

Análise dos roteiros de atividades experimentais nos livros didáticos de Química: um estudo das representações e dos níveis do pensamento químico

Analysis of experimental activity scripts in chemistry textbooks: a study of representations and levels of chemical thinking

Bruna de Paula Rezende¹
Ana Carolina Araújo da Silva²

Resumo

Nos últimos anos, o estudo das representações e seus usos no ensino de química tem sido uma preocupação para a área. Com isso, apresentamos neste artigo partes de um recorte de pesquisa voltado às representações presentes nos roteiros das atividades experimentais investigativas dos livros didáticos de química para o Ensino Médio, aprovados pelo PNLD de 2018. Desse modo, esta pesquisa buscou avaliar e compreender as representações contidas em cinco roteiros e a relação da representação ou do roteiro com os níveis do pensamento químico proposto por Johnstone (2000, 2004). Para atingir tal objetivo, utilizamos pressupostos teóricos metodológicos da análise de conteúdo; identificamos que somente um roteiro é constituído por dois tipos diferentes de representações, enquanto os demais apresentam um único tipo de representação. Ademais, observamos que algumas atividades se limitam a utilizar as representações apenas para compreensão do roteiro experimental e não para auxiliar o entendimento dos conceitos que este aborda. Reforçamos, portanto, que os roteiros experimentais precisam de mais representações e que estas não sejam somente imagens de procedimentos experimentais ou materiais utilizados na prática. Como também, torna-se importante uma melhor abordagem dos três níveis de pensamento químico, em especial, o nível submicroscópico.

Palavras chave: Livros Didáticos; Atividades Experimentais Investigativas; Representações.

Abstract

In recent years, the study of representations and their uses in teaching chemistry has been a concern for the area. Thus, in this article, we present parts of a research excerpt aimed at representations present in the scripts of investigative experimental activities of high school chemistry textbooks, approved by the PNLD of 2018. Thus, this research sought to evaluate and understand the representations contained in five scripts and the relation of the representation or the script with the levels of chemical thinking proposed by Johnstone (2000, 2004). To achieve this goal, we use theoretical and methodological assumptions from

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora | rezendebruna@outlook.com

² Universidade Federal de Juiz de Fora | anacarolina.silva@uff.edu.br

content analysis; we identified that only one script is constituted by two different types of representations, while the others present a single type of representation. Furthermore, we observed that some activities are limited to using representations only to understand the experimental script and not to help understand the concepts it addresses. We emphasize, therefore, that experimental scripts need more representations and that these are not just images of experimental procedures or materials used in practice. As well, it becomes important to better approach the three levels of chemical thinking, in particular, the submicroscopic level.

Keywords: Didactic books; Investigative Experimental Activities; Representations.

Introdução

Este artigo faz parte de uma pesquisa maior acerca das atividades experimentais investigativas presentes nos livros didáticos (LDs) de química (SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021; SILVA; SOUZA; MORAES, 2019). Nessa pesquisa, percebemos que algumas atividades contribuem mais significativamente para a construção de conceitos científicos, pelos estudantes, do que outras. Dessa forma, a literatura tem mostrado que a construção dos significados da química envolve a articulação de três aspectos constituintes do conhecimento químico, que são: fenomenológico, teórico e representacional (simbólico) (Johnstone, 2000, 2004). Essa abordagem foi apresentada pela proposta curricular de química para o Ensino Médio em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1998) e tem sido utilizada por pesquisadores e professores de química nos últimos anos.

Nesse contexto, as atividades experimentais no ensino de química proporcionam a articulação dos níveis do pensamento químico e auxiliam no processo de construção de significados, uma vez que favorecem na compreensão dos fenômenos e na internalização dos conceitos. Desse modo, nos últimos anos inúmeras publicações científicas, nacionais e internacionais, têm respaldado a relevância das atividades experimentais no processo de ensino e de aprendizagem para a área das Ciências da Natureza (GIORDAN, 1999; ANDRADE; VIANA, 2017; GUIMARÃES, 2009; SUART, 2014; ROCHA; MALHEIRO, 2018). Entretanto, sabemos que muitos dos resultados das pesquisas não chegam nas aulas de química. Tal fato, em geral, é justificado pela falta de materiais e de infraestrutura, bem como o pouco tempo que os professores dispõem para organizar as atividades (SUART, 2014). Em razão dessas questões, os LDs têm, cada vez mais, disponibilizado atividades experimentais que sejam acessíveis às escolas brasileiras, e que levem em conta a participação dos estudantes no processo de aprendizado.

Diante disso, as atividades experimentais tornam-se importantes para o ensino, uma vez que elas podem possibilitar que os estudantes estabeleçam elos entre as teorias científicas estudadas em sala de aula e as observações realizadas por esse tipo de atividade.

Para Suart e Marcondes:

[...] se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a sua resolução, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre

os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (SUART; MARCONDES, 2009, p. 51).

Nesse sentido, há várias estratégias e abordagens para a organização de aulas experimentais presentes nos LDs. Entre as atividades experimentais, presentes nos livros de química, destacam-se as de cunho investigativo. Conforme Sasseron (2015), o ensino investigativo é uma abordagem didática cujo foco principal é fazer com que os estudantes 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 didáticos e com seus conhecimentos já existentes. Sá, Lima e Aguiar Jr (2011) argumentam que as atividades investigativas são consideradas estratégias, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar a sua prática no cotidiano escolar.

A partir dessas diferentes possibilidades de trabalhar a experimentação, podemos perceber que muitas dessas atividades exploram o nível visível dos estudantes. De acordo com Johnstone (2000, 2004), o conhecimento químico pode ser organizado em três níveis - macroscópico, submicroscópico e representacional, que são: 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 simbólico (representacional), cuja abordagem se dá com o uso de fórmulas, equações e esquemas; e nível explicativo (submicroscópico), que leva em consideração a interação entre átomos, íons, moléculas e estruturas na construção de modelos explicativos. Essa articulação dependerá da proposição da atividade ou do roteiro e das questões presentes. Para o autor, a transição pelos três níveis do pensamento químico poderia ocorrer nos estágios iniciais da aprendizagem, para isso, ele sugere uma reestruturação das atividades, apontando que uma das formas seria trabalhar um vértice do triângulo de cada vez, iniciando pelo que é familiar ou interessante para o aluno, utilizando seus conhecimentos prévios e a partir destes introduzir e construir novos conhecimentos. Portanto, as atividades de cunho experimental podem possibilitar a articulação entre os três diferentes níveis do pensamento químico organizados por Johnstone (2000, 2004).

É importante ressaltar que apesar de não existir predominância de um nível sobre o outro, experiências em sala de aula mostram que o nível submicroscópico é considerado como o mais difícil de ser compreendido entre os três, pois exige dos estudantes a construção de modelos mentais que demandam um desenvolvimento cognitivo mais avançado. Desse modo, as aulas de química trabalham com muitos objetos do nível abstrato que não são diretamente acessíveis à percepção, sendo necessária uma representação, seja ela por símbolos, códigos, tabelas, gráficos, algoritmos ou desenhos. Essas representações permitem a comunicação entre os sujeitos e as atividades cognitivas do pensamento, possibilitando registros de diferentes formas de representar um mesmo objeto (DAMM, 2008).

Desse modo, 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. Enquanto, as múltiplas representações referem-se à prática de representar um mesmo conceito ou processo químico por diferentes modos. Esses modos podem ser verbais, gráficos, numéricos, escritos e simbólicos (PRAIN; WALDRIP, 2006).

Diante do exposto, é fato que o estudo das representações no ensino de química tem sido de preocupação para a área (SOUZA; PORTO, 2011; CANCIAN; RAMOS, 2019; ROZENTALSKI; PORTO, 2015). Desse modo, esta pesquisa visa caracterizar as representações contidas nas atividades experimentais presentes nos LDs de química para o Ensino Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018. Cabe destacar que este estudo de análise dos LDs é intencional, pois advém do interesse das pesquisadoras que já realizam pesquisas com os LDs do Ensino Médio (SILVA; REZENDE, 2020; REZENDE; SILVA, 2021). Assim, a questão investigada envolve compreender: quais são as atividades experimentais investigativas e representações presentes nos LDs de química do Ensino Médio, pertencentes ao PNLD? Quanto ao objetivo, o artigo pretende apresentar uma análise que visa identificar os tipos de representações presentes nas atividades experimentais investigativas dos LDs de química do Ensino Médio e caracterizar suas possibilidades e limitações. Além disso, a ideia desta investigação é impulsionar a compreensão sobre materiais didáticos de química, especificamente na área de Ciências da Natureza.

Procedimento Metodológico

Este artigo apresenta um estudo cuja abordagem é qualitativa. A pesquisa qualitativa baseia-se na obtenção de dados descritivos que são gerados pelo contato do pesquisador com sua fonte de dados, ou seja, o pesquisador é o principal instrumento de coleta dos dados. Além disso, a pesquisa qualitativa demonstra enfoque indutivo, é descritiva e preocupa-se com o entendimento do fenômeno como todo, priorizando os processos, em vez dos resultados ou produtos (GODOY, 1995; BOGDAN; BIKLEN, 1994).

As fontes de conteúdo, neste estudo, são 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 da pesquisa, adotamos os pressupostos teóricos da análise de conteúdo (BARDIN, 2016). A análise de conteúdo é definida como um conjunto de técnicas que empregam métodos sistemáticos e objetivos de descrição de indicadores, que podem ser quantitativos ou não. Essas técnicas permitem, ao final da análise, a interpretação dos dados coletados (BARDIN, 2016).

Nesse contexto, em uma pesquisa anterior, analisamos os roteiros das atividades experimentais presentes nos LDs de química do Ensino Médio aprovados pelo PNLD de 2018 e classificamos as atividades em simples ou investigativas. As atividades experimentais de cunho investigativo podem proporcionar aos estudantes elaborar e testar hipóteses, investigar um problema, coletar e analisar dados e elaborar conclusões com os resultados obtidos, além de favorecer uma maior interação entre os alunos e entre o docente e os alunos (MARCONDES; SOUZA; SUART, 2009). Dessa forma, as atividades experimentais que foram caracterizadas como investigativa favoreciam aos professores trabalharem a partir de um problema e/ou permitiam o levantamento de hipóteses pelos discentes.

Conforme Franco (2005), definido os objetivos da pesquisa, determinado o referencial teórico e conhecido o material a ser analisado, o pesquisador passa para a definição das unidades de análise presentes na etapa de codificação. Essa etapa, para Bardin (2016), envolve o trabalho com os dados brutos da pesquisa, que são transformados por meio de recortes, a fim de auxiliar na elucidação das características do material analisado.

As unidades de análise, dividem-se em: unidades de registro e unidades de contexto. As unidades de registro são a menor parte do conteúdo, ou seja, as unidades de base e podem ser uma palavra; um tema; personagem; acontecimento; um objeto, entre outras. Já a unidade de contexto é a parte mais ampla do conteúdo a ser analisado, sendo de fundamental importância para o entendimento das unidades de registro (BARDIN, 2016; FRANCO, 2005).

Segundo Bardin (2016), existem três polos cronológicos para a análise de conteúdo. O primeiro polo, pré-análise, baseia-se na definição do corpus de análise, na leitura fluente das atividades experimentais presentes nos LDs e na elaboração de indicadores que permitem a interpretação das atividades selecionadas. Dessa forma, definimos como corpus de análise as atividades experimentais contidas nos LDs aprovados no PNLD de 2018. No Quadro 1, apresentamos a identificação do livro didático, o título, a editora, o nome dos autores ou coordenadores/organizadores e o seu código.

Quadro 1: Identificação dos Livros Didáticos

| Livro Didático | Título; editora; nome dos autores 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: Autoria própria (2020)

O segundo polo consiste na exploração do material e na categorização das atividades. Assim, na exploração do material, realizamos uma sequência 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).

Logo, a exploração dos LDs, envolveu inicialmente a contagem das atividades experimentais, simples e investigativas, no qual o tema soluções obteve o maior número de atividades. Posteriormente, foram identificados os roteiros das atividades experimentais investigativas pertencentes à temática soluções. Em seguida, identificamos os tipos de representações contidas nelas. Sendo que as representações mais encontradas nessas

atividades foram: tabelas, gráficos, quadros, diagramas, imagens, expressões matemáticas, estruturas de compostos químicos e equações químicas. Visto que o objetivo de nossa pesquisa é explorar as atividades experimentais investigativas, sendo assim optamos por trabalhar neste artigo somente com esse tipo de atividade.

Por fim, o terceiro polo consiste na inferência e na interpretação dos recortes das atividades experimentais, que são as unidades de contexto desta pesquisa. Os recortes são partes das atividades que nos fornecem as características daquela atividade. Essas características, além de serem os indicadores deste estudo, também são as unidades de registro. Nessa fase, procuramos compreender os dados e as informações obtidas a partir da análise dos roteiros das atividades experimentais.

Resultados e discussões

Para este estudo, analisamos cinco roteiros de Atividades Experimentais Investigativas contidas nos LDs de química aprovados pelo PNLD de 2018. No Quadro 2, destacamos algumas particularidades de cada roteiro escolhido, como: identificação, característica investigativa do roteiro e os tipos de representações que apresentam.

Quadro 2: Identificação e características dos Roteiros Experimentais

| Roteiro | LD, volume, página | Característica investigativa | Tipos de representações | | | |
|---------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|---------|-------------------|----------|
| | | | Imagens | Quadros | Equações químicas | Gráficos |
| 1 | LD1, vol. 2, p. 32 | Problema | 1 | - | - | - |
| 2 | LD2, vol. 3, p. 154-156 | Hipótese | - | 2 | - | - |
| 3 | LD4, vol. 2, p. 25-27 | Problema | - | - | 2 | - |
| 4 | LD6, vol. 2, p. 84 | Problema | 3 | - | - | 1 |
| 5 | LD5, vol. 2, p. 112 | Problema | 1 | - | - | - |

Fonte: Autoria própria (2020).

Conforme Ornek (2008), as representações podem ser entendidas como 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). Para Schönborn e Anderson (2006), é possível definir as representações como modelos criados para auxiliar o entendimento de conceitos. Nesse sentido, identificamos nos roteiros estudados 4 tipos de representações, a saber: imagens; no qual, foram classificadas nessa

categoria as imagens relacionadas ao procedimento experimental ou aos materiais utilizados na prática; quadros; equações químicas e gráficos.

Dessa forma, ao analisar o Quadro 2, identificamos que o roteiro 1 e o roteiro 5 apresentam somente uma imagem relacionada ao procedimento experimental. Enquanto, o roteiro 2 apresenta dois quadros e o roteiro 3 duas equações químicas. Já o roteiro 4 é o único constituído por dois tipos diferentes de representações. Esse roteiro apresenta três imagens relacionadas aos materiais necessários para uso na prática e um gráfico. Em relação às características investigativas de cada roteiro, verificamos que quatro atividades experimentais apresentam como característica um problema e apenas uma apresenta o levantamento de hipóteses.

Análise dos tipos de Representações: Compreendendo suas possibilidades e limitações

O roteiro 1 está presente no volume 2 do LD1 no capítulo “Soluções e dispersões coloidais: aspectos gerais”. Esse capítulo aborda os conceitos de estados físicos das soluções, o que é solubilidade e os tipos de dispersões. O objetivo da atividade experimental é verificar a diferença entre a propagação da luz por uma dispersão do tipo solução e por uma dispersão do tipo coloidal.

Os roteiros experimentais presentes no LD1 estão localizados na seção “Química: prática e reflexão”. Conforme Novais e Antunes (2016), 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 estudantes.

Química: prática e reflexão

Neste experimento, vocês vão analisar de que maneira a luz atravessa uma solução e uma dispersão coloidal. A questão a ser respondida é: Qual a diferença entre a propagação da luz por uma solução e sua propagação por uma dispersão coloidal?

Material necessário

- 2 copos de vidro liso ou 2 béqueres
- água
- 1 pitada de sal
- = 1 colher (de sopa) de leite
- 1 lanterna comum ou 1 lanterna pequena, como a de LED, com diâmetro em torno de 1 cm
- 1 pedaço de cartolina escura (cerca de 10 cm x 10 cm)
- 1 lápis apontado
- fita-crepe

Observação: A parte final do experimento deve ser feita em ambiente escuro (ou, ao menos, escurecido).

Procedimento

1. Se vocês usarem uma lanterna comum, façam um pequeno furo no centro da cartolina com a ponta do lápis. Cubram o foco de luz da lanterna com a cartolina, de modo que o furo fique próximo do centro do foco. Com a fita-crepe, fixem bem a cartolina em torno da lanterna. Certifiquem-se de que, ao ligar a lanterna, o feixe de luz que atravessa o orifício da cartolina seja estreito, como mostrado na figura abaixo.



Cores fantasia, sem escala.

Feixe de luz incidindo em um copo contendo uma solução de água e cloreto de sódio (sal de cozinha).

2. Coloquem quantidades aproximadamente iguais de água nos dois copos, de modo que o líquido atinja pouco mais da metade da capacidade. Acrescentem a pitada de sal à água de um dos copos e a colher de leite ao outro. Mexam um pouco as misturas obtidas.
3. Posicionem a lanterna verticalmente, em relação à lateral do copo, de forma que o feixe de luz atravesse a mistura de sal em água. Observem o que acontece. Façam o mesmo no segundo copo.

Descarte dos resíduos: Os resíduos líquidos do experimento podem ser descartados diretamente no ralo de uma pia; a cartolina pode ser reutilizada ou descartada na lixeira destinada aos recicláveis.

Analisem suas observações

1. Que diferença vocês observaram quanto ao “caminho” do feixe de luz nas duas situações?
2. A que vocês atribuem o efeito obtido no sistema que contém um pouco de leite?

Figura 1: Roteiro 1. Fonte: LD1, volume 2, p. 32 (2016)

O roteiro 1 apresenta uma imagem que é utilizada para complementar o texto escrito no item 1 do procedimento. Também é possível observar que a imagem gera um maior sentido para o aluno a partir do momento em que ele lê o roteiro da atividade. Dessa forma, a imagem por si só não representa de modo claro qual o procedimento que o estudante deve adotar para fazer com que a lanterna apresente somente um feixe de luz. Além disso, a legenda proposta complementa a imagem.

Dessa maneira, compreendemos que as imagens nas aulas de Ciências possuem um papel importante para a construção e compreensão de conceitos científicos, constituindo-se como prática fundamental de ensino (SILVA et al., 2006). De acordo com Silva et al. (2006, p. 221), “a imagem não é concebida como transmissora de informação, mas parte de um processo mais amplo de produção/reprodução de sentidos”. Isto posto, entendemos, assim como Tomio et al. (2013, p. 27) que “os significados para uma imagem surgem na interação do sujeito leitor com a imagem, a partir das particularidades e restrições de um contexto”, sendo fundamental que o leitor compreenda bem a imagem e o contexto na qual estão inseridos.

A questão inicial proposta pelos autores como problema: “Qual a diferença entre a propagação da luz por uma solução e sua propagação por uma dispersão coloidal?”, propõe que as soluções não são um tipo de dispersão. Acreditamos que a melhor maneira de abordar essa questão seria: qual a diferença entre a propagação da luz por uma dispersão do tipo solução e sua propagação por uma dispersão do tipo coloidal?

Ressaltamos que a imagem proposta na atividade experimental concretiza o experimento e não os conceitos envolvidos na atividade. Sendo assim, a limitação de alguns roteiros é utilizar as representações para compreensão do procedimento experimental e não do conceito. Porém, esse roteiro auxilia os alunos a compreenderem não apenas a atividade experimental, mas também a diferença entre dispersões do tipo solução e do tipo coloidal (dispersões coloidais).

O roteiro 2 pertence ao volume 3 do LD2 e localiza-se no capítulo “Água nos ambientes urbanos: Química para cuidar do planeta”. Esse capítulo envolve uma série de experimentos que visam determinar a qualidade da água. Os autores propõem atividades de determinação do oxigênio dissolvido na água, construção de um turbidímetro para medição da turbidez da água, medição do pH e condutividade, entre outros. O objetivo da atividade experimental proposta no roteiro 2 é determinar a quantidade de oxigênio dissolvido em amostras de água colhidas pelos alunos.

Neste capítulo, os autores trabalham de forma contextualizada, uma vez que a partir do tema água, eles desenvolvem uma série de atividades que envolvem conceitos químicos. Para Guimarães (2009, p. 199), “ao utilizar a experimentação, associando os conteúdos curriculares ao que o educando vivenciou, o educador trabalhará de forma contextualizada”.

Desse modo, os roteiros experimentais presentes no LD2 estão localizados na seção “Investigação”. Conforme Mortimer e Machado (2016), essa seção apresenta atividades que são acompanhadas de questões que buscam propiciar o diálogo entre os estudantes com os fenômenos em foco.

DETERMINAÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NUMA AMOSTRA DE ÁGUA

Objetivo 3.5
Observações macroscópicas a cada fase da atividade

Na atividade a seguir, vocês vão determinar a quantidade de oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Se possível, coletam água do corpo de água que vocês escolheram na atividade de investigação da página 145 como o principal de sua cidade.

Peçam ao professor que organize essa coleta, de forma que diferentes amostras sejam coletadas em diferentes pontos do corpo de água, a diferentes profundidades, para, depois, serem analisadas.

INVESTIGAÇÃO

MATERIAL

Sulfato de manganês (II) sólido (MnSO₄), iodeto de potássio sólido (KI), hidróxido de sódio sólido (NaOH), solução de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃), ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), amostras de água para análise, um frasco transparente de 100 mL, balde [para coleta da água], uma colher medidora, um béquer de 50 mL, duas seringas de 5 mL e uma de 20 mL, [descartáveis], uma proveta de 5 mL, lavas de látex, papel toalha, balança, balão volumétrico de 100 mL, conta-gotas.

O QUE FAZER

- 21 Enchem o frasco transparente de 100 mL com a amostra de água a ser analisada evitando a formação de bolhas. Para isso, usando as lavas de látex, mergulham o frasco no balde com a amostra, tampando-o ainda dentro da água. A entrada de bolhas no frasco inviabiliza a medida da quantidade de oxigênio dissolvido, por isso a solução deve encher totalmente o frasco. Ao retirarem o frasco do balde, enrugam-no com papel toalha e observam se existem bolhas. Se existirem, repetem o procedimento até conseguirem que o frasco fique cheio de água, mas sem bolhas.
- 22 Preparam uma solução saturada de sulfato de manganês (I) [MnSO₄]. Adicionam MnSO₄ em 5 mL de água e mexem com a colher até que o sólido não se dissolva mais. Aguardam por um instante, mexendo a solução resultante com a colher. Se todo o sólido se dissolver, colocam mais, até que reste algum sólido não dissolvido.
- 23 Para que os procedimentos descritos no 4º item [a seguir] atinjam o resultado esperado, rapidamente um dos integrantes do grupo deve retirar os 3 mL da amostra de água, enquanto o outro, já com o volume da solução medido, adiciona o MnSO₄ ao frasco.
- 24 Utilizando uma das seringas de 5 mL, retiram 3 mL da amostra de água que está no frasco e descartam na pia. Esses 3 mL são retirados para que se possa adicionar a mesma quantidade de solução de MnSO₄. Logo em seguida, com o auxílio da outra seringa de 5 mL, adicionam 3 mL da solução preparada no 2º item, no frasco da amostra de água a ser analisada. Tampam o frasco e agitem-no levemente. Tomam cuidado para não deixar que se formem bolhas no frasco, por isso é preciso retirar exatamente a quantidade de amostra equivalente ao que vai ser adicionado a cada etapa. Reproduzem o quadro 3.5, da página a seguir, no caderno e anotem suas observações.

| Procedimento | Observações |
|---|-------------|
| adição da solução de MnSO ₄ com posterior agitação | |
| adição de hidróxido de sódio (NaOH) | |
| adição de iodeto de potássio (KI) | |
| adição de 2 mL de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado | |
| adição de gotas de tiosulfato de sódio (Na ₂ S ₂ O ₃) | |

25 Abram o frasco. Peçam ao professor que adicione quatro pastilhas de NaOH com a colher medidora. Fechem o frasco novamente. Anotem suas observações no quadro que vocês construíram no caderno.

26 Deixem a amostra em repouso por alguns minutos até a decantação do material formado.

27 Abram o frasco novamente. Retirem 3 mL da solução sobrenadante contida no frasco da amostra e descartem na pia. Aqui é necessário cuidar para que apenas o líquido seja retirado. Este procedimento é feito para que o volume das substâncias a serem adicionadas a seguir caiba no frasco. Adicionem no frasco da amostra aproximadamente 0,5 g de KI. Tampem o frasco novamente e agitem-no bem.

28 Abram o frasco novamente. Peçam ao professor que adicione cuidadosamente 2 mL de H₂SO₄ concentrado. Tampem o frasco novamente e agitem-no levemente. Anotem suas observações no quadro construído no caderno.

29 Preparem uma solução de Na₂S₂O₃ utilizando 0,47 g dessa substância diluída no balão volumétrico de 100 mL.

30 Com a seringa de 20 mL, retirem 20 mL da solução do frasco contendo a amostra e transfiram para um béquer de 100 mL.

31 Utilizando o conta-gotas, adicionem a solução de Na₂S₂O₃ preparada no 9º item, gota a gota, agitando após a adição de cada gota, até que a solução mude de cor. Contem quantas gotas de tiosulfato foram utilizadas e anotem esse número.

32 Repitam o procedimento realizado no 11º item mais duas vezes.

- 24) Por que a solução saturada de MnSO₄ e adicionada a amostra de água?
- 27) Descrevam as características macroscópicas do sistema quando vocês adicionaram o NaOH à amostra de água que já continha a solução saturada de MnSO₄.
- 28) Qual é a evidência de que ocorreu uma transformação?
- 29) Como vocês poderiam identificar as novas substâncias que foram formadas?
- 30) Descrevam as características macroscópicas do sistema quando vocês adicionaram NaOH à amostra de água que já continha a solução saturada de MnSO₄.
- 31) Descrevam as características macroscópicas do sistema após a adição do KI.
- 32) Por que o frasco deve ser agitado após a adição do KI?
- 33) Descrevam as características macroscópicas do sistema após a adição do H₂SO₄ concentrado.
- 34) Qual é a evidência de que ocorreu uma transformação?
- 35) Como vocês poderiam identificar as novas substâncias que foram formadas?
- 36) Tomando o sistema inicial como aquele descrito na questão 24, descrevam as características macroscópicas do sistema após a adição de todo o Na₂S₂O₃.
- 37) Qual é a evidência de que ocorreu uma transformação?
- 38) Como vocês poderiam identificar as novas substâncias que foram formadas?
- 39) Façam a determinação do oxigênio dissolvido obtendo a média do número de gotas gastas nos três procedimentos de adição de Na₂S₂O₃ realizados nos itens 11º e 12º e consultando o quadro 3.6.
- 40) Comparem o valor da concentração de oxigênio que vocês encontraram na água analisada com os valores permitidos para cada classe de água de acordo com o Co-nama [quadro 3.3, página 144]. Em que classe vocês enquadrariam sua amostra?

| Gotas de solução de tiosulfato gastas | Concentração de oxigênio dissolvido na amostra (em mg/L) |
|---------------------------------------|--|
| 5 | 3,0 |
| 6 | 3,6 |
| 7 | 4,2 |
| 8 | 4,8 |
| 9 | 5,4 |
| 10 | 6,0 |
| 11 | 6,6 |
| 12 | 7,2 |
| 13 | 7,8 |
| 14 | 8,4 |
| 15 | 9,0 |
| 16 | 9,6 |
| 17 | 10,2 |
| 18 | 10,8 |
| 19 | 11,4 |
| 20 | 12,0 |
| 21 | 12,6 |

Quadro 3.6
Tabela de interpretação do resultado experimental, relacionando o número de gotas gasta na titulação com a concentração de oxigênio dissolvido.

Figura 2: Roteiro 2. Fonte: LD2, volume 3, p. 154-156 (2016)

O roteiro 2 apresenta dois quadros como forma de representação. O quadro 3.5 proposto pelos autores, para os alunos construírem, pode auxiliar os estudantes na organização dos dados observados durante a realização da prática experimental. Na análise da atividade, avaliamos que sem a sugestão desse quadro, os discentes poderiam se perder durante a atividade e suas anotações, pois são utilizados cinco diferentes reagentes durante a atividade.

Em relação às questões propostas na seção “Reflexão”, na pergunta 22 o roteiro permite que os discentes utilizem artifícios matemáticos para calcular a massa do sal dissolvida na solução que foi preparada. Enquanto, em algumas questões (24, 25, 27, 30, 31 e 33), os autores solicitam que os estudantes descrevam características macroscópicas dos sistemas propostos que foram utilizados e observados durante a prática. Acreditamos que essas questões poderiam ter sido solicitadas a partir das representações microscópicas e simbólicas dos sistemas, pois assim os estudantes utilizariam os três níveis de representação do conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico (JOHNSTONE, 2000, 2004). Por fim, o quadro 3.6 apresenta um esquema que permite aos estudantes relacionarem as gotas gastas de tiosulfato com a concentração de oxigênio dissolvido na amostra da água. O quadro facilitará a visualização dos dados.

O roteiro 3, localizado no volume 2 do LD4, apresenta o tema “As principais formas de expressar as concentrações dos solutos nas soluções”. Tal assunto aborda os conceitos de soluções concentradas e diluídas; o preparo de soluções a partir de sólidos; a concentração de gás oxigênio na água e as formas de expressar concentrações: partes por milhão (ppm), partes por bilhão (ppb), porcentagem, título, gramas por litro (g/L) e quantidade de matéria. Assim como o roteiro 2, o roteiro 3 apresenta como proposta a determinação da quantidade de oxigênio dissolvido em uma amostra de água.

As atividades experimentais do LD4 estão disponibilizadas na seção “Atividade prática”. De acordo com Ciscato et al. (2016), 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.

| Atividade prática | | Perguntas | Responda em seu caderno |
|--|--|---|---|
| <p>Avaliando o teor de gás oxigênio dissolvido em amostras de água</p> <p>Utilize avental durante toda a atividade. Se for recolher água de lago ou de rio, faça isso acompanhado de um adulto e utilize luvas e calçados adequados. Ao manipular a esponja de aço, use luvas adequadas para prevenir lesões nas mãos. Consulte o infográfico <i>Sigurança no laboratório</i> antes de iniciar a atividade.</p> <p>Uma das espécies químicas presentes na água que merece atenção é o gás oxigênio, pois a vida aquática depende diretamente de sua concentração, a qual não pode ser baixa demais – o que poderia até levar à completa extinção da vida. Como é possível determinar os valores de concentração de gás oxigênio dissolvido e verificar, por exemplo, se determinado local está ou não com problemas de oxigenação em suas águas? Além de ajudar a responder a essa pergunta, esta atividade proporcionará a compreensão de um dos fatores que afetam a quantidade de gás oxigênio dissolvido nas águas.</p> | | <p>1. Por que as amostras de água devem ser recolhidas de modo não turbulento?</p> <p>2. Por que se deve promover a secagem dos filtros de papel tanto antes (sozinhos) quanto depois (com os sólidos) da filtração?</p> <p>3. Qual é a função da esponja de aço?</p> <p>4. A formação da ferrugem pode ser representada simplificada pela equação química:</p> $2 \text{Fe}(s) + \frac{3}{2} \text{O}_2(g) + n \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(s) \cdot n \text{H}_2\text{O}(s)$ <p>ou, ainda,</p> $2 \text{Fe}(s) + \frac{3}{2} \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ <p>A quantidade de moléculas de água (n) depende das condições de formação da ferrugem.</p> | <p>Calcule o teor de gás oxigênio (mg/L) dissolvido, a partir das relações estequiométricas, em cada uma das amostras de água analisada. Lembre-se de considerar o volume das garrafas utilizadas. [Massas molares (g/mol): Fe (56); O (16).]</p> |
| <p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Três pedaços de esponja de aço (usada para lavar louça) • Três garrafas PET vazias de água mineral de 1,5 L • Três diferentes amostras de água (por exemplo, água aquecida do chuveiro ou de torneira elétrica, água em temperatura ambiente da torneira ou do bebedouro, água de um lago ou fonte) • Três etiquetas • Três filtros de papel • Uma bandeja retangular de alumínio (usada em culinária) • Forno doméstico • Balança com precisão de pelo menos 0,01 g • Funil | <p>Procedimento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Obtenha a massa de três pedaços de esponja de aço (cerca de 1,5 g cada). 2 Em seguida, coloque cada amostra de esponja de aço em cada uma das garrafas PET. 3 Providencie três amostras de água, coletando-as individualmente nas três garrafas que contém as amostras de esponjas de aço. A primeira garrafa pode ser preenchida completamente com água da torneira (de sua casa ou da escola). Tome cuidado para que o preenchimento não seja turbulento; para isso, coloque a garrafa levemente inclinada sob a torneira para que ela receba um fluxo de água de baixa turbulência. A segunda garrafa pode ser preenchida com a água de algum lago, rio, ou qualquer fonte natural à qual você tenha acesso. A terceira garrafa pode ser preenchida com água aquecida recolhida de um chuveiro ou solicitada a funcionários(as) da cozinha da escola. Cada garrafa deve receber uma indicação do local de coleta da água – utilize as etiquetas para isso. Lembre-se de que, em todas as coletas, deve-se evitar, na medida do possível, a turbulência da água no momento do preenchimento. 4 Após a coleta, deixe as garrafas abertas por 10 minutos. Em seguida, feche-as e deixe-as em repouso por cinco dias. 5 Passado esse período, e antes de manipular o conteúdo das garrafas, disponha três filtros de papel em uma bandeja de alumínio e peça a ajuda de funcionários(as) da cozinha da escola para o uso do forno: coloque a bandeja no forno e seque os filtros de papel por cerca de 1 hora, a 110 °C. Após esse período, deve-se aguardar até que os filtros estejam à temperatura ambiente para determinar a massa de cada um deles. 6 Obtenha a massa de cada um dos filtros de papel e anote seus respectivos valores. 7 Filtre os sistemas compostos de água e esponja de aço – agora com aspecto castanho (ferrugem) – usando os filtros de papel encaixados no funil. Durante a filtração, a água pode ser descartada em uma pia. Certifique-se de que todos os resíduos das esponjas de aço enferrujadas foram extraídos (use mais água para lavagem das garrafas, se necessário) e ficaram retidos no filtro. 8 Coloque os conjuntos (filtros de papel + sólidos filtrados) na bandeja de alumínio e peça auxílio para os(as) funcionários(as) da cozinha a fim de ser efetuada nova secagem do conjunto por mais uma hora, a 110 °C. 9 Aguarde até os conjuntos atingirem a temperatura ambiente e efetue a medição da massa dos três. 10 Determine, então, com base na diferença das massas iniciais (dos filtros de papel) e finais (dos conjuntos filtro de papel e ferrugem), a massa de ferrugem formada em cada um dos sistemas. <p>Fonte consultada: FERREIRA, L. H. et al. Determinação simples de oxigênio dissolvido em água. <i>Química Nova na Escola</i>, n. 19, maio 2004. Disponível em: <http://qncs.sbq.org.br/online/qncs19/10.pdf>. Acesso em: jan. 2016.</p> | <p>Descarte de resíduos</p> <p>As esponjas de aço podem ser embaladas em jornal e descartadas no lixo comum, assim como os filtros de papel utilizados. As garrafas PET devem ser encaminhadas para a reciclagem.</p> | <p>Conclusões</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 O que se pode concluir quanto à influência da temperatura na solubilidade do gás oxigênio em água? 2 Um lago que recebe com frequência efluentes industriais e cujas águas apresentam níveis de poluentes dentro dos limites estipulados pelo Ministério da Saúde, porém aquecidas a temperatura superior à da água do lago, poderá apresentar problemas quanto à manutenção de sua vida aquática? Explique. 3 A água recolhida de uma fonte natural teve maior ou menor teor de gás oxigênio dissolvido do que a água da torneira? Indique uma hipótese plausível que explique tal diferença. 4 Em algumas lagoas em centros urbanos é comum a colocação de uma bomba que joga água da lagoa (contaminada por esgoto doméstico) a alturas elevadas (vinte metros ou mais). A intenção é a de melhorar a qualidade da água do local, permitindo que os peixes e outras espécies aquáticas possam sobreviver e se desenvolver. Esse procedimento tem realmente algum efeito para melhorar a qualidade da água dessa lagoa? Explique. 5 Conforme orientações do professor, organize as conclusões obtidas e compare-as com as dos colegas. |

Figura 3: Roteiro 3. Fonte: LD4, volume 2, p. 25-27 (2016)

O roteiro 3 utiliza na questão 4, seção perguntas, duas equações químicas como forma de representação e permite que os alunos utilizem expressões matemáticas para calcular o teor de gás oxigênio dissolvido nas amostras. Sendo assim, a questão 4 apresenta duas formas de representar o que foi descrito e realizado na seção experimental, garantindo múltiplas representações da atividade. Acreditamos que o roteiro poderia usar uma imagem ou esquema como forma de auxiliar o entendimento da atividade experimental por parte dos estudantes. Além disso, a forma como os autores solicitam dos estudantes o cálculo do teor de oxigênio dissolvido, pode proporcionar uma compreensão equivocada sobre a formação de ferrugem. Desse modo, os alunos poderiam compreender que o processo de ferrugem acontece como indicado pela questão 4, equação química e cálculo do teor de oxigênio dissolvido, não sendo essas as únicas formas de explicar esse fenômeno (WEISS; LAMBACH, 2019). Nisso, pode-se mostrar aos discentes a Ciência como algo feito e acabado e não como parte de um processo.

Destacamos, também, que ao contrário do que é solicitado nas perguntas do roteiro 2, o roteiro 3 disponibiliza a representação simbólica do fenômeno ocorrido durante a prática. Desse modo, compreendemos que os modos macroscópico e microscópico poderiam ter sido solicitados aos estudantes. De acordo com Pozo e Gomes Crespo (1998) (apud NÚÑEZ; RAMALHO; PEREIRA, 2011) há certa dificuldade, por parte dos discentes, na compreensão do significado químico embutido nas equações químicas. Esse fato, em geral, é justificado, pela dificuldade que os alunos apresentam em diferenciar o nível macroscópico do microscópico.

O roteiro 4 pertence ao volume 2 do LD6 e localiza-se no capítulo “Cálculos químicos: estequiometria e soluções”. Nesse capítulo, são abordados os conceitos de estequiometria,

rendimento de reações, balanceamento de equações químicas, soluções, concentração, composição, diluição, propriedades coligativas e produtos químicos domésticos. O objetivo da atividade prática é analisar a volatilidade de três substâncias químicas encontradas em nosso cotidiano: água, álcool e acetona (solvente para limpeza de esmalte).

As atividades experimentais presentes no LD6 podem ser encontradas na seção "Atividade Experimental". Conforme os coordenadores Santos e Mól (2016), a seção é constituída por uma série de experimentos investigativos que propiciam aos estudantes trabalhar com tabelas e gráficos, além da preocupação com o meio ambiente e a segurança.

Atividade Experimental

Os líquidos evaporam com a mesma rapidez?

A evaporação, passagem da fase líquida para a fase gasosa, ocorre lentamente na superfície dos líquidos. Este experimento, que poderá ser feito em grupo em sala de aula, tem como objetivo observar se as evaporações de diferentes líquidos ocorrem na mesma intensidade.

Materiais

- Água
- Álcool
- Solvente para limpeza de esmalte
- Três colheres (de sopa)
- Três conta-gotas

Procedimento

1. Coloque as colheres próximas.
2. Pingue dez gotas de água na primeira colher, dez gotas de álcool na segunda colher e dez gotas de solvente para limpeza de esmalte na terceira colher.
3. Observe e marque o tempo que cada material gasta para evaporar completamente.

Destino dos resíduos

Os resíduos desta prática podem ser descartados na pia.

Análise de dados

1. Qual é a ordem de evaporação dos líquidos observada no experimento?
2. Analisando os dados e o gráfico ao lado, justifique as diferenças das curvas de evaporação apresentadas no gráfico.


► A uma mesma temperatura, líquidos diferentes apresentam distintos valores de **pressões de vapor**.

Figura 4: Roteiro 4. Fonte: LD6, volume 2, p. 84 (2016)

O roteiro 4 apresenta como formas de representação uma imagem dos materiais necessários para a prática e um gráfico. O gráfico apresentado pelos autores representa as curvas de evaporação dos compostos éter dietílico, propanona, álcool etílico e água, dos quais três deles foram utilizados na atividade experimental. Nesse sentido, o gráfico expressa uma forma de representação da atividade experimental e contribui significativamente para o entendimento da atividade. Além disso, ele complementa, finaliza e reforça a atividade prática, ou seja, o que foi observado pelos estudantes.

O roteiro 5 pertence ao volume 2 do LD5, sendo encontrado no capítulo "Propriedades coligativas". Nesse capítulo, a autora trabalha com os conceitos de propriedades coligativas, tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e osmoscopia. O roteiro apresenta como questão central, a seguinte problemática: "Como "pescar" um cubo de gelo com um barbante?"

Segundo Reis (2016), os experimentos que compõem o LD5 são investigativos, eles introduzem um assunto, despertam questionamentos e provocam nos discentes vontade de continuar aprendendo, além disso, os experimentos são acessíveis e preocupam com a segurança e o meio ambiente. As atividades experimentais do LD5 estão localizadas na seção "Experimento".

Experimento 

Como "pescar" um cubo de gelo com um barbante?

Material necessário

- 1 copo de vidro transparente
- água fria
- 1 cubo de gelo grande
- 1 pedaço de barbante de cerca de 30 cm
- sal de cozinha, NaCl(s)

Como fazer


Encha o copo com água deixando 2 dedos de borda. Coloque o cubo de gelo no centro do copo. Pegue uma das extremidades do barbante e deite um pedaço de 3 cm sobre o cubo de gelo. O que acontece se você puxar o barbante? O gelo vem junto?

Arrume novamente a extremidade do barbante sobre o cubo de gelo e adicione sal sobre o conjunto gelo + barbante. Aguarde um instante e puxe o gelo do copo com água.

O que acontece?

Investigue

1. Qual o efeito causado pelo sal que faz o barbante "grudar" no cubo de gelo?
2. Outra substância no lugar do sal poderia causar o mesmo efeito? Por quê?



Cubo de gelo pendurado no barbante.

Figura 5: Roteiro 5. Fonte: LD4, volume 2, p. 112 (2016)

O roteiro 5, ao contrário dos demais roteiros, pode causar certa confusão no estudante. A princípio, a primeira impressão que se tem ao olhar a imagem é que o cubo de gelo está amarrado no barbante. Para solucionar essa questão, propomos que o barbante seja estendido um pouco mais na extremidade inferior do cubo de gelo, o que proporciona uma certeza maior de que o gelo está pendurado no barbante. Outro ponto observado é que a legenda poderia ser mais clara, por exemplo, os autores poderiam ter citado que esse sistema representa o conjunto gelo+barbante+sal.

Por fim, observamos nas figuras que o uso das representações nos roteiros experimentais auxilia os estudantes no entendimento de procedimentos, na organização de dados, na visualização de conceitos, na compreensão dos níveis do pensamento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) e na interpretação de gráficos e diagramas. Sendo, portanto, de grande importância para o ensino e aprendizado, em especial, o de química.

Considerações

Neste artigo, apresentamos partes de um recorte de pesquisa voltado ao estudo das representações presentes nos roteiros das atividades experimentais investigativas dos LDs de química para o Ensino Médio, aprovados pelo PNLD de 2018. Este estudo buscou avaliar e compreender as representações contidas em cada roteiro e a relação da representação ou do roteiro com os níveis do pensamento químico proposto por Johnstone (2000, 2004).

Verificamos que quatro atividades experimentais apresentam como características investigativa um problema e apenas uma exibe o levantamento de hipóteses. Em relação aos tipos de representação, encontramos nesses roteiros quatro tipos diferentes, são eles: imagens - estas foram classificadas nessa categoria como imagens relacionadas ao procedimento experimental ou aos materiais utilizados na prática - quadros; equações

químicas e gráficos. Consequentemente, identificamos que o roteiro 4 é o único constituído por dois tipos diferentes de representações, enquanto os demais apresentam um único tipo de representação. Ressaltamos que cada representação tem um objetivo específico na atividade experimental, além disso ela busca favorecer o entendimento do desenvolvimento para os estudantes.

Ademais, observamos que algumas atividades se limitam a utilizar as representações apenas para compreensão do roteiro experimental e não para auxiliar o entendimento dos conceitos que são abordados. Também 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 do roteiro 2 podem auxiliar os alunos na organização dos dados durante a realização da prática experimental. Nesse contexto, cada representação possui uma finalidade que quando combinada com o modo escrito dos roteiros auxiliam de forma significativa os estudantes. No entanto, nem sempre as representações são de conceitos envolvidos nas práticas, e sim de formas de se realizar o experimento, como os roteiros 1 e 5.

Reforçamos que os roteiros experimentais precisam de mais representações e que estas não sejam somente imagens de procedimentos experimentais ou materiais utilizados na prática. Bem como, é necessária uma melhor abordagem dos três níveis do pensamento químico, em especial, o nível submicroscópico.

A principal limitação desse estudo, como citado anteriormente, é que os autores necessitam utilizar nos roteiros experimentais mais formas de representações relacionadas aos conceitos abordados e representações que auxiliem os estudantes na visualização dos três níveis do pensamento químico. Nesse sentido, questionamos: Por que não há a abordagem, por parte dos autores, dos três níveis do pensamento químico nas atividades, visto que algumas questões abrem espaço para esse tipo de abordagem? As representações como apresentadas nos LDs aprovados no PNLD de 2018 auxiliam ou limitam os estudantes? Por que não há ou há poucas representações que abordam os conceitos científicos nos roteiros experimentais? Esses questionamentos abrem espaço para futuras pesquisas relacionadas as representações presentes nos LDs de química.

Portanto, compreendemos que este trabalho pode auxiliar futuros e atuais professores de química a identificarem os tipos de representações presentes nos LDs; a forma com que os livros exploram essas representações; o modo com que planejam e executam práticas experimentais em sala de aula.

Referências

- ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 23, n.2, p. 507-522, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- 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 Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2019.

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

DAMM, R. F. Registros de Representação. In: MACHADO, S. D. A. et al. **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: Educ, p. 167-175, 2008.

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

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

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.

MARCONDES, M.; SOUZA, F.; SUART, R. Atividades experimentais investigativas de química no ensino médio: uma análise das interações verbais e cognitivas. **Enseñanza de lãs Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de lãs Ciencias, Barcelona, p. 442-446, 2009.

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. 3.

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

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.

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

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.

ROCHA, C. J. T. da; MALHEIRO, J. M. da S. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Amaz RECM**, v.14 (29), Especial Metacognição, 2018.

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.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. G. de. A Construção de Sentidos para o termo ensino por Investigação no Contexto de um curso de Formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 79-102, 2011.

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.

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.

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 VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, 2011.

SUART, R. C. **A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos**. In: SANTANA, E.; SILVA, E. Tópicos em Ensino de Química. Editora Pedro e João Editores, São Carlos, SP, 2014.

SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

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.

WEISS, J. P.; LAMBACH, M. Análise epistemológica das propostas de atividades experimentais do capítulo “soluções” dos livros didáticos de química PNLEM 2018. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 132-142, 2019.