



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA  
MONOGRAFIA

DIEGO FERREIRA DE AGUIAR

**O USO DE GRÁFICOS NOS ESTUDOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO: Uma análise de  
livros didáticos e da compreensão de estudantes**

Recife  
2023

DIEGO FERREIRA DE AGUIAR

**O USO DE GRÁFICOS NOS ESTUDOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO: Uma análise de livros didáticos e da compreensão de estudantes**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em química.

Orientadora: Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Recife  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A283u

Aguiar, Diego Ferreira de

O USO DE GRÁFICOS NOS ESTUDOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO: Uma análise de livros didáticos e da compreensão de estudantes / Diego Ferreira de Aguiar. - 2023.  
53 f. : il.

Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2023.

1. Ensino da química. 2. Equilíbrio químico. 3. Gráfico. I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient. II. Título

CDD 540

---

**DIEGO FERREIRA DE AGUIAR**

**O USO DE GRÁFICOS NOS ESTUDOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO: Uma análise de  
livros didáticos e da compreensão de estudantes**

Aprovado em: 22 de Setembro de 2023

**Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. Jose Euzebio Simões Neto  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Àquele que persistiu com determinação,  
Nas páginas da vida, na busca do saber, e a todos  
que compartilham a ciência,  
Este trabalho é dedicado, meu  
coração a agradecer.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha família, na pessoa da minha Esposa Marília Tenório, pelo apoio inabalável, incentivo e compreensão durante os momentos de intensa dedicação a este estudo.

Aos meus amigos e colegas, que compartilharam conhecimento, experiências e apoio moral ao longo desta jornada acadêmica.

À minha orientadora, Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, pela orientação dedicada, paciência e sugestões valiosas ao longo deste processo.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), vulgo, RURALINDA, por me acolher durante essa jornada.

À EREFEM, pela oportunidade de realizar este estudo e pelo acesso a recursos e instalações que enriqueceram minha pesquisa.

Aos Estudantes que se disponibilizaram a participar da pesquisa com entusiasmo.

A banca Examinadora, pelas riquíssimas colaborações.

A todos os professores e profissionais que compartilharam seu conhecimento e experiência, contribuindo para o enriquecimento do meu trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Muito obrigado.

*O início da sabedoria é a admissão da própria ignorância.  
Todo o meu saber consiste em saber que nada sei.*

*Sócrates*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a utilização de gráficos no ensino de equilíbrio químico, avaliando dificuldades dos estudantes no entendimento de gráficos que representam esse conceito. Os gráficos na educação básica, especialmente nas disciplinas de Matemática e Química são ferramentas cruciais para a compreensão e interpretação de dados pelos estudantes. A literacia que envolve a habilidade de estruturar informações, criar gráficos e interpretar símbolos, é fundamental nesse contexto. O entendimento do conceito de equilíbrio químico traz desafios para o estudante devido à sua abstração e, no ensino, gráficos são utilizados na representação dos processos que atingem equilíbrio. Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, e envolveu a análise documental a partir de 4 livros didáticos de Química e das respostas a um questionário aplicado em uma turma do 3º ano do Ensino Médio. Os resultados revelaram que muitos livros não utilizam gráficos de maneira apropriada, tornando-os mais ilustrativos do que informativos, o que dificulta a compreensão dos estudantes. Além disso, a maioria dos estudantes demonstrou não possuir literacia gráfica. Esses resultados destacam a importância de melhorar a abordagem do ensino de gráficos e do conceito de equilíbrio químico, visando aprimorar a compreensão dos estudantes no contexto da educação em Química e em Ciências.

**Palavras-chave:** Ensino da química; Equilíbrio químico; Gráfico.

## ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the use of graphs in teaching chemical equilibrium, evaluating students' difficulties in understanding graphs that represent this concept. Graphs in basic education, especially in the subjects of Mathematics and Chemistry, are crucial tools for students to understand and interpret data. Literacy, which involves the ability to structure information, create graphics and interpret symbols, is fundamental in this context. Understanding the concept of chemical equilibrium brings challenges to the student due to its abstraction and, in teaching, graphics are used to represent the processes that reach equilibrium. This research adopted a qualitative approach and involved document analysis based on 4 Chemistry textbooks and responses to a questionnaire administered to a 3rd year high school class. The results revealed that many books do not use graphics appropriately, making them more illustrative than informative, which makes it difficult for students to understand. Furthermore, the majority of students demonstrated that they did not have graphic literacy. These results highlight the importance of improving the approach to teaching graphics and the concept of chemical equilibrium, aiming to improve students' understanding in the context of Chemistry and Science education.

Keywords: Chemistry teaching; Chemical equilibrium; Graphic.

## LISTAS DE FIGURAS

1.	FIGURA 1. Representação gráfica dos conceitos abordados na página 120 e 121.....	25
2.	FIGURA 2. Representação gráfica dos conceitos abordados na página 127.....	26
3.	FIGURA 3 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 27.....	26
4.	FIGURA 4 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 28.....	27
5.	FIGURA 5 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 32.....	28
6.	FIGURA 6 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 34.....	28
7.	FIGURA 7 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 44.....	29
8.	FIGURA 8 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 45.....	30
9.	FIGURA 9 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 45.....	30
10.	FIGURA 10 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 54.....	31
11.	FIGURA 11 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 89.....	31
12.	FIGURA 12 - Gráfico da questão 1, página 124.....	33
13.	FIGURA 13 - Gráfico da questão 2, página 124.....	33
14.	FIGURA 14 - Gráfico da questão 5, página 124.....	34
15.	FIGURA 15 - Gráfico da questão 2 da página 31.....	34
16.	FIGURA 16 - Gráfico da questão 10 da página 36.....	34
17.	FIGURA 17 - Gráfico da questão 4 da página 47.....	35
18.	FIGURA 18 - Gráfico da questão 2 da página 70.....	35
19.	FIGURA 19 - Gráfico da questão 6 da página 71.....	35
20.	FIGURA 20 – Resposta do estudante a questão 6.....	45
21.	FIGURA 21 - Resposta do estudante.....	46

## LISTAS DE TABELA

1.	Tabela 1. Livros selecionados para análise.....	24
2.	Tabela 2. Síntese de rubricas analisadas nos livros selecionados.....	33
3.	Tabela 3. Resultado da análise da questão 1 do questionário diagnóstico. N=37.....	40
4.	Tabela 4. Resultado da análise da questão 2 do questionário diagnóstico. N=37.....	41
5.	Tabela 5. Resultado da análise da questão 3 do questionário diagnóstico. N=37.....	42
6.	Tabela 6. Resultado da análise da questão 4 do questionário diagnóstico. N=37.....	43
7.	Tabela 7. Resultado da análise da questão 5 do questionário diagnóstico. N=37.....	44

## **LISTAS DE ABREVIATURAS**

EREFEM	Escola de Referência em Ensino Fundamental e Médio
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM +	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional de Livros Didáticos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

1.	Introdução.....	13
2.	Objetivos.....	16
	2.1 Objetivo geral.....	16
	2.2 Objetivos específicos.....	16
3.	Fundamentação teórica.....	17
	3.1 O ensino por meio de gráficos.....	17
	3.2 Ensino do Equilíbrio químico e a utilização dos gráficos.....	18
4.	Metodologia.....	22
	4.1 Natureza da pesquisa.....	22
	4.2 Contexto, sujeito e instrumentos da pesquisa.....	23
	4.3 Público-Alvo.....	23
	4.4 Instrumento de pesquisa.....	23
	4.5 Etapas da pesquisa.....	23
	4.6 Análise de dados.....	24
5.	Resultados e Discussões.....	25
	5.1 Análise dos livros (como apresentam os gráficos) .....	25
	5.2 Análise dos livros didáticos (como usam as questões) .....	33
	5.3 Análise das respostas ao questionário .....	36
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS .....	49

## 1 Introdução

As imagens desde os tempos antigos estão presentes na vida dos seres humanos, especialmente representadas como pinturas rupestres. Com a evolução das civilizações, as imagens passaram a ter mais importância e significado, colaborando na produção de sentidos para eventos econômicos, históricos e culturais dos diferentes grupos de pessoas. Com o avanço da tecnologia, a comunicação por imagens ganhou proporções que romperam as fronteiras e passaram a ser fortemente propagada no cotidiano por meio da internet, revistas, vídeos e entre outros. Além de desempenharem papel importante em outras áreas, as imagens começaram a surgir nos livros didáticos para ajudar no aprendizado dos estudantes, na forma de desenhos, fotografias, diagramas, gráficos, esquemas e charges e são de suma importância nos processos educativos dos diferentes componentes curriculares, entre esses, destacam-se as disciplinas de Química e Matemática.

Na matemática, o conteúdo de funções desperta algumas preocupações no processo de aprendizagem. Pesquisadores como Sierpinski (1996), Ferreira (1998), Mendes (1994), Rêgo (2000), Meira (1997), Carneiro, Fantinel e Silva (2003), desenvolveram pesquisas que exploraram conhecimentos em relação ao tópico função. Tais estudos mostraram, por exemplo, os diferentes conceitos e representações para a noção de função, bem como algumas dificuldades conceituais apresentadas por estudantes em vários níveis de aprendizado. Os gráficos são abordados inicialmente na Matemática no tópico de funções

e atualmente se constituem em uma importante forma de apresentação e comunicação de dados e informações. Isso resulta da facilidade que estes possuem em apresentar relações, padrões, tendências, variações e dados que são difíceis de serem enxergados na visualização direta do fenômeno, ou descritos por meio da linguagem verbal. O uso de certos recursos gráficos orienta a leitura do estudante, não sendo preciso outras anotações, pois a informação é explícita no gráfico, o que leva a uma aprendizagem memorística (MORTIMER, 1988).

No ensino de Química, a natureza abstrata de diversos conceitos e os aspectos teóricos com os quais ela se liga a diversas áreas da Ciência, têm sido vistos como algumas das explicações para as dificuldades dos estudantes (JOHNSTONE, 1993; TABER, 2009; TALANQUER, 2011; TASKIN; BERNHOLT, 2014; TERUYA et al., 2013).

A disciplina Química, pode ser estudada sobre três aspectos do conhecimento químico, o fenomenológico, o teórico e o representacional (MACHADO; MORTIMER, 2007). Quando observamos o conteúdo de equilíbrio químico por esses três aspectos, vislumbramos uma elevada riqueza conceitual, como decorrência da articulação com diferentes assuntos químicos, dos quais podemos citar: Reações químicas, estequiometria, reversibilidade reacional, noções cinéticas e termodinâmicas. Esse mesmo conteúdo pode ser visto quando aplicado interdisciplinarmente no contexto ambiental, como exemplo, no caso dos efeitos das emissões antropogênicas de gases poluentes influenciando nos equilíbrios químicos naturais de formação dos esqueletos dos corais nos oceanos. Sendo um assunto de importância e potencialidade formativa, diferentes pesquisas têm revelado que o conceito de equilíbrio químico corresponde a um dos tópicos de maior complexidade de entendimento na química (MACHADO; ARAGÃO, 1996; SILVA, 2009; BROIETTI et al., 2013; SANTOS; ANDRADE; IZAIAS, 2016; SILVA, 2016; COSTA, 2019; MATEUS; FERREIRA, 2021). De acordo com essas pesquisas podemos pontuar os principais fatores para a complexidade de entendimento na Química, sendo: 1) A existência de uma hierarquia conceitual que faz necessária sua ligação com outros conceitos; 2) Natureza abstrata do conceito, atrelado ao nível submicroscópico e sua relação com os níveis macroscópico e simbólico); 3) Uso inadequado de analogias e a falta de contextualização sobre o assunto; 4) Apego aos algoritmos matemáticos (aspectos quantitativos) em substituição ao teórico-conceitual (aspectos qualitativos); 5) Preferência de concepções alternativas (MATEUS; MORETTI; FERREIRA, 2021)

Compreender o conceito de equilíbrio químico é desafiador para os estudantes. Isso se deve às complexidades inerentes a esse tópico e às características abstratas que o envolvem. Precisando compreender não apenas as fórmulas químicas e as estruturas moleculares, mas também a ideia de que as reações químicas não param, mesmo quando parecem estar em equilíbrio, pois envolve o entendimento de taxas de reação, concentrações e constantes de equilíbrio. Além disso, a matemática por trás do equilíbrio químico, que envolve cálculos de constantes de equilíbrio e manipulação de equações, pode ser intimidante para alguns estudantes. As dificuldades para compreender o conceito de equilíbrio químico não são surpreendentes, dada a natureza abstrata, dinâmica e matemática desse tópico. Para

superar esses desafios, é essencial uma abordagem de ensino clara, exemplos práticos e a oportunidade de praticar e aplicar o conceito em contextos reais.

Portanto, é de suma importância investigar e discutir a utilização de gráficos como uma ferramenta para o entendimento de equilíbrio químico no Ensino Médio. Isso nos leva a uma questão que orienta esse trabalho: Como são usados os gráficos na abordagem ao conceito de equilíbrio químico e como os estudantes compreendem esse conceito a partir de gráficos.

Buscando respostas para essa questão, traçamos os objetivos deste trabalho.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo Geral

Analisar o uso e a eficácia da utilização de gráficos no ensino de equilíbrio químico em livros didáticos de Química e para a compreensão dos estudantes.

### 2.2 Objetivos específicos

- Analisar a abordagem e a utilização de gráficos em livros didáticos de Química, em unidades sobre equilíbrio químico.
- Identificar dificuldades dos estudantes no entendimento de gráficos que representam o conceito de equilíbrio químico.

Buscando alcançar esses objetivos, este trabalho foi estruturado em 3 capítulos. O capítulo 1 aborda o ensino por meio de gráficos, o ensino de equilíbrio químico e dificuldades dos estudantes na compreensão desse conceito. No capítulo 2 está descrito a organização da metodologia deste trabalho e o capítulo 3, contempla os resultados e discussão.

### 3. Fundamentação teórica

#### 3.1 O ensino por meio de gráficos

Competências matemáticas e estatísticas são requeridas por todos os estudantes, sem importar o grau de instrução, devido à sua vasta utilidade na sociedade contemporânea e à sua habilidade em colaborar com a formação de indivíduos críticos e conscientes de seus deveres sociais (BRASIL, 2017).

Os gráficos ou inscrições (NASS, 2008) exercem um papel fundamental na sociedade. Com o avanço tecnológico, vemos a utilização frequente de dados a partir de gráficos sendo esse um recurso indispensável (FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001). Os gráficos são importantes na formação básica, principalmente na disciplina de Ciências, pois facilitam a compreensão e interpretação de dados e resultados pelos estudantes.

Podemos definir os gráficos de diferentes formas. Fry (2001) destacou que: “um gráfico é a informação transmitida pela posição de ponto, linha ou área em uma superfície bidimensional”. Os gráficos em sua maioria tem componentes em comum, que são: *Estrutura*, o que tem as escalas, os eixos, as grades, entre outros elementos; os *especificadores*, como as linhas ou as barras de um gráfico de linhas ou de barras; as *legendas*; e o *fundo*, que pode trazer alguma imagem (FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001).

A literacia pode ser definida como uma habilidade fundamental para a compreensão de dados, que exige a capacidade de estruturar informações, criar gráficos, interpretar símbolos, terminologias, ideias e probabilidade (CAMPOS; WODEWOTZKI ; JACOBINI, 2011). A literacia está vinculada às competências de ler e compreender informações contidas em tabelas e gráficos, confirmar se as conclusões expressas em uma informação podem ser deduzidas a partir dos dados disponíveis e entender os conceitos subjacentes entre a inferência e a tomada de decisões (PERIN; CAMPOS, 2020).

Já o alfabetismo gráfico é a habilidade de construção e/ou interpretação de gráficos, também denominada como graficismo (NASS, 2008).

Com base nas ideias de Curcio (1989), a leitura por meio de gráficos compreende três níveis hierárquicos:

- 1) A análise dos dados, na qual o indivíduo observa informações estatísticas apresentadas, mas ainda não desenvolve a habilidade de interpretação e compreensão;
- 2) A interpretação dos dados, na qual ocorre a identificação de relações matemáticas e a explicação das características do gráfico em análise;
- 3) A dedução a partir dos dados, na qual o leitor é capacitado para fazer generalizações das informações, possibilitando prever fenômenos estatísticos.

Nass (2008) analisou os gráficos cartesianos presentes em livros didáticos brasileiros propostos ao ensino de Química, publicados entre 2001 e 2006. O autor constatou que muitos continham deficiências estruturais, como a falta de elementos informativo, como as legendas. O autor identificou que a maioria das inscrições só servia de forma ilustrativa, passando a ideia que estudar Química significa somente memorizar fórmulas. Os autores dos livros avaliados incluíam os gráficos quando pensavam que aquela inscrição explicaria melhor o fenômeno do que as palavras, mas, esqueciam que para o estudante entender corretamente um gráfico é preciso estar familiarizado com ele, o que não é uma realidade na educação brasileira.

A partir disso, o professor apresenta um papel essencial no ensino-aprendizagem dos gráficos, oportunizando um momento de leitura, interpretação e discussão, através da familiaridade das inscrições pelos alunos na sala de aula, sendo necessário criar locais de estudos que ajudem os estudantes a se tornarem letrados em práticas de inscrições. O letramento gráfico deve ser visto e ajustado a partir da organização do currículo e atividades que permitam a emancipação do aluno, visando o desenvolvimento de habilidades em práticas científicas de representações gráficas (ROTH et al., 2005).

### **3.2 Ensino do Equilíbrio químico e a utilização dos gráficos**

No Ensino Médio o conteúdo de Equilíbrio Químico é apresentado na 2ª ano. Os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCNEM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomendam que nessa série, seja enfatizando os aspectos dinâmicos das transformações químicas. O documento traz orientações que enfatizam os objetivos da abordagem das transformações químicas: “O objetivo deste tema é

reelaborar as ideias sobre o tempo e as quantidades envolvidas nas transformações químicas, considerando a cinética da transformação e o estado de equilíbrio químico caracterizado, em qualquer que seja o sistema em estudo, pela coexistência de reagente e produtos em constante interação” (BRASIL, 2002)

A compreensão sobre equilíbrio químico é essencial para apreender as mudanças de substâncias químicas em procedimentos biológicos, ecológicos e outros similares (BERTOTTI, 2011). No entanto, o conceito de equilíbrio químico frequentemente se mostra como um tópico desafiador para os estudantes (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

O equilíbrio químico não é uma reação e nem um sistema, mas consiste em um estado final que chega no sistema em condições de reversibilidade. Os processos que ocorrem no equilíbrio não são somente reversíveis e dinâmicos para uma dada reação, como o seu estado é invariável, qualquer que seja a direção da sua aproximação (KOTZ; TREICHEL JÚNIOR, 1998).

Para melhorar o entendimento de determinadas transformações químicas, é importante que o aluno saiba distinguir macroscopicamente quando um sistema químico alcança o estado de equilíbrio. Podemos aceitar que não existe variação das propriedades do sistema e, em particular, da sua composição, mesmo que tenha a presença de substâncias reativas no sistema (HERNANDO et al, 2003).

As dificuldades de compreensão dos fenômenos químicos, por exemplos, a condição de equilíbrio químico se análoga à condição do equilíbrio físico, as reações em um sistema químico ocorre em dois sentidos (direto e inverso) e com a mesma velocidade, o sistema pode apresentar aparência macroscópica de estabilidade, ou seja, não se percebe a mudança a olho nu, apesar que o equilíbrio dinâmico x estático pode aparentar estar parada, mas os reagentes continuam se transformando em produto e vice-versa em nível microscópico (UEHARA, 2005).

Em um sistema em equilíbrio existe várias condições que podem alterar o estado de equilíbrio, como as seguintes grandezas, temperatura, pressão ou a concentração, forem alteradas. Conceitualmente, um sistema em equilíbrio a uma dada temperatura é resultado das atividades de produtos em função das concentrações molares dos reagentes e o valor é uma constante adimensional, como consta nos livros de Química (UEHARA, 2005).

Seguindo essa linha de pensamento, podemos perceber a importância da representação simbólica (gráficos ou inscrições) das transformações químicas e as definições dessas na interpretação dos fenômenos químicos. Isso mostra que é relevante discutir com o estudante a função matemática do estado de equilíbrio, explicando o significado dessas inscrições. O estudante entenderá que não é somente uma função matemática e mecanizada de cálculo matemático, mas entenderá o significado dessa expressão. O PCN+ informa o seguinte:

Vale a pena ressaltar que a expressão matemática representativa do estado de equilíbrio deve ser entendida como uma relação entre as concentrações de reagentes e produtos e não como uma mera fórmula matemática (BRASIL, 2002, p.96).

O entendimento do conceito de equilíbrio químico por sua complexidade demanda um elevado nível de abstração e seu ensino para os professores traz grandes dificuldades, tanto no nível médio como universitário (RAVIOLO Y MARTÍNEZ AZNAR CITADO EM RAVIOLO, 2001, P. 416). Os trabalhos de Pardo e San José (1995), Machado e Aragão (1996), Hernando et al. (2003), Maia et al. (2005), Uehara (2006), debatem essas dificuldades. Para Machado e Aragão (1996), muitos alunos não compreendem o que ocorre no sistema em equilíbrio, mas são capazes de calcular as constantes de equilíbrio. E para o entendimento do conceito de equilíbrio químico é preciso que o aluno tenha domínio sobre outros conteúdos, como a visão microscópica da reação química, reversibilidade de reações, cinética química e estequiometria (Gomes & Recena, 2008).

Como visto até agora, as dificuldades mencionadas anteriormente são apresentadas pelos alunos nos diferentes níveis de ensino, o que requer uma maior atenção de como o assunto está sendo abordado nos livros didáticos de Química. Para Gomes e Recena (2008, p. 1-2), certas coisas podem favorecer tais dificuldades: “a simplificação excessiva de conceitos, concepções prévias adquiridas em suas vivências particulares, uso incorreto da linguagem científica, ênfase em abordagens de aspectos quantitativos”.

Para diminuir essas dificuldades, uma possibilidade seria a união dos três níveis de representação (macroscópico, submicroscópico e o simbólico) e o entendimento do conhecimento químico, descrito, por Johnstone (2000) apud SILVA (2017). Esses três níveis são representados em triângulo, no qual nenhum deles é superior ao outro, mas se complementam.

Segundo Silva (2017):

O nível macroscópico representa o que estiver ao alcance dos sentidos, a observação dos fenômenos. O nível submicroscópico (ou atômico molecular) envolve íons, átomos, e outros, que constituem os modelos para o comportamento cinético-molecular dos fenômenos químicos, exigindo assim maior grau de abstração para a compreensão. O nível simbólico se refere ao uso da linguagem química - fórmulas, equações e gráficos - para representar os fenômenos e as entidades submicroscópicas”.

Então, para uma melhor compreensão do assunto de equilíbrio químico é importante transitar entre esses três níveis de representação. O professor pode organizar seu ensino e adotar um livro, em que esses três níveis de conhecimento da Química sejam discutidos de forma articulada, buscando favorecer o aprendizado dos estudantes.

## **4. Metodologia**

A organização da metodologia do trabalho, foi desenhada no sentido de registrar e analisar dados que nos possibilitem alcançar o objetivo de analisar o uso e a eficácia da utilização de gráficos no ensino de equilíbrio químico em livros didáticos de Química e a compreensão dos estudantes sobre esse conceito a partir de gráficos.

### **4.1 Natureza da Pesquisa**

O presente estudo adota a abordagem qualitativa, uma vez que busca a compreensão abrangente do fenômeno (GERHADT; SILVEIRA, 2009; GODOY, 1995, p.63). É uma pesquisa aplicada, uma vez que, de acordo com os objetivos estabelecidos, visa investigar de maneira abrangente os materiais escritos, com o propósito de gerar saberes e aprimorar a prática docente (GODOY, 1995; GIL, 2008). No que tange aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, que, de acordo com Triviños (1987), exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

No que diz respeito aos procedimentos, este estudo se insere na categoria de pesquisa de campo e pesquisa documental. Esse tipo de pesquisa é caracterizado por investigações nas quais, além da revisão bibliográfica e/ou documental, coletam-se dados diretamente de indivíduos (FONSECA, 2002).

Para autores como Alves (1991), Lincoln e Guba (1985), Marshall e Rossman (1989) e Yin (1985), temos três importantes fases que devem ser realizadas quando se adota uma abordagem qualitativa: a) Fase de exploração da pesquisa; b) Fase da investigação; c) Análise dos resultados e elaboração do texto final. Esta pesquisa iniciou com a análise dos livros didáticos, em seguida aplicou um instrumento de pesquisa exploratória em campo, o questionário, finalizando com a análise de dados e a construção do texto final.

## **4.2 Contexto, sujeito e instrumentos da pesquisa**

A seguinte pesquisa foi realizada em uma Escola de Referência em Ensino Fundamental e Médio, localizada no bairro de Cavaleiro, município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. A escola está localizada em uma região de vulnerabilidade social e ambiental.

## **4.3 Público-Alvo**

Estudantes do 3º Ano do Ensino Médio, que assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre de Esclarecimento), sendo o total de 37 estudantes participantes.

## **4.4 Instrumento de pesquisa**

Para esta pesquisa foram analisados os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2021 do Ensino Médio. Foram analisadas as coleções didáticas de Química adotadas para o Ensino Médio e identificados os capítulos que trataram do conteúdo de equilíbrio químico. Foram realizadas as análises de representações não-verbais, por meio de rubricas de análise: características do gráfico (estruturais e forma de representação), sua função e correlação com o texto.

Para análise das dificuldades de aprendizagem dos estudantes, foi realizada a aplicação de um questionário, o questionário é um dos procedimentos mais utilizados para obter informações, garantindo o anonimato e atendendo a finalidades específicas de uma pesquisa (BARBOSA, 2008), contendo questões dos livros analisados, e as respostas dos estudantes foram avaliadas qualitativamente a partir de acertos, erros e justificativa das respostas.

## **4.5 Etapas da pesquisa**

A pesquisa aconteceu de acordo com as seguintes etapas:

- Etapa 1: Análise dos livros didáticos que apresentam o assunto de equilíbrio químico, sua abordagem e correlação com os gráficos;
- Etapa 2: Escolha das questões que usam o gráfico para a resolução da questão e produção do questionário;
- Etapa 3: Assinatura do TCLE e Aplicação do questionário;
- Etapa 4: Análise e avaliação dos resultados encontrados.

## 4.6 Análise de dados

Os livros escolhidos para análise foram aprovados no PNLD 2021 (TABELA 1)

Títulos	Autores	Editora	Ano
1. Diálogo - Ciências da natureza e suas tecnologias – Ser humano: origem e funcionamento	Kelly Cristina dos Santos	Moderna	2020
2. Moderna Plus - ciências da natureza e suas tecnologias: <b>Humanidade e Ambiente</b>	José Mariano Amabis e outros	Moderna	2020
3. Conexões: Ciências da natureza e suas tecnologias – <b>Terra e equilíbrio</b>	Miguel Thompson e outros	Moderna	2020
4. Multiversos – ciências da natureza e suas tecnologias – <b>Movimentos e equilíbrio na natureza</b>	Leandro Godoy e outros	FTD	2020

Tabela 1. Livros selecionados para análise

Nos livros foram analisados:

- a) Como apresentam e discutem os gráficos, considerando a presença do título, legenda, indicações de valores dos eixos;
- b) Que questões apresentam para promover a compreensão dos estudantes,

Nas respostas dos estudantes ao questionário:

- a) Como eles compreendem os gráficos sobre equilíbrio químico;
- b) E como os gráficos contribuem (ou não) para a compreensão do conceito.

## 5. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos estão divididos em duas partes, primeira parte referente a análise dos livros e segunda parte, análise das respostas do questionário aplicado aos estudantes.

### 5.1 Análise dos livros - como os livros apresentam os gráficos

O livro 1, “Diálogo”, os primeiros gráficos associados ao tema Equilíbrio Químico abordam o conteúdo de concentração de reagentes e produtos ao longo do tempo (ambas as curvas no mesmo gráfico). Como observado o gráfico (FIGURA 1) é utilizado para mostrar quando a reação entra em equilíbrio em função do tempo, a concentração molar pelo tempo, fazendo a combinação de legenda e gráfico, este conteúdo é abordado nas páginas 120, 121 e 127 (FIGURA 2).

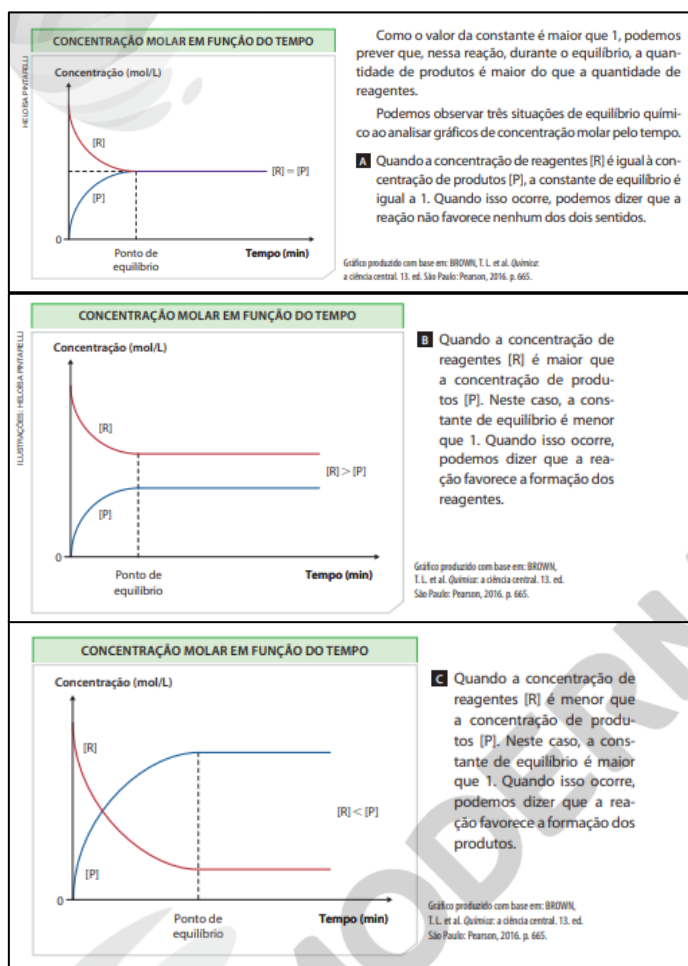


FIGURA 1. Representação gráfica dos conceitos abordados na página 120 e 121

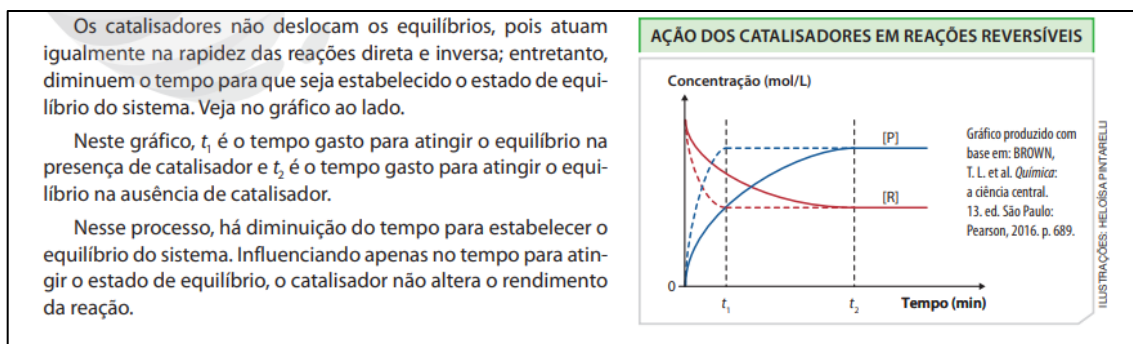


FIGURA 2. Representação gráfica dos conceitos abordados na página 127

Para essa temática, os autores utilizaram gráfico do tipo linha. Sendo as linhas representadas por cores diferentes e especificadas com R de reagentes e P de produtos, com títulos, mostrando graficamente quando a constante de equilíbrio é igual, menor ou maior, e quando sofre influência de um catalisador. Fica claro a utilização do título, legenda e eixos dos gráficos bem definidos, facilitando o entendimento dos estudantes. Sendo ausente apenas os valores no eixo da ordenada, que pode ser um fator limitante para os estudantes não são familiarizados com os gráficos. Esses achados foram semelhantes com a pesquisa de Nass (2008).

No livro 2, “Moderna Plus”, os gráficos colocados abordam a concentração em mol/L em função do tempo (ambas as curvas no mesmo gráfico ou em gráficos distintos), as curvas dos gráficos têm a mesma cor o que pode causar confusão aos estudantes, levando a entender que as linhas são iguais. O gráfico só tem a grandeza da abscissa e o da ordenada está oculta, também podendo confundir o aluno em relação a qual grandeza as curvas estão em função, além disso, os gráficos não apresentaram títulos (FIGURA 3)

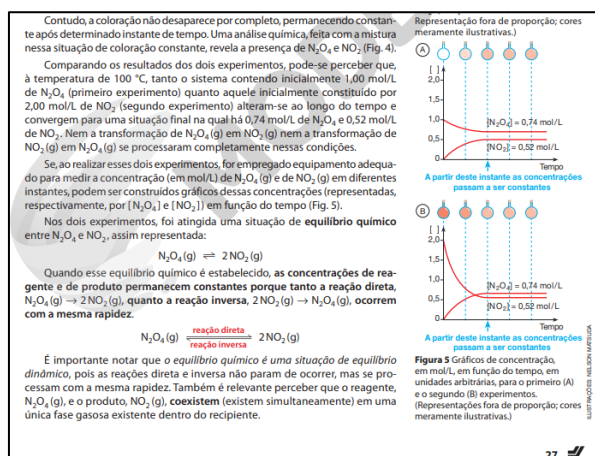


FIGURA 3 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 27

Em outro gráfico foi abordado o equilíbrio em função da temperatura, que se mostrou confuso, pois apresentou muitas informações, onde mistura os dois experimentos comentados sem separar com cores diferentes. Também não indicou as funções que regem o gráfico. Os autores apresentaram uma explicação confusa no texto e concordância com a representação gráfica. O Gráfico não apresenta título, nem as grandezas dos eixos e nem valores nas ordenadas, apresentando apenas a legenda, onde os autores indicam a leitura para a compreensão do gráfico. O gráfico também não possui cores distintas para representar os sistemas estudados.

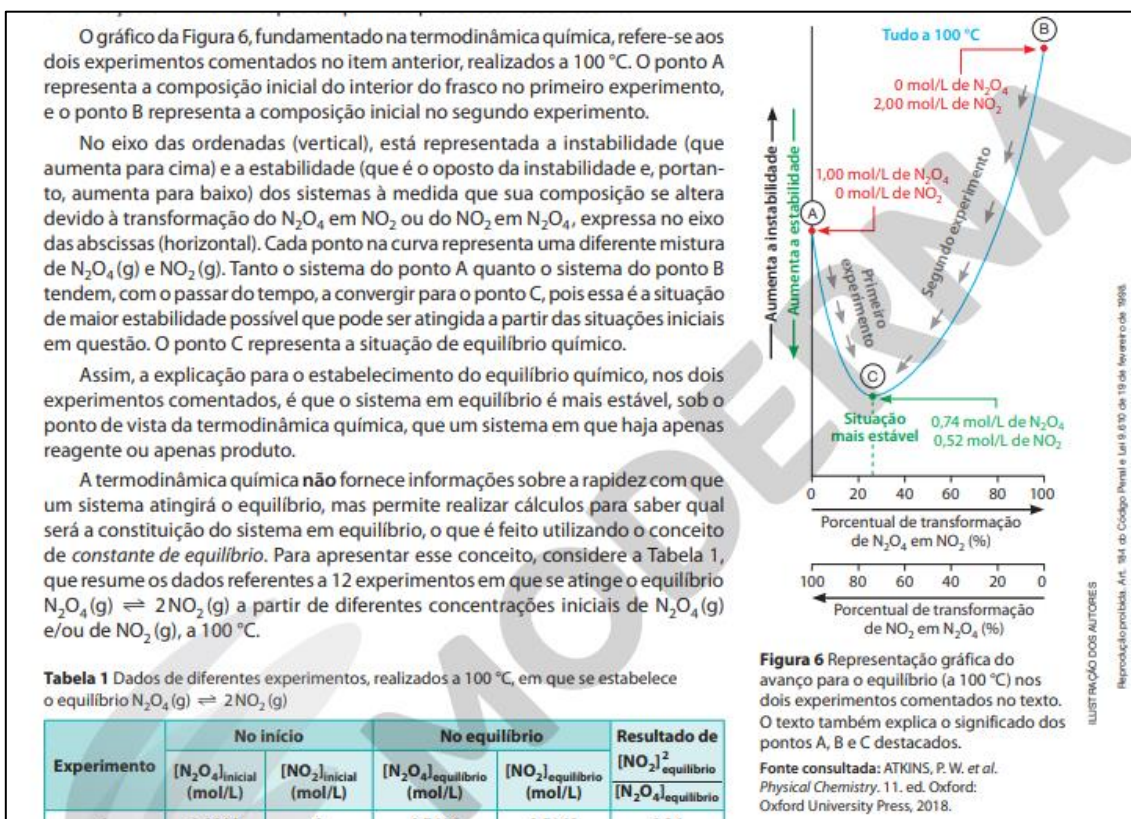


FIGURA 4 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 28

Na página 32 os autores trazem um gráfico para mostrar o deslocamento químico, e as curvas estão com as mesmas cores, só traz a grandeza do tempo como referência no gráfico. O Gráfico não apresenta título, a grandeza das ordenadas, apresentando apenas a legenda, na qual os autores indicam a leitura para a compreensão do gráfico, não está especificado quem era o produto (P) e o reagente (R) (FIGURA 5).

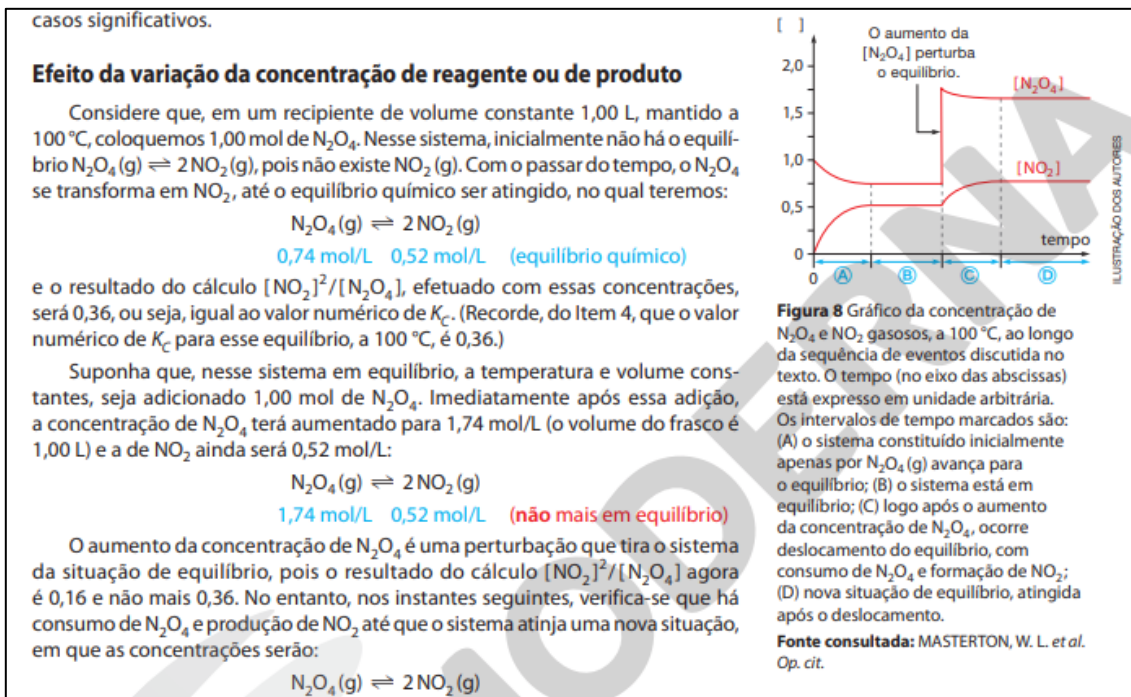


FIGURA 5 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 32

O livro também trouxe dois gráficos para mostrar a constante de equilíbrio (K<sub>c</sub>) em relação a temperatura, o que foi indicado nos gráficos (FIGURA 6). Os gráficos não apresentaram título, não apresentara os valores dos eixos, apenas apresentou a grandeza das ordenadas e legenda.

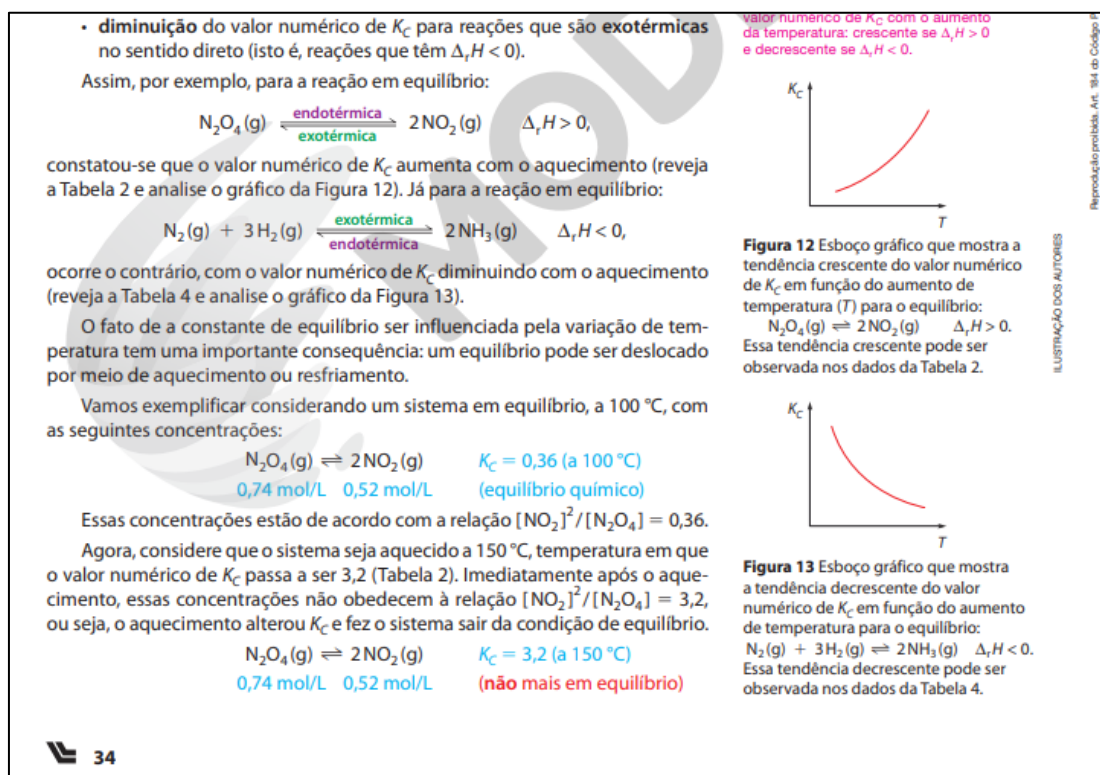


FIGURA 6 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 34

No livro 3, “Conexões”, os tipos de gráficos abordados foram em relação aos conteúdos de concentração em função do tempo e velocidade em função do tempo (ambas as curvas no mesmo gráfico).

Nos gráficos de concentração em função do tempo, apresentam título, trazem as grandezas corretamente definidas, as curvas vêm com cores distintas e bem especificadas, mas o ponto de equilíbrio não vem informado claramente para o observador, precisando recorrer a leitura das informações para saber o que significa ( $t_e$ ), tempo necessário para que a situação de equilíbrio químico seja atingida. Além de não informar, no gráfico, quem é o reagente ou o produto. Todos os gráficos não apresentaram legendas (FIGURA 7 e 8).

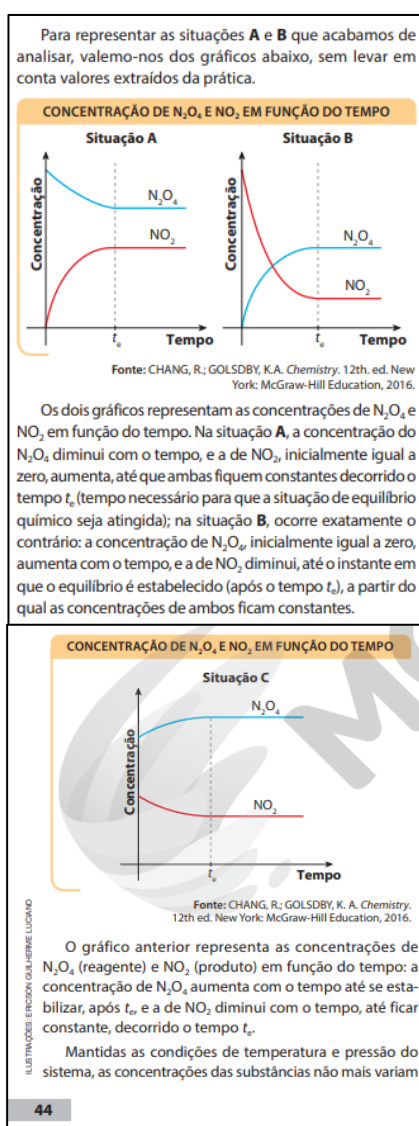


FIGURA 7 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 44

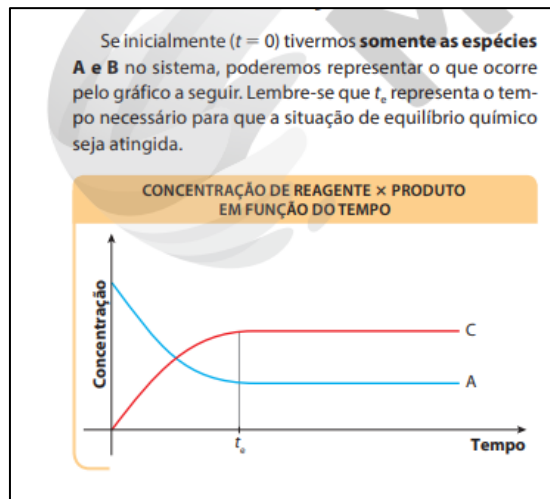


FIGURA 8 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 45

No gráfico que representa a velocidade das reações em função do tempo, nota-se a presença de título, as velocidades ( $v_1$  e  $v_2$ ), as grandezas estão bem definidas e as cores distintas das curvas. Não apresenta legenda, sendo utilizado o texto para explicar o que está sendo representado no gráfico.

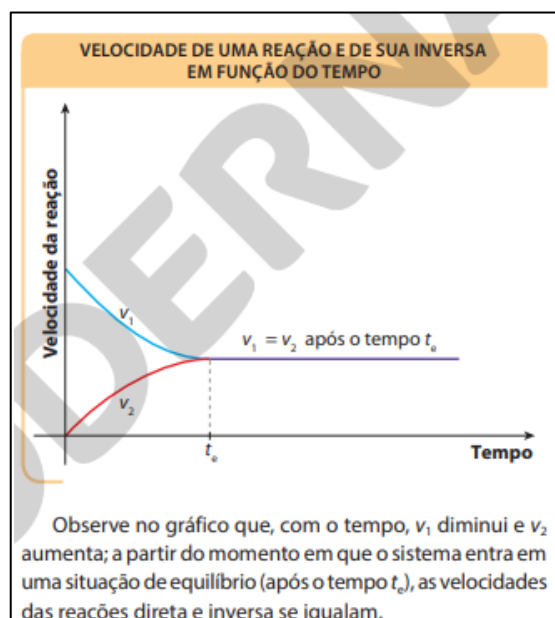


FIGURA 9 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 45

Quanto as porcentagens, pode-se perceber os gráficos apresentando a porcentagem de reagente em função da pressão e da temperatura. Apresentam título, grandezas, valores dos eixos, as curvas representadas com cores diferentes. Não apresenta legenda e não identifica o produto e reagente.

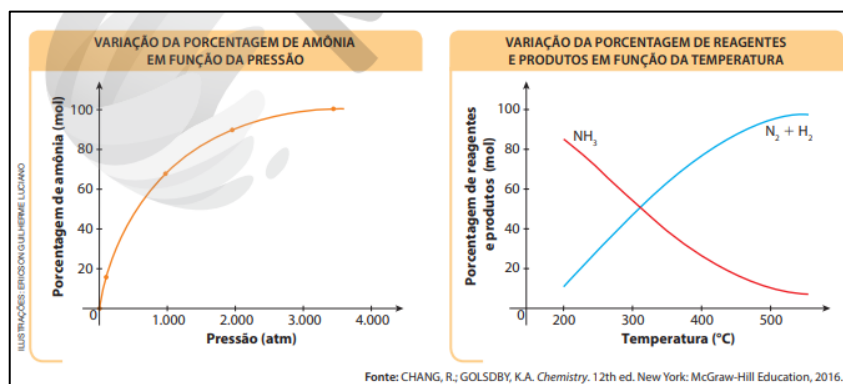


FIGURA 10 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 54

No livro 4, “Multiversos”, os tipos de gráficos abordados são: Concentração de reagente e produtos em função do tempo (ambas as curvas no gráfico). Como pode ser observado, os gráficos estão bem definidos em relação as grandezas, pode ser diferenciados as curvas de reagente e produto, que estão com cores distintas e o ponto de equilíbrio representado com a letra t. Apresentam título e legenda (FIGURA 11). O livro apresenta apenas esta representação gráfica e não utiliza os gráficos em suas questões de exercícios e nem demonstração de resoluções.

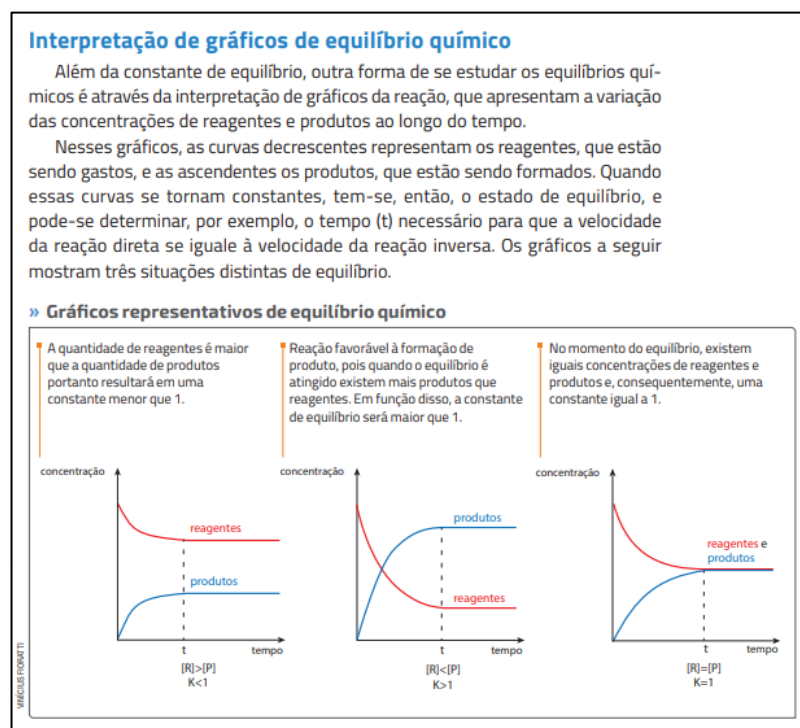


FIGURA 11 - Representação gráfica dos conceitos abordados na página 89

Todo os livros trouxeram gráficos que mostram o equilíbrio químico em função da concentração e tempo.

Quanto as curvas, foram bem representadas nos livros da “Diálogo”, “Conexões” e “Multiversos”, sendo feitas com cores distintas, só a coleção “Moderna Plus” apresentou curvas com cores iguais, favorecendo a confusão por parte dos estudantes no momento de interpretação. Na coleção Moderna Plus e no Conexões, as curvas não veem especificando quem é o reagente e o produto, podendo também atrapalhar no entendimento do gráfico em relação as curvas.

Os gráficos que representaram o Equilíbrio químico quanto ao deslocamento em função do tempo e do  $K_c$  em função da temperatura, foram encontrados apenas no livro do Moderna Plus, no qual os gráficos não estão claramente compreensíveis independentemente, precisando fazer a leitura do que está escrito antes e depois. A legenda contribui para o entendimento. O gráfico que tem a velocidade em função do tempo só foi abordado na coleção “Conexões”, no qual são especificados as velocidades quando ficam iguais.

Todos os livros didáticos analisados trazem gráficos de linhas para representar o equilíbrio químico, buscando mostrar a comparação entre o reagente e o produto, a velocidade das duas reações, ou a constante em relação a temperatura. Os gráficos parecem cumprir adequadamente o seu papel ilustrativo nessas obras, mas com dificuldade nas informações que facilitam o entendimento. Das obras mencionadas apenas uma não teve o cuidado de se colocar mais de um gráfico de funções diferentes. Quanto as que mencionaram mais de um gráfico, cada um representa uma alteração diferente nas concentrações dos reagentes no sistema. Mas, somente os livros da moderna plus e conexões que trazem outras relações como velocidade em função do tempo,  $K_c$  em função da temperatura e no deslocamento químico, mas trazem poucos gráficos para colocar como referência.

Em suma os gráficos foram utilizados para exemplificar de forma superficial e incompleta as informações narradas no texto, não sendo compreensíveis em totalidade quando observados de forma isolada (TABELA 2)

Títulos / Rubricas	Titulo no gráfico	Legenda no gráfico	Cores diferentes nas curvas	Identificação dos eixos	Valores dos eixos	Identificação das curvas em reagente e produto	Identificação da Velocidade da reação
1. Diálogo - Ciências da natureza e suas tecnologias – Ser humano: origem e funcionamento	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Não aborda
2. Moderna Plus - Ciências da natureza e suas tecnologias: <b>Humanidade e Ambiente</b>	Ausente	Presente em alguns	Ausente	Apenas na abscissa	Presente apenas na ordenada e ausente em outros	Ausente	Não aborda
3. Conexões: Ciências da natureza e suas tecnologias – <b>Terra e equilíbrio</b>	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente em alguns	Ausente	Presente
4. Multiversos – Ciências da natureza e suas tecnologias – <b>Movimentos e equilíbrio na natureza</b>	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Não aborda

Tabela 2. Síntese de rubricas analisadas nos livros selecionados

## 5.2 Análise dos livros didáticos - Como usam as questões

No livro 1, “Diálogo” existem três questões que abordam o comportamento da reação, as transformações que ocorrem, a expressão da constante de equilíbrio em termos de pressão parcial e de quantidade de matéria e o valor da constante de equilíbrio. Mas esse livro não apresenta exemplos de resoluções envolvendo gráficos para auxiliar o estudante nas atividades propostas no livro, destacando-se a terceira questão, que busca a  $K_c$  (FIGURA 12, 13 e 14).

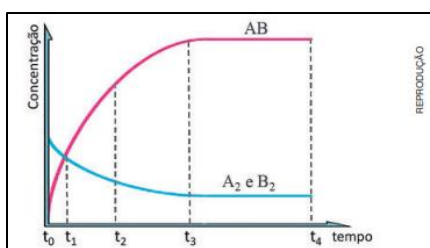


FIGURA 12 - Gráfico da questão 1, página 124

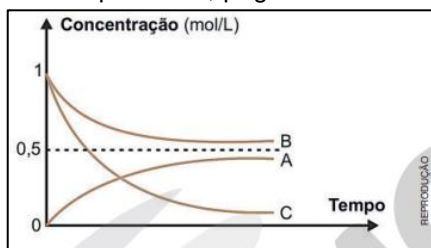


FIGURA 13 - Gráfico da questão 2, página 124

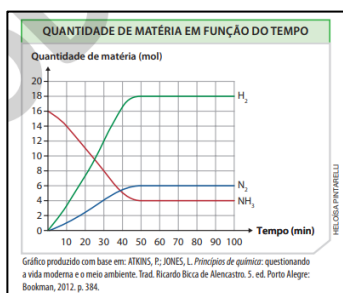


FIGURA 14 - Gráfico da questão 5. página 124

O livro 2, “Moderna Plus”, apresenta duas questões com gráficos, as perguntas envolvem mais uma leitura dos gráficos em relação ao equilíbrio químico e suas informações, buscando entender o que os estudantes entenderam do gráfico em relação ao equilíbrio. Sendo que, o livro não traz atividades resolvidas com gráficos e tem poucos exemplos para auxiliar o estudante a uma melhor reflexão sobre a temática (FIGURA 15 e 16)

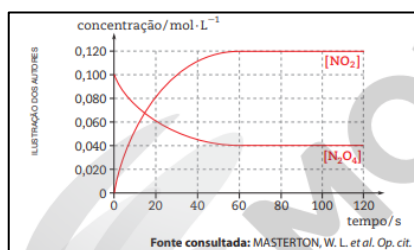


FIGURA 15 - Gráfico da questão 2 da página 31

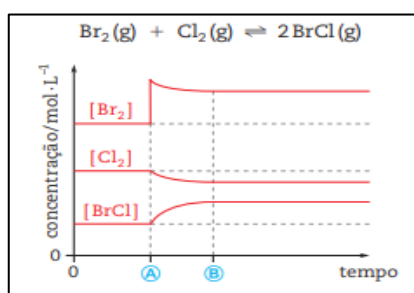


FIGURA 16 - Gráfico da questão 10 da página 36

No livro 3, “Conexões”, são abordadas três questões, que buscam analisar o tempo de equilíbrio da reação, a equação química e a constante de equilíbrio. O livro não traz exemplos semelhantes para resolução desses exercícios, enfatizando que só o gráfico é suficiente para a resolução das questões (FIGURA 17, 18 e 19)

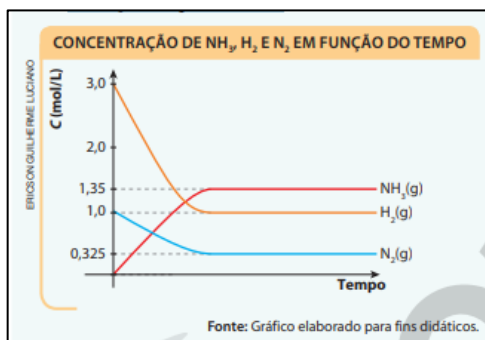


FIGURA 17 - Gráfico da questão 4 da página 47

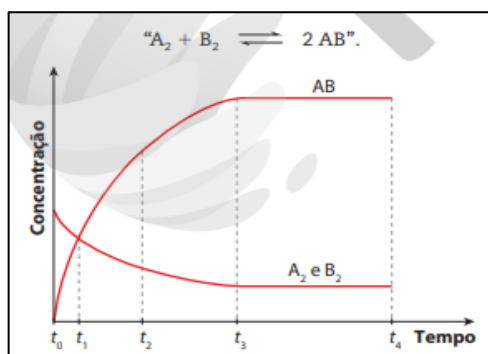


FIGURA 18 - Gráfico da questão 2 da página 70

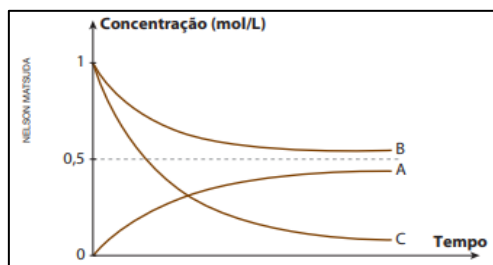


FIGURA 19 - Gráfico da questão 6 da página 71

O livro 4, "Multiversos", não aborda nenhuma questão com gráficos, só apresenta um exemplo de equilíbrio químico no capítulo que aborda o assunto.

As questões analisadas nos livros têm em comum pelo menos uma questão que busca saber se o estudante sabe identificar o tempo que as reações entram em equilíbrio. As questões também buscavam saber se os estudantes sabem escrever a equação da reação que o gráfico apresentava e se os alunos sabem calcular a constante de equilíbrio. Mas as atividades e os exemplos não trazem gráficos para explicar como devem ser resolvidos, os gráficos só aparecem no conceito, o que não é suficiente para a autonomia do estudante na resolução dos exercícios. Esses

achados são semelhantes aos encontrados por Nass (2008), onde o pesquisador observou deficiências estruturais em muitos gráficos, destacando uma relação contida com o texto, o que compromete a interpretação adequada pelos alunos. Concluiu que a incorporação de gráficos para facilitar a compreensão do equilíbrio químico não trouxe melhorias significativas.

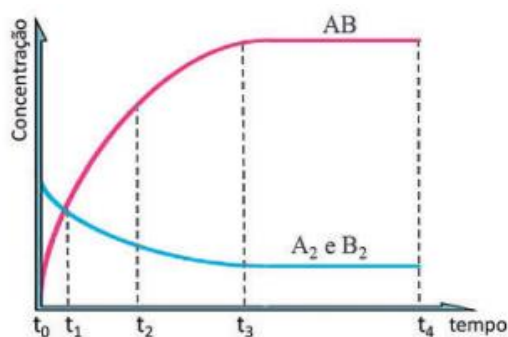
### 3.3 Análise das respostas ao questionário

O questionário foi aplicado em uma aula de 50 minutos, para 37 estudantes, e cada estudante respondeu de forma individual e sem consulta.

As questões escolhidas foram do livro 1 e 2. Totalizando cinco questões, sendo duas de múltiplas escolhas e três questões abertas. Além disso, foram elaboradas duas questões abertas para análise dessa pesquisa:

#### Questionário

1. (UFPA-PA) O gráfico abaixo refere-se ao comportamento da reação  $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$

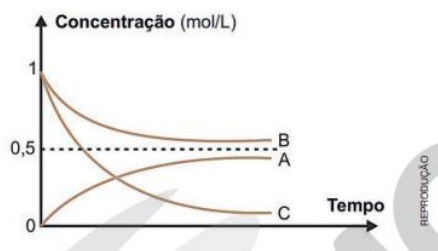


Em seu caderno, escreva a alternativa com o valor de tempo para quando o equilíbrio dessa reação for alcançado.

a) t0. b) t1. c) t2. d) t3. e) t4.

Justifique:

2.(PUC-SP) Durante uma transformação química as concentrações das substâncias participantes foram determinadas ao longo do tempo. O gráfico a seguir resume os dados obtidos ao longo do experimento.



A respeito do experimento, foram feitas algumas afirmações:

I) A e B são reagentes e C é o produto da reação estudada.

II) A reação química estudada é corretamente representada pela equação:  $B + 2C \rightarrow A$

III) Não houve consumo completo dos reagentes, sendo atingido o equilíbrio químico.

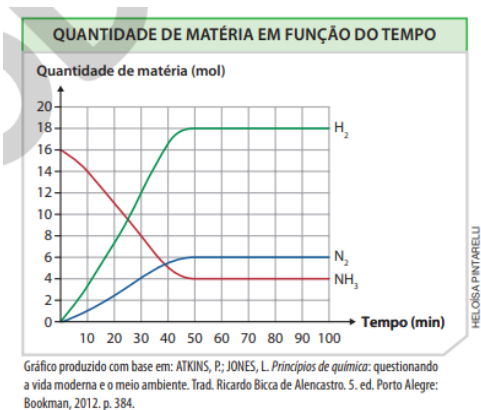
IV) A constante de equilíbrio dessa reação, no sentido da formação de A, nas condições do experimento é menor do que 1. Estão corretas apenas as afirmações:

a) I e IV.    b) II e III.    c) II e IV.    d) III e IV.

Justifique:

-----  
 -----

3. O gráfico a seguir mostra a quantidade de matéria, em função do tempo, para a reação de decomposição da amônia, em um balão de capacidade igual a 10 L.



De acordo com as informações apresentadas no gráfico, determine os itens abaixo:

a) A reação química balanceada.

-----

b) O tempo em que a reação atingiu o equilíbrio químico.

-----

c) A expressão da constante de equilíbrio em termos de pressão parcial.

-----

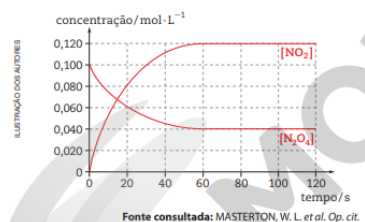
d) A expressão da constante de equilíbrio em termos de quantidade de matéria.

-----

e) O valor da constante de equilíbrio.

-----

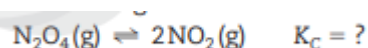
4. A 100 °C, um sistema contendo inicialmente apenas  $N_2O_4$  (g), em um recipiente fechado de volume constante, avançou para a situação de equilíbrio químico de acordo com os dados de concentração em quantidade de matéria em função do tempo mostrados no gráfico a seguir.



a) Avalie, pelo gráfico, em que instante de tempo o equilíbrio químico se estabeleceu.

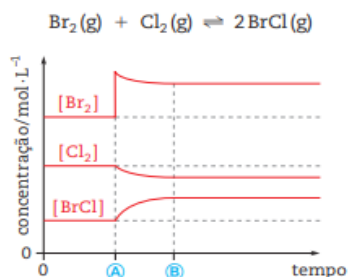
b) Quais são as concentrações dos dois gases, uma vez estabelecido o equilíbrio químico?

c) Determine o valor numérico da constante de equilíbrio em função das concentrações (K<sub>C</sub>) para o equilíbrio equacionado a seguir, a 100 °C, e mostre como chegou a esse valor.



d) Como varia numericamente a concentração de cada um dos gases, da situação inicial até o equilíbrio químico ser atingido? O que se pode afirmar sobre a proporção entre essas duas variações? Que relação existe entre essa proporção e os coeficientes estequiométricos da equação química que representa a reação? Explique.

5. O gráfico a seguir se refere às concentrações em quantidade de matéria de Br<sub>2</sub> (g), Cl<sub>2</sub> (g) e BrCl (g) em função do tempo (em unidade arbitrária) dentro de um recipiente de volume fixo, submetido à temperatura constante. Inicialmente (no instante de tempo zero), dentro do frasco, existe o equilíbrio químico:



Analise o gráfico e responda.

a) O que acontece no instante de tempo A?

b) O que ocorre no intervalo de tempo entre A e B? Explique a relação entre esse acontecimento e o que aconteceu no instante de tempo A.

c) Determine se existe equilíbrio químico a partir do instante B e explique em que se fundamenta sua conclusão.

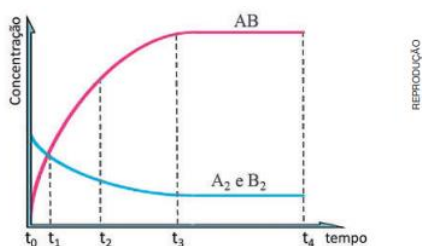
d) Diga como esse gráfico poderia ser usado para ilustrar uma aula sobre deslocamento de equilíbrio químico devido à variação de concentração de um participante.

6. Você encontrou dificuldades na compreensão dos gráficos nas questões acima? Se afirmativo, quais foram elas?

7. Os gráficos contribuíram para melhor compreensão do conceito de equilíbrio químico? Justifique sua resposta

Na primeira questão:

1. O gráfico abaixo refere-se ao comportamento da reação  $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ ,



escreva a alternativa com o valor de tempo para quando o equilíbrio dessa reação for alcançado. Justifique.

a)  $t_0$ . b)  $t_1$ . c)  $t_2$ . d)  $t_3$ . e)  $t_4$ .

É sobre o tempo em que as reações entram em equilíbrio. Nas respostas, 18 estudantes acertaram a questão (TABELA 3). Alguns souberam explicar corretamente, como:

- "Porque não há variação no gráfico"

Foi observado que muitos não souberam explicar o porquê entra em equilíbrio naquele tempo, como:

- "No tempo três ( $t_3$ ), acontece a iniciação da linha de tempo continua"

Os estudantes que responderam corretamente a questão, tiveram dificuldade em justificar suas respostas, sugerindo uma compreensão superficial dos conceitos, que pode ser superada por meio da promoção de discussões, debates e atividades que incentivem a reflexão e a análise crítica.

As principais dificuldades encontradas nessa questão foi que os alunos acharam que no tempo  $T_1$  (aonde as linhas se cruzam) e no tempo  $T_4$  (onde as linhas terminam) eram o ponto de equilíbrio:

- " $T_4$  é onde ocorre o alinhamento" e " $T_1$  é o tempo após o  $T_0$  e é o ponto de equilíbrio".

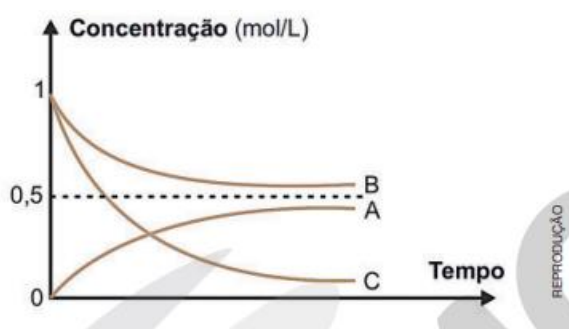
Na Tabela 3, mostramos uma síntese dos resultados obtidos para a questão 1.

Tabela 3. Resultado da análise da questão 1 do questionário diagnóstico. N=37

Tipos de respostas	Acertos	Erros	Branco
Número de respostas	18	18	1

Na segunda questão:

2.(PUC-SP) Durante uma transformação química as concentrações das substâncias participantes foram determinadas ao longo do tempo. O gráfico a seguir resume os dados obtidos ao longo do experimento.



A respeito do experimento, foram feitas algumas afirmações:

- I. A e B são reagentes e C é o produto da reação estudada.
- II. A reação química estudada é corretamente representada pela equação:  $B + 2C \rightarrow A$
- III. Não houve consumo completo dos reagentes, sendo atingido o equilíbrio químico.
- IV. A constante de equilíbrio dessa reação, no sentido da formação de A, nas condições do experimento é menor do que 1.

Estão corretas apenas as afirmações: Justifique.

- a) I e IV.    b) II e III.    c) II e IV.    d) III e IV.”

se as afirmações estão corretas. Foi observado que alguns estudantes conseguiram identificar que a reação entrou em equilíbrio, mas erraram em relação a constante de equilíbrio, sendo confundido com o gráfico que mostrava a concentração do reagente C menor que 1, com a constante de equilíbrio. Os resultados são mostrados na Tabela 4.

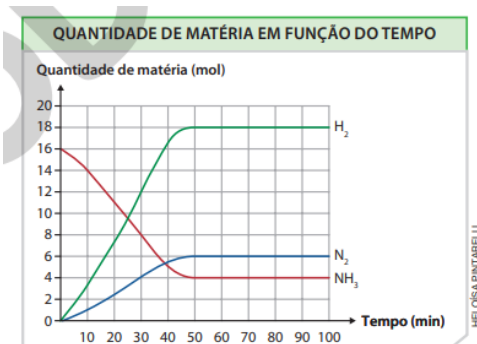
Tabela 4. Resultado da análise da questão 2 do questionário diagnóstico. N=37

Tipos de respostas	Acertos	Erros	Branco
Número de respostas	5	28	4

Os livros didáticos analisados frequentemente não apresentaram gráficos adequados para auxiliar os estudantes na interpretação dos conceitos de equilíbrio químico. Isso tem levado a dificuldades significativas no processo de aprendizagem e avaliação dos estudantes, refletidas nas dificuldades encontradas.

Na terceira questão são apresentadas 5 alternativas abertas para responder:

3.O gráfico a seguir mostra a quantidade de matéria, em função do tempo, para a reação de decomposição da amônia, em um balão de capacidade igual a 10L.



De acordo com as informações apresentadas no gráfico, determine os itens abaixo:

- A reação química balanceada.
- O tempo em que a reação atingiu o equilíbrio químico.
- A expressão da constante de equilíbrio em termos de pressão parcial
- A expressão da constante de equilíbrio em termos de quantidade de matéria.
- O valor da constante de equilíbrio

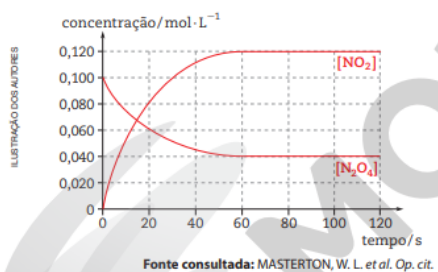
Todos os estudantes responderam a letra b, em que perguntava o tempo no qual a reação entrou em equilíbrio. As dificuldades encontradas foram que não conseguiram construir a reação, não souberam desenvolver a constante de equilíbrio e nem a expressão da constante de equilíbrio em termos de pressão parcial. De 21 respostas, 11 foram corretas. Vale destacar que essa questão apresentou muitas alternativas em branco, o que pode ser explicada pela falta de segurança dos estudantes e/ou dificuldade para desenvolver e responder as alternativas (ver Tabela 5)

Tabela 5. Resultado da análise da questão 3 do questionário diagnóstico. N=37

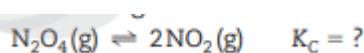
Alternativas	Acertos	Erros	Branco
a)	0	19	18
b)	11	10	16
c)	0	12	25
d)	0	14	23
e)	0	13	24

Na quarta questão:

4. A 100 °C, um sistema contendo inicialmente apenas N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (g), em um recipiente fechado de volume constante, avançou para a situação de equilíbrio químico de acordo com os dados de concentração em quantidade de matéria em função do tempo mostrados no gráfico a seguir.



- Avalie, pelo gráfico, em que instante de tempo o equilíbrio químico se estabeleceu.
- Quais são as concentrações dos dois gases, uma vez estabelecido o equilíbrio químico?
- Determine o valor numérico da constante de equilíbrio em função das concentrações ( $K_C$ ) para o equilíbrio equacionado a seguir, a 100 °C, e mostre como chegou a esse valor.



d) Como varia numericamente a concentração de cada um dos gases, da situação inicial até o equilíbrio químico ser atingido? O que se pode afirmar sobre a proporção entre essas duas variações? Que relação existe entre essa proporção e os coeficientes estequiométricos da equação química que representa a reação? Explique.

Qual é o tempo que o equilíbrio químico se estabeleceu? E quais são as concentrações dos dois gases, uma vez estabelecido o equilíbrio químico? Alguns alunos conseguiram acertar a “alternativa a” e a “alternativa b” (ver Tabela 6).

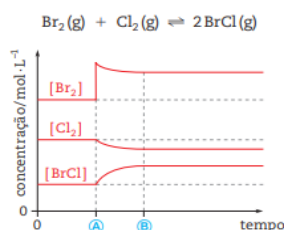
Nas letras c e d não tivemos nenhum acerto, pois os alunos não conseguiram desenvolver a constante de equilíbrio e não conseguiram explicar o que estava ocorrendo com a reação segundo o gráfico apresentado. O gráfico apresentava mesma cor para as curvas, o que pode ter dificultado a compreensão do estudante. Vale ressaltar que os gráficos desempenham um papel fundamental na compreensão de conceitos científicos, e, portanto, é necessário que esses recursos visuais sejam elaborados de maneira clara, precisa e didática. A falta de gráficos adequados prejudica a capacidade dos estudantes de visualizar e compreender as relações químicas subjacentes.

Tabela 6. Resultado da análise da questão 4 do questionário diagnóstico. N=37

Alternativas	Acertos	Erros	Branco
a)	10	12	15
b)	7	18	19
c)	0	3	34
d)	0	2	35

Na quinta questão

5.O gráfico a seguir se refere às concentrações em quantidade de matéria de Br<sub>2</sub> (g), Cl<sub>2</sub> (g) e BrCl (g) em função do tempo (em unidade arbitrária) dentro de um recipiente de volume fixo, submetido à temperatura constante. Inicialmente (no instante de tempo zero), dentro do frasco, existe o equilíbrio químico:



Analise o gráfico e responda.

- a) O que acontece no instante de tempo A?
- b) O que ocorre no intervalo de tempo entre A e B? Explique a relação entre esse acontecimento e o que aconteceu no instante de tempo
- c) Determine se existe equilíbrio químico a partir do instante B e explique em que se fundamenta sua conclusão.
- d) Diga como esse gráfico poderia ser usado para ilustrar uma aula sobre deslocamento de equilíbrio químico devido à variação de concentração de um participante.

Se apresenta totalmente interpretativa, poucos alunos conseguiram responder as alternativas, sendo a “alternativa b” a que não teve nenhum acerto (TABELA 7). Quanto as alternativas corretas, os estudantes tiveram dificuldade em explicar de forma científica o que estava sendo pedido, escrevendo as respostas com termos coloquiais. Como observado, essas dificuldades podem ter sido originadas ainda no Ensino Fundamental, quando os fundamentos da leitura e interpretação de gráficos deveriam ser estabelecidos.

Tabela 7. Resultado da análise da questão 5 do questionário diagnóstico. N=37

Alternativas	Acertos	Erros	Branco
a)	1	16	20
b)	0	12	25
c)	8	5	24
d)	1	8	28

Na sexta questão, quando os estudantes foram indagados:

6. Você encontrou dificuldades na compreensão dos gráficos nas questões acima? Se afirmativo, quais foram elas?

Todas as respostas foram sim, por vários motivos, sendo elas (FIGURA 20):

1. – “Sim, porque não sei o assunto de química e tenho um pouco de dificuldade em gráficos.”
2. – “Sim, não tive um bom conhecimento sobre química, pois fiquei seis meses sem professor
3. – “Sim, por não saber como funciona por completo as reações”

4. – “Sim, por que não sei nada de gráficos químicos”
5. – “Sim, pelo simples fato de eu não ser boa em gráfico”
6. – “Sim, o que as variações representavam”
7. – “Sim, falta de explicação dos gráficos, pontos não citados que atrapalham a compreensão.”

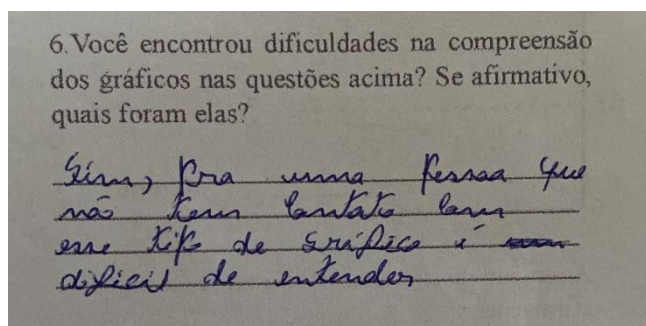


FIGURA 20 – Resposta do estudante a questão 6

As dificuldades relatadas pelos estudantes foram: o entendimento do assunto equilíbrio químico, a falta da fluente interpretação de gráficos, dificuldade de informações como legendas e títulos, este, corroborando com a análise inicialmente realizada no livro didático.

Quando perguntado na questão 7:

7. Os gráficos contribuíram para melhor compreensão do conceito de equilíbrio químico? Justifique sua resposta.

O total de 24 estudantes afirmaram que sim. E no ponto de vista das respostas, os gráficos contribuíram para uma melhor compreensão do conceito de equilíbrio químico.

Os que responderam sim, destacaram as seguintes justificativas:

1. – “Sim. mesmo que eu não compreenda”
2. – “ Sim, melhorou minha leitura sobre os gráficos”
3. – “ Sim, porque os gráficos são bons”
4. – “Sim, os gráficos nos ajudam a compreender o conceito de equilíbrio químico”
5. – “Sim, dá para entender um pouco o equilíbrio que tentaram passar”

6. – *“Sim, gráficos sempre contribuem no entendimento das coisas”– “Sim, foram bem trabalhados e dinâmicos”*
7. – *“Sim, todos os tipos de gráficos ajudam”*
8. – *“Sim, deu para ter uma noção”*
9. – *“Sim, para quem entende sobre isso, os gráficos ajudaram para achar o resultado”*
10. – *“Sim, os gráficos ajudaram bastante para a visualização”*
11. – *“Sim, deu para se basear na lógica para responder”*

Como visto, os alunos chegaram a uma conclusão que os gráficos contribuem, se a pessoa entender o gráfico e o assunto abordado. E que mesmo sem entender, ajudou a chegar nas respostas de algumas questões abordadas.

Em contrapartida, 6 estudantes responderam que não, justificando da seguinte forma:

1. – *“Se eu soubesse de gráficos, ajudaria. Não contribuiu”*
2. – *“Não, porque nunca fui boa em ler e não estudei tanto sobre o material.*
3. – *“ Não ”*
4. – *“ Não! Não entendi nada.”*
5. – *“ Não, porque é difícil de entender. (Para quem não sabe do assunto)”*
6. – *“ Não, pois precisa-se entender do que se trata antes de interpretar os gráficos.”*

Esses resultados, mostram que os estudantes não sabem como ler um gráfico, e da forma que ele é colocado no livro e na atividade, sem as informações obrigatórias, reforça o pensamento de que para se compreender o gráfico é necessário saber do conteúdo anteriormente.

Dois estudantes apontaram a resposta Sim e Não (FIGURA 21). Indicando que a falta de informações nos gráficos dificultou a interpretação. Nessa questão, o estudante não justificou o sim.

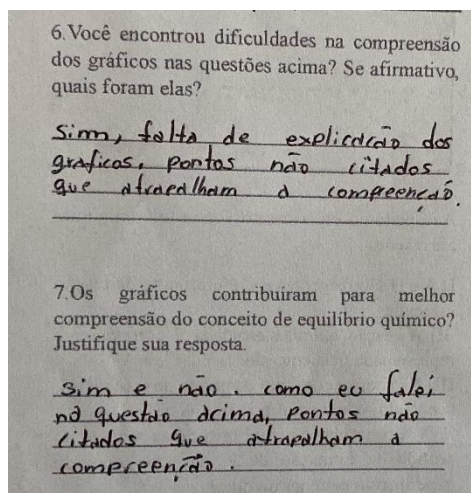


FIGURA 21 - Resposta do estudante

A partir do presente estudo relativos ao conteúdo de equilíbrio químico, percebeu-se que os gráficos desempenham um papel fundamental na compreensão e interpretação de dados pelos estudantes. Os resultados revelaram que nem todos os livros utilizam gráficos de forma adequada, muitas vezes optando por abordagens mais ilustrativas que dificultam a compreensão dos estudantes. Além disso, a maioria dos estudantes apresentou dificuldades na literacia de gráficos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho nós tivemos como objetivos: 1. examinar como os livros didáticos de Química abordam e empregam gráficos nas seções que tratam do equilíbrio químico; 2. E identificar os obstáculos enfrentados pelos estudantes ao tentar compreender gráficos que representam o conceito de equilíbrio químico.

No objetivo específico 1, foi observado que os livros didáticos trazem os gráficos como extensão dos textos e de forma ilustrativa sem utilizar esses nas atividades de exemplos, não explorando totalmente os gráficos para o ensino de equilíbrio químico.

No objetivo específico 2, foi observado que os estudantes tiveram muita dificuldade em ler os gráficos o que os impossibilitou a escrever as expressões da constante de equilíbrio e a equação da reação. Os estudantes só desenvolveram as questões que questionavam a identificação do momento de equilíbrio da reação.

De uma forma geral, o nosso objetivo de examinar como os gráficos são empregados no ensino do equilíbrio químico em livros didáticos de Química e avaliar quão eficazes são na facilitação da compreensão desse conceito pelos estudantes trouxe resultados significativos.

A questão da utilização de gráficos nos conteúdos de equilíbrio químico no Ensino Médio revela desafios importantes que afetam a aprendizagem dos estudantes. Um dos pontos cruciais que emerge da análise dos livros didáticos é a necessidade de uma revisão abrangente dos materiais didáticos utilizados no Ensino Médio.

É necessário que os fundamentos da leitura e interpretação de gráficos devam ser estabelecidos desde o Ensino Fundamental e que as habilidades de interpretação de gráficos sejam reforçadas de forma interdisciplinar tornando a abordagem mais ativa, prática, aplicável e rotineira. Só assim o gráfico deixará de ser apenas visto pelos estudantes como ilustração.

Somente assim podemos preparar os estudantes para compreender efetivamente os conceitos de equilíbrio químico por meio dos gráficos e desenvolver habilidades valiosas de pensamento crítico e resolução de problemas que serão essenciais em suas futuras pesquisas em que pautam a temática.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. J; O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 77, maio/1997.

ARAUJO, E. G; **O tratamento da informação nas séries iniciais – uma proposta de formação de professores para o ensino de gráficos e tabelas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

BARBOSA, Eduardo Fernandes. **Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais**. 2008.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BERTOTTI, M. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. **Química Nova**, v. 34, n.10, p.1836-1839, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação - BASE Nacional Comum Curricular – Ensino Médio. Documento Homologado pela portaria n. 1.570, publicado no D.O.U de 18/12/2018, (2018b)b.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNEM +: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias: Química**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, 2017.

CAMPOS, C.R.; WODEWOTZKI, M.L.L.; JACOBINI, O.R. **Educação Estatística – teoria e prática em ambientes de modelagem matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

CASTRO, D. L.; MAGALHÃES, V. H. P; **Equilíbrio Químico na visão de estudantes e professores do ensino médio de uma escola no Rio de Janeiro**. In 8º Simpósio Brasileiro de Educação Química. Natal/RN. 2010

Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor / Miguel Thompson ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo: **Moderna**, 2020.

CURCIO, F. R. Developing graph comprehension: elementary and middle school activities. **Reston**, VA: NCTM, 1989.

Diálogo: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela **Editora Moderna** ; editora responsável Kelly Cristina dos Santos. -- 1. ed. -- São Paulo: Moderna, 2020.

FERREIRA, C.A.L; Pesquisa Quantitativa e Qualitativa: Perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico**, Goiânia, v. 8, n. 2, p. 173-182, jul./dez. 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002

FRIEL, S. N.; Curcio F. R.; Bright G. W. Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. **Research in Mathematics Education**, 32(2):124–158, 2001.

GERHARDT, T; SILVEIRA, D. T; Métodos de pesquisa – Porto Alegre: **Editora da UFRGS**, 2009.

GIL, A. C; **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas,. 2008

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa - tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: RAE, v. 35, p. 20-29, maio/jun. 1995.

GOMES, J. N; RECENA, M. C. P; Concepções sobre Equilíbrio Químico de estudantes ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS. In XIV **Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR**. Curitiba/PR, 2008.

HERNANDO, M. et al. Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, número extra, p. 111-118, 2003.

KOTZ, J. C.; TREICHEL JÚNIOR, P. **Química e reações químicas**: 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, v.2, 1998.

LINCOLN, Y; GUBA, E Naturalistic Inquiry. Beverly Hills: Sage Publisher, 1985.

MACHADO, A. H; ARAGÃO, R. M. R; Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova Na Escola**, n4, 1996.

MAIA, D. J; CANELA, M. C; GAZOTTI, W. A; SIQUEIRA, A. E; Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio e acidez no ensino médio. **Química Nova na Escola**, n 21, 2005.

MARSHALL, C; ROSSMAN, G; Designing Qualitative Research. Beverly Hills: **Sage Publisher**, 1989.

MATEUS, P. G; MORETTI, A. A. S; FERREIRA, L. H; **Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática – CECi Manaus (AM)**, v. 1, n. 1, 2021.

Moderna plus: Ciências da Natureza e suas tecnologias: Manual do professor. -- 1. ed. -- São Paulo: Moderna, 2020.

Multiversos: ciências da natureza: movimentos e equilíbrios na natureza: ensino médio / Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney Candido de Melo. – 1. ed. – São Paulo: Editora FTD, 2020.

NASS, D. P; **Gráficos como representações visuais relevantes no processo ensino-aprendizagem: uma análise de livros didáticos de química do ensino médio**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, J. C. P. D; OLIVEIRA, A; MORAIS, F. D. A. M; SILVA, G; SILVA, C; O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coleta de dados: vantagens e vantagens do seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas. In **III Congresso Nacional de Educação**. Rio Grande do Norte. 2013

PARDO, J. Q; SANJOSÉ, L. V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de Las Ciencias**. v1, n. 13, 1995.

PERIN, A.P.; CAMPOS, C.R. A competência crítica em Metodologias Ativas: uma abordagem por meio de Modelagem Matemática. **Pesquisa e Ensino**, v.1, p.1-24, out./2020.

RAVIOLO, A; Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 25, n.3 , 2007.

ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. **Journal of Curriculum Studies**, v. 34, n. 1, 2002.

SILVA, J; SILVA, C. S; AMARAL, E. M. R; Uma Análise de Estratégias Didáticas e Padrões de Interação Presentes em Aulas sobre Equilíbrio Químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 17, n. 3, 2017.

SILVA, F. C. et al; Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, n. u, e21061, 2021.

TOMIO, D.; GRIMES, C.; RONCHI, D.L.; PIAZZA, F.; REINICK, K; PECINE, V. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? *Revista*

Caderno Pedagógico, v.10 n.1, 2013. Acesso em 16 julho, 2023, <http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/869/858>

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

UEHARA, F. M. G; **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico**. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

YIN, R;. **Case Study Research: design and methods**. Beverly Hills: **Sage Publisher**, 1985.