

# Problemas de concentração comum de soluções e o campo conceitual multiplicativo: uma análise em livros didáticos de química

Adriéli Mazurek Cieslak<sup>1</sup>

Veridiana Rezende<sup>2</sup>


Marli Schmitt Zanella<sup>3</sup>

**Resumo:** A presente investigação teve como objetivo analisar e classificar, de acordo com a teoria dos Campos Conceituais, situações-problema de Concentração Comum de Soluções presentes em livros didáticos de Química. Para as análises, foram consideradas as seis obras de Química aprovadas pelo PNLD 2018 e selecionados o volume do 2º ano de cada uma delas, por contemplarem o conteúdo de Concentração Comum de Soluções. As análises da pesquisa, realizadas à luz da teoria dos Campos Conceituais, mostraram que as situações de Concentração Comum estão associadas ao Campo Conceitual Multiplicativo e são classificadas como Proporção Simples. Também foi identificado que as situações podem sofrer variações em subclasses: Partição, Multiplicação Um para Muitos, Cota e Quarta Proporcional. Por conseguinte, os resultados mostraram que as situações-problema de Concentração Comum de Soluções são apresentadas nos livros didáticos analisados por meio de contextos próximos à realidade dos estudantes, e que noções matemáticas como multiplicação, divisão, operações com números decimais, frações, proporção, volume e conversão de unidades de medida, assim como diferentes representações matemáticas, tais como algébrica, numérica, tabular, gráfica e a língua natural, são essenciais para a resolução de situações-problema de Concentração Comum na disciplina de Química.

**Palavras-chave:** Química. Matemática. Estrutura Multiplicativa. Proporção Simples.

## Problems of common concentration of solutions and the multiplicative conceptual field: an analysis in chemistry textbooks

**Abstract:** The present investigation aimed to analyze and classify problem situations of Common Concentration of Solutions present in Chemistry textbooks, according to the theory of Conceptual Fields. For the analyses, the six Chemistry works approved by the PNLD 2018 were considered and the volume of the 2nd year of each work was selected, as they include the content of Common Concentration of Solutions. The research analyses, carried out in the light of the Conceptual Fields theory, showed that situations of Common Concentration are associated with the Multiplicative Conceptual Field and are classified as Simple Proportion. It was also identified that situations may vary in subclasses: Partition, One-to-Many Multiplication, Quota and Fourth Proportional. Therefore, the results showed that the problem situations of Common Concentration of Solutions are presented in the textbooks analyzed through contexts close to the reality of the students and that mathematical notions such as multiplication, division, operations with decimal numbers, fractions, proportion, volume and conversion of measurement units, as well as different mathematical representations,

<sup>1</sup> Professora da rede estadual – Paraná e Santa Catarina, Brasil. ✉ [adrieli\\_mazurek@yahoo.com.br](mailto:adrieli_mazurek@yahoo.com.br)  <https://orcid.org/0000-0003-0628-0421>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Paraná – Paraná, Brasil. ✉ [rezendeveridiana@gmail.com](mailto:rezendeveridiana@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-4158-2196>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá – Paraná, Brasil. ✉ [marlischmitt@gmail.com](mailto:marlischmitt@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-1621-9934>.

such as algebraic, numerical, tabular, graphic and natural language are essential for solving Common Concentration problem situations in Chemistry.

**Keywords:** Chemistry. Math. Multiplicative Structure. Simple proportion.

## **Problemas de concentración común de soluciones y le campo conceptual multiplicativo: un análisis en los libros de texto de química**

**Resumen:** La presente investigación tuvo como objetivo analizar y clasificar situaciones problema de Concentración Común de Soluciones presentes en los libros de texto de Química, según la teoría de los Campos Conceptuales. Para los análisis se consideraron los seis trabajos de Química aprobados por el PNLD 2018 y se seleccionó el volumen del 2º año de cada trabajo, ya que incluyen el contenido de Concentración Común de Soluciones. Los análisis de la investigación, realizados a la luz de la teoría de los Campos Conceptuales, mostraron que las situaciones de Concentración Común están asociadas al Campo Conceptual Multiplicativo y son clasificadas como de Simple Proporción. También se identificó que las situaciones pueden variar en las subclases: Partición, Multiplicación Uno a Muchos, Cuota y Cuarto Proporcional. Por lo tanto, los resultados mostraron que las situaciones problema de Concentración Común de Soluciones se presentan en los libros de texto analizados a través de contextos cercanos a la realidad de los estudiantes y que nociones matemáticas como multiplicación, división, operaciones con números decimales, fracciones, proporción, volumen y la conversión de unidades de medida, así como diferentes representaciones matemáticas, como el lenguaje algebraico, numérico, tabular, gráfico y natural, son esenciales para resolver situaciones de problemas de Concentración Común en Química.

**Palabras clave:** Química. Matemáticas. Estructura multiplicativa. Proporción simple.

### **1 Introdução**

No Brasil, a disciplina de Química prevê o estudo do conteúdo de Concentração Comum de Soluções na segunda série do Ensino Médio. Já o ensino de conceitos básicos de matemática, a exemplo das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, conversão entre unidades de medida, volume, números decimais, entre outros associados a esse conteúdo químico, é previsto durante o Ensino Fundamental (PARANÁ, 2008).

De acordo com Scott (2012), a habilidade em matemática está intrinsecamente relacionada ao desempenho dos estudantes em cálculos químicos. Para o autor, o principal motivo de dificuldades na resolução de tarefas de química é a falta de entendimento de noções matemáticas básicas, como divisão, multiplicação, conversão de números decimais e de unidades de medida, principalmente quando usadas em conjunto com frações ou proporções. Assim, se as habilidades matemáticas dos estudantes não são bem compreendidas, elas podem dificultar a compreensão dos estudantes em outras disciplinas, a exemplo da Química.

Para Gungstone e Champagne (1990), estudantes que apresentam dificuldades na compreensão de conceitos básicos de matemática transferem para a química a visão de difícil compreensão daquela disciplina, já que as operações matemáticas, a exemplo de multiplicação e divisão, são utilizadas no desenvolvimento do conteúdo químico de Concentração Comum de Soluções. Em sala de aula, o conteúdo de soluções geralmente é ensinado com ênfase nos cálculos e nas aplicações de fórmulas, sem relações com a vida cotidiana. Dessa forma, há valorização dos aspectos quantitativos que estão relacionados às fórmulas e cálculos matemáticos (NIEZER *et al.*, 2015; 2016).

Vergnaud (2009a), pesquisador francês, defende que um conceito não pode ser estudado isoladamente, pois diversos outros conceitos, propriedades, representações simbólicas, associados a diferentes situações, estão interligados, no que o pesquisador denomina Campo Conceitual. Nessa direção de estudo de um conceito a partir de um campo conceitual, e considerando a necessidade de representação e de conceitos matemáticos para a compreensão de conteúdos de química, lançamos um olhar para as situações-problema de Concentração Comum de Soluções presentes em livros didáticos brasileiros de Química do Ensino Médio, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD (2018).

A Concentração Comum de Soluções é expressa por uma razão entre a massa do soluto e o volume de uma solução, o que permite associá-la ao Campo Conceitual Multiplicativo. Vergnaud (2009a) estabelece o Campo Conceitual Multiplicativo como um conjunto de situações associadas ao conceito de multiplicação, requerendo, para a sua resolução, vários outros conceitos, procedimentos e representações simbólicas, que estão em conexão uns com os outros.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa de Mestrado da primeira autora, que teve como objetivo de analisar e classificar situações-problema de Concentração Comum de Soluções presentes em livros didáticos de Química, com respaldo na Teoria dos Campos Conceituais. Dessa forma, este artigo apresenta, no primeiro momento, a teorização que sustenta a análise para, na sequência, apresentar o resultado geral de toda a análise desenvolvida.

## **2 O Campo Conceitual da Estrutura Multiplicativa**

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) foi proposta por Vergnaud (2009a), tendo como gênese a Teoria Piagetiana e o legado de Vygotsky. Tais origens são evidenciadas pela importância atribuída à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo domínio de um campo conceitual pelos estudantes.

A TCC se interessa pelas diferentes situações-problema associadas a um conceito, desenvolvidas gradualmente no processo escolar que, por consequência, envolvem outros conceitos e esquemas que são exigidos do estudante para resolver de maneira adequada as situações abordadas, assim como palavras e símbolos que podem representar os conceitos de forma eficaz (VERGNAUD, 1996b).

Ainda que não se trate especificamente de uma teoria didática, ela traz contribuições e implicações para a didática. Vergnaud (1996a) supõe que a essência do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização; logo, deve-se dar atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e à análise das situações para as quais os estudantes desenvolvem seus esquemas, na escola ou fora dela. Por esquema, Vergnaud (1996a) compreende a forma invariante da organização da atividade pelo sujeito.

Vergnaud (1993) menciona que o funcionamento cognitivo dos estudantes envolve operações que se automatizam progressivamente a partir de diferentes experiências e situações vivenciadas no decorrer do processo de escolarização. Desse modo, o sujeito constrói, na ação, novos esquemas, que podem ser reelaborados a cada situação vivenciada pelo estudante.

Para Vergnaud (1990), o desenvolvimento cognitivo se dá principalmente por meio de um vasto repertório de esquemas, que são elaborados pelos sujeitos ao enfrentar e dominar as várias situações que lhes são apresentadas.

A TCC proporciona ao professor um olhar para o modo de seleção e organização de situações que permitem proporcionar aprendizagens aos estudantes, ao mesmo tempo que possibilitam a análise do desenvolvimento dos sujeitos em um determinado campo conceitual (VERGNAUD, 2009b). Deste modo, entende-se o professor como mediador, organizando as situações para serem vivenciadas pelo aluno.

Os Campos Conceituais são unidades de estudo frutíferas, capazes de dar sentido aos problemas e às observações feitas em relação à conceitualização. Assim,

um campo conceitual significa “[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição” (VERGNAUD, 1982, p. 40, tradução nossa).

Os conceitos são tão essenciais na TCC que recebem uma definição do ponto de vista psicológico. Vergnaud (1982; 1990; 1993) define conceito como um triplete de conjuntos,  $C=(S, I, R)$ , em que S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto; e R é um conjunto de representações matemáticas (língua natural, gráficos, diagramas, sentenças formais etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas.

Vergnaud (1996b) defende que um sujeito aprende e se desenvolve, no decorrer do processo escolar, a partir de diferentes situações vivenciadas. Para diferenciar as situações, o pesquisador entende que não basta variar o contexto e/ou suas representações, mas que é necessário diversificar a estrutura das situações, pois elas possibilitam novos esquemas de resolução pelos estudantes, ou seja, diversificar a estrutura das situações proporciona novas formas de organização da atividade e novas aprendizagens aos estudantes.

Partindo da importância da diversidade de situações associadas ao mesmo conceito, o autor estabeleceu dois campos conceituais - o das estruturas aditivas e o das estruturas multiplicativas, que foram bem difundidos na comunidade acadêmica. Cada um desses campos conceituais consiste em classes de situações bem definidas, que demandam dos estudantes esquemas próprios para as suas resoluções. Para cada classe, Vergnaud (2009a) apresenta um esquema sagital que representa a estrutura da situação e auxilia na identificação de sua classificação.

Portanto, é essencial diferenciar as classes de problemas propostas aos estudantes, relativas a um mesmo conceito, no decorrer do processo escolar, para que novos esquemas e novos invariantes operatórios sejam desenvolvidos pelos estudantes.

A presente pesquisa se interessa pelo Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas, pois ele está associado ao conceito de concentração comum de soluções. Os problemas das Estruturas Multiplicativas são estabelecidos como o conjunto das situações que envolvem uma (ou mais) multiplicação e/ou divisão. Tais situações são bem definidas e consistem em duas grandes classes, Isomorfismo de Medidas e Produto de Medidas (VERGNAUD, 2009b).

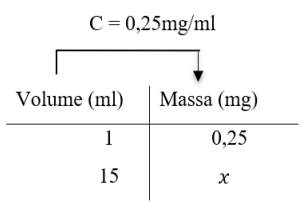
O Isomorfismo de Medidas é uma relação quaternária que ocorre entre quatro quantidades, relacionadas duas a duas, de mesma grandeza, em que são dadas três quantidades e procura-se pela quarta. O isomorfismo de medidas é formado por três classes: proporção simples, proporção dupla e proporção múltipla (VERGNAUD, 2009a).

O Campo Conceitual Multiplicativo é vasto; assim, dentre as muitas classes de situações envolvidas nesse campo, enfocamos as relações quaternárias, classe *proporção simples*, pois nossas análises mostraram serem estas relações associadas aos problemas de Concentração Comum de Soluções de Química.

A classe de Proporção simples pertence à relação quaternária, pois envolve uma relação entre quatro quantidades, sendo duas de um tipo e as outras duas de outro tipo, ou, ainda, uma simples proporção direta entre duas variáveis do tipo pessoas e objetos, bens e custos, tempo e distância, entre outras.

Apresentamos a seguir o Quadro 1, que contém situações-problema de concentração comum de soluções, seu respectivo esquema sagital e sua classificação.

Quadro 1 - Subclasses de proporção simples e situações de concentração comum de soluções

Situação-problema	Esquema Sagital	Classe/subclasse						
Qual a massa de nafazolina para um frasco de cloridrato de nafazolina (0,25mg/ml) contendo 15 ml?	$C = 0,25\text{mg/ml}$  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: none;">Volume (ml)</td> <td style="border: none;">Massa (mg)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">1</td> <td style="border: none;">0,25</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">15</td> <td style="border: none;">x</td> </tr> </table>	Volume (ml)	Massa (mg)	1	0,25	15	x	Proporção Simples – Multiplicação um para muitos
Volume (ml)	Massa (mg)							
1	0,25							
15	x							

<p>Calcule a concentração de uma solução de medicamento com volume de 20ml, que possui 300mg de diclofenaco de potássio.</p>	<p style="text-align: center;">C = desconhecida</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volume (ml)</td> <td style="text-align: center;">Massa (mg)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> </table>	↓		Volume (ml)	Massa (mg)	1	x	20	300	<p>Proporção Simples – Partição</p>
↓										
Volume (ml)	Massa (mg)									
1	x									
20	300									
<p>Calcule o volume de uma solução que possui 100 g de um sal com concentração de 2g/ml.</p>	<p style="text-align: center;">C = 2g/ml</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volume (ml)</td> <td style="text-align: center;">Massa (g)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> </table>	↓		Volume (ml)	Massa (g)	1	2	x	100	<p>Proporção Simples – Cota</p>
↓										
Volume (ml)	Massa (g)									
1	2									
x	100									
<p>O leite é um alimento rico em cálcio. Sabendo que em 200 ml de leite há 335 mg de Cálcio ingerida, em mg, por um indivíduo que consome diariamente 600 ml de leite.</p>	<p style="text-align: center;">C = 1,675mg/ml</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volume (ml)</td> <td style="text-align: center;">Massa (mg)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">335</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> </table>	↓		Volume (ml)	Massa (mg)	200	335	600	x	<p>Proporção Simples – Quarta proporcional</p>
↓										
Volume (ml)	Massa (mg)									
200	335									
600	x									

Fonte: As autoras, baseadas em Cieslak (2021)

Os quatro exemplos apresentados no Quadro 1 mostram que os problemas de Concentração Comum de Solução podem ser classificados de acordo com as classes do Campo Multiplicativo (VERGNAUD, 2009a). Mais especificamente, a presente pesquisa mostra que os problemas de Concentração Comum de Solução são do tipo proporção simples, apresentando a variedade de suas quatro subclasses (GITIRANA *et al.*, 2014): um para muitos, partição, cota e quarta proporcional.

Nota-se ainda que os esquemas sagitais apresentados no Quadro 01 são distintos, pois a posição da incógnita 'x' é distinta em cada um desses esquemas. Por consequência, para cada uma das subclasses apresentadas, os cálculos matemáticos a serem realizados pelos estudantes em busca do valor de 'x' são diferentes, sendo que a própria interpretação do enunciado demanda raciocínios diferentes entre situações pelos estudantes. Ou seja, classes e/ou subclasses diferentes proporcionam aos estudantes a elaboração de novos esquemas, e, portanto, possibilitam novas aprendizagens.

Nesse sentido, considerando: a importância da diversidade de situações relacionadas a um mesmo conceito; que problemas de concentração comum de soluções podem ser classificados de acordo com as subclasses de proporção simples;

e que, segundo Costa e Alleinato (2010), o livro didático tem a função de contribuir com a aprendizagem e constitui material de apoio para as práticas pedagógicas dos professores, justificamos o desenvolvimento desta pesquisa, que tem a intenção de *analisar situações-problema de concentração comum de soluções presentes em livros didáticos de Química*.

### 3 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é caracterizada como qualitativa, e os dados foram analisados utilizando a abordagem subjetiva, procurando compreender os fatos levantados para, então, associá-los ao objeto de estudo. A pesquisa qualitativa responde a questões particulares, ocupando-se, nas Ciências Humanas, com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, abordando o universo amplo de significados, de motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (DESLANDES *et al.*, 2009).

Tendo como foco o estudo de situações-problema de Concentração Comum de Soluções, utilizamos como fonte documental os livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD para o ano de 2018, objetivando extrair deles informações necessárias para responder à seguinte questão de pesquisa: *Como se caracterizam as situações-problema de Concentração Comum de Solução em livros didáticos de Química do Ensino Médio?* No Quadro 2, apresentamos as obras selecionadas para a análise.

Quadro 2 - Relação de obras de Química

Nº	Código	Coleção	Autores
1	0020P18123	Química	FONSECA, M. R. M.
2	0153P18123	Vivá – Química	NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T.
3	0185P18123	Química	CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTTI P. B.
4	0206P18123	Química Cidadã	SANTOS, W. L. P. MOL, G.
5	0041P18123	Química	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.
6	0074P18123	Ser Protagonista	LISBOA, J. C. F.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Com objetivo de apresentar um panorama geral dos tipos de situações-problema de Concentração Comum de Soluções propostos em livros didáticos de Química do Ensino Médio, optamos por investigar as seis obras aprovadas pelo PNLD 2018, especificamente o volume 2 de cada uma delas, que é destinado à 2ª série do

Ensino Médio, pois é nesse volume que são abordados os conceitos pertinentes à Concentração Comum de Soluções.

Diante de uma análise qualitativa dos livros didáticos indicados no Quadro 1, constatamos que os problemas sobre Concentração Comum de Soluções envolviam ideias matemáticas pertencentes ao Campo Conceitual Multiplicativo, podendo ser classificados como Proporção Simples e suas respectivas subclasses.

Para esta investigação, analisamos a estrutura de cada problema resolvido e proposto, de Concentração Comum de Soluções, apresentando seu esquema sagital, classificação, representações no enunciado, contextos envolvidos no enunciado, ideias e conceitos matemáticos presentes nas resoluções das situações.

Ao fazer a seleção desses problemas nos diferentes livros didáticos para a apresentação neste artigo, optamos por elencar os que representam situações com diferentes classificações de Proporção Simples. Em outras palavras, para cada livro analisado, apresentamos a análise de um problema de determinada classe, com vistas a evitar repetições de classes nas análises. Os problemas apresentados variam entre exemplos resolvidos e problemas propostos aos estudantes, sendo apresentado o esquema sagital para os problemas propostos.

#### **4 Análise dos dados**

As análises e discussões apresentadas nessa seção estão organizadas a partir de cada uma das obras selecionadas e indicadas no Quadro 2, e, de acordo com o objetivo proposto nesse estudo, propõem-se a analisar e classificar situações-problema de Concentração Comum de Soluções presentes em livros didáticos de Química, de acordo com teoria dos Campos Conceituais.

##### *Obra 1: Química no Ensino Médio*

A primeira obra analisada é de autoria de Martha Reis Marques da Fonseca. O conteúdo de Concentração Comum de Soluções é contemplado na Unidade 2 – Poluição de Água, Capítulo 4 - Estudo de Soluções, abrangendo as páginas 63 até 97. O conteúdo específico de Concentração Comum de Soluções está presente na seção Relações entre Sóluto e Soluções.

Ao abordar o conteúdo de Concentração Comum de Soluções, Fonseca (2016) inicia a seção com o conceito de Concentração, e contextualiza com informações referentes à composição química da água mineral de uma marca específica. Em

seguida, a autora traz um problema resolvido, conduzindo à resolução por meio da fórmula de Concentração Comum de Soluções. Tal problema é classificado como *Multiplicação um para Muitos*.

Além do problema resolvido, a autora propõe seis problemas para resolução pelos estudantes, apresentando números naturais e decimais, três situações que requerem conversão de unidade de medidas de capacidade, e uma conversão de unidade de medidas de massa. Quatro das situações são apresentadas em forma de enunciado em língua natural, e duas delas se apresentam acompanhadas de apoio visual em forma de tabela. No Quadro 3, apresentamos um dos problemas propostos para a resolução.

Quadro 3 – Problema P1

O soro caseiro consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (3,5 g/L) e de sacarose (11 g/L). As massas de cloreto de sódio e de sacarose necessárias para se preparar 500 mL de soro caseiro são, respectivamente:

- a) 17,5 g e 55 g.
- b) 175 g e 550 g.
- c) 1 750 mg e 5 500 mg.
- d) 17,5 mg e 55 mg.
- e) 175 mg e 550 mg.

Fonte: Fonseca (2016, p. 72).

O problema apresentado no Quadro 3 traz duas questões, duas situações distintas com contexto relacionado à medicação. Os dados são apresentados em língua natural, e os valores numéricos da concentração e do volume são apresentados em números naturais e decimais, sendo necessário realizar conversão de unidade de medidas de capacidade de L para mL e, ao final, a conversão de unidade de medidas de massa.

O esquema sagital de um problema de proporção simples envolve a correspondência de dois tipos de medidas distintas. No caso do Problema P1, as grandezas envolvidas são volume e massa. Especificamente para problemas que envolvem Concentração Comum de Soluções, fundamentado em Vergnaud (2009a), nossos estudos mostram que a Concentração Comum de Soluções, dada por  $C = m/V$ , é o operador-função que permite passar de uma categoria à outra (VERGNAUD, 2009a), portanto, a concentração  $C$  (gramas/litro) permite passar de Volume (L) para Massa (g).

O esquema sagital para a situação-problema de Cloreto de Sódio - P1 é:

$$C = 3,5g/L$$

Volume (L)	Massa (g)
1	3,5
0,5	$x$

A concentração comum dada no problema representa o operador-função  $C = 3,5g/L$ , que permite identificar a massa (gramas) em 1 L de volume de uma concentração qualquer. Ou seja,  $C = 3,5g/L$  permite identificar a massa correspondente ao volume tanto em 1 L de solução como em 0,5L dessa mesma solução.

A partir do esquema sagital, temos as seguintes relações e cálculos matemáticos para identificar a massa necessária para uma concentração com 0,5L:

$$1L \rightarrow 3,5g$$

$$0,5L \rightarrow x$$

Ou seja,

$$x \times 1L = 3,5g \times 0,5L$$

$$x = 3,5g \times \frac{0,5L}{1L} = 1,75g$$

Dessa maneira, observamos que a massa de Cloreto de Sódio para uma solução que possui 0,5L de Volume e Concentração de 3,5g/L corresponde a 1,75g de Cloreto de Sódio, respondendo à primeira pergunta do Problema.

Em relação à situação-problema de Sacarose – P1, o esquema sagital é dado por:

$$C = 11g/L$$

Volume (L)	Massa (g)
1	11
0,5	$x$

Com base nos esquemas sagitais apresentados para o Cloreto de Sódio e para a Sacarose, podemos identificar as duas Situações do Problema P1 como Proporção Simples Multiplicação Um para Muitos.

Nessa situação, a concentração comum é conhecida; ela representa o operador-função  $C = 11g/L$ , que também é utilizado para identificar a massa (gramas) em 1 L de volume de uma concentração qualquer. Deste modo,  $C = 11g/L$  permite identificar não só a massa correspondente ao volume em 1L de solução, mas também em 0,5L desta solução.

A partir do esquema sagital, temos as seguintes relações e cálculos matemáticos para identificar a massa necessária para uma concentração com 0,5L:

$$\begin{aligned} 1L &\rightarrow 11g \\ 0,5L &\rightarrow x \end{aligned}$$

Ou seja,

$$\begin{aligned} x \times 1L &= 11g \times 0,5L \\ x &= 11g \times \frac{0,5L}{1L} = 5,5g \end{aligned}$$

Sendo assim, observamos que a massa para uma solução que possui 0,5L de Volume e Concentração de 11g/L corresponde a 5,5g de Sacarose, respondendo à segunda pergunta do Problema.

### Obra 2: *Vivá Química*

A obra 2, de autoria de Vera Lucia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes, traz o conteúdo de Concentração Comum de Soluções no capítulo dois, intitulado Unidades de Concentração. O conteúdo de Soluções tem início na página 36 e vai até a página 53 do livro, e a seção Concentração em gramas por litro é destinada ao conteúdo específico de Concentração Comum de Soluções. Nessa seção, são dedicadas duas páginas para a apresentação do conteúdo em questão.

Novais e Antunes (2016) abordam, a princípio, o conceito de Concentração; trazem então a generalização da fórmula e apresentam sete problemas propostos contextualizados para serem resolvidos, envolvendo números naturais e decimais, como no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Problema P2

Os exercícios 1 e 2 baseiam-se nesta informação: certo vinagre contém 3% em massa de ácido acético; sua densidade é de 1g/ml. Calcule a concentração desse vinagre em g/L.

Fonte: Novais e Antunes (2016, p. 43)

O problema representado no Quadro 4 é o primeiro a ser proposto aos estudantes, e seu contexto trata da concentração do ácido acético.

As grandezas envolvidas no problema 1 são Volume e Massa. Nesse problema, a razão entre o Volume e a Massa ( $x = 3/100$ ) é o número 0,03.

Razão = 0,03	
Volume (mL)	Massa (g)
100	3
1000	x

Nota-se, no esquema sagital, que a razão foi calculada pela divisão da Massa pelo Volume. Assim, temos as seguintes relações e cálculos matemáticos:

$$100\text{mL} \rightarrow 3\text{g}$$

$$1000\text{mL} \rightarrow x$$

Ou seja,

$$x \times 100\text{mL} = 3\text{g} \times 1000\text{mL}$$

$$x = \frac{3\text{g} \times 1000\text{mL}}{100\text{mL}}$$

$$x = 30\text{g}$$

A partir do esquema sagital, observamos que o Problema P2 é passível de ser classificado como Proporção Simples – Quarta Proporcional.

Desse modo, verificamos que a concentração desse vinagre é de 30g/1000mL, ou seja, 30 g/L.

### Obra 3: Química 2 – Ensino Médio

A obra é de autoria de Carlos Alberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello e Patricia Barrientos Proai. O conteúdo de Concentração Comum de Soluções encontra-se no Capítulo 1, intitulado Água Potável: propriedades físicas e químicas e processos de obtenção, e compõe o tema 02 - As Principais Formas de expressar as concentrações dos Solutos nas Soluções. O conteúdo é iniciado na página 25 e encerrado na página 36 do livro. O conteúdo específico de Concentração Comum de Soluções está na seção Expressando Concentrações em gramas por litro e em Quantidade de Matéria, a qual tem uma página dedicada a ele.

Ao expor o início do conteúdo de Concentração Comum de Soluções, os autores discorrem sobre o exemplo da água mineral. O quadro 5 apresenta o problema P3, proposto pelos autores para ser resolvido pelos estudantes. A situação compreende três itens para resolução e traz as informações no formato de tabela.

Quadro 5: Problema P3

Calcule a concentração de uma solução que tem volume de 2,0 L e possui 10,0 g de soluto.

Fonte: Ciscato *et al.* (2016, p. 35)

O problema representado no Quadro 5 é o quarto problema proposto no livro, e, em seu contexto, trata da concentração de uma solução que não é definida. As grandezas envolvidas são massa e volume, sendo necessária a resolução por meio da divisão entre o valor da massa pelo valor do volume para encontrar o valor da concentração.

Considerando as informações do Problema P3, pode-se construir o seguinte esquema sagital:

C = desconhecida.

Volume (L)	Massa (g)
1	x
2,0	10,0

A partir do esquema sagital, notamos que o problema é classificado como Proporção Simples Partição.

Para esse problema, a partir da análise horizontal, identificamos o valor do operador-função. No entanto, precisamos olhar para o escalar 2, que, na mesma grandeza, faz passar o volume de 2 L para 1 L. De modo análogo, se observarmos a grandeza massa e aplicarmos o mesmo escalar 2, obtemos  $x = 5g$ .

Assim, temos as seguintes relações e cálculos matemáticos:

$$\begin{aligned} 1L &\rightarrow x g \\ 2,0L &\rightarrow 10,0g \end{aligned}$$

Ou seja,

$$\begin{aligned} x \times 2,0L &= 10,0g \times 1L \\ x &= \frac{10,0g \times 1L}{2,0L} \\ x &= 5gx = 5g/L \end{aligned}$$

#### Obra 4: Química Cidadã

A quarta obra é de autoria de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson Mol, e, nela, o conteúdo de Concentração Comum de Soluções encontra-se no volume dois da coleção e faz parte do Capítulo 2, intitulado *Cálculos Químicos – Estequiometria e Soluções*, presente nas páginas 41 a 98 do livro. O conteúdo específico de Concentração Comum de Soluções encontra-se na seção Concentração e Composição - item Concentração em Massa, que tem uma página destinada ao assunto.

No início da seção, os autores trazem o conceito de Concentração em massa e expõem a respectiva fórmula; logo após, demonstram um problema resolvido sobre a Concentração em massa do cloreto de sódio no soro fisiológico. Na sequência, exibimos um dos problemas propostos, que apresenta uma única questão, situação passível de ser classificada como Proporção Simples Cota, conforme o Quadro 6.

## Quadro 6: Problema P4

Um analgésico em gotas, deve ser ministrado na quantidade de 3 mg por quilograma de peso corporal, não podendo exceder 200 mg por dose. Cada gota contém 5 mg de analgésico. Quantas gotas deverão ser ministradas a um paciente de 80 kg?

Fonte: Santos e Mol (2016, p. 75)

O problema exposto no Quadro 6 corresponde ao terceiro problema proposto para resolução no livro didático de Santos e Mol (2016). O contexto da situação refere-se à dosagem de medicamento conforme massa corporal. Os valores numéricos apresentados estão em números naturais.

Resolução:

$m$  (analgésico) = (3 mg analgésico/kg) x (80kg) = 240mg - ou seja, acima da dosagem máxima de 200mg. Portanto, a dosagem máxima a ser administrada será de 200mg.

Considerando as informações do Problema, temos o seguinte esquema sagital.

Razão = 5mg/gota	
↓	↓
Volume (gotas)	Massa (mg)
1	5
$x$	200

A partir do esquema sagital, observamos que o Problema P4 pode ser classificado como Proporção Simples – Cota, e, nele, temos as seguintes relações e cálculos matemáticos:

$$5x = 200$$

$$x = 40$$

Encontramos assim o valor de 40 gotas.

Ao realizar a análise da variedade das classes elencadas na obra 4, percebemos que os autores não apresentam situações-problema que contemplem todas elas, pois não identificamos situação de Multiplicação um para muitos. Foram identificadas somente duas situações-problema de Cota e três de Quarta proporcional, e as que aparecem em maior número foram as situações de Partição, com seis situações-problema, totalizando onze situações-problema sobre o conteúdo de Concentração Comum de Soluções.

As situações-problema de Concentração Comum de Soluções apresentadas por Santos e Mol (2016) apresentam ideias e conceitos matemáticos como

Multiplicação, Divisão, Unidades de medida de massa e capacidade, Números decimais, Conversão de unidades de medida de capacidade e interpretação de tabela.

### Obra 5: Química – Ensino Médio

A obra Química – Ensino Médio é de autoria de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado e, nela, o conteúdo de Concentração Comum de Soluções faz parte do Capítulo 1 - Soluções e Solubilidade, ocupando as páginas 10 a 46 do livro. O conteúdo de Concentração Comum de Soluções está na seção Estudando Concentração de Soluções, parte B – Expressando Concentrações. Os autores não trazem um problema de Concentração Comum de Soluções resolvido, apenas mostram uma contextualização da água mineral e induzem a uma reflexão, fazendo um questionamento para representar a concentração em g/L no 3º item, sendo ele classificado como Partição, conforme enunciado na Figura 1.

Figura 1: Problema P5 Proporção Simples – Partição

**INVESTIGAÇÃO**

A seguir, reproduzimos as informações de um rótulo de embalagem de água mineral. As perguntas das partes A, B e C referem-se a essas informações e devem ser respondidas em grupo.

**RÓTULO DE ÁGUA MINERAL**

**Composição química provável (em mg/L):**  
 Sulfato de bário: 0,61; sulfato de estrôncio: 0,10; sulfato de cálcio: 3,42; bicarbonato de cálcio: 106,5; bicarbonato de magnésio: 53,49; bicarbonato de potássio: 58,86; bicarbonato de sódio: 92,78; nitrato de sódio: 1,37; cloreto de sódio: 0,33; fluoreto de sódio: 0,04; óxido de ferro: 0,07; óxido de manganês: 0,24; óxido de alumínio: 0,18; óxido de silício: 16,20; gás carbônico: 2 554,20.

**Características físico-químicas:**  
 Aspecto *in natura* e após fervura: límpido e incolor; odor a frio e a quente: nenhum; temperatura da água na fonte: 20 °C; pH a 25 °C = 5,9; condutividade a 25 °C =  $3,95 \times 10^{-4}$  mohm/cm (miliohm por centímetro); resíduo de evaporação a 180 °C = 220,0 mg/L.

Água mineral gaseificada artificialmente com gás natural.

**PARTE A – Analisando a composição química**

- >1ª Sob que forma as diversas substâncias se encontram na água mineral?
- >2ª Desenhem um modelo que represente a constituição da água mineral.
- >3ª As concentrações aqui são expressas em mg/L. Por que optou-se por essas unidades? Seria possível expressá-las de outra forma? Escolham algumas das concentrações e representem-nas em g/L e em % p/V.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 30)

O esquema sagital para essa situação de partição é o mesmo já apresentado para o Problema P3 na análise da obra 3. A situação-problema está exposta apenas pelo enunciado em língua natural, propondo que o estudante indique algumas das concentrações em g/L que ele mesmo já apresenta, mas também em mg/L, requerendo a conversão de unidade de medidas de massa.

Na sequência, Mortimer e Machado (2016) trazem uma nova contextualização sobre o preparo de uma solução de dicromato de potássio, e, em seguida, apresentam uma relação de seis problemas a serem resolvidos pelos estudantes.

### Obra 6: *Ser Protagonista: Química*

A obra 6, de autoria de Julio Cesar Foschini Lisboa, aborda o conteúdo de Concentração Comum de Soluções na Unidade 1, intitulada Soluções. O capítulo 1, com o título Dispersões, Coloides, Suspensões e Soluções, estende-se das páginas 10 a 31 do volume.

Ao introduzir a Concentração Comum de Soluções, o autor enuncia que a relação entre a quantidade de soluto e a quantidade de solução determina a concentração. Em seguida, traz um exemplo de preparo de um suco, indicando a relação entre a quantidade de açúcar e a de suco: ao se acrescentar mais soluto, no caso, o açúcar, a solução ficará mais concentrada, ou seja, mais doce.

Em seguida, Lisboa (2016) apresenta o conceito de Concentração em Massa, demonstra a fórmula e um problema resolvido. Além desse exemplo resolvido, são propostos no volume analisado nove problemas para resolução pelos estudantes. Todos os problemas, sejam resolvidos ou propostos, são contextualizados. Eles são propostos em língua natural, envolvendo números naturais e decimais, seguidos de suas respectivas unidades de medida. Duas situações-problema apresentam dados numéricos por meio de tabela, e uma situação faz uso de uma imagem como apoio visual, como representado na Figura 2.

Figura 2: Problema P6: Proporção Simples – Partição

O soro fisiológico caseiro – uma solução aquosa de açúcar e sal de cozinha – é utilizado em casos de desidratação, por exemplo, quando uma pessoa perde água por meio de vômitos e diarreia. Ele pode ser preparado com as colheres de medida fornecidas em alguns postos de saúde. Observe a imagem abaixo.

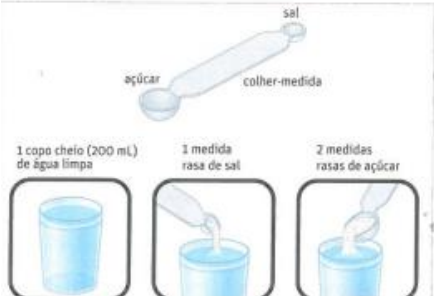
Na ausência de colheres de medida, o soro caseiro pode ser preparado da seguinte forma:

- dissolva 1 colher de sopa rasa de açúcar e 1 colher de café rasa de sal de cozinha em um copo com água;
- transfira a solução para um recipiente graduado e complete com água até 1 litro.

Depois de preparado, o soro precisa ser provado antes de ser dado à pessoa, e o gosto não deve ser mais salgado do que a lágrima.

Considerando que uma colher de sopa rasa de açúcar contenha 12 g desse soluto, e que uma colher de café rasa de sal de cozinha contenha 5 g desse sal, responda aos itens a seguir.

a) Calcule a concentração em massa de sal e de açúcar no soro fisiológico caseiro.



Fonte: Lisboa (2016, p. 29)

Para a situação-problema retratada na Figura 2, não apresentamos o esquema sagital de Vergnaud, pois para essa situação destacamos o apoio visual; o Esquema Sagital para a subclasse de Partição é apresentado na análise da Obra 3 para o Problema P3.

Observa-se que a imagem de apoio visual, Figura 2, auxilia na interpretação da situação-problema, pois retoma as informações com destaque, relacionando-as com objetos do cotidiano (copo e colher-medidora). Analisamos então que os apoios visuais, como o apresentado na figura acima, auxiliam na interpretação da situação, no desenvolvimento de estratégias e na utilização de conceitos apropriados para a resolução. Ainda no que tange aos enunciados dos problemas propostos pelo autor, três situações-problema requerem conversão de unidades de medida, sendo duas delas de volume, e uma de massa e volume.

### *Análise geral das obras*

Ao finalizar a análise dos livros didáticos, notamos que as situações-problema exibem variedade em relação à classificação de acordo com a TCC, predominando, no entanto, e com ênfase, Partição. O tipo partição, além de ser o que aparece com mais frequência nas situações analisadas, também é o que consta em maior quantidade nos seis livros analisados. Dos quarenta e um problemas resolvidos e propostos, que totalizam sessenta e nove questões com situações-problema distintas de Concentração Comum de Soluções, treze pertencem à classificação Multiplicação um para muitos; oito são de Cota; quinze, de Quarta proporcional; e trinta e três caracterizam-se como Partição, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Situações-problema em cada livro didático de acordo com a classificação do Campo Conceitual Multiplicativo – Proporção Simples

	Multiplicação um para muitos	Partição	Cota	Quarta proporcional	Total
Fonseca	3	6	1	1	11
Mortimer e Machado	1	8	-	-	9
Lisboa	6	7	2	9	24
Novais	1	4	1	2	8
Ciscato <i>et al.</i>	2	2	2	-	6
Santos e Mol	-	6	2	3	11
	13	33	8	15	69

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

No caso desta investigação, observamos que no tipo de Multiplicação um para muitos se enquadram as situações-problema de Concentração Comum de Soluções que apresentam os valores da concentração, unidades de medida de massa para uma unidade de medida de capacidade, e do volume, que é dado a partir de determinado valor de unidades de capacidade e *buscam o valor da massa para esse respectivo volume*. O volume obtido por meio da multiplicação entre os valores da concentração e do volume enquadram-se nesse tipo de classificação. De sessenta e nove situações-

problema de Concentração Comum de Soluções, treze são situações-problema de Isomorfismo de Medidas do tipo Multiplicação um para muitos.

A classe de situações-problema de Isomorfismo de Medidas do tipo Partição almeja encontrar o valor unitário. Em seu enunciado, esse tipo de situação-problema traz uma quantidade inicial e o número de partes em que a quantidade inicial deve ser repartida, empreendendo-se a *busca pelo valor de cada uma das partes*. Em relação à análise realizada em nossa pesquisa, evidenciamos que as situações-problema de Concentração Comum de Soluções que trazem o valor da massa e do volume, e que buscam o valor da concentração, obtido por meio do quociente dos valores da massa pelo volume, encontram-se nesse tipo de classificação, sendo, portanto, as que prevalecem em relação à quantidade das situações-problema nos livros didáticos investigados. Afirma-se isso porque, de um total de sessenta e nove situações, trinta e três são situações-problema de Isomorfismo de Medidas do tipo Partição.

A classe de situações-problema de Isomorfismo de Medidas do tipo Cota considera o quociente, no qual se busca o número de partes em que o todo foi repartido; o todo representa o dividendo, e o divisor refere-se ao tamanho das partes (cotas). Esse tipo de divisão envolve uma inversão direta do operador função, e observamos que nas situações-problema de Concentração Comum de Soluções, as situações que fazem parte desse tipo de classificação são as situações que apresentam o valor da massa e da concentração e *buscam o valor do volume*. Por meio do valor dado da concentração, sabemos o valor da massa em uma unidade de medida de capacidade e buscamos o valor desconhecido de quantas unidades de medida de capacidade são necessárias para certo valor de unidades de medida de massa. Em nossa investigação nos livros didáticos, percebemos que, das sessenta e nove situações-problema de Concentração Comum de Soluções, apenas oito são de Isomorfismo de Medidas do tipo Cota.

Vergnaud (1985) refere-se à dificuldade na compreensão de divisão pela necessidade de serem efetuados cálculos relacionais diferentes: procurar e obter a extensão da parte (valor unitário de mesma medida) conforme o valor escalar indicado (na divisão por partição), ou procurar e obter o número de partes (a cota) conforme a extensão indicada (na divisão por cota).

A classe de situações-problema de Isomorfismo de Medidas do tipo Quarta proporcional consiste em comparar duas razões equivalentes. São situações-

problema de relação quaternária que *não apresentam nenhum valor igual ao valor unitário*. O processo de resolução de problemas de Quarta proporcional, principalmente aqueles cujas medidas da mesma grandeza são conhecidas e não são múltiplas entre si, é mais complexo do que o de problemas de proporção simples de Multiplicação um para muitos, exigindo um esforço cognitivo maior do estudante. Na análise dos livros didáticos, percebemos que das sessenta e nove situações-problema de Concentração Comum de Soluções, apenas quinze de Isomorfismo de Medidas do tipo Quarta proporcional.

As diferentes classes das situações-problema de Concentração Comum de Soluções permitem ao estudante atribuir sentido ao conceito, oportunizando significado ao Campo Conceitual Multiplicativo, afinal, um só conceito precisa de uma variedade de situações para se tornar significativo (VERGNAUD, 1990).

Em relação às formas de *representações matemáticas* analisadas nos quarenta e um problemas resolvidos e propostos nos livros didáticos sobre Concentração Comum de Soluções, trinta e dois deles trazem apenas enunciados com língua natural, ou seja, a maioria dos enunciados dos referidos problemas não possuem o apoio visual necessário para a resolução, como imagens, gráficos ou tabelas. Na análise realizada, sete problemas são acompanhados de tabela; um traz apoio visual de imagem, e, outro, de gráfico cartesiano. Apesar de a diversidade de representações matemáticas ser essencial para a aprendizagem dos estudantes (BRASIL, 2018), nossa investigação mostra que esse fato é pouco explorado pelos autores das obras analisadas, no que se refere ao conceito de Concentração Comum de Soluções.

Por sua vez, em relação às formas de representações matemáticas solicitadas nos problemas, dos quarenta e um problemas resolvidos e propostos, quinze requerem a resolução de cálculos com valores numéricos em forma de números naturais, e vinte e seis requerem a resolução de cálculos numéricos com valores em forma de números naturais e decimais. Ainda, destacamos que treze problemas requerem conversão de unidades de medida de capacidade, cinco requerem conversão de unidades de medida de massa, três requerem conversão de unidades de medida de capacidade e massa, e vinte não requerem conversão de unidades de medida.

Foi perceptível, na análise, que vinte e seis problemas de Concentração Comum de Soluções investigados nos livros didáticos envolvem cálculos com números decimais. Esteves e Souza (2012) explicitam que as dificuldades dos estudantes com relação à aprendizagem dos números decimais são de dois tópicos, conforme levantamento pela maioria dos professores: a falta de compreensão do que os números decimais representam e de como fazer a divisão com eles. Os autores mencionam a comparação que os estudantes fazem dos números decimais com os números naturais, pois enxergam os decimais como naturais separados por vírgula. Dessa forma, eles têm dificuldade de compreender os números decimais como pertencentes a outro conjunto numérico. Para os autores, o fator predominante é que, possivelmente, a falta de compreensão conceitual e do sistema posicional decimal seja a causa dos erros dos estudantes em relação aos números decimais.

Também é possível inferir que todas as situações-problema de Concentração Comum de Soluções envolvem unidades de medida de capacidade e massa, sendo que, dos quarenta e um problemas analisados, vinte e um requerem a Conversão de algum tipo de unidade de medida: massa, capacidade, ou, ainda, massa e capacidade. Costa, Vilaça e Melo (2020) salientam que as Grandezas e Medidas podem ser encontradas em diversas situações do mundo real, mas nem sempre são percebidas de forma clara. Posto isto, os autores destacam a urgência de os estudantes notarem a presença desse saber matemático nas práticas sociais, na conexão com outras áreas do conhecimento, e em outros campos da própria matemática, evidenciando a necessidade desse conhecimento para o pleno exercício da cidadania.

As análises mostram a presença de ideias e conceitos matemáticos, como Multiplicação, Divisão, Unidades de medida de massa e capacidade, Números decimais, Conversão de unidades de medida de capacidade, e interpretação de tabela ou gráfico envolvido nas situações de solução comum de soluções. Ou seja, ideias, conceitos e representações matemáticas são necessários para a resolução de problemas de Concentração Comum de Soluções. Tal fato, além de evidenciar a interlocução entre as disciplinas de Matemática e Química, corrobora Scott (2012), no que se refere à dificuldade dos estudantes ao resolver tarefas de química em decorrência de incompreensões das operações matemáticas básicas, como divisão e multiplicação, principalmente quando usadas em conjunto com frações ou proporções,

que, por sua vez, estão associadas ao conceito de Concentração Comum de Soluções, foco desta pesquisa.

Em relação à contextualização que se faz presente nos problemas de Concentração Comum de Soluções analisados nesta pesquisa, podemos afirmar que ela é usada como exemplificação e descrição de fatos ou situações do cotidiano, com o intuito de abordagem de questões sociais, com vistas a desenvolver atitudes e valores em relação, por exemplo, à leitura e à interpretação de informações sobre Concentração Comum de Soluções presentes nos rótulos de produtos alimentícios, medicamentos, visando a uma vida mais saudável.

Ainda em relação ao contexto dos enunciados, das sessenta e nove questões analisadas, todas elas distintas, quinze trouxeram cenários referentes às soluções químicas de NaOH, HCl, NaNO<sub>3</sub>, entre outras. Porém, deste total de situações investigadas, percebemos cinquenta e quatro relacionadas a contextos da realidade dos estudantes, como Medicamentos, Alimentos, Bebidas, entre outros. Esse fato é considerado positivo, pois atende às considerações e orientações dos documentos educacionais (BRASIL, 2018; PARANÁ, 2008), no que diz respeito à contextualização.

## 5 Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo principal analisar e classificar situações-problema de Concentração Comum de Soluções presentes em livros didáticos de Química, com respaldo na Teoria dos Campos Conceituais. As análises indicam que essas situações pertencem ao Campo Conceitual Multiplicativo na classificação de Proporção Simples. Tais situações recebem variações em subclasses, como Partição, Multiplicação um para muitos, Cota e Quarta proporcional.

Das sessenta e nove questões analisadas, trinta e três pertencem à Proporção Simples do tipo Partição, que se configura como a porta de entrada para a formalização do conceito matemático de divisão; já a classe menos contemplada nas obras analisadas é a Cota. Ainda, destacamos que Santos e Mol (2016) não contemplam a classe Multiplicação um para muitos; Mortimer e Machado (2016) não contemplam as classes de Cota e Quarta proporcional; e Ciscato *et al* (2016) não contemplam a classe de Quarta proporcional, ou seja, a variedade de situações nem sempre é contemplada nas obras analisadas.

Nesse sentido, sugerimos aos professores que considerarem a variedade de situações de Concentração Comum de Soluções para serem propostas aos seus estudantes, conforme informações e situações-problema apresentados nessa pesquisa, uma vez que, com base em Vergnaud (1993), é a variedade de situações que poderá proporcionar a aprendizagem de forma efetiva aos estudantes.

Assumimos que se faz necessário oportunizar uma variedade de situações ao estudante, no sentido de sua classificação e de diversidade de contextos, representações e ideias matemáticas envolvidas, pois, desse modo, as situações-problema de Concentração Comum de Soluções a serem propostas possibilitarão ampliação e desenvolvimento de novos esquemas pelos estudantes, associados a conceitos matemáticos.

A análise realizada mostra que o conceito de Concentração Comum é interligado ao Campo Conceitual Multiplicativo, e que a diversidade de situações envolvendo esse conceito, para além da aprendizagem em Química, proporciona aos estudantes o aprimoramento de ideias, conceitos e representações matemáticos, entre eles: divisão, multiplicação, proporção, números decimais, frações, função, volume, conversão de unidades de medida, gráficos cartesianos, interpretação de tabelas e resolução de equações algébricas.

Em relação às formas de representações apresentadas nos quarenta e um problemas resolvidos e propostos nos livros didáticos analisados, temos que trinta e dois deles apresentaram apenas enunciado em língua natural; portanto, a maioria não é enriquecida com apoio visual, a saber, imagens, gráficos ou tabelas.

Nesse sentido, as situações-problema da disciplina de Química, especificamente as de Concentração Comum de Soluções analisadas nesta investigação, representam um cenário de oportunidades para auxiliar o uso e o aprimoramento de conteúdos da disciplina de Matemática. Tal fato vai ao encontro da abordagem citada pelas DCE (PARANÁ, 2008) de Matemática e Química, que incentivam a articulação de disciplinas cujos conceitos, teorias e práticas articulados enriquecem a compreensão dos estudantes.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática (PRPGEM) da Universidade Estadual do Paraná (PRPGEM) e à Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos recursos financeiros para a correção ortográfica e tradução para a língua inglesa deste artigo.

## Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

CIESLAK, A. M. **Problemas de Concentração Comum de Soluções em livros didáticos de química**: um estudo à luz da teoria dos campos conceituais. Dissertação de Mestrado. PRPGEM, Universidade Estadual do Paraná, 2021.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química**: Ensino Médio. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2016, v. 1. Disponível em: <http://prpgem.unespar.edu.br/dissertacoes/2019>.

COSTA, A. P.; VILAÇA, M. M.; MELO, L.V. O ensino de Grandezas e Medidas em um documento curricular oficial para o ensino básico. **Ensino em Re-Vista**, v.27, n.3, Uberlândia - MG, p. 934-955, 2020.

COSTA, M. S.; ALLEVATO, N.S.G. Livro de Matemática: análise de professores polivalentes em relação ao ensino de Geometria. **Revista Vidya**, v.30, n.2, Santa Maria – RS, p.71-80, 2010.

DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. de S. (organizadora) **Pesquisa social**: Teoria, método e criatividade. 28 eds., Petrópolis: Vozes, 2009.

ESTEVES, A. K.; SOUZA, N. M. M. Números Decimais na Sala de Aula: os conhecimentos de um grupo de professores e a relação com sua prática pedagógica. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 1, São Paulo, p. 188-205, 2012.

GUNSTONE, R. F.; CHAMPAGNE, A. B. Promoting conceptual change in the laboratory. In HEGARTY-HAZEL, E. (Ed.), **The student laboratory and the science curriculum**. London: Routledge, pp. 159–182, 1990.

FONSECA, M. R. M. **Química**: Ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

GITIRANA, V. *et al.* **Repensando multiplicação e divisão**: contribuições da teoria dos campos conceituais. 1ed. – São Paulo, PROEM, 2014

LISBOA, J. C. F. **Ser protagonista**: Química, 2º ano do ensino médio. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

MOL, R. S. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: Ensino médio. 3 ed. São Paulo, Scipione, 2016.

NIEZER, T. M., FOGGIATTO, R. M. C., FABRI, F., Enfoque ciência tecnologia e sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. **Revista Ibero-Americana de Educação**. vol. 68, núm. 1, p. 81-92. 2015.

NIEZER, T. M., FOGGIATTO, R. M. C., SAUER, E., Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologia-sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 15, n. 3, 428-449, 2016.

NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Vivá química**: Ensino médio. Vol. 2. Curitiba: Positivo, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. DCEs - **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Matemática**. Curitiba, 2008.

SANTOS, W. L. P. S.; MOL, G. S. (coord.) **Química Cidadã**: Volume 2: ensino médio, 2ª série. 3 ed. São Paulo: AJS, 2016.

SCOTT, F. J. A matemática é responsável? Uma investigação sobre as dificuldades dos estudantes do ensino médio em realizar cálculos em Química. **Educação Química: Pesquisa e prática**. Julho – 2012.

VERGNAUD, G. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. *In* CARPENTER, T., MOSER, J.; ROMBERG, T. **Addition and subtraction**. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. p. 39-59. 1982.

VERGNAUD, G. **Conceitos e esquemas numa teoria operatória da representação**. Trad. de FRANCHI, A., Carvalho, D. L. *Psychologie Française*, n 30-3/4, p.245-52, nov.1985.

VERGNAUD, G. **La teoría de los campos conceptuales**. CNRS y Université René Descartes. *Recherches en Didáctique des Mathématiques*, v. 10, 1990.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. *In*: Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio De Janeiro, 1, Rio de Janeiro, 1993. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ Projeto Fundação, Instituto de Matemática, 1993.

VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEMPA**, Porto Alegre, n. 4, p. 9-19, 1996 a.

VERGNAUD, G. **Didáctica das Matemáticas** /Brun, J. *et al.*; Direção: Jean Brun. Trad: Maria José Figueiredo, Lisboa: Instituto Piaget, 1996b.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**: problemas do ensino de matemática na escola elementar. Tradução: Maria Lucia Faria Moro, Curitiba: Editora da UFPR, 2009 a.

VERGNAUD, G. O que é aprender? *In*: BITTAR, M., MUNIZ, C. A. (Org). **A aprendizagem Matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. CRV, Curitiba, 2009 b.