

ANÁLISE DAS REPRESENTAÇÕES EM EXPERIMENTOS QUÍMICOS DE LIVROS DIDÁTICOS

ANALYSIS OF REPRESENTATIONS IN CHEMICAL EXPERIMENTS IN TEXTBOOKS

Bruna de Paula Rezende¹

<https://orcid.org/0000-0003-3858-3806>

Ana Carolina Araújo da Silva²

<https://orcid.org/0000-0002-4909-4322>

Resumo:

Os Livros Didáticos (LDs) de Química são importantes ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica. Muitas vezes, eles são o principal material didático utilizado pelos docentes em sala de aula e, por isso, são de grande relevância para pesquisas na área educacional. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo compreender como as diferentes formas de representação estão dispostas nas atividades experimentais, ao longo de dois capítulos presentes nos LDs de Química aprovados pelo PNLD de 2018. Para atingir tal objetivo, utilizamos como metodologia os pressupostos teóricos da análise de conteúdo. Observamos que os temas introdução à Química e às substâncias e misturas e o tema soluções são os que mais apresentam atividades experimentais nos volumes 1 e 2, respectivamente. Além disso, verificamos que há atividades experimentais com mais de um tipo de representação e há atividades que apresentam uma única representação, mas que solicita aos alunos a construção de outras formas de representação, como a construção de gráficos e tabelas. Ao longo dos capítulos, averiguamos que os autores trazem bastantes representações que acompanham o texto escrito e em alguns exercícios utilizam imagens para a resolução, bem como há representações que abordam os três níveis do pensamento químico. Embora os capítulos analisados e os roteiros experimentais utilizem de representações e estas estejam integradas a atividade e/ou texto escrito, ainda é necessário que os autores utilizem mais formas de representações e que elas apresentem a função de auxiliar na compreensão de conceitos científicos.

Palavras-chave: livros didáticos; representações; ensino de química; múltiplas representações.

Abstract:

Chemistry Textbooks (DLs) are important tools for the teaching and learning process in Basic Education. They are often the main teaching material used by teachers in the classroom and, therefore, are of great relevance for research in the educational area. In this sense, this research aims to understand how the different forms of representation are arranged in the experimental activities, over two chapters present in the chemistry LDs approved by the PNLD of 2018. To

¹ Graduanda em Licenciatura em Química na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora/MG, Brasil

² Professora na Faculdade de Educação na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora/MG, Brasil

achieve this objective, we used the theoretical assumptions of the analysis as a methodology of content. We observed that the themes introduction to chemistry and substances and mixtures and the theme solutions are the ones that present the most experimental activities in volumes 1 and 2, respectively. Furthermore, we verified that there are experimental activities with more than one type of representation and there are activities that present a single representation, but that ask students to build other forms of representation, such as the construction of graphs and tables. Throughout the chapters, we found that the authors bring enough representations that accompany the written text and, in some exercises, use images for resolution, as well as, there are representations that address the three levels of chemical thinking. Although the analyzed chapters and experimental scripts use representations and these are integrated into the activity and/or written text, it is still necessary that authors use more forms of representations and that they present the function of helping to understand scientific concepts.

Keywords: didactic books; representations; chemistry teaching; multiple representations.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os Livros Didáticos (LDs) constituem-se como importantes ferramentas para o processo de ensino e de aprendizagem na Educação Básica brasileira, em especial no ensino público. Geralmente, eles são os únicos materiais utilizados pelos docentes em sala de aula e, por isso, são de grande relevância para pesquisas na área de Educação (QUADROS; LÉLIS; FREITAS, 2015; ROSA, 2017). Desse modo, o livro constitui-se como um recurso básico na prática pedagógica docente, uma vez que possibilita o acesso a “informações relevantes, a fim de contribuir para o planejamento pedagógico e fornecer informações que ajudam desenvolver nos alunos capacidades que lhes são úteis para aprender mais [...]” (SIGANSKI; FRISON; BOFF, 2008, p. 3). Compreende-se, então, que o livro pode ser uma ferramenta influenciadora tanto na prática pedagógica do professor, como na apropriação da linguagem presente nos discursos escritos do material.

Nesse sentido, os LDs de Ciências, no contexto das salas de aulas no Brasil, têm sido um dos principais instrumentos que os professores e alunos dispõem para o desenvolvimento das atividades de ensino e de aprendizagem. De acordo com o Guia Digital do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018³, atualmente, dispõe-se de 28 coleções (volume 1, 2 e 3) de LDs aprovados neste programa para essa área (Química, Física e Biologia). Também, contamos com uma grande quantidade de títulos disponíveis no mercado que, por um lado, proporciona ao professor mais opções de escolha e, por outro, aumenta a sua responsabilidade. Destaca-se que para a rede pública de ensino, os docentes devem escolher apenas aqueles livros que foram aprovados no PNLD vigente. Portanto, é importante que a escolha do LD seja feita de forma criteriosa e fundamentada na competência dos professores que, junto aos alunos, vão fazer dele um instrumento de trabalho.

Nos LDs de Ciências, os autores ou organizadores expressam várias estratégias que visam auxiliar os alunos na compreensão, familiarização e explicação do mundo em que vivem. Conforme Núñez *et al.* (2003, p. 3):

³ Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>, acesso em: 19 de janeiro de 2022.

O livro se constitui no representante da comunidade científica no contexto escolar. É nele que as ciências devem dialogar com outros tipos de saberes, como uma obra aberta, problematizadora da realidade, que dialoga com a razão para o pensamento criativo. Nele a Ciência se deve apresentar como uma referência fruto da construção humana, sócio-historicamente contextualizada, na dinâmica do processo que lhe caracteriza como construção, e não como um produto fechado, como racionalidade objetiva única que mutila o pensamento das crianças. O livro didático é produzido para uma criança genérica, que não existe. Isso exige do professor no momento da seleção do livro, pensar nos alunos reais, nas necessidades e possibilidades que lhe são características, o contexto real de vida dos alunos.

Nesse âmbito, nos últimos anos, inúmeras pesquisas envolvendo análises de LDs, em especial, os de Ensino de Ciências, foram desenvolvidas com o objetivo de compreender como é realizada a abordagem de: atividades experimentais; contextualização; recursos tecnológicos; interdisciplinaridade; representações; aulas dialogadas; abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), entre outras (SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021; ABREU; GOMES; LOPES, 2005; CAVALCANTE, PINHO, ANDRADE; 2015; CANCIAN; RAMOS, 2019). Essas pesquisas mostram-se promissoras para auxiliar docentes da Educação Básica e pesquisadores na compreensão e avaliação dos LDs, identificando suas potencialidades e limitações.

Desse modo, existem diferentes estratégias para se organizar uma aula de Ciências. Essas estratégias são potencialidades para a construção de significados, mas precisam ser construídas e reconstruídas por meio das ações dos professores (KRESS *et al.*, 2001). As atividades experimentais, por exemplo, podem ser organizadas por diferentes abordagens de ensino. Entre as distintas formas de se organizar uma aula experimental, destacamos as de cunho investigativo. Conforme Sasseron (2015), o ensino investigativo é uma abordagem didática cujo foco principal é fazer com que os alunos resolvam um problema sobre determinado fenômeno natural, exercitando práticas de análise, avaliação e comparação, ao mesmo tempo em que interagem com seus colegas, com os materiais disponíveis e com os conhecimentos já sistematizados e existentes.

Sendo assim, o objetivo dos experimentos na escola não é auxiliar o concreto a se tornar abstrato. A sua função é auxiliar na compreensão de conceitos científicos e despertar o interesse dos alunos pela Ciência (GIORDAN, 1999; PACHECO, 2015; SILVA, 2016). Portanto, na escola, a experimentação deveria ser utilizada para apoiar a exploração e a manipulação de conceitos, para torná-los evidentes, compreensíveis e úteis. É a exploração de ideias que constitui o processo de aprendizagem, o experimento apenas fornece evidências concretas para uma posterior exploração conceitual. Além disso, as ilustrações e representações presentes nos LDs, quando utilizadas corretamente, contribuem de forma significativa na compreensão de conceitos (SCHÖNBORN; ANDERSON, 2006).

Dessa maneira, este artigo é um recorte de uma pesquisa maior, em andamento, que objetiva caracterizar e identificar os possíveis sentidos das representações presentes nos LDs de Ciências. Mais especificamente, investigamos as representações que estão presentes nas atividades experimentais dos LDs de Química para o Ensino Médio. Posto isto, o objetivo principal deste trabalho é compreender como as diferentes formas de representação estão dispostas nas atividades experimentais e ao longo de capítulos presentes nos LDs de Química aprovados pelo PNLD de 2018. A escolha pela análise das atividades experimentais justifica-se pelo interesse das

pesquisadoras em darem continuidade a uma sequência de trabalhos que visam compreender as possibilidades e limitações dessas atividades em sala de aula (SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021).

AS REPRESENTAÇÕES NO ENSINO DE QUÍMICA

Como mencionado, este trabalho faz parte de uma sequência de pesquisas que buscam compreender as atividades experimentais presentes nos LDs de Química aprovados pelo PNLD de 2018, em especial, as atividades experimentais investigativas (SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021; SILVA; SOUZA; MORAES, 2019). Nesse sentido, a literatura tem mostrado que as atividades experimentais são importantes para a construção de significados em sala de aula. Contudo, nas pesquisas realizadas, percebemos que algumas atividades contribuem mais significativamente para a compreensão e construção de conceitos científicos, pelos alunos, do que outras.

A abordagem apresentada pela proposta curricular de Química para o Ensino Médio em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1998), tem sido utilizada por pesquisadores e professores de Química nos últimos anos. Nessa abordagem, a Química é uma Ciência que envolve a construção de significados científicos por meio da articulação de três aspectos constituintes do conhecimento químico, que são: macroscópico, submicroscópico e representacional (simbólico) (JOHNSTONE, 2000, 2004). Sendo assim, as atividades experimentais presentes nos LDs de Química podem proporcionar a articulação dos níveis do pensamento químico e auxiliar no processo de construção de significados, uma vez que favorecem a construção de elos entre as teorias científicas estudadas em sala de aula e as observações realizadas por este tipo de atividade.

Nessa perspectiva, segundo Johnstone (2000, 2004), os três níveis do pensamento químico podem ser compreendidos, como: nível descritivo e funcional (macroscópico), no qual pode-se observar e descrever as transformações da matéria, por meio dos sentidos e das propriedades das substâncias; nível explicativo (submicroscópico), que leva em consideração a interação entre átomos, íons, moléculas e estruturas na construção de modelos explicativos e nível simbólico (representacional), cuja abordagem se dá com o uso de fórmulas, equações, esquemas, gráficos, modelos, diagramas, entre outros. Logo, a Química é uma Ciência que envolve as mais diversas formas de representações. Essas representações, quando bem exploradas, também podem contribuir significativamente para a construção de conceitos científicos.

Portanto, as representações podem ser entendidas como modelos conceituais que representam de forma simplificada objetos, fenômenos ou situações. Elas são utilizadas para facilitar a compreensão de conceitos durante o processo de ensino e de aprendizagem. Assim sendo, existem diferentes formas de representação, entre elas: imagens, gráficos, fotografias, analogias, fórmulas matemáticas, símbolos, entre outros (ORNEK, 2008). Para Schönborn e Anderson (2006), é possível definir as representações como modelos criados para auxiliar o entendimento de conceitos. Há ainda, as múltiplas representações que se referem à prática de representar um mesmo conceito, processo químico ou uma situação por diferentes modos. Esses modos podem ser verbais, gráficos, numéricos, escritos e simbólicos (PRAIN; WALDRIP, 2006).

As representações e as múltiplas representações vêm sendo utilizadas em diversos estudos. Na aprendizagem da fotossíntese, por exemplo, os autores Zompero e Laburú (2011) avaliaram o

uso da multimodalidade na forma de texto, imagem e de interação dialógica por modo oral entre aluno-aluno e aluno-professor. Na abordagem do conteúdo de circuitos elétricos, a representação em desenho foi empregada como atividade para auxiliar os alunos a compreenderem a passagem do modo experimental para os esquemas utilizados em circuitos elétricos (FRANZONI; LABURÚ; SILVA, 2011). Para a compreensão dos conceitos de substâncias, misturas e densidade em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, Bica e Roehrs (2015) investigaram como as múltiplas representações poderiam auxiliar no entendimento desses conceitos. Para os autores, ao utilizar “mais de uma forma de representar um mesmo grupo de conceitos da Química, se permitiu aos estudantes tramitar por diferentes símbolos representacionais, explorando a sua capacidade em integrar o significado dos conceitos que nos diferentes métodos foram abordados” (BICA; ROEHRS, 2015, p. 8).

Na análise de LDs de Química do segundo ano do Ensino Médio, aprovados no PNLD de 2015, Souza (2018) verificou que as representações são interligadas ao texto escrito. Porém, a maioria não apresenta a função de auxiliar a compreensão de um conceito científico, tornando-se uma imagem ilustrativa. Com relação aos níveis do pensamento químico, Souza (2018) verificou:

Uma ampla utilização de imagens macroscópicas para os temas de soluções e propriedades coligativas, deixando-se de lado os demais vértices do triângulo e, portanto, dificultando-se a compreensão dos processos em nível atômico-molecular e suas representações, uma vez que a química caracteriza-se, segundo Johnstone (1982), pelo domínio explicativo da dimensão submicroscópica (SOUZA, 2018, p. 64).

Os resultados obtidos com essas e outras pesquisas revelam que as atividades com as representações e/ou múltiplas representações permitem aos alunos enriquecerem sua cognição e significados, abrem espaço para diálogos em sala de aula, facilitam a aprendizagem de conteúdos científicos que são essenciais para o desenvolvimento dos alunos.

Assim, entendemos que as representações são relevantes para a área da Educação em Ciências, uma vez que proporcionam uma aproximação entre objetos abstratos e alunos. Segundo Duval (2011), o progresso do conhecimento está, estritamente, ligado à invenção de novos sistemas de representação reduzindo o emprego da linguagem nas explicações ou nos enunciados finais, sendo a representação uma possibilidade de acesso a conceitos mais abstratos. Desse modo, é fato que o estudo das representações no ensino de Química tem sido de grande preocupação para a área (SOUZA; PORTO, 2011; CANCIAN; RAMOS, 2019; ROZENTALSKI; PORTO, 2015).

Dessa forma, esta pesquisa visa caracterizar as representações contidas nas atividades experimentais presentes nos LDs de Química para o Ensino Médio, aprovados pelo PNLD de 2018. Logo, a questão investigada envolve compreender: (i) quais são as representações presentes nas atividades experimentais, e ao longo do capítulo, em que tal atividade se encontra; (ii) e se a representação proporciona uma articulação entre os três níveis do pensamento químico. Além disso, a ideia desta investigação é impulsionar a compreensão sobre materiais didáticos de Química, especificamente na área de Ciências da Natureza.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente artigo se refere a uma pesquisa sobre os LDs em uma abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa baseia-se na obtenção de dados descritivos pelo contato do pesquisador com

a sua fonte de estudo, ou seja, o pesquisador está em constante contato com a sua fonte de dados, sendo responsável pela interpretação e repasse dos mesmos. Além disso, é descritiva, preocupa-se mais com o processo do que simplesmente com os resultados, a análise dos dados é realizada de forma indutiva e o “significado” apresenta grande importância nessa abordagem (BOGDAN; BIKLEN, 1994; GODOY, 1995).

Nesta pesquisa, temos como fonte de dados os LDs de Química. Os dados obtidos a partir da análise dos livros, “são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 16). Para atingir o objetivo de pesquisa, adotamos os pressupostos teóricos da análise de conteúdo (BARDIN, 2016). A análise de conteúdo consiste em um conjunto de técnicas que empregam métodos sistemáticos e objetivos de descrição de indicadores, quantitativos ou não, que permitem a interpretação dos dados coletados (BARDIN, 2016). Nesse contexto, analisaremos neste trabalho, as representações presentes nas atividades experimentais e nos capítulos dos LDs de Química aprovados pelo PNL D de 2018, com o objetivo de identificar os tipos de representações, a relação com o texto escrito e com os três níveis do pensamento químico. Sendo assim, para esta investigação, os procedimentos da análise de conteúdo possibilitam uma compreensão maior dos dados, proporcionando uma releitura deles.

Na análise de conteúdo, há a necessidade de compreensão dos objetivos e referenciais de pesquisa. Para Franco (2005), após definir os objetivos da pesquisa, determinar o referencial teórico e conhecer o tipo de material a ser analisado, o pesquisador passa então para a definição das unidades de análise inseridas na etapa de codificação. Esse processo envolve o trabalho com os dados brutos da pesquisa, que são transformados por meio de recortes, a fim de auxiliar o pesquisador na elucidação das características do material analisado (BARDIN, 2016).

As unidades de análise, segundo Bardin (2016) e Franco (2005), dividem-se em: unidades de registro e unidades de contexto. As unidades de registro são denominadas de unidades de base e são as menores partes do conteúdo, podem ser uma palavra, um tema, uma personagem, um acontecimento, um item, um objeto, um referente ou um documento. A unidade de contexto, por sua vez, é a parte mais ampla do conteúdo a ser analisada, sendo de fundamental importância para o entendimento das unidades de registro.

Para Bardin (2016), existem três polos cronológicos para a análise de conteúdo, são eles: pré-análise, exploração do material, inferência e interpretação. A pré-análise baseia-se na definição do *corpus* de análise, na leitura flutuante dos LDs e na elaboração de indicadores que permitem, ao final das etapas, a interpretação dos dados selecionados. Dessa forma, definimos como *corpus* de análise, os LDs aprovados no PNL D de 2018 e nomeamos os livros de LD1 a LD6. No Quadro 1, apresentamos a identificação do livro didático, o título, a editora, o nome dos autores e/ou coordenadores/organizadores e o seu código.

Quadro 1: Identificação dos Livros Didáticos

Livro Didático	Título; editora; nome dos autores e/ou coordenadores/organizadores	Código
LD1	Vivá Química; editora Positivo; Novais e Tissoni	0153P18123

LD2	Química; editora Scipione; Andréa Horta Machado e Eduardo Fleury Mortimer	0041P18123
LD3	Química Ser Protagonista; editora SM; edições SM	0074P18123
LD4	Química; editora Moderna; Ciscato, Pereira, Chemello e Proti	0185P18123
LD5	Química; editora Ática, Martha Reis	0020P18123
LD6	Química Cidadã; editora AJS; Wildson Santos e Gerson Mól	0206P18123

Fonte: As autoras (2021)

O segundo polo consiste na exploração do material e na categorização das atividades. Na exploração do material, realizamos uma série de operações que visam decompor os dados em função das especificações formuladas previamente. A categorização representa a classificação das atividades em critérios definidos pelo pesquisador (BARDIN, 2016).

Quanto à categorização inicial dos LDs, esta envolveu identificar as seções presentes nos LDs que abordavam as atividades experimentais. Em um segundo momento, realizamos a contagem dessas atividades, identificamos e contamos as atividades que apresentavam algum tipo de representação. A classificação das atividades foi realizada de acordo com temas formulados a partir da análise dos LDs. Posteriormente, foram selecionados dentro de cada tema, os LDs que apresentavam o maior número de atividades. Por fim, foram analisados os capítulos nos quais estava inserido o maior número de atividades com as representações.

O terceiro polo consiste na inferência e interpretação dos recortes das atividades e dos capítulos, que são as unidades de contexto desta pesquisa. Os recortes são partes das atividades e dos capítulos, ou seja, os dados de pesquisa, que nos fornecem as características daquele determinado conteúdo. Essas características, além de serem os indicadores deste estudo, são as unidades de registro. Nessa fase, procuramos compreender as informações obtidas a partir da análise dos livros.

EXPLORAÇÃO DO MATERIAL: IDENTIFICANDO E CONTABILIZANDO AS ATIVIDADES COM REPRESENTAÇÕES

Para este estudo, categorizaram-se os capítulos dos LDs de Química aprovados pelo PNLD de 2018 em critérios pré-definidos, considerando os volumes 1 e 2, e contabilizaram-se as atividades experimentais que possuíam algum tipo de representação. O volume 1 dos LDs são destinados para o primeiro ano do Ensino Médio e, normalmente, trabalham com os conceitos de modelos atômicos; estruturas, propriedades e transformações da matéria; funções inorgânicas; tabela periódica; ligações químicas; entre outros. O volume 2, proposto para o segundo ano do Ensino Médio, aborda os conteúdos relacionados às unidades de medidas da Química, teoria cinética dos gases, misturas gasosas, estequiometria, soluções químicas, cinética e equilíbrio químico. Como já abordado, a escolha pela análise de atividades experimentais justifica-se pelo interesse das pesquisadoras em darem continuidade a uma sequência de trabalhos que visam compreender as possibilidades e as limitações dessas atividades.

Nesse sentido, os roteiros experimentais presentes no LD1 estão localizados na seção “Química: prática e reflexão”. Essa seção é composta por experimentos que possuem orientações e recomendações de segurança necessárias para a realização das práticas, além de questões que estimulam a reflexão por parte dos alunos (NOVAIS; ANTUNES, 2016). No LD2, os roteiros estão localizados na seção “Investigação” e constituem-se de atividades acompanhadas de questões que buscam propiciar o diálogo entre os alunos com os fenômenos em foco (MORTIMER; MACHADO, 2016). No LD3, as atividades experimentais são encontradas na seção “Atividade Experimental”. De acordo com o organizador Lisboa (2016), essa seção proporciona observações, construções de modelos, experimentos e outras atividades que contribuem para os alunos compreenderem como a Ciência é construída.

As atividades experimentais do LD4 estão disponibilizadas na seção “Atividade prática”. Essa seção contém atividades simples e investigativas que apresentam normas de segurança, orientações sobre descarte de resíduos e questionamentos que conduzem os alunos na interpretação dos resultados e na obtenção de conclusões (CISCATO *et al.*, 2016). Para Reis (2016), os experimentos que compõem o LD5 são investigativos, introduzem um assunto, despertam questionamentos e provocam a vontade de continuar aprendendo, além disso, são acessíveis e preocupam com a segurança e com o meio ambiente. As atividades experimentais do LD5 estão localizadas na seção “Experimento”. No LD6, os roteiros experimentais são encontrados na seção “Atividade Experimental”. A seção é constituída a partir de uma série de experimentos investigativos que propiciam aos alunos trabalhar com tabelas e gráficos, além da preocupação com o meio ambiente e a segurança (SANTOS; MÓL, 2016).

Dessa forma, foram contabilizados os números de atividades experimentais por temas e pertencentes às seções: Química: prática e reflexão (LD1), Investigação (LD2), Atividade Experimental (LD3 e LD6), Atividade prática (LD4) e Experimento (LD5). Destacamos que algumas dessas atividades se vinculam a modelos, rótulos de alimentos, pesquisas, ou seja, nem todas apresentam práticas laboratoriais. Do mesmo modo, nem todo LD apresenta uma atividade experimental por conteúdo. Logo, o fato de o tema ser abordado em três ou mais LDs não garante a existência de três ou mais atividades experimentais. Como também, há temas que são abordados em poucos capítulos, mas que apresentam um número significativo de atividades. Assim, no Quadro 2, apresentamos o número de atividades pertencentes a essas seções e o número de atividades que apresentam algum tipo de representação, assim como o LD e o volume em qual tema se encontra. Nessa perspectiva, compreendemos que as representações são modelos conceituais que representam de forma simplificada objetos, fenômenos ou situações. Sendo assim, elas são utilizadas para facilitar a compreensão de conceitos durante o processo de ensino e de aprendizagem. Existem diferentes formas de representação, entre elas: imagens; gráficos; fotografias; analogias; fórmulas matemáticas; símbolos etc. (ORNEK, 2008). Desse modo, foram consideradas representações e imagens relacionadas ao procedimento experimental, aos materiais utilizados na prática e/ou ilustrativas, quadros, equações químicas, gráficos, tabelas, diagramas, equações matemáticas e estruturas de compostos químicos.

Quadro 2: Número de atividades presentes em cada tema dos volumes 1 e 2 dos LDs

Tema	Livros Didáticos	Volume	Número de atividades	Número de atividades com representações
Introdução à Química e às substâncias e misturas	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	1	38	26
Reações químicas, leis das reações, modelos/teorias atômicas e tabela periódica	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	1	19	16
Ligações químicas e funções inorgânicas	LD1, 2, 3, 4, 5 e 6	1	13	10
Introdução à eletroquímica (reações de oxirredução)	LD1 e 5	1	1	1
Cálculos químicos (mol, massa atômica, concentração)	LD1, 2, 3, 4 e 5	1	9	5
Estudo dos gases	LD1, 3, 4 e 6	1	6	5
Eletricidade e radioatividade	LD5	1	1	1
Compostos orgânicos	LD5	1	-	-
Soluções	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	2	21	18
Termoquímica	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	2	9	9
Cinética química	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	2	8	7
Equilíbrio químico	LD1, 2, 3, 4, 5, e 6	2	10	8
Eletroquímica	LD1, 2, 3, 4 e 5	2	17	14
Estudo dos gases	LD5	2	2	2
Funções orgânicas e inorgânicas	LD6	2	1	1
Radioatividade	LD3	2	1	1

Fonte: As autoras (2021)

A partir do Quadro 2, podemos observar que o tema introdução à Química e às substâncias e misturas é o assunto que mais apresenta atividades no volume 1, seguido de reações químicas, leis das reações, modelos/teorias atômicas e tabela periódica. No volume 2, a temática soluções é o que apresenta maior número de atividades, seguido de eletroquímica. O tema estudo dos gases é abordado nos volumes 1 dos LDs 1, 3, 4 e 6 e no volume 2 do LD5. Enquanto a temática radioatividade é abordada no volume 1 do LD5 e no volume 2 do LD3.

Com relação ao tema soluções, Souza (2018) verificou que nos LDs do segundo ano do Ensino Médio, aprovados no PNLD de 2015, as representações encontram-se integradas ao texto escrito, porém a maioria não apresenta a função de auxiliar na compreensão de um conceito científico, tornando-se, então, uma imagem ilustrativa. Com relação aos níveis do pensamento químico, o autor observou:

Uma ampla utilização de imagens macroscópicas para os temas de soluções e propriedades coligativas, deixando-se de lado os demais vértices do triângulo e portanto, dificultando-se a compreensão dos processos em nível atômico-molecular e suas representações, uma vez que a química caracteriza-se, segundo Johnstone (1982), pelo domínio explicativo da dimensão submicroscópica (SOUZA,2018, p. 64).

Enquanto Bica e Roehrs (2015) investigaram como as múltiplas representações poderiam auxiliar a abordagem e o entendimento dos conceitos de substâncias, misturas e densidade em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública. Para os autores, ao utilizar:

Mais de uma forma de representar um mesmo grupo de conceitos da química, se permitiu aos estudantes tramitar por diferentes símbolos representacionais, explorando a sua capacidade em integrar o significado dos conceitos que nos diferentes métodos foram abordados (BICA; ROEHRS, 2015, p. 8).

É fato que as representações e as múltiplas representações, quando bem exploradas, auxiliam o entendimento de conceitos químicos pelos alunos. Sendo assim, com o intuito de compreender a disposição das representações presentes ao longo do capítulo que apresenta o maior número de atividades com representações, selecionamos para análise os temas: introdução à Química e às substâncias e misturas, volume 1 dos LDs, e o tema soluções dos volumes 2 dos LDs. Nesse contexto, apresentamos o Quadro 3, no qual identificamos o número de atividades com representações em cada LD, como também os tipos de representações presentes.

Quadro 3: Número de atividades por tema e Livro Didático

Tema	LD	Capítulo	Número de atividades	Número de atividades com representações	Tipos de representações
Introdução à Química e às substâncias e misturas (Volume 1)	1	1 e 3	2	1	Imagem relacionada ao procedimento experimental
	2	1, 2, 3, 4 e 5	22	16	Ilustração, imagens relacionadas aos materiais e procedimento experimental, quadro, expressões matemáticas, diagrama
	3	1, 2 e 3	3	2	Imagem relacionada ao procedimento experimental
	4	2	2	1	Quadro
	5	1, 2 e 3	3	1	Ilustração e quadro
	6	1 e 2	6	5	Ilustração, quadro, imagens relacionadas aos materiais e procedimento experimental
Soluções (Volume 2)	1	1, 2, 3 e 4	3	2	Imagens relacionadas ao procedimento experimental
	2	1 e 6	10	8	Ilustração, imagens relacionadas ao procedimento experimental, quadro e gráfico
	3	1 e 2	2	2	Ilustração
	4	1	1	1	Equação química

	5	3, 4 e 5	2	2	Imagem relacionada ao procedimento experimental, tabela e gráfico
	6	1 e 2	4	4	Imagem relacionada aos materiais e procedimento experimental, expressão matemática e gráfico

Fonte: As autoras (2021)

Foram considerados, na temática introdução à Química e às substâncias e misturas, os capítulos que abordavam os seguintes assuntos: introdução à Química; as propriedades específicas dos materiais (densidade, introdução à solubilidade); os processos de separação, as substâncias, as misturas e modelos para os estados físicos (sólido, líquido e gasoso). Enquanto para a temática soluções, foram considerados os capítulos que tratavam de soluções em geral, solubilidade e propriedades coligativas.

Desse modo, verificamos no Quadro 3, que para ambos os temas, o LD2 é o LD que apresenta o maior número de atividades com representações. Dessa forma, a análise será realizada no LD2 para o tema introdução à Química e às substâncias e misturas, e no LD6 para o tema soluções. Assim, o Quadro 3 pode ser desmembrado no Quadro 4, no qual, apresentamos o número de atividades com representações por capítulo do LD2 e do LD6.

Quadro 4: Número de atividades com representações por capítulo

Tema	Capítulo	Número de atividades	Número de atividades com representações
Introdução à Química e às substâncias e misturas (Volume 1 – LD2)	1	1	1
	2	6	5
	3	2	2
	4	8	4
	5	5	4
Soluções (Volume 2 – LD6)	1	1	1
	2	3	3

Fonte: As autoras (2021)

Observamos no Quadro 4 que o capítulo 2 do LD2 e do LD6 é o capítulo que apresenta o maior número de atividades com representações, quando comparado aos demais capítulos, também, classificados nas temáticas: introdução à Química e às substâncias e misturas e soluções. Nesse contexto, analisamos, neste trabalho, algumas das representações presentes ao longo dos capítulos 2 do LD2 (volume 1) e do LD6 (volume 2). Ademais, investigamos as representações presentes em algumas atividades experimentais pertencentes a esses capítulos.

Destacamos que há atividades experimentais com mais de uma representação, por exemplo: a atividade apresenta uma imagem relacionada ao procedimento experimental e uma tabela. Há ainda atividades experimentais que apresentam uma única representação, mas que solicita aos alunos a construção de outras formas de representação, como quadros e gráficos.

Percebemos que algumas atividades experimentais se limitam em utilizar as representações apenas para compreensão do roteiro experimental e não para auxiliar o entendimento dos conceitos

que são abordados. No mais, foi possível verificar que algumas imagens, em especial as relacionadas ao procedimento experimental, geram um sentido maior para o aluno a partir do momento em que ele lê o roteiro da atividade. Averiguamos que algumas formas de representação, por exemplo: os quadros, podem auxiliar os alunos na organização dos dados durante a realização da prática experimental. Identificamos que os roteiros precisam de mais representações e que estas, não sejam somente de imagens de procedimentos experimentais, materiais utilizados na prática ou ilustrativas. Bem como é necessária uma melhor abordagem dos três níveis do pensamento químico, principalmente, o nível submicroscópico.

EXPLORAÇÃO DO MATERIAL E INTERPRETAÇÃO: COMPREENDENDO E IDENTIFICANDO AS REPRESENTAÇÕES AO LONGO DE UM CAPÍTULO

O capítulo 2 do LD2, volume 1, faz parte da temática introdução à Química e às substâncias e misturas e aborda uma “Introdução ao estudo das propriedades específicas dos materiais”. Há atividades da seção Investigação durante todo o desenvolvimento do capítulo. Os autores trazem bastantes ilustrações que acompanham o texto escrito, por exemplo, se a parte escrita aborda sobre a resistência do ferro e do vidro, há uma imagem mostrando que o ferro apresenta maior resistência, ou seja, as representações deste apresentam relação direta com o texto escrito. Ao longo da abordagem, o texto faz referência às imagens, há a presença de quadros e o livro utiliza imagens para auxiliar na resolução de exercícios. Os autores solicitam aos alunos a representação de gráficos, de acordo com o que foi observado no experimento e/ou exercício e em alguns casos esses gráficos são reutilizados em outras questões para comparação. Há representações de montagem do procedimento experimental, equação química, expressões matemáticas e diagramas nas atividades experimentais.

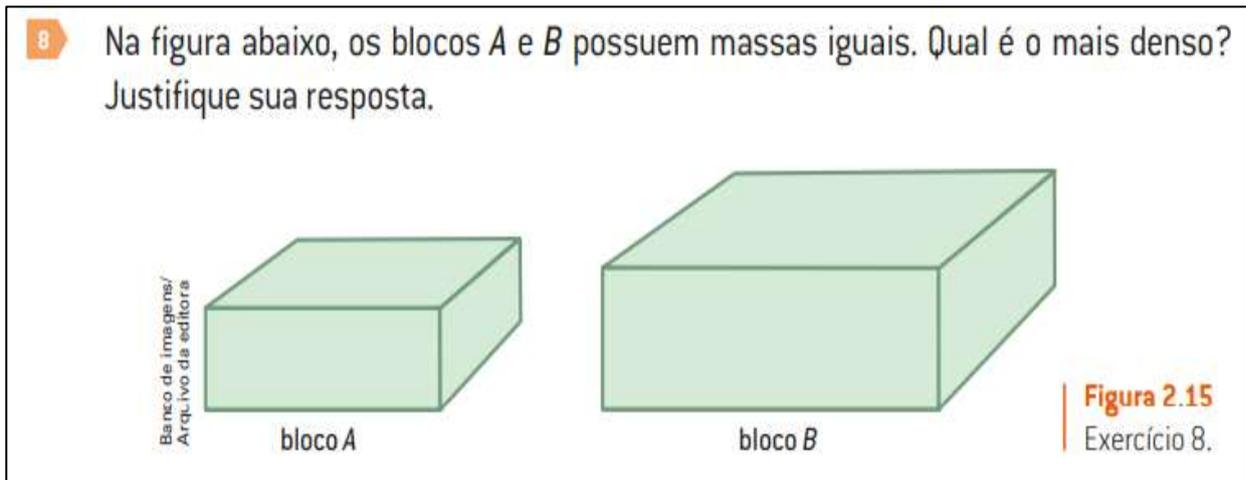
Nas Figuras 1 e 2, observamos o uso das representações para exemplificar o texto escrito e para a resolução de exercícios. Nesse sentido, compreendemos, assim como Tomio *et al.* (2013) que “os significados para uma imagem surgem na interação do sujeito leitor com a imagem, a partir das particularidades e restrições de um contexto” (p. 27), sendo fundamental que o leitor compreenda bem a imagem e o contexto no qual estão inseridos.

Figura 1: Exemplo de ilustração que acompanha o texto escrito



Fonte: LD2, volume 1, p. 22, 2016

Figura 2: Exemplo de atividade que utiliza representação para a resolução.



Fonte: LD2, volume 1, p. 27

Apresentamos na Figura 3 um exemplo de atividade experimental que possui como representação, uma imagem relacionada ao procedimento utilizado na prática. Essa imagem é complementar ao texto escrito. No decorrer da atividade, é solicitado aos alunos que construam dois quadros para anotações dos dados coletados. Os quadros podem auxiliar os alunos na organização das observações e dos dados. No final da atividade, os autores solicitam que os alunos construam dois gráficos com os dados coletados na prática experimental. Os três tipos de representação presentes nessa atividade são: imagem (relacionada ao procedimento experimental), quadros e gráficos. Ambas as representações apresentam relação direta com a atividade e são úteis para auxiliar na visualização e no entendimento dos dados coletados. Dessa forma, os diferentes tipos de representação possuem um papel importante para a construção e compreensão de conceitos científicos, constituindo-se como prática fundamental de ensino (SILVA *et al.*, 2006). Conforme Silva *et al.* (2006), “a imagem não é concebida como transmissora de informação, mas parte de um processo mais amplo de produção/reprodução de sentidos” (p. 221).

Figura 3: Exemplo de atividade experimental

INVESTIGAÇÃO

MATERIAL

Dois tubos de ensaio, um béquer de 250 mL, gelo picado (o suficiente para fazer a montagem experimental), um pacote de sal de cozinha.

O QUE FAZER

- 21. Lalem abertamente o procedimento antes de iniciar a experiência.
- 22. Construam dois quadros no caderno: **temperatura da água** [em °C] × **tempo de resfriamento** [em min] e **temperatura da água com sal** [em °C] × **tempo de resfriamento** [em min]. Enumerem os dados obtidos.
- 23. Para observar o comportamento da água sob resfriamento, preparem a montagem experimental colocando no recipiente dois tubos de ensaio vazios com a abertura para cima. Em seguida, adicionem, alternadamente, uma camada de gelo picado e uma de sal de cozinha até encher o recipiente.

Figura 2.23

A) Montagem para o resfriamento da água.
B) Temperatura da água com sal. (Notem que a temperatura está abaixo da zero, mas a água com sal não congela.)

24. Introduzam no recipiente, no lugar dos tubos vazios, dois tubos de ensaio, um contendo água até a metade de sua capacidade e outro, uma solução diluída de sal.

Observações: para preparar a solução, coloquem uma colher rasa [de chá] de sal em um dos tubos de ensaio com água até um terço de sua capacidade e, em seguida, agitem o sistema; coloquem o tubo com água e o tubo com solução diluída de sal no lugar dos tubos vazios colocados anteriormente.

25. Utilizando os quadros construídos no 2º item desta atividade, anotem as temperaturas de cada um dos sistemas, de 30 em 30 s, até que a mistura de água e sal atinja -20 °C [dois graus Celsius negativos].

Observações: façam as leituras de temperatura com o termômetro no meio do líquido e nunca encostado no fundo do tubo; anotem as alterações observadas nos dois sistemas [água e mistura] e as temperaturas em que elas ocorreram.

CONSTRUÇÃO DAS "CURVAS DE RESFRIAMENTO" DA ÁGUA PURA E DA ÁGUA COM SAL

Utilizando uma folha de papel milimetrado (ou papel quadriculado), construam os dois gráficos – de **temperatura** × **tempo de resfriamento** – para a água e para a mistura de água com sal, com os dados dos quadros construídos no 2º item. Dividam a folha ao meio e, em uma das metades, construam o gráfico da água pura e, na outra, o gráfico da água com sal. Assinalem o tempo (t) no eixo horizontal (abscissa) e a temperatura (T) no eixo vertical (ordenada). Adotem uma escala apropriada, de modo que se aproveite ao máximo o papel, mas tentem usar a mesma escala nos dois gráficos para facilitar a comparação. Lembrem-se de que cada gráfico deve conter o título e a escala em que foi construído.

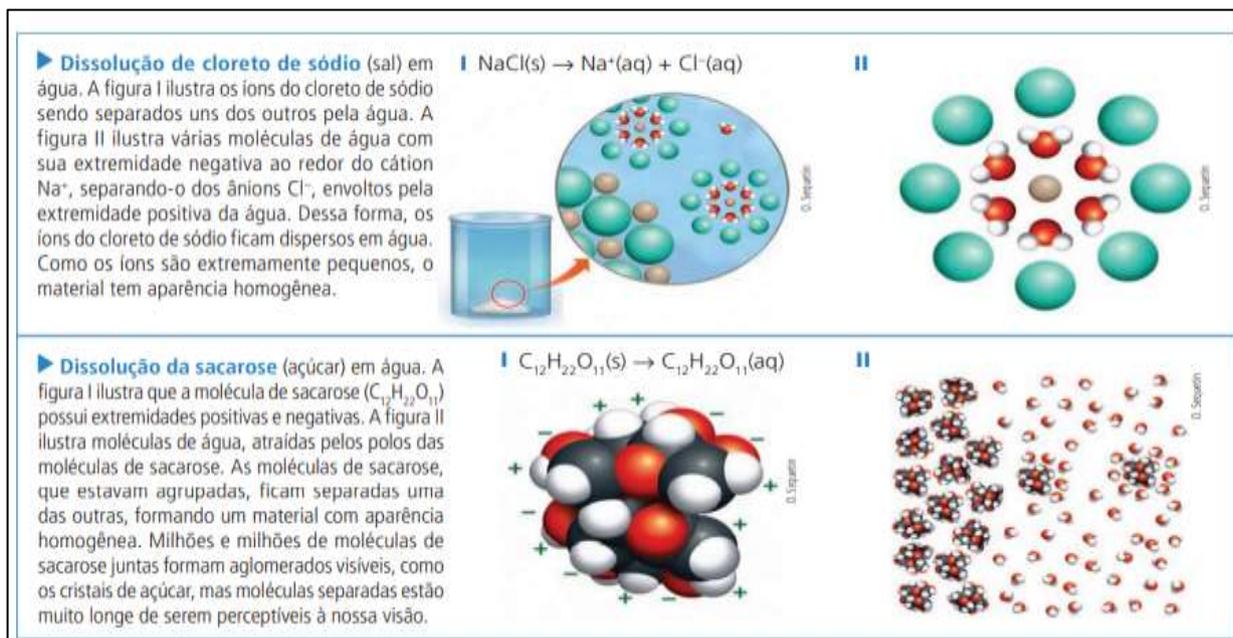
Fonte: LD2, volume 1, p. 41- 42

O capítulo 2 do LD6, volume 2, faz parte da temática Soluções e aborda um estudo sobre “Cálculos Químicos: estequiometria e soluções”. No decorrer do capítulo, há sugestões de construção de quadros, ilustrações que acompanham o texto escrito e representações que são utilizadas na resolução de atividades, assim como o capítulo 2 do LD2, que demonstra diferentes formas de se representar uma reação química. As múltiplas representações referem-se à prática de representar um mesmo conceito, processo químico ou situação por diferentes modos. Esses modos podem ser verbais, gráficos, numéricos, escritos e simbólicos (PRAIN; WALDRIP, 2006). Há equações químicas e esquemas de cálculos estequiométricos ao longo do capítulo. Nesses esquemas são utilizadas expressões matemáticas. Os autores trazem representações que envolvem os níveis submicroscópico, macroscópico e representacional. Há expressões matemáticas, estruturas químicas e gráficos no decorrer do capítulo. As três atividades experimentais aparecem dispostas ao final do conteúdo.

Na Figura 4, apresentamos um exemplo que envolve a articulação dos três aspectos constituintes do conhecimento químico, que são: macroscópico, submicroscópico e representacional (simbólico) (JOHNSTONE, 2000; 2004). Essas representações podem auxiliar no processo de construção de significados, uma vez que favorecem a construção de elos entre as teorias científicas estudadas em sala de aula e as observações realizadas por este tipo de atividade. No nível descritivo e funcional (macroscópico), pode-se observar e descrever as transformações da matéria, por meio dos sentidos e das propriedades das substâncias - copo com o cloreto de sódio (NaCl). O nível explicativo (submicroscópico) leva em consideração a interação entre átomos, íons, moléculas e estruturas na construção de modelos explicativos - modelos que descrevem a interação entre o NaCl e a água e entre a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) e a água. O nível simbólico (representacional) se dá com o uso de fórmulas, equações, esquemas, gráficos, modelos, diagramas, entre outros - equações químicas que descrevem o processo de dissolução do cloreto de sódio e da sacarose em água. Nesse exemplo, confirmamos que a Química é uma Ciência que envolve as mais diversas formas de representações e que essas representações quando bem exploradas podem contribuir significativamente para a construção de conceitos científicos.

Conforme Pozo e Gomes Crespo (1998, citado em NÚÑEZ; RAMALHO; PEREIRA, 2011) há certa dificuldade, por parte dos alunos, na compreensão do significado químico embutido nas equações químicas. Esse fato, em geral, é justificado pela dificuldade que os mesmos apresentam em diferenciar o nível macroscópico do microscópico.

Figura 4: Exemplo de representação que envolve os níveis macroscópico, submicroscópico e representacional



Fonte: LD6, volume 2, p. 67

Na Figura 5, observamos uma forma de representação sendo utilizada para a resolução de um exercício, e na Figura 6, verificamos duas formas diferentes de se representar uma equação química. Nesse exemplo, os autores utilizam modelos (nível submicroscópico) e símbolos (nível representacional) para representar a equação e o balanceamento dela. As Figuras 5 e 6 foram retiradas do mesmo livro, LD6. Assim sendo, as duas formas de representação das figuras acima limitaram ou abriram a possibilidade de se compreender as diferentes formas de representar uma molécula? Ou seja, as duas formas de representar auxiliaram ou confundiram os alunos? Cabe destacar que na Figura 5, na letra a, não conseguimos perceber que há uma ligação entre os dois átomos de hidrogênio (H), formando o gás hidrogênio (H_2), e o mesmo acontece para o produto da reação, não é perceptível que ocorre a junção de dois átomos de H e um átomo de oxigênio (O) para formar a molécula de água (H_2O). Já na letra b, a visualização da junção dos átomos e dos coeficientes estequiométricos da reação se torna muito complicada para os alunos, diferente do que é representado na Figura 6, na qual os átomos estão bem representados e os coeficientes estequiométricos são perceptíveis.

Figura 7: Exemplo de uma atividade experimental com representação



Atividade Experimental

Que líquido apresenta maior temperatura de fusão: água ou água com sal?

Pare, pense e procure responder a pergunta do título desta atividade e justifique porque ocorre diferença na temperatura de fusão entre essas duas soluções. Depois, realize a atividade a seguir e observe o que ocorre.

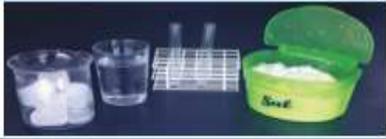
Materiais

- Dois tubos de ensaio (ou saquinhos plásticos)
- Um béquer (ou copo)
- Gelo
- Água destilada (ou filtrada)
- Cloreto de sódio (sal de cozinha)

Procedimento

▶ Montagem do experimento.

1. Coloque gelo picado no béquer até a metade de seu volume.
2. Adicione sal equivalente a um terço da quantidade de gelo e misture bem.
3. Em um tubo de ensaio, coloque água até a metade de seu volume.
4. No outro tubo de ensaio, coloque uma solução saturada de cloreto de sódio (solução com sal depositado no fundo do recipiente) até a metade de seu volume.
5. Mergulhe, simultaneamente, os dois tubos no gelo do béquer e observe por cinco minutos.



Destino dos resíduos

1. Os resíduos desta prática podem ser descartados na pia, sob água corrente.



Análise de dados

1. O que aconteceu com cada líquido?
2. Como você explica a diferença observada?

Fonte: LD6, volume 2, p. 89

CONSIDERAÇÕES

Neste artigo, apresentamos partes de um recorte de uma pesquisa maior que envolve compreender como as representações estão dispostas nas atividades experimentais presentes nos LDs de Química, aprovados no PNLD de 2018. Observamos que o tema introdução à Química e às substâncias e misturas é o assunto que mais apresenta atividades experimentais no volume 1 dos LDs, seguido de reações químicas, leis das reações, modelos/teorias atômicas e tabela periódica. No volume 2, o tema soluções é o que apresenta maior número de atividades, seguido de eletroquímica.

Ademais, verificamos que há atividades experimentais com mais de um tipo de representação, por exemplo: a atividade apresenta uma imagem relacionada ao procedimento experimental e uma tabela. Há, ainda, atividades experimentais que apresentam uma única representação, mas que solicita aos alunos a construção de outras formas de representação, como quadros e gráficos.

Com relação aos capítulos analisados, averiguamos que os autores trazem bastantes representações que acompanham o texto escrito e, em alguns exercícios, utilizam imagens para resolução. Há a abordagem de diferentes tipos de representações em ambos os capítulos. Assim como há representações que abordam os três níveis do pensamento químico, proposto por Johnstone (2000, 2004). Nas duas atividades experimentais utilizadas como exemplo, as formas de representação são: imagem relacionada aos materiais e procedimento necessário para a realização da prática, quadros e gráficos. Embora esses tipos de representações estejam integrados à atividade e ao texto escrito, é necessário que os roteiros utilizem mais formas de representações e que estas apresentem a função de auxiliar na compreensão de conceitos científicos. Destacamos,

também, o auxílio e o entendimento de conceitos químicos pelos alunos a partir de representações e as múltiplas representações, quando bem exploradas.

Nesse sentido, acreditamos que a realização de experiências em sala de aula, pode permitir o desenvolvimento e o aprimoramento de capacidades intelectuais como: capacidade de realizar experiências em laboratório, que inclui habilidades de usar materiais e técnicas; de manter uma sequência correta de operações; capacidade de observar, analisar, sintetizar, elaborar e testar hipóteses, generalizar, procurar e interpretar informações com criatividade. Enfim, são várias as vantagens de se utilizar experimentações em sala de aula. Desse modo, destacamos a importância das atividades que possuem algum tipo de representação que auxilie o aluno na compreensão de conceitos ou da atividade. Além disso, é fundamental que os professores analisem qualquer tipo de atividade antes de utilizá-la em sala de aula, a fim de compreender suas potencialidades e limitações.

Ainda que esta pesquisa tenha sido realizada com os LDs aprovados no PNLD de 2018, ela pode contribuir para uma maior compreensão das representações encontradas nos livros. Como também, auxiliar em referências para pesquisas futuras que buscam identificar, classificar e relacionar as representações com os três níveis do pensamento químico proposto por Johnstone (2000, 2004).

REFERÊNCIAS

ABREU, R. G. de; GOMES, M. M. da; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BICA, M. S. N, ROEHRS, R. A abordagem dos conceitos de substância, mistura e densidade utilizando os fundamentos das múltiplas representações. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.10, n. 2, 2015.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

CANCIAN, C. de C. B.; RAMOS, R. de C. A. N. Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2019.

CAVALCANTE, M. S. D.; PINHO, M. J.; ANDRADE, K. S. Interdisciplinaridade e livro didático: interfaces (im)possíveis? **Rev. GELNE**, v. 17, n. 1/2, p. 213-234, 2015.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química: Ensino Médio**. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2016, v. 1.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química: Ensino Médio**. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2016, v. 2.

DUVAL, Raymund. **Ver e Ensinar Matemática de Outra Forma – Entrar no Mundo Matemático de Pensar: Os registros de Representações Semióticas**. 1ªed. São Paulo: PROEM, 2011.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 2ª ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

FRANZONI, G.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. da. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 1, 2011.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, 1999.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.2, p. 57-63, 1995.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: Logical or psychological? **Chemical Education: Research and Practice in Europe**, 1 (1), p. 9 -15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. The Future Chape of Chemistry Education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 3, 2004.

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. (2001) **Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom**. London: Continuum.

LISBOA, J. C. F. (org.). Ser Protagonista: **Química, 1º ano: Ensino Médio**. Organizadora Edições SM. Obra coletiva concebida 3ª ed. São Paulo: SM, 2016. v. 1.

LISBOA, J. C. F. (org.). Ser Protagonista: **Química, 2º ano: Ensino Médio**. Organizadora Edições SM. Obra coletiva concebida 3ª ed. São Paulo: SM, 2016. v. 2.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. Projeto de Reformulação Curricular e de Capacitação de Professores do Ensino Médio da Rede Estadual de Minas Gerais. **Pressupostos gerais e objetivos da proposta curricular de Química**. Belo Horizonte, 1998.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 3ª ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 1.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 3ª ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 2.

NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. **Vivá Química**. 1ª ed. Curitiba: Positivo, 2016. v. 1.

NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. **Vivá Química**. 1ª ed. Curitiba: Positivo, 2016. v. 2.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, p. 1-12, 2003.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; PEREIRA, J. E. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil): uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais. **Revista Iberoamericana De Educación**, n. 55 (1), p. 1-13, 2011.

ORNEK, F. Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 3, n. 2, p. 35-45, 2008.

Pacheco, M. (2015). **A importância das atividades experimentais no processo de ensino - aprendizagem**. Relatório Final de Mestrado em educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico, Instituto Superior de Ciências Educativas de Felgueiras.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, 28(15), 1843-1866, 2006.

QUADROS, A. L.; LÉLIS, I.S.S.; FREITAS, M. L. A Construção de Explicações por Estudantes a partir do uso de um Material Didático Temático. In: QUADROS, A. L.; FILHO, F. F. D. (Org.). **Ações Construtivas em Química: compartilhando experiências**. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2015

REIS, M. **Química: Ensino Médio**. 2ª Ed. São Paulo: Ática, 2016, v. 1.

REIS, M. **Química: Ensino Médio**. 2ª Ed. São Paulo: Ática, 2016, v. 2.

REZENDE, B. de P.; SILVA, A. C. A. da. Possibilidades discursivas em atividades experimentais: um estudo dos roteiros investigativos. **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-23, jan./abr. 2021.

ROSA, M. D'A. O programa nacional do livro didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procópio**, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

ROZENTALSKI, E. F.; PORTO, P. A. Imagens de orbitais em livros didáticos de química geral no século XX: uma análise semiótica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20(1), p. 181-207, 2015.

SANTOS, W., MÓL, G. **Química Cidadã**. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 1.

SANTOS, W., MÓL, G. **Química Cidadã**. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 2.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.17, p. 49-67, 2015.

SCHÖNBORN, K. J.; ANDERSON, T. R. The importance of visual literacy in the education of biochemists. **Biochemistry and molecular biology education: a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology**, v. 34, n. 2, p. 94-102, 2006.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro Didático e o Ensino de Ciências. Anais de evento: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ**, 2008.

SILVA, A. C.; SOUZA, G.; MORAES, J. Os Livros Didáticos de Química: uma Análise das Atividades Investigativas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 1- 19, 19 dez. 2019.

SILVA, A. C. A. da; REZENDE, B. de P. (2021). Análise dos livros didáticos de química: compreendendo os roteiros experimentais de extrato de repolho roxo. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, 2020

SILVA, H. C. da; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M. H. da S.; GASTAL, M. L.; CASSIANO, W. S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SILVA, V. G. **A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**. Universidade Estadual Paulista –UNESP. Graduação em Licenciatura em Química. (Trabalho de Conclusão de Curso). Bauru, 2016.

SOUZA, I. P. M. de. **Análise mista das imagens em livros didáticos de química de segunda série do ensino médio**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

SOUZA, K. A. de F. D. de; PORTO, P. A. Estratégias visuais na construção de uma realidade química: análise semiótica das ilustrações em livros didáticos ao longo do século XX. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA. **Anais do VIIIENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, 2011.

TOMIO, D.; GRIMES, C.; RONCHI, D. L.; PIAZZA, F.; REINICKE, K.; PECINI, V. As Imagens no Ensino de Ciências: O que dizem os Estudantes Sobre Elas? **Caderno pedagógico**. v. 10, n. 1, p. 25-40, 2013.

ZOMPERO, A. de F.; LABURU, C. E. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, 2011.