam a formar-se moléculas de reagente a partir de moléculas do produto. Quando as velocidades da reação direta e da reação inversa forem iguais e as concentrações dos reagentes e dos produtos não variarem com o tempo e atinge o EQ (Chang; Goldsby, 2013, p. 624).

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 a uma mesma velocidade. Entretanto, no nível submicroscópico, as reações direta e inversa continuam sucedendo com velocidades iguais (Oliveira; Silva; Tófani, 2009; Santana, 2015).

---

<sup>12</sup>As reações reversíveis são expressas com uma seta dupla ( $\rightleftharpoons$ ), indicando que as reações ocorrem nos dois sentidos.

Os catalisadores aumentam a velocidade da reação, fazendo com que o EQ seja atingido mais rapidamente, pela diminuição da 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”<sup>13</sup>, “a velocidade da reação é proporcional às concentrações em mol.L<sup>-1</sup> 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 termos de uma constante de equilíbrio (K), em que para qualquer reação entre gases podem ser tratados como ideias (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<sup>-1</sup> (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 (4) pode ser representada por:

$$v_d = K_d [A]^a [B]^b \quad (4)$$

A velocidade da reação inversa (5) é expressa:

$$v_i = K_i [C]^c [D]^d \quad (5)$$

A partir da igualdade das reações (4 e 5) e considerando a lei da ação das massas:

<sup>13</sup>A “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).

<sup>14</sup>As letras maiúsculas representam as substâncias e as letras minúsculas representam os coeficientes estequiométricos (Bettelheim *et al.* 2016, p.199).

$$K_d [A]^a [B]^b = K_i [C]^c [D]^d \quad (6)$$

$$K_{eq} = \frac{K_d}{K_i} \quad (7)$$

Se todos os gases<sup>15</sup> são tratados como ideais<sup>16</sup>:

$$K_{eq} = \frac{C^c D^d}{A^a B^b} \quad (8)$$

No entanto, equilíbrios em que todas as espécies envolvidas se encontram na mesma fase, são denominados de equilíbrios homogêneos (Chang; Goldsby, 2013). Entretanto, a concentração de um sólido ou líquido puro não varia à medida que a reação prossegue (Bown e 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).

O valor de  $K$  pressupõe se uma reação de equilíbrio favorece a formação de produtos ou de reagentes. Assim dizendo, se  $K > 1$  o equilíbrio se deslocará para a direita, favorecendo a formação de produtos. Inversamente,  $K < 1$ , o equilíbrio se deslocará para a esquerda, favorecendo a formação de reagentes (Chang; Goldsby, 2013).

Termodinamicamente, o EQ é um estado de máxima estabilidade para o qual um sistema químico tende espontaneamente, à temperatura e pressão fixas (Oliveira; Silva; Tófani, 2009; Santana, 2013). Os parâmetros que são pré-requisitos ao entendimento da espontaneidade de uma reação, destacam-se a entalpia ( $H$ ), entropia ( $S$ ) e energia livre de Gibbs ( $G$ ) (Santana, 2013). Logo, “a estabilidade termodinâmica é alcançada quando  $\Delta G(T, p) = 0$ , a uma dada temperatura  $T$  e pressão  $p$ ” (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p. 5).

De acordo com Oliveira, Silva e Tófani (2009, p.6) “ $\Delta G(T, p)$  é variação de energia livre de Gibbs à uma pressão padrão  $p^\circ$  de 0,98692 atm e uma temperatura  $T$ ”, e que:

$$\Delta G(T, p) = \Delta G^\circ(T, p) + RT \ln(K) \quad (9)$$

Relacionando  $\Delta G^\circ$  com  $K$ ,

<sup>15</sup> “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).

<sup>16</sup> “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 ( $p \propto 1/V$  a temperatura e número de mols constantes), a lei de Charles ( $p \propto T$  a volume e número de mols constantes) e o princípio de Avogadro ( $V \propto n$  a temperatura e pressão constantes)” (Atkins; Paula, 2017, p.6).

$$\Delta G^\circ(T, p) = -RT \ln(K) \quad (10)$$

Logo,

$$K = e^{-\left(\frac{\Delta G^\circ(T, p)}{RT}\right)} \quad (11)$$

Na termodinâmica, K não é estabelecida em função da concentração, mas da atividade (Chang; Goldsby, 2013), e dela difere por um fator de correção  $f$ , denominado coeficiente de atividade. Com essa definição é evidenciado “para a atividade  $a_A$  da espécie A como o produto do coeficiente de atividade  $f_A$  e a concentração  $[A]$  da espécie A, geralmente expressa em mol L<sup>-1</sup>” (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p.7).

Assim, K pode ser expressão em função da atividade das espécies:

$$K = \frac{a_C^c \times a_D^d}{a_A^a \times a_B^b} \quad (12)$$

Para as reações que não atingiram o equilíbrio, obtém o quociente de reação ( $Q$ ) ao invés de K, as concentrações iniciais são substituídas na expressão de K (Chang; Goldsby, 2013).

Contudo, o Quadro 1 apresenta as categorias de EQ e símbolo da expressão da constante.

Quadro 1 - Quadro constando os tipos de EQ e constantes de EQ

Tipos de EQ	Nome e Símbolos da Expressão da Constante de EQ
Dissociação da água	Constante do produto iônico, $K_w$
Equilíbrio heterogêneos entre uma substância pouco solúvel e seus íons em uma solução saturada	Produto de solubilidade, $K_{ps}$
Dissociação de um ácido ou base fraca	Constante de dissociação, $K_a$ ou $K_b$
Formação de um íon complexo	Constante de formação, $\beta_n$
Equilíbrio de oxidação-redução	$K_{redox}$
Equilíbrio de partição para um soluto entre solventes imiscíveis	$K_d$

Fonte: Skoog (2015, p. 205).

Uma vez estabelecido o EQ, apenas a variação da concentração, temperatura e pressão podem alterar a posição alcançada deste equilíbrio. Esses efeitos qualitativos provocados pelas variações sobre o EQ foram estudados por Le Chatelier<sup>17</sup> (Oliveira; Silva; Tófani, 2009, p. 11), tendo o cientista anunciado que:

<sup>17</sup> 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.

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)<sup>18</sup>.

Pedagogicamente, o Princípio de Le Chatelier pode ser expresso: “Quando um sistema em equilíbrio sofre uma perturbação, ele responde de modo a minimizar o efeito da perturbação” (Atkins; Paula, 2017, p. 254).

Para o efeito da concentração, a perturbação sobre o sistema envolve uma variação de concentração e o equilíbrio se deslocará de modo a reduzir ou minimizar a variação. A remoção ou adição de um dos componentes de uma mistura em equilíbrio, o sistema atinge uma nova posição de equilíbrio movimentando na direção que restabeleça, em parte, a concentração do componente retirado ou acrescentado (Fascio, 2023).

Brown, Lemay e Bursten (2005) definem: se um sistema está em equilíbrio é adicionado uma substância no reagente ou produto, a reação se desloca de tal forma a retomar o equilíbrio pelo consumo de parte da substância inserida. Contrariamente, a remoção de uma substância fará com que a reação se mova no sentido que restabeleça, em parte, a concentração do componente removido.

Atkins, Jones e Laverman (2018) estabelecem que, “quando adicionados reagentes e produtos, apenas  $Q$  varia, enquanto  $K$  se mantém constante. No equilíbrio,  $Q = K$  e, portanto, o valor de  $Q$  é afetado. Ele sempre tenderá a ser igual a  $K$  porque esta direção da mudança corresponde a uma redução de  $G$ ” (p. 427).

Sendo assim, quando a composição de equilíbrio é desestabilizada, a reação tende a ocorrer na direção que faz o valor de  $Q$  transformar novamente em  $K$  (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

A variação da temperatura modifica o valor de  $K$  (Brown, Lemay; Bursten, 2005; Oliveira; Silva; Tófani, 2009; Santana, 2015).

---

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).

<sup>18</sup> 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).

De acordo com Santana (2015),

Quando se eleva a temperatura de um sistema em equilíbrio, o que há, de fato, é transferência de energia térmica ao sistema. A posição de equilíbrio se deslocará de maneira que seja consumida pelos menos uma parte da energia aportada ao sistema. Em outras palavras, a elevação da temperatura favorece um processo endotérmico sobre uma reação exotérmica (p. 39).

As reações químicas podem descritas em  $\Delta H$ , grandeza que indica se a reação é endotérmica ou exotérmica. Como Brown, Lemay; Bursten (2005) comentam: “Quando a temperatura aumenta, é como se estivesse adicionado um reagente, ou um produto, ao sistema em equilíbrio. O equilíbrio desloca no sentido que consome o excesso de reagente ou produto, ou seja calor” (p. 554).

Além disso, o aumento da temperatura de uma reação exotérmica reduz o valor de  $K$ . Já o aumento da reação endotérmica eleva o valor de  $K$  (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

A variação da pressão interfere apenas os equilíbrios que envolvem reações nas quais são produzidos ou consumidos gases. Em sistemas onde apenas líquidos e/ou sólidos estão presentes, o efeito da variação da pressão é, em geral, desprezível (Oliveira; Silva; Tófani, 2009) Ademais, a variação não afeta o valor de  $K$  desde que a temperatura permaneça constante (Brown, Lemay; Bursten, 2005).

Para um sistema gasoso, o aumento na pressão de um sistema em equilíbrio em uma temperatura constante, implica na diminuição do volume total da mistura e, conseqüentemente, no aumento de colisões entre as moléculas (Chang; Goldsby, 2013; Oliveira; Silva; Tófani, 2009). A introdução de um gás inerte não afeta a composição em equilíbrio (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

A diminuição na pressão, ocasiona o aumento no volume. Desse modo, o equilíbrio será deslocado para o lado da reação que tiver menor quantidade molar total de reagentes ou produtos gasosos (Chang; Goldsby, 2013; Oliveira; Silva; Tófani, 2009).

Em suma, o estudo de EQ é muito discutido por pesquisadores e docentes, como problemático para o ensino e a aprendizagem, uma vez que os alunos tendem a assimilar o conceito a partir dos seus conhecimentos prévios e do cotidiano, originando assim, as concepções alternativas (Santos; Melo, 2012).

### 3.4.1 Concepções alternativas sobre a aprendizagem de Equilíbrio Químico

O estudo do EQ é, por vezes, considerado complexo. 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 são as tendências das publicações visando essa temática.

Se tratando mais especificamente das concepções alternativas, os autores discutiram as concepções alternativas mais recorrentes:

- I Visualização de sistemas em equilíbrio compartimentalizados (TEIXEIRA JÚNIOR; SILVA, 2009);
- II Reversibilidade da reação – após a reação direta se completar, inicia a reação inversa (CAROBIN; SERRANO, 2007);
- III Equilíbrio estático – o equilíbrio químico não é dinâmico (HERNANDO *et al.*, 2003; TEIXEIRA JÚNIOR; SILVA, 2009);
- IV No equilíbrio a concentração de reagentes e produtos são iguais (CAROBIN; SERRANO, 2007; MARTÍNEZ-GRAU *et al.*, 2014; RAVIOLO; AZNAR, 2003);
- V O sistema quando alterado por um aumento na concentração dos reagentes provoca, um aumento na velocidade direta e conseqüentemente um aumento na concentração dos produtos (CAROBIN; SERRANO, 2007; GRAU *et al.*, 2014; RAVIOLO; AZNAR, 2003);
- VI Efeito de catalisadores sobre o equilíbrio químico (RAVIOLO; AZNAR, 2003);
- VII 'se a velocidade de reação direta aumenta, a velocidade da reação inversa deve diminuir e vice-versa, diante das mudanças nas condições do sistema em equilíbrio' (RAVIOLO; AZNAR, 2003, p. 301, tradução nossa) (Silva; Miranda; Franco-Patrocínio, 2022, p. 20).

Assim, pensando nas dificuldades dos estudantes sobre o conteúdo de EQ, a aprendizagem pode ser facilitada com o auxílio de *softwares*, simuladores e aplicativos para *smartphone*.

## 4 METODOLOGIA

Diante de todo o panorama que discutimos sobre os entraves para a aprendizagem de EQ, nos propomos a lançar o olhar para a aprendizagem do conceito de EQ, principalmente no que tange o estudante com DV.

Quando a temática de EQ é abordada, seja em aulas ou nos livros didáticos, encontramos, de forma bastante sistemática, exercícios sobre deslocamento de equilíbrio. Estes exercícios necessitam que o estudante use um caderno e lápis para escrever a equação química e conseguir compreender o deslocamento do equilíbrio usualmente, usa-se uma seta para representar o deslocamento do equilíbrio quando o sistema sofre uma perturbação.

Quando pensamos no estudante com DV, ele não tem essa possibilidade e, conseqüentemente, terá dificuldades para propor como o equilíbrio se deslocará. Acreditamos que um modelo tátil, que represente uma equação química genérica, possibilitará que o DV tenha a oportunidade de resolver exercícios desse tipo a partir de um recurso material.

É importante ressaltar que a literatura aponta diversas concepções alternativas dos estudantes ao estudar EQ, tais como visualização de sistemas em equilíbrio compartimentalizados e equilíbrio como sendo estático. O material tátil criado não dá conta de sanar tais concepções alternativas. Ressaltamos a importância da mediação docente para que a aprendizagem de EQ ocorra e que o docente enfatize conceitos importantes para colaborar com a compreensão correta do tema.

Uma das perturbações que o sistema pode sofrer, é a mudança na concentração de reagentes ou produtos e, é nesta forma de perturbar o sistema que nos debruçamos para elaborar a proposta que será discutida.

O presente trabalho se trata de uma proposta de elaboração de atividades adaptadas com potencial para emprego em salas de aulas que tenham estudantes com DV. Para isto, todas as estratégias foram elaboradas de forma que um estudante com DV possa estudar o conteúdo de EQ de forma autônoma a partir de áudioaulas e desenvolvendo exercícios de fixação de forma independente. Ademais, acreditamos que esta proposta possa contribuir com a aprendizagem de todos os estudantes, uma vez que o professor pode empregá-la em um contexto de sala de aula.

Diante disso, a proposta de recurso didático para a aprendizagem de equilíbrio químico é composta por: material tátil, áudioaulas e exercícios de fixação.

## **5 A PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO**

### **5.1 MATERIAL TÁTIL**

Segundo Pedrosa e Guimarães (2016), recursos e estratégias de ensino que promovam o acesso aos conteúdos de forma a facilitar as compreensões e a efetiva inclusão em sala de para DV, requer o uso de materiais didáticos adaptados. Além disso, saber vincular os conhecimentos por meio de representações e efetuar atividades aos estudantes com ou sem deficiência propicia um ambiente favorável à aprendizagem. Essa pesquisa vai ao encontro desse pensamento, no qual produzimos dois materiais táteis.

O primeiro material possui dimensões maiores e uma coloração amarela, para atrair os alunos videntes e com baixa visão. Este material foi criado para que o docente possa utilizá-lo em suas explicações em sala de aula. Já o segundo objeto, apresenta um tamanho menor que permite o aluno transportar e manusear o material em distintos locais e contém uma coloração característica da madeira.

#### **5.1.1 Materiais empregados para confecção do material tátil**

Os materiais táteis propostos neste estudo têm por finalidade promover a participação mais efetiva dos alunos com DV nas aulas de Química, mais especificamente, do tema EQ. Sendo assim, foram confeccionados dois objetos táteis com recursos didáticos, denominados de Modelo para Equilíbrio Químico (MEQ1) e (MEQ2). Estes 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. A intenção é abranger o aluno DV e os videntes, ou seja, trabalhar numa perspectiva inclusiva. Já o MEQ2 foi produzido para que o aluno DV possa transportar para locais não escolares, assim, o discente poderá realizar atividades de estudo de forma autônoma e no ambiente que julgar mais adequado.

Pensando na escolha dos materiais, o material tátil não deve apresentar riscos para o aluno DV. 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 e cola 3D.

O MEQ1 é robusto, com dimensões 27,5cm x 5,50cm, é leve, apresenta uma coloração amarelo intenso. No 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 aluno DV a delimitar as partes que representam uma equação química. Na largura do material, ao meio, possui uma abertura que é composta por um raio de bicicleta e uma miçanga movediça preta fixada nas extremidades do equipamento, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Fotografia do MEQ1



Fonte: Acervo da autora

Nos produtos, o último arrebite é removível, permitindo que os alunos compreendam o mecanismo da reação, quando essa se tratar de uma reação de síntese<sup>19</sup>. Como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Fotografia do MEQ1 reestruturado



Fonte: Acervo da autora

---

<sup>19</sup>A reação de síntese é quando dois ou mais reagentes transformam em apenas um único produto.

Já o MEQ2 é pequeno, com dimensões 14,0cm x 8,50cm, construído em madeira, no comprimento estão fixados quatro arrebites grossos da coloração cinza e uma miçanga branca ao meio que demarca os reagentes e os produtos. Além disso, as laterais possuem formatos distintos para que o DV 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 3, a seguir.

Figura 3 - Fotografia do MEQ2



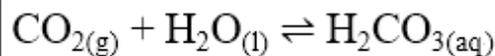
Fonte: Elaborada pela autora

### 5.1.2 Sua usabilidade

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 4), que possui um sabor levemente amargo, devido à presença do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ):

Figura 4 - Equação química

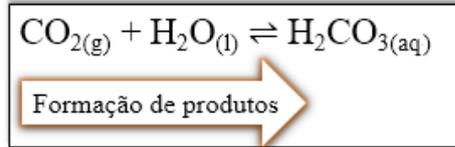


Fonte: Elaborada pela autora

Ao aumentar a concentração de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na reação. Para manter o EQ da reação, o sistema ameniza a perturbação formando mais produtos, ou seja, aumentando a concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e diminuindo a concentração de ( $\text{CO}_2$ ). Logo o EQ

se desloca para a direita, isto é, a alteração do equilíbrio está favorecendo a formação de produtos. Vejamos a Figura 5, a seguir.

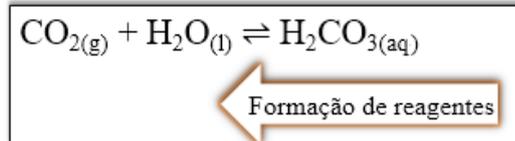
Figura 5 - Reestruturação do EQ favorecendo a formação de produtos



Fonte: Elaborada pela autora

Em contrapartida, aumentando a concentração do ácido carbônico o sistema ameniza a perturbação, contribuindo para a formação de reagentes, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Reorganização do EQ acarretando a formação de reagentes



Fonte: Elaborada pela autora

Posto isso, os materiais táteis permitem que o DV compreenda como a variação da concentração ocorre. Demonstrando as alterações ocorridas na equação química presente na Figura 4.

As miçangas pretas representadas no MEQ1 e as porcas retratadas no MEQ2, correspondem às proporções molares fixas dos compostos químicos.

Figura 7 - MEQ1: Proporções molares dos componentes da representação da reação química



Fonte: Acervo da autora

Figura 8 - MEQ2: Proporções molares dos componentes da representação da reação química



Fonte: Acervo da autora

Ao acrescentar a concentração de  $\text{CO}_2$ , representado pela miçanga vermelha MEQ1 e pela adição de uma porca no MEQ2, tende a formar mais  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , deslocando o equilíbrio para a direita, retratado pela miçanga preta e a cavilha bege.

Figura 9 - MEQ1: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ



Fonte: Acervo da autora

Figura 10 - MEQ2: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ



Fonte: Acervo da autora

A reação inversa também ocorre, assim demonstrada:

Figura 11 - MEQ1: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ



Fonte: Acervo da autora

Figura 12 - MEQ2: Aumento da concentração dos compostos e deslocamento do EQ



Fonte: Acervo da autora

## 5.2 O APLICATIVO PARA CELULAR

Por intermédio da plataforma *GoodBarber* criamos o aplicativo nomeado “Estudaki” que tem como objetivo publicizar todo o material didático proposto. A *GoodBarber* oferece a tecnologia para produzir facilmente um aplicativo, sem conhecimento técnico.

O aplicativo Estudaki está disponível no *Google Play Store*<sup>20</sup> permitindo o acesso em dispositivos Android. Para baixar o aplicativo no celular, acesse o link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.goodbarber.estudaki>.

Após transferir o *software* para o dispositivo, não é necessário efetuar o *login*. O menu do aplicativo (Figura 13) dispõe de *podcast*, formulário, gabarito do formulário e termos e política de consentimento<sup>21</sup>.



Fonte: Elaborada pela autora

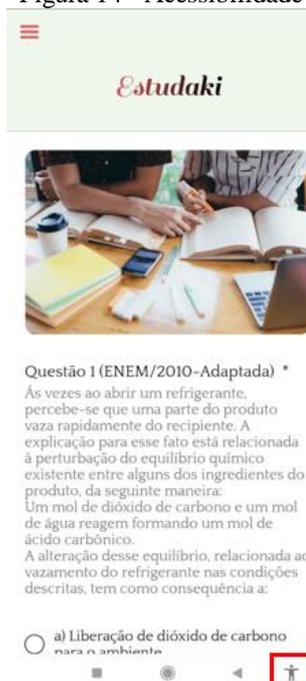
Para auxiliar na manipulação do aplicativo, o aluno DV terá que acionar a *TalkBack*<sup>22</sup>, disponível na configuração do celular. Após ligar este dispositivo, no canto inferior do lado direito a função será representada por um “boneco” destacado de vermelho na Figura 14.

<sup>20</sup> Serviço de distribuição digital do sistema Android de conteúdos digitais.

<sup>21</sup> O termo de consentimento e a política de privacidade do aplicativo estão escritos em inglês, devido as normas da *Google Play Store*.

<sup>22</sup> Recurso de acessibilidade que oferece resposta audível para que o usuário navegue pelo dispositivo sem olhar para a tela (Silva *et al.*, 2023).

Figura 14 - Acessibilidade



The screenshot shows the top part of the Estudaki app with a green header containing a hamburger menu icon and the 'Estudaki' logo. Below the header is a photograph of students studying at a desk. Underneath the photo is a chemistry question in Portuguese. At the bottom of the question, there is a list of options, with the first option 'a) Liberação de dióxido de carbono para o ambiente' highlighted by a red square.

Questão 1 (ENEM/2010-Adaptada) \*

Às vezes ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente entre alguns dos ingredientes do produto, da seguinte maneira: Um mol de dióxido de carbono e um mol de água reagem formando um mol de ácido carbônico. A alteração desse equilíbrio, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a:

a) Liberação de dióxido de carbono para o ambiente

Fonte: Elaborada pela autora

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.

Em *podcast*, constam três áudioaulas sobre o conteúdo de EQ. Com um toque o aluno conseguirá ouvi-las.

Figura 15 - Áudioaulas



The screenshot shows the Estudaki app interface with a list of three audio lessons. Each lesson entry includes a small icon, the title of the lesson, the author's name, and a play button with a '00:00:00' timer.

Áudioaula 1- Conceito de Reação Química  
Leticia Silva, 22/11/2023

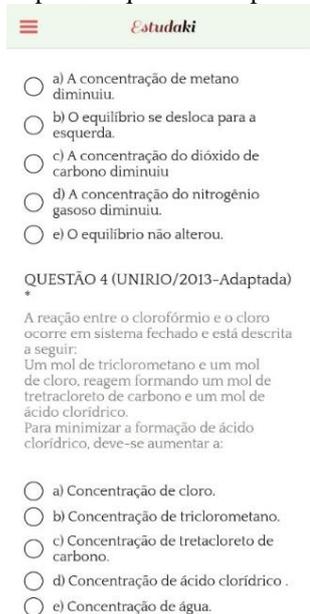
Áudioaula 2 - Velocidade das Reações Químicas  
, 23/11/2023

Áudioaula 3 - Fatores que alteram o Equilíbrio Químico  
, 23/11/2023

Fonte: Elaborada pela autora

Já em formulário, constam dezoito questões de múltipla escolha do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e de vestibulares referentes ao conteúdo de deslocamento do EQ.

Figura 16 - Exemplo das questões dispostas no formulário



**Estudaki**

a) A concentração de metano diminuiu.  
 b) O equilíbrio se desloca para a esquerda.  
 c) A concentração do dióxido de carbono diminuiu.  
 d) A concentração do nitrogênio gasoso diminuiu.  
 e) O equilíbrio não alterou.

QUESTÃO 4 (UNIRIO/2013-Adaptada)  
\*

A reação entre o clorofórmio e o cloro ocorre em sistema fechado e está descrita a seguir:  
 Um mol de triclorometano e um mol de cloro, reagem formando um mol de tetracloreto de carbono e um mol de ácido clorídrico.  
 Para minimizar a formação de ácido clorídrico, deve-se aumentar a:

a) Concentração de cloro.  
 b) Concentração de triclorometano.  
 c) Concentração de tetracloreto de carbono.  
 d) Concentração de ácido clorídrico.  
 e) Concentração de água.

Fonte: Elaborada pela autora

Para que o aluno DV consiga ter acesso às respostas das questões apresentadas no formulário, elas foram gravadas e disponibilizadas no menu gabarito. Os áudios podem ser ouvidos no aplicativo, ou pelo link: [https://drive.google.com/drive/folders/1pnOEt-jY-A0wCCAdyN4LOiy0ZfWY\\_5Ve?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1pnOEt-jY-A0wCCAdyN4LOiy0ZfWY_5Ve?usp=sharing).

Figura 17 - Gabarito do formulário



**Estudaki**

Questão 18  
Leticia Silva, 08/12/2023  
▶ 00:00:00

Questão 17  
Leticia Silva, 08/12/2023  
▶ 00:00:00

Questão 16  
Leticia Silva, 08/12/2023  
▶ 00:00:00

Questão 15  
Leticia Silva, 08/12/2023  
-

Fonte: Elaborada pela autora

### 5.3 ÁUDIOAULAS

As áudioaulas (Apêndice A) foram gravadas e disponibilizadas no aplicativo “Estudaki”. Os alunos poderão escutar as aulas quando surgirem dúvidas e realizar as atividades em ambiente a sua escolha.

As áudioaulas tem o objetivo de complementar as aulas que o docente ministrou. É uma forma do estudante relembrar os conceitos mais importantes antes de realizar os exercícios.

Em relação a organização do conteúdo das áudioaulas, na primeira, foi abordado 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 sobre a velocidade de uma reação química e a conceituação de EQ. E para finalizar o conteúdo, apresentamos o princípio de Le Chatelier e os fatores que alteram o EQ.

As áudioaulas podem ser ouvidas na aba do aplicativo, como mostrado na Figura 15 ou pelo link: [https://drive.google.com/drive/folders/1WUumXhrg\\_sdASb3GksY4rF-3dkhGwkk-?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1WUumXhrg_sdASb3GksY4rF-3dkhGwkk-?usp=sharing).

### 5.4 EXERCÍCIOS

Os exercícios (Anexo A) disponibilizados permitem que o aluno DV teste as habilidades cognitivas, além de possibilitar autonomia no estudo. Para a realização dos exercícios, o aluno DV poderá utilizar o material tátil para auxiliar na concretização da tarefa.

Portanto, foram disponibilizados na aba formulário do aplicativo “Estudaki” dezoito questões adaptadas de múltipla escolha<sup>23</sup> do ENEM e de vestibulares. As reações químicas apresentadas nos exercícios foram descritas para que o *TalkBack* consiga ler corretamente.

De forma a ilustrar como são as questões, apresentamos um exemplo dos exercícios que compõe o instrumento:

1) (ENEM/2010-Adaptada) Às vezes ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente entre alguns dos ingredientes do produto, da seguinte maneira:

---

<sup>23</sup> As questões de múltipla escolha contêm um enunciado e as possibilidades de resposta. O discente escolhe uma resposta que responde o problema exposto.

Um mol de dióxido de carbono e um mol de água reagem formando um mol de ácido carbônico.

A alteração desse equilíbrio, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a:

- a) Liberação de dióxido de carbono para o ambiente.
- b) Elevação de ácido carbônico.
- c) Elevação da pressão interna no recipiente.
- d) Elevação da concentração de dióxido de carbono no líquido.
- e) Formação de uma quantidade significativa de água.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

O desenvolvimento de atividades adaptadas sobre EQ para estudantes com DV emerge como uma iniciativa na busca por uma educação inclusiva. Consideramos que a utilização de recursos táteis, as abordagens auditivas e o aplicativo podem contribuir para a compreensão do estudante 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 aluno DV ampliar os conhecimentos, dar autonomia a quem não tem como acessar informações visuais, estimular e facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

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

As áudioaulas valoriza a autonomia, o acesso ocorre por iniciativa própria do aluno e ajuda a esclarecer possíveis dúvidas em relação ao conteúdo. 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.

As atividades adaptadas podem colaborar para a superação das barreiras enfrentadas por estudantes com DV, como também podem promover uma aprendizagem mais autônoma e envolvente. Essas estratégias podem ser eficazes na promoção do entendimento conceitual do EQ.

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 alunos no processo educacional. Nesse contexto, as propostas deste estudo não apenas buscam preencher lacunas no aprendizado de estudantes com DV, 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. Este estudo oferece uma base para futuras

pesquisas e desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas na área da Química. 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.

Como perspectivas, presumimos a aplicação do material tátil com um aluno DV matriculado no ensino médio, a criação de outros objetos que contemplem o estudo da variação da temperatura e pressão e a reestruturação do aplicativo possuindo outras funcionalidades.

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, contribuimos para uma sociedade mais justa e equitativa, onde todos têm a oportunidade de atingir seu pleno potencial.

As atividades adaptadas sobre EQ apresentadas neste trabalho representam um passo em direção a uma educação mais inclusiva. Ao tratar os desafios específicos enfrentados por estudantes com DV na área da Química, estamos construindo alicerces para um ambiente educacional que valoriza a diversidade e promove a participação de todos. Este trabalho, portanto, visa inspirar e catalisar esforços contínuos para criar uma comunidade educacional verdadeiramente inclusiva e equitativa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. F. B. de. A inserção das TICs como ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem: contribuição da língua inglesa. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 2, 1100-1120, 2020.
- ALMEIDA, M. E. B.; PRADO, M. E. B. B. **Integração tecnológica, linguagem e representação**. 2009. Disponível em: <http://midiasnaeducacaojoanirse.blogspot.com/2009/02/integracaotecnologica-linguagem-e.html>. Acesso em: 20 jul.2023.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**. 3. Ed. Estados Unidos, 2007.
- ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. Volume 1. 10. Ed. Estados Unidos, 2017.
- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. Ed. Estados Unidos, 2018.
- BARROS, M. H. S.; GARCIA, P. H. M.; MEDEIROS, G. N. O uso das TICs no ensino de geografia: Aproximação entre conteúdos e técnicas. **Revista Ensino- UFMS- Ensino de Geografia e áreas afins**, v. 1, n. 3, 2018.
- BELANDI, C. 161,6 milhões de pessoas com 10 anos ou mais de idade utilizaram a Internet no país, em 2022. **Agência de Notícias IBGE**. 2 nov. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38307-161-6-milhoes-de-pessoas-com-10-anos-ou-mais-de-idade-utilizaram-a-internet-no-pais-em-2022>. Acesso em: 07 jan. 2024.
- BETTELHEIM, F. A.; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à química geral**. Tradução da 9ª edição norte-americana. 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**. 2013. 195f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.
- 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.
- 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/19394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.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. 2020. Disponível em:

<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10502&ano=2020&ato=e26MTSU1UMZpWT303>. Acesso em: 01 de out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 3.956**, de 8 de outubro de 2001. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Brasília, DF, 8 out. 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2001/d3956.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3956.htm). Acesso em: 20 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Comitê Interministerial de Tecnologia Assistiva. **Plano nacional de tecnologia assistiva**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>. Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. **Censo Escolar da Educação Básica 2022**: Resumo Técnico. Brasília: Inep, MEC, 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/113146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm). Acesso em: 27 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Modalidades Especializadas de Educação. **PNEE: Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida**. Brasília: MEC, Semesp, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducspecial.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, p. 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**. Tradução da 3ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2015.

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

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.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 378-401, 2007.

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](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](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA10_ID2136_30082019104041.pdf). Acesso em: 25 jun. 2023.

CASARIN, S. Reflexões sobre a integração social da pessoa deficiente. *In*: MANTOAN, M. T. E. **A integração de pessoas com deficiência**: contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Menmon, 1997. p. 1-96.

CASTRO, A. S. de A.; SOUZA, L. R. de; SANTOS, M. C. Proposições teóricas para a inclusão da Tecnologia Assistiva (TA) no Currículo Escolar da Educação Básica. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 44, p. 145-158, jan./jun. 2011.

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

CONTE, E.; OURIQUE, M. L. H.; BASEGIO, A. C. Tecnologia assistiva, direitos humanos e educação inclusiva: uma nova sensibilidade. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 33, e163600, 2017. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgleclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/edur/a/xY3m8QFyHQwXzfXykFHYFHz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2023.

CRUZ, P.; NOGUEIRA FILHO, O.; CORREA, G. (coord.). **Tecnologias na Educação**: recomendações para a transformação digital da educação pública brasileira. *Recomendações para a transformação digital da educação pública brasileira*. 2022. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2022/11/educacao-ja-2022-tecnologias-na-educacao.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023.

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.

DÍAZ, F.; BORDAS, M.; GALVÃO, N.; MIRANDA, T. **Educação Inclusiva, Deficiência e Contexto Social**: questões contemporâneas. Salvador: Edufba, 2009.

FASCIO, V. J. **Fundamentos de Química Analítica**. 2023. Disponível em: [https://zeus.qui.ufmg.br/~valmir/Notas\\_de\\_aula\\_QUI051.pdf](https://zeus.qui.ufmg.br/~valmir/Notas_de_aula_QUI051.pdf). Acesso em: 05 set. 2023

FERNANDES, A. P. C. dos S.; DENARI, F. E. Pessoa com deficiência: estigma e identidade. **Faeba**, Salvador, v. 50, n. 25, p. 77-89, dez. 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/iclea,+dossie\\_5%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/iclea,+dossie_5%20(2).pdf). Acesso em: 13 nov. 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 do Ensino**, [s.l], p.181-199, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/40388>. Acesso em: 27 jun. 2023.

FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S. O.; ZAMBELLI, M. H.; FREITASREIS, I. de. A elaboração de materiais para o ensino de modelos atômicos e distribuição eletrônica para discente cego: produtos de um projeto PROBIC-JR. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 95-108, 2017. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID405/v12\\_n6\\_a2017.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID405/v12_n6_a2017.pdf). Acesso em: 01 ago. 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 e286504, 2022.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, FNDE. **ProInfo, apresentação**. 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/programas/proinfo/sobre-o-plano-ou-programa/sobre-o-proinfo>. Acesso: 03 dez. 2023.

FERREIRA, J. E. V. *et al.* **Manual de imagens para deficientes visuais**. São Paulo: FFLCH/USP, 2021.

FERREIRA, L. R. C. **Experiências vivenciadas por alunos com deficiência visual em instituições de ensino superior na cidade de Uberlândia-MG**. 2010. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

FRAZÃO, A. A. N.; ZAQUEU, L. da C. C.; MENDONÇA, I. de P. S.; SILVA, T. N. F.; SILVEIRA, F. M. da. 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, Ministerio de Educación, Política Social y Deporte**, Madri, Espanha. n. 63, p. 14- 23, abril/2008.

GARGHETTI, F. C.; MEDEIROS, J. G.; NUERNBERG, A. H. Breve História da Deficiência Intelectual. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (Reid)**, [s. l], p. 101-116, jun. 2013.

GLAT, R. Capacitação de professores: pré-requisito para uma escola aberta à diversidade. In: diversidade na educação: desafio para o novo milênio. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 3, Foz do Iguaçu, 1998. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: Qualidade, 1998. p. 16-22.

GESSER, V. Novas tecnologias e Educação Superior: avanços, desdobramentos, implicações e limites para a qualidade da aprendizagem. **Ie Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, v. 16, p. 23-31, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4095305>. Acesso: 03 dez. 2023.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Editora Unijuí, 2008.

KASTRUP, V. *et al.* 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. **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.

LEMOS, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O Sistema Braille no Brasil. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, ano 20, Edição Especial, p. 23-28, nov. 2014.

LIMA, P. C.; FONSECA, L. P. Recursos táteis adaptados ou construídos para o ensino de deficientes visuais. *In: Congresso Brasileiro de Ensino Superior à Distância*, 13; Congresso Internacional de Educação Superior a Distância, 2., São João del Rei, 2016. **Anais [...]** São João del Rei, 2016. p. 1-15.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no Ensino de Química: um recorte do “Estado da Arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 7, n. 12, p. 1-12, 2015. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LOCH, R. E. N. Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais. **Portal da Cartografia**. Londrina, v.1, n.1, p. 35-58, maio/ago. 2008. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Geografia/cartografia/carto\\_tatil.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/cartografia/carto_tatil.pdf). Acesso em: 16 jun. 2013.

LOURENÇO, E. A. G. de; FIDALGO, S. S.; MALHEIRO, C. A. L.; CAMPOS, S. R. L. de. **Acessibilidade para estudante com deficiência visual**: orientações para o Ensino Superior. São Paulo: Unifesp, 2020. Disponível em: <https://acessibilidade.unifesp.br/images/PDF/Ebook-Colecao-DV01-2020.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MACEDO, M. J. H.; SILVA, T. P. S.; CARVALHO, M. W. A. **Desafios das TICs no ensino: uma reflexão no ensino matemático**. Maceió: Realize, 2021. Disponível em:

[https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2021/ebook2/TRABALHO\\_EV150\\_MD7\\_SA100\\_ID2980\\_13102021215251.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2021/ebook2/TRABALHO_EV150_MD7_SA100_ID2980_13102021215251.pdf). Acesso em: 08 jan. 2024.

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

MARQUES, A. L. F.; SILVA, L. G. da. Abordagem inclusiva em uma disciplina prática de ensino de Física EaD. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA*, 10., São João del Rei, 2013. **Anais [...]** São João del Rei, 2013.

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 de outubro de 2023.

MARTINS, M. C. **Situando o uso da mídia em contextos educacionais**. 2008. Disponível em: <http://midiasnaeducacao-joanirse.blogspot.com/2008/12/situando-o-uso-da-mdia-emcontextos.html> Acesso: 20 jul.2023.

MATOS, J. D. V.; SILVA, J. R. C.; RIBEIRO, A. F. S.; GOMES, R. M. M.; FERREIRA, J. C.; MATOS, F. B. 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.

MOURA, J.; AIRES, J. Recursos audiovisuais no Ensino de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 16, Salvador, 2012. **Atas [...]** Salvador, Bahia, 2012.

MOURA, L. C. M. de. **A deficiência nossa de cada dia: de coitadinho a super-herói**. Iglu: Ltda, 2000.

MONTEIRO, C. M; SALES, J. J. A.; SALES, R. J. A.; NAKAZAKI, T. G. Pessoa com deficiência: a história do passado ao presente. **Revista Internacional de Audición y Lenguaje, Logopedia, Apoyo a la Integración y Multiculturalidad.**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 101-116, jun. 2016.

MULINARI, M. B. de S.; SOUZA PEREIRA, A. de.; FIORUCCI, A. R. O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação na atuação docente dos egressos do curso de Licenciatura em Química da UEMS. **Saberes: Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 25-43, 2022. DOI: 10.21680/1984-3879.2020v20n1ID29966. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/saberes/article/view/29966>. Acesso em: 5 dez. 2023.

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%20C3%A3o%20antes,mais%20importante%20e%20mais%20usado. Acesso em: 08 ago. 2023.

OCHAÍTA, E.; ESPINOSA, M. A. Desenvolvimento e intervenção educativa nas crianças cegas ou deficientes visuais. *In*: COOL, C.; MARQUES, A.; PALÁCIOS, J.

**Desenvolvimento psicológico e educação:** transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.151-170.

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, UFMG, 2009.

PANICO, S. C. **A educação dos surdos através dos tempos**. Secretaria da Educação. Educação especial: perspectivas e reflexões- coletânea de textos. São Paulo: Secretaria da Educação, 1993. p. 49-52 (Série Argumento).

PEDROSA, L. L.; GUIMARÃES, O. M. Os materiais didáticos adaptados para deficientes visuais nas aulas de Química na perspectiva de alunos cegos, especialista e gestor educacional. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016; **Caderno de Resumos [...]** 2016, p. 1-11.

REIS, N. M. M. Declaração de Salamanca. *In*: OLIVEIRA, D.A.; DUARTE, A.M.C.; VIEIRA, L.M.F. **Dicionário:** trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010. CDROM.

RIGUE, F. M. **Uma genealogia do ensino de Química no Brasil**. 2017. 149f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13153>. 2017. Acesso em: 10 out. 2023.

REZENDE, T. R. **Sistema Braille de leitura e escrita:** noções básicas. 2022. Apostila. Disponível em: <https://trocandosaberes.com.br/wp-content/uploads/2022/06/Apostila-Sistema-Braille-2.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.

ROZA, R. H. Ciência da Informação, Tecnologia e Sociedade. **Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação**, v. 32, n. 2, p.177- 190, jul./dez. 2018.

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.

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

SAMPAIO, A. C. C. A.; BATISTA, A. de F.; NASCIMENTO, E. de L. **A inclusão escolar para alunos com deficiência visual**. Deficiência visual. Brasília: SEESP, SEED, MEC, 2007. Disponível em:.pdf.

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO\\_EV140\\_MD1\\_SA10\\_I D2567\\_07062020191705](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA10_I D2567_07062020191705) Acesso em: 20 out. 2023.

SANTANA, G. P. **Equilíbrio Químico**. 2015.

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, D. O.; WARTHA, E. J.; SILVA, J. C. F. Softwares educativos livres para o ensino de química: análise e categorização. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 15, Brasília, 2010. **Atas [...]** Brasília, 2010.

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.

SANTOS, P. V. dos; BRANDÃO, G. C. de A. Tecnologias Assistivas no Ensino de Física para alunos com deficiência visual: um estudo de caso baseado na audiodescrição. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. e20046, 2020.

SANTOS, L. A. S. Vantagens e dificuldades das tecnologias de informação e comunicação na educação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 206-217, 2022.

SCHUHMACHER, V. R. N.; ALVES FILHO, J. de P.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 3, n. 23, p. 563-576, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CQDVrhwXNPYtWzyzStk4XFf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 out. 2023.

SCHNEIDER, E. M.; TOMAZINI-NETO, B. C.; TOBALDINI DE LIMA, B. G.; NUNES, S. A. (2020). O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC): possibilidades para o ensino (não) presencial durante a pandemia Covid-19. **Revista Educ@ção Científica**, v. 4, n. 8, p. 1071-1090.

SHAKESPEARE, T. **Disability rights and wrongs**. Nova Iorque: Routledge, 2006.

SILVA, C. dos S.; OLIVEIRA, L. L. de; SILVA, M. dos S.; NOGUEIRA, T. do C. 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 de L.; MIRANDA, A. C. G.; FRANCO-PATROCÍNIO, S. de 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, I. C. S.; PRATES, T. S.; RIBEIRO, L. F. S. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Revista Em Debate (UFSC)**, Florianópolis, v. 16, p. 107-123, 2016.

SILVA, L. V. Tecnologias digitais de informação e comunicação na educação: três perspectivas possíveis. **Revista de Estudos Universitários-REU**, v. 46, n. 1, p. 143-159, 2020.

SILVA, M. A. P. da. **As percepções de um estudante com deficiência visual sobre a utilização de objetos dinâmico-táteis como mediadores na construção de modelos mentais de conceitos químicos**. 2022. 124f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 9ª edição norte-americana, 2015.

STINGHEN, R. S. **Curso de especialização educação na cultura digital**. 2017. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Especialização em Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

TAVARES, R. SOUZA, R. O. L.; CORREIA, A. O. Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da química. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013.

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.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, UNESCO. **Representação da UNESCO no Brasil**. Unesco, 2016. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244670>. Acesso em 03 dez. 2023.

VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. **O uso de tecnologias no ensino de Química**: a experiência do laboratório virtual Química Fácil. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8, Rio de Janeiro, 2011. **Anais [...]** Rio de Janeiro, 2011.

WAINER, H. *et al.* **Computerized adaptive testing**: a primer. Routledge, 2000.

## APÊNDICE A — Roteiro das áudioaulas sobre Equilíbrio Químico

Prezado estudante,

Estou muito feliz que você esteja aqui ouvindo esta aula. Esta é a primeira, de um conjunto de três aulas.

Espero que estas áudioaulas contribuam com o seu aprendizado sobre equilíbrio químico!

Vamos lá?!

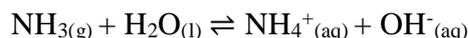
Primeiramente, é importante compreendermos o conceito de reação química:

Uma reação química é um fenômeno associado à transformação de duas ou mais substâncias. Os compostos iniciais são nomeados de reagentes e os compostos finais são nomeados de produtos, considerando uma reação direta. Além dessa reação, ocorre a reação inversa em que os produtos são capazes de reagir entre si formando os reagentes. Essas reações são consideradas reversíveis.

Uma das formas de representarmos as reações químicas, é através das equações químicas. Em que representamos as substâncias envolvidas na reação, seus estados físicos e sua estequiometria.

Para exemplificar uma reação reversível, pensamos na equação em que a amônia em água origina íons amônio e hidróxido. Essa reação química é expressa por:

Um mol de amônia mais um mol de água, reage formando um mol de íon amônio e um mol de íon hidroxila



Nas representações de processos reversíveis as equações químicas contêm uma dupla seta separando reagentes e produtos. Tendo como o exemplo dado, a seta indica que o gás amônia pode reagir com a água, originando os íons amônio e hidróxido, porém o processo inverso também pode acontecer, ou seja os íons amônio e hidróxido reagirem e formar gás amônia e água.

A reversibilidade de muitas reações químicas está associada a condições como: temperatura, pressão e concentração das substâncias.

No entanto, nem todos os processos são reversíveis. Os processos que não podem retornar aos estados iniciais são denominados irreversíveis. Para exemplificar, a queima de combustíveis é um exemplo típico de processo irreversível. Analisando a equação química então, a queima do etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) se transforma em gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Após algum tempo, todo o álcool é consumido e a reação acaba devido a falta do etanol que é um reagente. A reação não volta ao estado inicial, pois o gás carbônico e a água não produzem etanol.

Chegamos ao fim, da primeira áudio aula. Na próxima aula discutiremos sobre velocidade e concentração em uma reação química.

Espero vocês!

### *Quebra da primeira gravação e início da segunda*

Olá estudante! Que bom ter você aqui na nossa segunda áudio aula!

Continuaremos discutindo equilíbrio químico.

Na primeira aula, podemos compreender o que é uma reação química e que as reações são categorizadas em reversíveis e irreversíveis, compreendemos também que em uma reação reversível, alguns fatores influenciam no seu processo de reversibilidade, como: temperatura, pressão e concentração.

Nesta áudio aula, vamos estudar um pouco mais sobre velocidade em uma reação química.

Para iniciar então, vamos analisar o que ocorre com a velocidade de uma reação em um processo reversível. Quando colocamos 1 mol de  $N_2O_4$  (tetróxido de nitrogênio), que contém uma coloração incolor, ou seja, sem cor, em um recipiente de um litro, mantendo à temperatura constante a  $100^\circ C$ . O tetróxido de nitrogênio reage formando dois mols de  $(NO_2)$  dióxido de nitrogênio que apresenta uma coloração marrom menos intensa.

Com o passar do tempo, a coloração marrom menos intensa vai se tornando cada vez mais forte até atingir um momento que a coloração permanece constante. Neste momento é realizado uma análise que revela que além do dióxido de nitrogênio produzido, resta tetróxido de nitrogênio também.

Com isso, podemos concluir que a velocidade dos reagentes se transformando em produtos é igual a velocidade dos produtos se transformando em reagentes. As reações direta e inversa continuam ocorrendo ao mesmo tempo a uma mesma velocidade e a concentração dos componentes da reação não variam mais após o estabelecimento do Equilíbrio Químico.

**Partindo desse contexto, podemos agora, definir o que é equilíbrio químico:**

Equilíbrio químico é quando duas ou mais substâncias reagem dando origem a uma ou mais substâncias diferentes. Os compostos iniciais são denominados reagentes e os finais de produtos, tendo uma reação direta. Podemos ter a reação inversa, em que os produtos reagem gerando os reagentes. Depois de um certo tempo, o sistema atinge o estado de equilíbrio, em que as duas reações direta e inversa continuam ocorrendo, a uma mesma velocidade.

Finalizamos aqui nossa segunda aula, no qual abordamos a velocidade de uma reação química e a conceituação de Equilíbrio Químico.

Na nossa próxima áudio aula iremos abordar os fatores que afetam o Equilíbrio Químico.

Espero vocês!

### *Quebra da segunda gravação e início da terceira*

Olá estudante! estamos chegando ao fim do conteúdo de Equilíbrio Químico.

Na aula passada vimos que o Equilíbrio Químico é a situação na qual as concentrações dos componentes de uma reação não se alteram, pois as reações direta e inversa estão se processando com velocidades iguais.

Agora que entendemos o que é equilíbrio químico, para finalizar vamos estudar os fatores que alteram ou perturbam o equilíbrio.

É possível alterar o equilíbrio químico por meio de algumas ações externas. Essas ações são chamadas de perturbação do equilíbrio. Uma vez estabelecido o equilíbrio químico, apenas a variação da concentração, temperatura e pressão podem alterar o equilíbrio. Esse princípio químico é denominado Princípio de Le Chatelier.

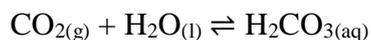
O Princípio pode ser enunciado como: “Se uma perturbação é aplicada a um sistema em equilíbrio, o equilíbrio irá se alterar para reduzir o efeito da perturbação.”

### **Inicialmente vamos falar do efeito da variação da concentração**

Quando ocorre um aumento da concentração de um dos constituintes da reação, o equilíbrio desloca-se no sentido do seu consumo. Já a diminuição da concentração de um dos componentes da reação, o equilíbrio desloca-se no sentido da sua formação.

Para exemplificar, pensamos em uma água mineral com gás, que possui um sabor picante. Isso acontece devido a água gasosa ser uma solução em que o principal soluto é o gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

A equação química da água com gás é representada por um mol de gás carbônico, mais um mol de água, que ao reagir forma um mol de ácido carbônico.



Ao soprar o fundo de um copo contendo água com gás, aumentamos a concentração de gás carbônico neste líquido. Para manter o equilíbrio químico da reação, o sistema ameniza a perturbação formando mais produtos, ou seja, aumentando a concentração de ácido carbônico e diminuindo a concentração de gás carbônico.

Dizemos então, que o equilíbrio se desloca para a direita, a alteração do equilíbrio está favorecendo a formação de produtos.

Com o aumento na concentração dos reagentes, ocorre o aumento da colisão entre as moléculas, aumentando conseqüentemente a velocidade da reação.

### **Efeito da variação da temperatura**

Um aumento de temperatura desloca o equilíbrio no sentido da reação endotérmica, sentido que absorve o calor. Já com a diminuição da temperatura, o equilíbrio é deslocado no sentido em que há liberação de calor, ou seja, exotérmico. As equações químicas podem ser descritas em  $\Delta H$ . O  $\Delta H$  é uma grandeza de variação de calor que indica se a reação é endotérmica ou exotérmica.

As moléculas que são submetidas a altas temperaturas possuem mais energia cinética, são mais energéticas e apresentam um aumento da colisão entre as moléculas.

### **Efeito da variação da pressão**

O aumento da pressão desloca o equilíbrio para o sentido de menor volume gasoso. Já a diminuição da pressão desloca o equilíbrio para o sentido de maior volume gasoso.

Para exemplificar, vamos imaginar um recipiente fechado composto por um êmbolo, dentro do recipiente contém os gases N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (tetróxido de nitrogênio) e NO<sub>2</sub> (dióxido de

nitrogênio) em equilíbrio, podemos alterar a pressão do sistema aumentando ou diminuindo o peso sobre o êmbolo.

Então, podemos prever que o aumento da pressão desloca o equilíbrio para o sentido que ocupa menos espaço, ou seja com menor volume gasoso e a diminuição de pressão desloca para no sentido que ocupa mais espaço, com maior volume gasoso.

Muito interessante não é mesmo?!

Chegamos ao fim do nosso conteúdo de Equilíbrio Químico. Espero que as áudioaulas ajudem vocês nos estudos e nas realizações das atividades.

Bons estudos!

Abraço!

### **Os livros utilizados nestas áudioaulas foram:**

Química cidadã, 2ºano do Ensino Médio, dos autores Wildson Santos e Gerson Mol, publicado em 2013.

Química na abordagem do cotidiano, volume 2 – Físico-Química, dos autores Francismo Mirangaia Peruzzo e Eduardo Leite do Canto, publicado em 2010.

Livro Vivá, 2ºano do Ensino Médio, volume 3, dos autores Vera Lúcia Duarte de Navais e Murilo Tissoni Antunes, publicado em 2016.

**ANEXO A — Exercícios**

1) (ENEM/2010-Adaptada) Às vezes ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente entre alguns dos ingredientes do produto, da seguinte maneira:

Um mol de dióxido de carbono e um mol de água reagem formando um mol de ácido carbônico.

A alteração desse equilíbrio, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a:

- a) Liberação de dióxido de carbono para o ambiente
- b) Elevação de ácido carbônico.
- c) Elevação da pressão interna no recipiente.
- d) Elevação da concentração de dióxido de carbono no líquido.
- e) Formação de uma quantidade significativa de água.

A resposta correta é a letra a: liberação de dióxido de carbono para o ambiente.

2) (ENEM/2010-Adaptada) O pH do solo pode variar em uma faixa significativa devido a várias causas. Por exemplo, o solo de áreas com chuvas escassas, mas com concentrações elevadas do sal solúvel carbonato de sódio, torna-se básico devido à reação de hidrólise do íon carbonato, segundo o equilíbrio:

Um mol do íon carbonato e um mol de água, reagem formando um mol de bicarbonato e um mol de íon hidroxila.

Esses tipos de solos são alcalinos demais para fins agrícolas e devem ser remediados pela utilização de aditivos químicos.

Suponha que, para remediar uma amostra desse tipo de solo, um técnico tenha utilizado como aditivo óxido de cálcio (cal virgem). Nesse caso, a remediação:

- a) Foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da elevação de pH do meio.
- b) Foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da redução de pH do meio.
- c) Não foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da redução de pH do meio.

- d) Não foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da elevação de pH do meio.
- e) Não foi realizada, pois o caráter neutro da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da manutenção de pH do meio.

A resposta correta é a letra d: não foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da elevação de pH do meio.

3) (UECE/2017-Adaptada) Um estudante de química retirou água do seguinte sistema em equilíbrio:

Dois mols de óxido nítrico e um mol de metano reagem formando um mol de monóxido de carbono, um mol de água e um mol de gás nitrogênio.

Em seguida, esse aluno constatou acertadamente que:

- a) A concentração de metano diminuiu.
- b) O equilíbrio se desloca para a esquerda.
- c) A concentração do dióxido de carbono diminuiu.
- d) A concentração do nitrogênio gasoso diminuiu.
- e) O equilíbrio não alterou.

A resposta correta é a letra a: a concentração de metano diminuiu.

4) (UNIRIO/2013-Adaptada) A reação entre o clorofórmio e o cloro ocorre em sistema fechado e está descrita a seguir:

Um mol de triclorometano e um mol de cloro, reagem formando um mol de tetracloreto de carbono e um mol de ácido clorídrico.

Para minimizar a formação de ácido clorídrico, deve-se aumentar a:

- a) Concentração de cloro.
- b) Concentração de triclorometano.
- c) Concentração de tetracloreto de carbono.
- d) Concentração de ácido clorídrico.
- e) Concentração de água.

A resposta correta é a letra c: concentração de tetracloreto de carbono.

5) (UEPI/2010-Adaptada) É muito comum as donas de casa, após a limpeza do peixe, usarem limão para remover o cheiro deixado em suas mãos. A maioria delas não tem uma explicação científica para o fato. Entretanto, sabe-se que o cheiro é causado pelo composto metilamina, cujo equilíbrio é descrito a seguir:

Um mol de metilamina e um mol de água, reagem formando um mol do íon metilamínio e um mol do íon hidroxila.

Segundo o Princípio de Le Chatelier, o cheiro desaparece porque:

- a) A adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidroxila, deslocando o equilíbrio para a direita, consumindo a metilamina.
- b) A adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidróxido, deslocando o equilíbrio para a direita, consumindo o íon metilamínio.
- c) A adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidroxila, deslocando o equilíbrio para a esquerda, formando solução aquosa.
- d) A adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidroxila, deslocando o equilíbrio para a esquerda, retirando a metilamina.
- e) A adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidroxila, deslocando o equilíbrio para a esquerda, diminuindo a concentração de água.

A resposta correta é a letra a: a adição do limão (íon hidrônio) neutraliza o íon hidroxila, deslocando o equilíbrio para a direita, consumindo a metilamina.

6) (ENEM/2015-Adaptada) Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada em equilíbrio no sangue, conforme a relação:

Um mol de hemoglobina e um mol de oxigênio, reagem formando um mol de hemoglobina oxigenada.

O aumento da concentração de hemoglobina oxigenada (a):

- a) Aumenta a concentração de oxigênio e desloca o sentido para a esquerda.
- b) Diminui a concentração de oxigênio e desloca o sentido para a direita.
- c) Aumenta a concentração de hemoglobina e desloca o sentido para direita.
- d) Aumenta a concentração de hemoglobina e desloca o sentido para a esquerda.

e) Diminui a contração de hemoglobina e desloca o sentido para a esquerda.

A resposta correta é a letra d: aumenta a concentração de hemoglobina e desloca o sentido para a esquerda.

7) (ENEM/2017-Adaptada) Alguns profissionais burlam a fiscalização quando adicionam quantidades controladas de solução aquosa de hidróxido de sódio a tambores de leite de validade vencida. Assim que o teor de acidez, em termos de ácido láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser descrita a seguir:

Um mol de ácido láctico e um mol de hidróxido de sódio, reagem formando um mol de lactato de sódio e um mol de água.

A adição de hidróxido de sódio:

- a) Aumenta a concentração de água.
- b) Diminui a concentração de água.
- c) Aumenta a concentração de lactato de sódio.
- d) Diminui a concentração de lactato de sódio.
- e) Aumenta a concentração de ácido láctico.

A resposta correta é a letra c: aumenta a concentração de lactato de sódio.

8) (ENEM/2016-Adaptada) As águas dos oceanos apresentam uma alta concentração de íons. Dentre esses íons estão em equilíbrio as espécies carbonato e bicarbonato, representado por:

Um mol do íon bicarbonato, reage formando um mol do íon carbonato e um mol do íon hidrônio.

A diminuição do íon bicarbonato:

- a) Favorece a formação do íon carbonato e o equilíbrio é deslocado para a direita.
- b) Favorece a formação do íon carbonato e o equilíbrio é deslocado para a esquerda.
- c) Favorece a formação do íon bicarbonato e o equilíbrio é deslocado para a esquerda.
- d) Favorece a formação do íon bicarbonato e o equilíbrio é deslocado para a direita.
- e) Favorece a formação do íon bicarbonato e o equilíbrio não é deslocado.

A resposta correta é a letra c: favorece a formação do íon bicarbonato e o equilíbrio é deslocado para a esquerda.

9) (ENEM/2014-Adaptada) A formação de estalactites depende da reversibilidade de uma reação química. O carbonato de cálcio é encontrado em depósitos subterrâneos na forma de pedra calcária. Quando um volume de água rica em dióxido de carbono dissolvido infiltra-se no calcário, o minério dissolve-se formando íons de cálcio e bicarbonato. Numa segunda etapa, a solução aquosa desses íons chega a uma caverna e ocorre a reação inversa, promovendo a liberação de dióxido de carbono e a deposição de carbonato de cálcio, de acordo com a descrição a seguir:

Um mol do íon de cálcio e dois mols de bicarbonato reagem formando um mol de carbonato de cálcio, um mol de dióxido de carbono e um mol de água.

Considerando o equilíbrio que ocorre na segunda etapa, a formação de carbonato será favorecida pelo(a):

- a) Aumento de água.
- b) Aumento de dióxido de carbono.
- c) Aumento de íon de cálcio.
- d) Aumento de bicarbonato.
- e) Aumento de carbonato de cálcio.

A resposta correta é a letra d: aumento de bicarbonato.

10) (ENEM/2013-Adaptada) A formação frequente de grandes volumes de dissulfeto de ferro (pirita) em uma variedade de depósitos minerais favorece a formação de soluções ácidas ferruginosas, conhecidas como “drenagem ácida de minas”. Em contato com oxigênio, a 25°C, a pirita sofre a seguinte reação:

Quatro mols de dissulfeto de ferro, quinze mols de oxigênio e dois mols de água, reagem formando dois mols de sulfato de ferro III e dois mols de ácido sulfúrico.

Para que favorecer a formação de dissulfeto de ferro e deslocar o equilíbrio para a esquerda é necessário:

- a) Reduzir a concentração de gás oxigênio.
- b) Aumentar a concentração de ácido sulfúrico.
- c) Reduzir a concentração de sulfato de ferro III.
- d) Aumentar a concentração de água.
- e) Diminui a concentração de dissulfeto de ferro.

A resposta correta é a letra e: diminuir a concentração de dissulfeto de ferro.

11) (ENEM/2011-Adaptada) Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz decrescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A descrição seguinte representa esse processo:

Um mol de hidroxiapatita, reage formando cinco mols de íons de cálcio, três mols do íon fosfato e um mol do íon hidroxila.

Desmineralização: Reação direta

Mineralização: Reação inversa

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de:

- a) O íon hidroxila, que reage com os íons de cálcio, deslocando o equilíbrio para a direita.
- b) O íon hidrônio, que reage com os íons hidroxila, deslocando o equilíbrio para a direita.
- c) O íon hidroxila, que reage com os íons cálcio, deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- d) O íon hidrônio, que reage com os íons hidroxila, deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- e) O íon de cálcio, que reage com os íons hidroxila, deslocando o equilíbrio para a esquerda.

A resposta correta é a letra b: o íon hidrônio, que reage com os íons hidroxila, deslocando o equilíbrio para a direita.

12) (ENEM/2018-Adaptada) O sulfato de bário é mundialmente utilizado na forma de suspensão como contraste em radiografias de esôfago, estômago e intestino. Por se tratar de um sal pouco solúvel, quando em meio aquoso estabelece o seguinte equilíbrio:

Um mol de sulfato de bário, reage formando um mol do íon de bário e um mol do íon de sulfato.

Por causa da toxicidade do bário, é desejado que o contraste não seja absorvido, sendo totalmente eliminado nas fezes. A eventual absorção de íons de bário, porém, pode levar a reações adversas ainda nas primeiras horas após sua administração, como vômito, cólicas, diarreia, tremores, crises convulsivas e até mesmo a morte.

Para garantir a segurança do paciente que fizer uso do contraste, deve-se preparar essa suspensão em:

- a) Água destilada.
- b) Soro fisiológico.
- c) Solução de cloreto de bário.
- d) Solução de sulfato de bário.
- e) Solução de sulfato de potássio.

A resposta correta é a letra d: solução sulfato de bário.

13) (ENEM/2010-Adaptada) O flúor é usado de forma ampla na prevenção de cáries. Por reagir com a hidroxiapatita presente nos esmaltes dos dentes, o flúor forma a fluorapatita, um mineral mais resistente ao ataque ácido decorrente da ação de bactérias específicas presentes nos açúcares das placas que aderem aos dentes.

A reação de dissolução da hidroxiapatita é:

Um mol de hidroxiapatita e um mol de íon hidrônio, reagem formando dez mols de íon de cálcio, seis mols de ácido fosfórico e dois mols de água.

Pelo princípio de Le Chatelier, como favorecer a formação de hidroxiapatita

- a) Diminuindo a concentração de hidroxiapatita.
- b) Diminuindo a concentração do íon de cálcio.
- c) Diminuindo a concentração de hidrônio.
- d) Diminuindo a concentração de ácido fosfórico.
- e) Diminuindo a concentração de água.

A resposta correta é a letra a: diminuindo a concentração de hidroxiapatita.

14) (Unisinos RS/2010-Adaptada) Na química ambiental, particularmente no controle da ocorrência da chuva ácida, ocorre que:

Três mols de dióxido de nitrogênio e um mol de água reagem formando dois mols de ácido nítrico e um mol de monóxido de nitrogênio.

Considerando a descrição da reação e a condição de equilíbrio do sistema, é correto afirmar:

- a) Diminuindo a quantidade de dióxido de nitrogênio, o equilíbrio se desloca para a direita.
- b) Diminuindo a quantidade de água, o equilíbrio se desloca para a direita.
- c) Aumentando a quantidade de ácido nítrico, o equilíbrio se desloca para a esquerda.
- d) Aumentando a quantidade de monóxido de nitrogênio, o equilíbrio se desloca para a direita.
- e) Aumentando ou diminuindo as quantidades das espécies químicas dessa equação, o equilíbrio não se altera.

A resposta correta é a letra c: aumentando a quantidade de ácido nítrico, o equilíbrio se desloca para a esquerda.

15) (PUC-SP/2017-Adaptada) Uma das reações utilizadas para a demonstração de deslocamento de equilíbrio, devido à mudança de cor, é a representada a seguir:

Dois mols de cromato e dois mols de hidrônio, reagem formando um mol de dicromato e um mol de água.

Sendo que, o cromato possui cor amarela e o dicromato possui cor alaranjada.

Sobre esse equilíbrio é correto afirmar:

- a) A adição de ácido clorídrico provoca o deslocamento do equilíbrio para a direita.
- b) A adição de hidróxido de sódio resulta na cor alaranjada da solução.
- c) A adição de dicromato de potássio não desloca o equilíbrio.
- d) A diminuição de cromato provoca o deslocamento do equilíbrio para a direita.
- e) A diminuição de dicromato provoca o deslocamento do equilíbrio para a esquerda.

A resposta correta é a letra a: a adição de ácido clorídrico provoca o deslocamento do equilíbrio para a direita.

16) (UDESC/2014-Adaptada) O princípio de Le Chatelier diz: “Quando uma perturbação exterior for aplicada a um sistema em equilíbrio dinâmico o equilíbrio tende a se ajustar, para minimizar o efeito da perturbação”. Observe a descrição da reação química abaixo.

Dois mols de ácido clorídrico e um mol de iodo, reagem formando dois mols de iodeto de hidrogênio e um mol de cloro.

Em relação a essa reação química, é correto afirmar:

- a) A diminuição de ácido clorídrico desloca o equilíbrio para a direita.
- b) O aumento de ácido clorídrico desloca o equilíbrio para a esquerda.
- c) A diminuição de ácido clorídrico desloca o equilíbrio para a esquerda.
- d) O aumento de ácido clorídrico desloca o equilíbrio para a esquerda.
- e) O aumento de ácido clorídrico não desloca o equilíbrio.

A resposta correta é a letra c: a diminuição de ácido clorídrico desloca o equilíbrio para a esquerda.

17) (Ufscar/2007-Adaptada) Em 1912, o químico alemão Fritz Haber desenvolveu um processo para sintetizar amônia diretamente dos gases nitrogênio e hidrogênio. Este processo é muito importante economicamente, porque a amônia é bastante utilizada, por exemplo, na indústria de fertilizantes. Considere a reação em equilíbrio químico num sistema fechado:

Um mol de nitrogênio e dois mols de hidrogênio, reagem formando dois mols de amônia.

A modificação que irá provocar o deslocamento do equilíbrio, favorecendo a formação de amônia, é:

- a) Introdução de nitrogênio.
- b) Introdução de água.
- c) Introdução de hidróxido de sódio.
- d) Diminuição de nitrogênio.
- e) Diminuição de hidrogênio.

A resposta correta é a letra a: introdução de nitrogênio.

18) (UFPE/2002-Adaptada) Em meio básico, alguns cátions metálicos precipitam na forma de hidróxidos gelatinosos, que são usados para adsorver impurezas sólidas e posteriormente decantá-las, ajudando a purificar a água. Um desses cátions metálicos é o alumínio, cuja formação inicial de flocos pode ser descrita pela seguinte descrição da reação química:

Um mol de sulfato de alumínio e seis mols de íon hidroxila, reagem formando dois mols de hidróxido de alumínio e três mols de íon sulfato.

Para que este processo seja eficiente, o equilíbrio deve ser deslocado em direção aos produtos, o que pode ser realizado através:

- a) da adição de ácido clorídrico.
- b) da adição de sulfato de sódio.
- c) do aumento da pressão externa.
- d) da adição de cloreto de potássio.
- e) da adição de hidróxido de sódio.

A resposta correta é a letra e: da adição de hidróxido de sódio.