IMPACTOS DA BNCC SOBRE O CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

DOI: 10.56579/eduinterpe.v2i1.3728

Weslley Rafael dos Reis Silva[1]; Maysa Queiroz de Oliveira[2]; José Atalvanio da Silva[3].
[1]Aluno do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus I, Arapiraca. E-mail: Weslley.reis.2021@alunos.uneal.edu.br [2]Aluna do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus I, Arapiraca. E-mail: maysa.santos.2022@alunos.uneal.edu.br
[3]Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Professor do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus I, Arapiraca. E-mail: atalvanio.silva@uneal.edu.br

RESUMO: A Química é uma disciplina relevante na educação básica e um conteúdo de grande importância é o Equilíbrio Químico (EQ). O Livro Didático (LD) é uma ferramenta atrelada ao processo de ensinar-aprender, sendo o documento norteador a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este trabalho teve por objetivo verificar comparativamente o conteúdo de EQ em LD de Química (LDQuim) do PNLD 2016 *versus* LDQuim do PNLD 2021. Foram selecionados três LDQuim do PNLD 2016 e três do PNLD de 2021 para estudo do conteúdo de EQ. Nesta etapa inicial, foram analisados os LDQuim 1 e 2. O LDQuim 1 apresenta o conteúdo de EQ de forma conteudista, com foco em fórmulas e exercícios, com pouca contextualização e ausência de metodologias ativas ou experimentos. O LDQuim 2 apresenta relação do conteúdo com o cotidiano, contudo, há diminuição do conteúdo, o que pode gerar limitações no aprendizado de conceitos relevantes sobre EQ.

Palavras-chave: Equilíbrio Químico; Livro Didático; Ensino de Química.

INTRODUÇÃO

A trajetória da educação no Brasil é marcada por profundas transformações, desde o período colonial até os dias atuais. Inicialmente, a educação era conduzida pelos jesuítas, com o objetivo principal de catequizar os povos indígenas e formar a elite colonial. Esse modelo educacional, centrado na religiosidade e na tradição escolástica, prevaleceu até a expulsão dos jesuítas em 1759, quando o Marquês de Pombal implementou reformas que visavam à secularização do ensino, embora este ainda permanecesse elitista e excludente por muitos anos (Saviani, 2007).

No século XIX, com a Independência do Brasil em 1822 e a promulgação da primeira Constituição em 1824, houve avanços pontuais, como a obrigatoriedade do ensino primário. No entanto, a efetivação prática dessas medidas foi limitada, e a educação continuou acessível a uma minoria privilegiada. A Proclamação da República em 1889 trouxe novas propostas para a organização do ensino público, mas as desigualdades regionais e sociais persistiram. A consolidação da escola pública laica e gratuita ganhou força ao longo do século XX,

especialmente com as reformas educacionais impulsionadas pelos ideais do movimento da Escola Nova e, posteriormente, pelas legislações como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1961 e sua versão atual, de 1996 (Saviani, 2007).

Apesar dos avanços legais, o ensino de Ciências no Brasil, e particularmente o de Química, enfrentou diversos desafios históricos. Durante décadas, o ensino da Química esteve voltado à preparação para exames vestibulares, favorecendo uma abordagem centrada na memorização de fórmulas e reações, em detrimento da compreensão conceitual e contextualizada dos fenômenos químicos (Lima, 2012).

A partir dos anos 2000, impulsionadas por diretrizes como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e pela ampliação do acesso à educação básica, começaram a ganhar força propostas de ensino mais significativas, com foco na contextualização, na interdisciplinaridade e no uso de metodologias ativas. Ainda assim, a fragmentação do currículo e a falta de articulação entre teoria e prática continuavam sendo obstáculos recorrentes no ensino de Química (Oliveira, 2017).

É nesse cenário que surge a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017, como uma tentativa de organizar de forma mais equitativa e coerente a educação básica brasileira. No caso da Química, e especificamente do conteúdo de equilíbrio químico, a BNCC propõe uma abordagem que favorece o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação dos conceitos químicos em contextos reais. A proposta é superar o ensino tradicional, baseado em fórmulas e cálculos desvinculados do cotidiano, e promover uma aprendizagem que faça sentido para os estudantes, conectando o conhecimento científico com questões ambientais, tecnológicas e sociais (Silva et al., 2022).

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo analisar comparativamente o conteúdo de Equilíbrio Químico em livros didáticos de Química do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2016 (antes da BNCC) e do PNLD do ano de 2021 (após a BNCC) utilizados na educação básica.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi guiada por procedimentos inerentes à análise de conteúdo conforme Bardin (1997), onde buscamos entender como está sequenciado o conteúdo de equilíbrio químico em livros didáticos de Química do PNLD 2016 (antes da BNCC) e PNLD 2021 (após a BNCC). Quanto à forma de abordagem, configura-se como uma pesquisa qualitativa, por não se preocupar

com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão do conteúdo de equilíbrio químico presente em livros didáticos antes e após as orientações da BNCC.

Em relação à natureza, é uma pesquisa documental, analisando comparativamente obras didáticas de uso na educação básica, e bibliográfica, visto que terá como embasamento teórico artigos que versam sobre a temática em estudo (Minayo, 2007), classificando-se como explicativa, visto que teremos a preocupação em identificar os fatores que determinam a inserção do conteúdo de equilíbrio químico nos livros didáticos de Química. Como destaca Gil (2007, p. 43), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de uma descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.

Sendo assim, a metodologia foi esquematizada nos seguintes passos:

I. Seleção dos LD de Química que seriam estudados. Para esta etapa, foram priorizados livros de Química da 2ª série do ensino médio, pois é nesta modalidade que é ofertado o conteúdo de EQ. Foram selecionados dois LD de Química do PNLD 2016, escritos antes da BNCC, e dois LD de Química do PNLD 2021, escritos após a implementação da BNCC; cada livro do PNLD 2021 é constituído por uma coleção de dois;

II. Efetuar a análise do conteúdo sobre EQ nos LD de Química do PNLD 2016;

III. Realizar a análise do conteúdo sobre EQ nos LD de Química do PNLD 2021;

IV. Fazer estudo comparativo do conteúdo de EQ nos livros do PNLD 2016 e PNLD 2021 para verificar se há ou não supressão de conteúdo, e como está disposto o conteúdo ao longo do LD de Química.

Para esta etapa inicial, foram selecionados dois livros didáticos amplamente utilizados no ensino médio. O primeiro corresponde a um livro didático do PNLD 2016, identificado neste trabalho como LDQuim 1, e o segundo corresponde ao PNLD 2021, identificado como LDQuim 2.

A análise foi realizada a partir de um capítulo específico de cada obra, ambos referentes ao tema equilíbrio químico. Os capítulos foram lidos integralmente e examinados com base em critérios previamente definidos, tais como, organização do conteúdo; clareza conceitual; presença de exemplos do cotidiano; uso de ilustrações, gráficos e tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão apresentados referem-se às análises comparativas iniciais

realizadas para os LDQuim 1 e 2, antes e após a BNCC, respectivamente. Os demais LDQuim ainda estão sob estudo analítico.

Análise do conteúdo de EQ no LDQuim 1

No LDQuim 1, o conteúdo de EQ é apresentado no capítulo 4, intitulado "Uma introdução ao estudo de equilíbrio químico". Os autores fazem uma revisão dos assuntos vistos anteriormente no livro, e ao final da Introdução, os autores trazem uma definição para EQ, como observado na IMAGEM 1:

IMAGEM 1 – DEFINIÇÃO PARA EQ PRESENTE NO LDQUIM 1



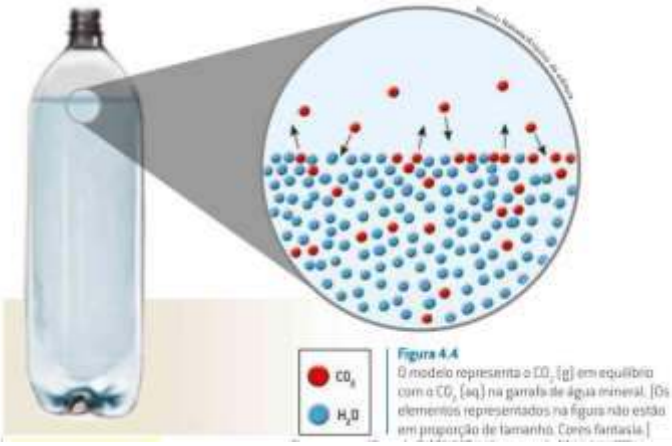
Fonte: Mortimer e Machado, 2016.

Como visto na IMAGEM 1, a definição para EQ dada pelos autores é insuficiente, pois não traz um conceito claro do que é o EQ e não mostra exemplos de situações do dia a dia. Gauthier (2018) destaca que o ensino explícito envolve apresentação estruturada de conteúdos por meio de objetivos claramente definidos. A definição clara sobre o que é o EQ tem grande importância para que os alunos se situem no conteúdo e entendam o que será estudado.

No parágrafo seguinte, os autores trazem definições para equilíbrio químico dinâmico e estático, apontando que o EQ é um equilíbrio dinâmico, mostrando uma garrafa de água com gás

(IMAGEM 2).

IMAGEM 2 – ILUSTRAÇÃO MOSTRANDO A PASSAGEM DO $CO_2(G)$ PARA $CO_2(AQ)$ PRESENTE NO LDQUIM 1



Fonte: Mortimer e Machado (2016).

Na IMAGEM 2, os autores mostram o equilíbrio químico dinâmico do $CO_2(g)$ em $CO_2(aq)$ e vice-versa. As moléculas de $CO_2(g)$ na forma gasosa (representadas na cor vermelha), na parte superior da garrafa, reagem com a água e formam $CO_2(aq)$, deixando-a gaseificada. Algumas moléculas de CO_2 permanecem na fase gasosa e outras irão reagir na água. Porém, também há moléculas de $CO_2(aq)$ em solução que podem retornar à fase gasosa, fazendo com que moléculas de dióxido de carbono entrem e saiam da solução constantemente, provocando o EQ na água gaseificada.

Os autores trazem uma boa explicação sobre o equilíbrio dinâmico e estático, trazendo uma linguagem de fácil entendimento e exemplos do cotidiano, o que pode facilitar o aprendizado dos alunos. Santos (2025) nos diz que "a química como ciência se faz presente em diversos processos que permeiam o dia a dia do aluno, contudo, nem sempre é percebida por ele". Isso enfatiza a necessidade de trazer exemplos do cotidiano do aluno para a sala de aula, fazendo assim com que ele veja a matéria em diversos momentos de sua vida cotidiana.

Logo depois, os autores propõem o tópico "Relações matemáticas entre concentrações das espécies presentes no equilíbrio químico". O tópico tem por objetivo relatar a reação de equilíbrio reversível entre gás hidrogênio, H_2, e iodo gasoso, I_2, formando iodeto de hidrogênio HI também no estado gasoso. Os autores apresentam a reação de equilíbrio e uma tabela (IMAGEM 3), a qual

mostra a variação da concentração (mol/L) das substâncias citadas ao longo do tempo em cinco experiências realizadas.

IMAGEM 3 – TABELA COM VALORES NUMÉRICOS DE CONCENTRAÇÕES H_2, E IODO GASOSO, I_2 (EM MOL/L) DISPOSTA NO LDQUIM 1

$$H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrows 2\,HI(g)$$

	Concentrações (em mol/L)		
	I	II	III
Experiência	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]
1	$1{,}8313 \times 10^{-3}$	$3{,}1292 \times 10^{-3}$	$17{,}671 \times 10^{-3}$
2	$2{,}2423 \times 10^{-3}$	$2{,}3360 \times 10^{-3}$	$16{,}850 \times 10^{-3}$
3	$3{,}5600 \times 10^{-3}$	$1{,}2500 \times 10^{-3}$	$15{,}588 \times 10^{-3}$
4	$4{,}5647 \times 10^{-3}$	$0{,}7378 \times 10^{-3}$	$13{,}544 \times 10^{-3}$
5	$1{,}1409 \times 10^{-3}$	$1{,}1409 \times 10^{-3}$	$8{,}410 \times 10^{-3}$
6	$0{,}4953 \times 10^{-3}$	$0{,}4953 \times 10^{-3}$	$3{,}655 \times 10^{-3}$

Quadro 4.1
Investigação empírica dos dados de concentrações (em mol/L) no equilíbrio para H_2, I_2 e HI em uma mesma temperatura.

Fonte: Mortimer e Machado (2016).

Como complemento da Imagem 3, os autores apresentam atividades de reflexão para que os alunos analisem a tabela (Imagem 3) e respondam às perguntas sobre as concentrações de HI, H2 e I2 no equilíbrio nas experiências de 1 a 6 expostas na tabela. Na atividade intitulada "reflexão", o autor traz questões sem profundidade, só para análise da tabela, para que os alunos vejam a evolução da reação e as concentrações em mol/L, mostrando que quando houve um aumento na concentração de H2, tem uma diminuição na concentração de I2. A reflexão ocorreu apenas para a análise da tabela, se mostrando assim ineficaz e repetitiva, os estudantes apenas preenchem os resultados dados da tabela nas questões solicitadas.

Posteriormente, os autores introduzem o conteúdo de Constante de Equilíbrio (CE), relembrando conceitos e cálculos usados no exemplo da IMAGEM 3, e mostrando como calcular a CE; apresentam a definição para CE (IMAGEM 4) e trazem um contexto histórico, afirmando que sua completa interpretação teórica ocorreu na segunda década do século XX.

IMAGEM 4 – DEFINIÇÃO DE CONSTANTE EQUILÍBRIO PRESENTE NO LDQUIM 1



A **constante de equilíbrio** (K) é *adimensional*, ou seja, é um número puro, sem qualquer unidade de grandeza, ou relação entre grandezas.

Fonte: Mortimer e Machado (2016).

A definição para CE, fornecida pelos autores, apresenta uma linguagem que contribui para o aprendizado do aluno, pois introduz o tema com reações químicas e explica o processo do cálculo da CE de forma detalhada.

Nos parágrafos subsequentes, os autores tratam sobre a CE, apresentando uma fórmula para exemplificá-la a partir da reação hipotética A ⇌ 2B (IMAGEM 5), mostrando que, quando a CE é muito maior que a unidade, o equilíbrio é deslocado para o sentido a favorecer a formação dos produtos.

IMAGEM 5 – ILUSTRAÇÃO MOSTRANDO A EQUAÇÃO MATEMÁTICA PARA A CE DADA NO LDQUIM 1

$$K = \frac{[B]^2}{[A]}$$

Fonte: Mortimer e Machado (2016).

O tópico que apresenta as Imagens 4 e 5, foi explicado de forma detalhada pelos autores, facilitando o entendimento do conteúdo com exemplos e ilustrações que remetem ao

dia a dia, trazendo um melhor entendimento.

Logo em seguida, os autores trazem uma atividade de reflexão onde apresentam uma tabela (IMAGEM 6) da relação pressão/temperatura para a produção da amônia.

IMAGEM 6 – TABELA DA RELAÇÃO PRESSÃO/TEMPERATURA ILUSTRADA NO LDQUIM 1 PARA A PRODUÇÃO DA AMÔNIA

Temperatura (em °C) \ Pressão (em atm)	200	300	400	500
400	38,7	47,8	58,9	60,6
450	27,4	35,9	42,9	48,8
500	18,9	26,0	32,2	37,8
550	12,8	18,4	23,5	28,3
600	8,80	13,0	17,0	20,8

Fonte: Mortimer e Machado (2016).

A IMAGEM 6 apresenta as concentrações de amônia formada a partir de uma mistura de $H_{2(g)}$ e $N_{2(g)}$ na proporção 3:1, com determinados valores de temperatura e pressão. Observa- se que altas temperaturas não favorecem a formação de $NH_{3(g)}$, sugerindo que a produção de amônia ocorre em reação exotérmica. Podemos inferir que a tabela se mostra um tanto quanto complexa para o entendimento de alunos, devido à necessidade de realizar-se uma análise da relação entre a pressão e a temperatura sem antes ter visto um esquema matemático de como é realizada tal relação.

Mais adiante, os autores fazem uma conexão entre a análise da relação pressão/temperatura com o princípio de Le Chatelier. Para este princípio, os autores trazem a definição presente na IMAGEM 7.

IMAGEM 7 – DEFINIÇÃO DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER APRESENTADA NO LDQUIM 1

> Se um sistema está em equilíbrio e alguma alteração é feita em qualquer das condições de equilíbrio, o sistema reage de forma a neutralizar ao máximo a alteração introduzida.

Fonte: Mortimer e Machado (2016).

Pode-se observar que o texto expresso pelos autores se mostra de fácil entendimento e apresenta que tal princípio auxilia a entender as alterações nas condições de equilíbrio quando há mudanças no sistema. Porém, notamos que os autores abordaram de forma simples e

superficial o princípio de Le Chatelier, que é de grande importância para o bom entendimento do conteúdo EQ, deixando esta parte do livro pobre em conhecimento, e mesmo os autores salientando que um aprofundamento do assunto seria além dos objetivos do curso de ensino médio, acreditamos que o uso de uma linguagem mais acessível permitiria a expansão do conteúdo, deixando a aprendizagem mais rica.

O tópico que aborda as condições que afetam o EQ foi exposto em uma linguagem de fácil entendimento, porém se mostrou pobre de ilustrações, o que poderia auxiliar os alunos a se situarem melhor ao ler o conteúdo. Além disso, os autores relembraram o experimento do equilíbrio de cromato e dicromato de potássio, que foi abordado no início do capítulo, o que pode fazer com que os alunos tenham que voltar às páginas para reler novamente o conteúdo do experimento, o que pode ocasionar um lapso de memória no que já foi aprendido.

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE EQ NO LDQUIM 2

O segundo livro didático analisado foi denominado neste trabalho de LDQuim 2. O conteúdo de EQ inicia-se no capítulo 18 com o tópico "reações reversíveis", onde o autor aborda exemplos de arcadas dentárias de diferentes épocas (IMAGEM 8A). Em seguida, traz a imagem da estrutura de um dente humano (IMAGEM 8B) e, posteriormente, fala da composição dos esmaltes do dente, citando a hidroxiapatita, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, principal componente de ossos e dentes, não solúvel em água; em seguida, fala sobre as cáries e como são originadas.

IMAGEM 8 – (A) ARCADAS DENTÁRIAS E (B) ESTRUTURA DE UM DENTE HUMANO PRESENTES NO LDQUIM 2



(A) (B)

Fonte: Pimenta, 2024.

Seguidamente, o autor explana que a produção de cárie pode acontecer por restos de alimentos na boca, e que a ingestão exagerada de açúcar, balas e chicletes contribui grandemente para a desmineralização do esmalte dos dentes. O autor explica que a desmineralização do esmalte dos dentes, composto de hidroxiapatita, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, é causada pelo íon hidrônio (H_3O^+) proveniente dos ácidos formados pelas bactérias da boca. Como complemento, o autor traz uma reação química (IMAGEM 9) para demonstrar seu texto.

IMAGEM 9 – REAÇÃO DE DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE DO DENTE PRESENTE NO LDQUIM 2

$$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2(s) + 8\,H_3O^+(aq) \rightleftharpoons 10\,Ca^{2+}(aq) + 6\,HPO_4^{2-}(aq) + 10\,H_2O(\ell)$$

Fonte: Pimenta, 2024.

O tópico "reações reversíveis" está bem estruturado com exemplos práticos, uma leitura de fácil entendimento e que se relaciona com o dia a dia dos discentes, contribuindo com o aprendizado. Além disso, apresenta sugestões sobre o que o professor abordará em relação ao que está sendo estudado, auxiliando o professor a transmitir o conteúdo da melhor forma.

O próximo tópico a ser abordado foi "O equilíbrio químico e a constante de equilíbrio". Esse conteúdo foi introduzido mostrando que, quando uma reação química atinge o EQ, não são produzidos mais reagentes ou produtos, a reação continua acontecendo, porém as concentrações não se alteram e enfatiza que as concentrações de reagentes e produtos não são iguais, geralmente são diferentes. Em seguida, o autor apresenta a equação da constante de equilíbrio (Kc), (IMAGEM 10A), para avaliar a quantidade de reagentes e produtos numa reação reversível, mostrando sua montagem para duas equações para reações químicas específicas (IMAGENS 10B e C).

IMAGEM 10 – (A) EQUAÇÃO DA CONSTANTE DE EQUILÍBRIO, (B) EQUAÇÃO DA CONSTANTE DE EQUILÍBRIO PARA PRODUÇÃO DE CO E NO_2, E (C) PRODUÇÃO DE HI PRESENTES NO LDQUIM 2

$$K_c = \frac{[D]^d \cdot [E]^e}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

(A)

$$CO_2(g) + NO(g) \rightleftharpoons CO(g) + NO_2(g)$$

$$K_c = \frac{[CO(g)] \cdot [NO_2(g)]}{[CO_2(g)] \cdot [NO(g)]}$$

(B)

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2\,HI(g)$$

$$K_c = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)] \cdot [I_2(g)]}$$

(C)

Fonte: Pimenta, 2024.

Logo após, o autor trata da constante de equilíbrio para prever a concentração de produto formado na reação e como o equilíbrio da reação varia a constante apenas com a temperatura que, para cada valor, terá um equilíbrio diferente. Após isso, o autor traz uma tabela de concentrações de reagentes e produtos na reação da produção de amônia (IMAGEM 11).

IMAGEM 11 – CONCENTRAÇÕES DE N_2, H_2 E NH_3 PARA PRODUÇÃO DE AMÔNIA PRESENTES NO LDQUIM 2.

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3(g)$$

Concentração dos reagentes e dos produtos da reação de formação da amônia em um recipiente de 1 L a 350 °C

Tempo	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$
t_0	1,000	1,000	0
t_1	0,874	0,622	0,252
t_2	0,814	0,442	0,372
t_3	0,786	0,358	0,428
t_4	0,781	0,343	0,438
t_5	0,781	0,343	0,438

Fonte: Pimenta, 2024.

Na IMAGEM 11, o autor mostra como as concentrações de reagentes e produtos variam em função do tempo, na produção da amônia, até a reação atingir o equilíbrio químico. Observa-se que, com o passar do tempo, de t_1 a t_4, as concentrações dos reagentes tendem a diminuir, enquanto a concentração dos produtos aumenta, até que, a partir de t_4 em diante, as concentrações de todas as substâncias não variam mais, ocorrendo o equilíbrio químico. A tabela é de fácil leitura e interpretação dos dados apresentados, mas é importante que o docente realize a explicação para os alunos, para deixar sua análise mais detalhada e rica.

Seguidamente, o autor traz o cálculo da constante de equilíbrio usando concentrações molares da reação em equilíbrio da produção da amônia (IMAGEM 11) e lembra que a concentração molar é o quociente entre quantidade de matéria (mols) e volume (L), como visto na (IMAGEM 12).

IMAGEM 12 – CÁLCULO DE CONSTANTE DE EQUILÍBRIO SEGUNDO O LDQUIM 2.

$$[N_2] = \frac{0{,}781\ \text{mol}}{1\ \text{L}} = 0{,}781\ \text{mol/L} \qquad [H_2] = \frac{0{,}343\ \text{mol}}{1\ \text{L}} = 0{,}343\ \text{mol/L} \qquad [NH_3] = \frac{0{,}438\ \text{mol}}{1\ \text{L}} = 0{,}438\ \text{mol/L}$$

A constante de equilíbrio para essa reação é:

$$K_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)] \cdot [H_2(g)]^3} \Rightarrow K_c = \frac{(0{,}438)^2}{(0{,}781) \cdot (0{,}343)^3} \Rightarrow K_c \simeq 6{,}09$$

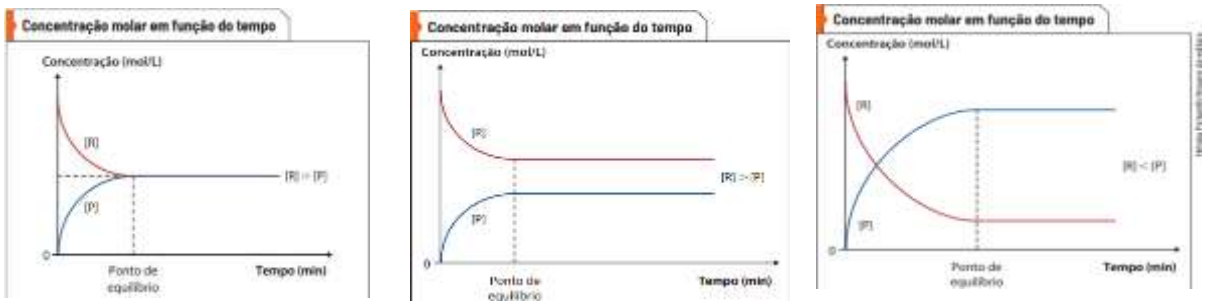
Fonte: Pimenta, 2024.

Para comprovar que a reação favorece a formação do produto, o autor mostra o cálculo da constante de equilíbrio (Kc), com os valores das concentrações dos reagentes e produtos no equilíbrio, do t_4 em diante. O cálculo mostra que o valor da constante de equilíbrio é maior que

1, confirmando que a reação, nas condições apresentadas, favorece a formação da amônia. O cálculo apresentado é de fácil reprodução e, assim, os alunos poderão não ter dificuldades na sua operação matemática.

Posteriormente, traz-se três situações ilustradas graficamente para EQ, mostrando que quando as concentrações de reagentes e produtos são iguais (IMAGEM 13A), a constante de equilíbrio é igual a 1; quando a concentração de reagentes é maior que a de produtos (IMAGEM 13B), a constante de equilíbrio é menor que 1, e quando a concentração de reagentes é menor que a de produtos (IMAGEM 13C), em equilíbrio, a constante de equilíbrio é menor que 1.

IMAGEM 13 – (A) CONCENTRAÇÕES MOLARES IGUAIS DE REAGENTES E PRODUTOS, (B) CONCENTRAÇÃO DE REAGENTES É MAIOR QUE A DE PRODUTOS, E (C) CONCENTRAÇÃO DE REAGENTES É MENOR QUE A DE PRODUTOS, APRESENTADAS NO LDQUIM 2.



(A) (B) (C)

Fonte: Pimenta, 2024.

Em seguida, o autor traz o tópico "constantes de equilíbrio Kp", onde é tratada a constante de equilíbrio em pressões parciais dos gases que participam da reação. O autor apresenta a equação geral da constante de equilíbrio, Kp, (IMAGEM 14A) e a montagem da equação para Kp usando a reação de decomposição da amônia (IMAGEM 14B). Logo após, o autor traz exercícios resolvidos com cálculos de constantes de equilíbrio Kc e Kp.

IMAGEM 14 – (A) EQUAÇÃO GERAL DA CONSTANTE DE EQUILÍBRIO, K_P, E (B) EQUAÇÃO PARA K_P USANDO A REAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO DA AMÔNIA PRESENTES NO LDQUIM 2.

$$K_p = \frac{(p_D)^d \cdot (p_E)^e}{(p_A)^a \cdot (p_B)^b} \qquad 2\,NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3\,H_2(g) \qquad K_p = \frac{(p_{N_2}) \cdot (p_{H_2})^3}{(p_{NH_3})^2}$$

(A) (B)

Fonte: Pimenta, 2024.

O tópico “O equilíbrio químico e a constante de equilíbrio” e “constantes de equilíbrio Kp” tem um conteúdo bem estruturado com escrita de fácil entendimento e, alinhado a isso, o autor apresenta tabelas, gráficos e cálculos. Estas estratégias auxiliam na compreensão do conteúdo, além disso, o autor sugere notas de recomendação, que auxiliam o professor a orientar os alunos no entendimento dos gráficos apresentados ao longo do texto. O autor traz uma atividade resolvida abordando o conteúdo de constante de equilíbrio (Kp), usando como exemplos as equações químicas de produção de amônia, $N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g)$, e ácido iodídrico, $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2\ HI(g)$.

No tópico “Equilíbrios heterogêneos” são tratados dois tipos de equilíbrio, o homogêneo e o equilíbrio heterogêneo. O autor informa que sólidos e líquidos puros não são incluídos no cálculo da constante de equilíbrio e, para exemplificar, o autor mostra a equação da constante de equilíbrio, Kc, (IMAGEM 15) para a combustão incompleta do monóxido de carbono, $2\ C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ CO(g)$.

IMAGEM 15 – ESQUEMATIZAÇÃO DA EQUAÇÃO DA CONSTANTE DE EQUILÍBRIO DESCONSIDERANDO SUBSTÂNCIAS SÓLIDAS E LÍQUIDAS, SEGUNDO O LDQUIM 2.

Para a constante de equilíbrio, aplica-se a mesma regra tanto em termos de concentração molar quanto em termos de pressão parcial:

$$K_c = \frac{[CO(g)]^2}{[O_2(g)]} \text{ e } K_p = \frac{(p_{CO})^2}{(p_{O_2})}$$

Fonte: Pimenta, 2024.

O tópico seguinte abordado pelo autor é “Fatores que alteram o equilíbrio químico”. Este conteúdo inicia-se relembrando o conteúdo sobre desmineralização do esmalte dos dentes provocada pela fermentação e acidificação de alimentos açucarados ingeridos e mostra também

que a reação tende a estar em equilíbrio enquanto não houver interferência externa, e caso aconteça interferência externa, o sistema tende a reagir para minimizar essa interferência. Segundo o autor, tais alterações do equilíbrio são explicadas pelo princípio de Le Chatelier, cuja definição encontra-se na IMAGEM 16, onde pode-se ver também a fotografia em preto e branco do cientista Henri-Louis Le Chatelier.

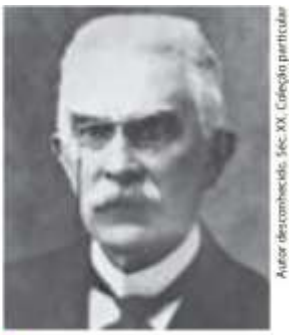
IMAGEM 16 – DEFINIÇÃO DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER EXPRESSA NO LDQUIM 2.

Fonte: Pimenta, 2024.

Em 1884, o químico francês Henri-Louis Le Chatelier (1850-1936) enunciou o seguinte princípio:

> Quando sobre um sistema em equilíbrio atua um fator externo (variação de concentração, de pressão ou de temperatura), o sistema tende a favorecer a reação no sentido contrário à ação desse fator.

O princípio de Le Chatelier permite prever a influência da ação de um fator externo em um sistema em equilíbrio. Conforme o enunciado do princípio, o equilíbrio pode ser perturbado por diferentes fatores, como temperatura, pressão e concentração.



Autor desconhecido. Séc. XX. Coleção particular.

Henri-Louis Le Chatelier.

O conteúdo abordado pelo autor sobre "Equilíbrio químico" apresentou boa escrita e de fácil leitura, sem muitos termos rebuscados, o que facilita o entendimento do aluno. O material apresentou exemplos, gráficos, figuras, encarte de orientação para os professores com recomendações e palpites do que falar em determinadas situações na sala de aula. Uma lacuna observada foi a ausência de sugestões de experimentos que possam ser realizados com materiais do dia a dia para facilitar o aprendizado dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos livros, percebe-se que o LDQuim 1 organiza o capítulo de maneira mais linear, iniciando com a definição formal de equilíbrio químico, seguida da apresentação da constante de equilíbrio, de suas expressões matemáticas e, posteriormente, de uma sequência extensa de exercícios de fixação. Essa estrutura favorece uma aprendizagem mais direcionada ao domínio algébrico e à resolução de problemas quantitativos, contribuindo para a objetividade do conteúdo. Contudo, essa ênfase excessiva em cálculos e procedimentos pode limitar a compreensão conceitual do fenômeno, reduzindo o equilíbrio químico a uma aplicação de fórmulas. Por outro lado, o LDQuim 2 procura articular o conteúdo a situações do cotidiano,

propondo reflexões, textos contextualizados e atividades que estimulam a interpretação e o desenvolvimento de competências previstas na BNCC. Entretanto, ao priorizar a contextualização, o livro apresenta, em alguns momentos, definições menos sistematizadas e explicações conceituais pouco aprofundadas, o que pode gerar lacunas na compreensão dos fundamentos teóricos. Assim, observa-se que ambos os materiais apresentam potencialidades e limitações.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo apoio financeiro concedido, à Universidade Estadual de Alagoas, campus I, Arapiraca, e ao Grupo de Pesquisa em Química Computacional e Ensino de Química (QCEQ) pelos ensinamentos e aprendizados.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.

GAUTHIER, Clermont; DESBIENS, Jean François; MALO, Annie. **Por uma teoria do ensino**: pesquisas e discussões. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMA, J. O. G. de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 144, p. 1-10, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235711328_Do_periodo_colonial_aos_nossos_dias_uma_breve_historia_do_Ensino_de_Quimica_no_Brasil. Acesso em: 27 fev. 2026.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

OLIVEIRA, L. S. **Passado, presente e futuro do ensino de química no Brasil: um ensaio acadêmico**. 2017. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/items/dcd17109-797f-4102-9336-4a67568cd362. Acesso em: 27 fev. 2026.

PIMENTA, Israel Francisco Bernardo. **Química por toda parte**. Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2024.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SAVIANI, Demerval. **História da educação no Brasil**: da colônia ao século XXI. Campinas: Autores Associados, 2017.

SILVA, D. L.; MIRANDA, A. C. G.; FRANCO-PATROCÍNIO, S. O. Equilíbrio químico: tendências do ensino e aprendizagem em periódicos nacionais e internacionais. **Ciência e Natura**, 44, e69757, 2022. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/69757. Acesso em: 27 fev. 2026.