

**O uso de representações no ensino de química: uma análise
cienciométrica em âmbito nacional**
**The use of representations in teaching chemistry: a scientometry
analysis at the national scope**

Luana Ehle Joras¹, Renato Xavier Coutinho², Maria Rosa Chitolina Schetinger³

^{1,3}Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ^{1,2,3}Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS/UFSM), CEP 97105-900, Santa Maria, RS - Brasil

¹luanaehlejoras@gmail.com, ³mariachitolina@gmail.com

²Instituto Federal Farroupilha (IFFar), CEP 97420-000, São Vicente do Sul, RS - Brasil
²renato.coutinho@iffarroupilha.edu.br

Resumo

O uso de representações como imagens, gráficos, fórmulas, equações, etc. podem ser consideradas facilitadoras no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes na construção e associação de conceitos científicos. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo desvendar quais tipos de representações estão sendo utilizadas no ensino de química e sua relevância. O estudo caracteriza-se pela abordagem quali-quantitativa e caráter descritivo. Para a busca dos dados foi utilizado o Portal de Periódicos CAPES/MEC, selecionando-se os descritores “representações” e “ensino de química” publicados em nível nacional a partir de 2010. Como resultado, foi encontrado um total de 191 artigos científicos, dos quais 23 se enquadraram nesta análise e constituem o Corpus deste estudo. Com base na interpretação dos resultados, pode-se inferir que as representações no ensino de química são utilizadas em diferentes níveis de escolaridade, pesquisadas por diferentes autores em variadas instituições do Brasil, regiões e publicadas em distintas revistas científicas com grande relevância na área da Educação. Quanto ao tipo de representações utilizadas no ensino de química, verificou-se uma grande variedade tanto internas ou mentais quanto externas, ou semióticas, que podem ser trabalhadas em sala de aula. No entanto, ainda são poucos os estudos que tratam desse tema, por isso é essencial que mais pesquisas sejam realizadas sobre essa temática.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem. Conceitos científicos. Níveis de escolaridade. Disciplina de química.

Abstract

The use of representations such as images, graphs, formulas, equations, etc. can be considered facilitators in the teaching and learning process of students in the construction and association of scientific concepts. In this sense, this study aims to discover which types of representations are being used in chemistry teaching and their relevance. The study is characterized by the qualitative-quantitative approach and descriptive character. The CAPES/MEC Journal Portal was used to search for data, selecting the descriptors “representations” and “teaching of chemistry” published nationally from 2010 onwards. As a result, a total of 191 scientific articles were found, of which 23 were included in this analysis and constitute the Corpus of this study. Based on the interpretation of the results, it can be inferred that representations in the teaching of chemistry are used at different levels of education, researched by different authors in different institutions in Brazil, and regions, and published in different scientific journals with great relevance in area of Education. As for the type of representations used in the

teaching of chemistry, there was a great variety, both internal or mental and external, or semiotic, which can be worked on in the classroom. However, there are still few studies dealing with this topic, so more research must be carried out on this topic.

Keywords: Teaching-learning. Scientific concepts. Levels of schooling. Discipline of Chemistry.

Introdução

A aprendizagem da química caracteriza-se por apresentar uma linguagem específica e capaz de explicar os fenômenos materiais. No entanto, para que a aprendizagem seja significativa para os alunos, é necessário desenvolver estratégias de ensino adequadas, por meio de associações entre os materiais macroscópicos e suas representações microscópicas, discutindo a respeito dos modelos químicos detalhadamente, para que os aprendizes se apropriem dos conceitos.¹

As representações mentais são meios do sujeito construir internamente o mundo externo, pois não o alcançamos de forma direta.² Outrossim, as representações visuais são amplamente utilizadas nos livros didáticos (LD), e representam uma importante ferramenta didática para o estudo de conteúdos abstratos no ensino da química, como as ligações químicas.³ Nesse sentido, a representação visual aliada à prática pedagógica é um instrumento educacional que oferece suporte como material didático em sala de aula.⁴

Segundo Wartha e Rezende⁵, o conceito de representação vem sendo discutido há muitos anos, conferindo-lhe uma variedade de significados. No campo da filosofia, representação significa “Vocabulo de origem medieval que indica imagem ou ideia, ou ambas as coisas” (Abbagnano, p. 853).⁶ A caracterização de representação, associada à ideia de signos, símbolos, imagens, entre outras formas de manifestação, desde a Escolástica Medieval é motivo de interesse dos estudos semióticos, que a descrevem como um processo de apresentação de algo através da utilização de signos.⁷

Charles Sanders Peirce (1839-1914) foi um estudioso que desempenhou contribuições significativas para a filosofia, matemática, lógica e, principalmente, semiótica. Com base em seus estudos, destaca-se a importância entre a relação triádica (algo que representa “signo”, algo que é representado “objeto” e algo que é o efeito dessa representação “interpretante”).⁸

Nesse âmbito, o uso de representações semióticas externas (fundamentadas em sistemas de signos), como: diagramas, gráficos, equações, imagens, entre outras, são utilizadas pela Ciência para construir e relacionar conceitos e teorias.⁹ A partir do século XIX, tornou-se evidente o uso de representações imagéticas no ensino de química, seja na demonstração didática de átomos, moléculas, complexos, enzimas, entre outros, portanto, um dos sentidos do ensino de química é buscar compreender as diferentes formas de representação.¹⁰

A figura geométrica mais utilizada pelos professores de química na última década é o triângulo planar. Os vértices do triângulo representam os três níveis de representação usados no ensino da química (macroscópico, submicroscópico ou molecular e simbólico).¹¹ Este modelo de representação foi proposto primeiramente pelo estudioso Alex H. Johnstone em (1982).¹² Em seus trabalhos posteriores (1991¹³, 2000¹⁴), representou os três níveis de representação na forma de um triângulo planar, modelo conhecido como Triangulação.

Conforme Pauletti, Rosa e Catelli¹⁵, é importante que o ensino de química explore os três níveis de representação mencionados acima, visto que se trata de uma ciência abstrata que utiliza inúmeras formas de representações para expressar conceitos. Nessa perspectiva, os professores do ensino médio desempenham um papel fundamental em ajudar os alunos a compreender os fenômenos químicos através de uma linguagem significativa de conceitos e representações contemporâneas da química, em vez de simplesmente memorizar fórmulas para responderem a testes.¹⁶

A fim de colaborar com a compreensão dos estudantes acerca da aprendizagem da química, várias formas de representações foram criadas e adaptadas ao longo dos anos. De acordo com Talanquer¹⁷, alguns autores têm uma visão diferente sobre os níveis de representação, porém, o autor sugere que esse

fato não interfere na ideia do triângulo, mas revela a importância da reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem da química.

De acordo com Oliveira e Catão¹⁸, o professor tem a capacidade de interceder na aplicação de diferentes estratégias instrucionais em sala de aula, capaz de vincular técnicas diferenciadas que colaboram com o processo de construção do conhecimento científico. Posto isto, ao constatar as dificuldades que os estudantes têm na compreensão de conteúdos abstratos no ensino de química, surgiu o interesse em estudar o assunto, considerando que as representações podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos aprendizes.

Frente aos diversos significados do termo representação, neste estudo será tratado sobre representações utilizadas no ensino de química, tendo em vista, as representações internas ou mentais e as representações externas ou semióticas. Nesse contexto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais são os tipos de representações utilizadas no ensino de química e a sua relevância? Além disso, buscou-se investigar as características gerais dos artigos científicos, bem como os aspectos metodológicos, objetivos e conclusões das produções selecionadas. Na sequência deste trabalho, são apresentados a Metodologia, Resultados e Discussão, Considerações Finais, Agradecimentos e Referências.

Metodologia

Este estudo caracteriza-se pela abordagem quali-quantitativa e caráter descritivo.¹⁹ Para a construção da pesquisa, foram considerados os seguintes estágios: busca de artigos científicos no Portal de Periódicos CAPES/MEC¹, no período entre maio e junho de 2020, escolha da opção busca avançada, atendendo aos descritores “representações” e “ensino de química”, em âmbito nacional, publicados a partir de 2010, perfazendo um total de 191 artigos científicos. A partir disso, foi realizada uma seleção de artigos com base no título e resumo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Os critérios de inclusão foram: artigos científicos completos que abordam sobre representações no ensino de química, publicados a partir de 2010. Portanto, 168 pesquisas foram excluídas, por diversos motivos, como não abordar o assunto de forma requerida, tratar sobre representações sociais, temas interdisciplinares, diferentes áreas de concentração (por exemplo, ensino de matemática, física, artes visuais, entre outros), dois trabalhos completos, uma resenha e um artigo apareceu repetidamente.

Sendo assim, foram encontrados 191 resultados para os descritores: representações e ensino de química. Dentre eles, 168 foram excluídos e 23 atenderam aos critérios de inclusão. Posteriormente, foi feita uma seleção de dados dos artigos conforme a matriz analítica de produções adaptada do estudo de Coutinho e colaboradores²⁰, sistematização e interpretação dos dados. Para isso, foi necessário ler a metodologia dos estudos selecionados. Os dados foram organizados em uma planilha estruturada no Microsoft Excel, com base nas informações seguintes:

¹ A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação do Ministério da Educação (MEC), desempenha papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/historia-e-missao>. Acesso em: 16 de julho de 2020.

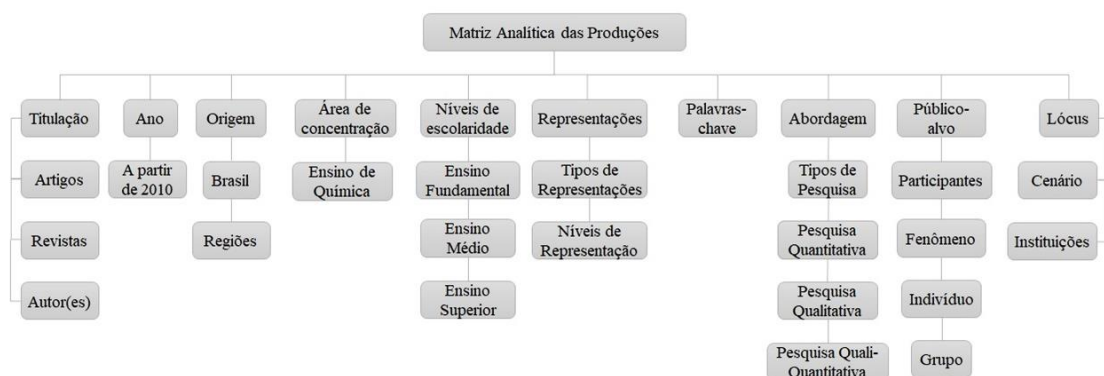


Figura 1: Matriz analítica de produções

Fonte: Os autores (2022). Adaptado de Coutinho *et al.*, (2012).

Em suma, a primeira etapa desta pesquisa está relacionada com a elaboração do *Corpus* da análise cienciométrica, que compreende 23 artigos e a segunda etapa está associada à análise das produções acadêmicas, utilizando a abordagem quantitativa. A partir da matriz analítica, foram extraídos dos artigos científicos as seguintes informações: título, revistas, autor(es), regiões correspondentes, níveis de escolaridade do público-alvo, tipos de representações utilizados nesses estudos, níveis de representações do ensino de química, palavras-chave, tipo de estudo (pesquisa qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa), público-alvo (participantes, fenômeno, indivíduo ou grupo) e Lócus (instituições de ensino).

Resultados e Discussão

Nesta seção, os principais achados desta pesquisa serão apresentados e discutidos, divididos em três tópicos:

- I. Características gerais dos artigos científicos quanto ao uso de representações no ensino de química: número total de artigos científicos analisados e os autores das obras, níveis de escolaridade e tipos de representações, palavras-chave dos resumos e títulos, ano de publicações, regiões do Brasil, instituições de ensino e revistas científicas.
- II. Características metodológicas dos artigos científicos envolvendo representações no ensino de química: abordagem metodológica, público-alvo e níveis de representação.
- III. Objetivos e conclusões dos artigos científicos sobre representações no ensino de química: objetivo dos artigos, as conclusões finais e as implicações dos artigos científicos examinados, para verificar a relevância do uso de representações no ensino de química.

I. Características gerais dos artigos científicos quanto ao uso de representações no ensino de química

Seguidamente, os 23 artigos científicos que atenderam aos critérios de inclusão, primeiro e último autor(a), e o ano de publicação, estão detalhados abaixo na Tabela 1:

Tabela 1: Artigos analisados e autores das obras referenciadas

Doc.	Título	Autor(es) e ano
1	Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual	M. E. A. CORREIA.; J. R. FREITAS FILHO (2010). ²¹
2	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	I. B. NÚÑEZ.; B. L. RAMALHO.; J. E. PEREIRA (2011). ⁹
3	A organização da ciência Química na visão de graduandos: um estudo utilizando mapas estruturais	P. CORIO.; C. FERNANDEZ (2012). ²²
4	A contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos	J. H. MAAR.; E. J. LENARDÃO (2012). ²³
5	O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química	F. L. CÁSSIO.; C. FERNANDEZ (2012). ¹⁶
6	Avaliação de um minicurso sobre o uso de jogos no ensino	L. C. C. BRITO.; S. M. T. NUNES (2012). ²⁴
7	Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012	J. P. STADLER.; F. R. G. S. HUSSEIN (2012). ²⁵
8	A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química	D. A. V. ZANON.; A. T. MACHADO (2013). ²⁶
9	Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química	G. S. SILVA.; M. S. PAZINATO (2013). ²⁷
10	Influência de um terceiro modo semiótico na gesticulação de uma professora de Química	L. MORO.; V. C. SANTOS (2015). ²⁸
11	A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana	E. J. WARTHA.; D. B. REZENDE (2015). ²⁹
12	"Quem me salva de ti?": representações docentes sobre a tecnologia digital	M. P. A. ROSA.; F. CATELLI (2015). ³⁰
13	Produção de material didático em ensino de química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES e CNPq	F. S. CUNHA.; M. E. N. P. RIBEIRO (2015). ⁴
14	Proposição de recursos pedagógicos acessíveis: o ensino de química e a tabela periódica	A. R. B. BASTOS (2016). ³¹
15	Soluções saturada, insaturada e supersaturada e suas representações por licenciandos em química	J. F. RIBAS.; M. M. PASSOS (2017). ³²
16	Elaboração e validação do jogo do palito no ensino de nomenclatura de compostos orgânicos	J. A. L. ANJOS.; R. L. GUIMARÃES (2017). ³³
17	A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem	E. L. SOARES.; V. FOLMER (2017). ³⁴
18	Transposição didática: uma análise do distanciamento dos saberes de química quântica nos livros didáticos do ensino médio	G. R. SILVA.; E. CHAGAS (2017). ³⁵
19	Os livros didáticos de química indicados pelo PNLD 2015: a história da ciência empregada na temática "quantidade de matéria" e sua unidade, mol	S. O. FRANCO-PATROCÍNIO.; I. FREITAS-REIS (2017). ³⁶
20	Problematisando o ensino de modelos atômicos: uma exploração sobre as representações e o uso de um jogo didático	L. C. CAMARGO.; B. R. M. OLIVEIRA (2018). ³⁷
21	Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana	E. ROZENTALSKI.; P. A. PORTO (2018). ³⁸
22	Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental	L. P. GANDRA.; G. R. SILVA (2018). ³⁹

23	Análise de conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor	G. GIROTTO JÚNIOR.; D. R. C. MATAZO (2019). ⁴⁰
----	--	---

Fonte: Os autores (2022).

Conforme os artigos e autores das obras apresentadas na (Tabela 1), notou-se que alguns autores se repetem, o que sugere empatia pelo assunto por parte de alguns pesquisadores.

Além disso, buscou-se analisar em que nível de escolaridade são utilizadas representações no ensino de química e quais são os tipos dessas representações. Com base nisso, foi possível verificar que as representações podem ser desenvolvidas no ensino fundamental, médio e superior, por meio da abordagem de diferentes conteúdos tratados na disciplina de química. Abaixo, são apresentados os níveis de escolaridade e diferentes representações, conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2: Níveis de escolaridade e representações no ensino de química.

Doc.	Níveis de escolaridade	Representações
1	EM	Representações de isômeros
2	EM	Representações semióticas
3	GQ	Representações gráficas
4	NE	Representação helicoidal de Cabral
5	GQ	Representações de reações ácido-base e óxido-redução
6	GQ	Representações através de jogos didáticos
7	EM	Representações em livros didáticos de química
8	GQ	Representações acerca da vida do cientista
9	EM	Representações visuais sobre modelos atômicos
10	GQ	Representações semióticas
11	GQ	Representações semióticas
12	PQEM	Representações docentes sobre a tecnologia digital
13	EM, ES e EAD	Representações visuais de material didático
14	EM	Representações de recursos pedagógicos adaptados sobre tabela periódica
15	GQ	Representações sobre tipos de soluções
16	GQ	Representações do jogo do palito sobre compostos orgânicos
17	EF	Representações lúdicas de modelos atômicos
18	EM e ES	Representações sobre química quântica
19	EM	Representações sobre a “quantidade de matéria” e unidade, mol
20	EM	Representações mentais do átomo e jogo didático
21	ES	Representações de diagramas de energia de orbitais
22	EF	Representações sobre a estrutura atômica
23	GQ	Representações sobre estratégias de ensino

Fonte: Os autores (2022). Legenda: Ensino Fundamental (EF), Ensino Médio (EM), Graduandos em Química (GQ), Professores de Química do Ensino Médio (PQEM), Ensino à distância (EAD), Não especificado (NE).

Portanto, detectou-se que 43,47% das publicações científicas sobre representações no ensino de química foram realizadas no Ensino Superior, 34,78% no Ensino Médio, 8,7% no Ensino Fundamental, 8,7% Ensino Médio e Ensino Superior conjuntamente e 4,35% não especificados. De acordo com Vasconcelos e Arroio⁴¹, a maioria das pesquisas acadêmicas não se estendem aos professores da educação básica, devido ao distanciamento que ainda existe entre o ensino básico e o superior.

Além disso, investigou-se as palavras-chave mais frequentes nos artigos científicos analisados. Dessa maneira, foram encontradas um total de 81 palavras-chave, sendo as mais frequentes: ensino de química (11,11%), livro didático (6,2%), ensino superior (4,93%), química, formação de professores, jogos didáticos e semiótica com (2,47%) para ambos, e demais palavras com um percentual de (1,23%) cada.

Nesse cenário, bancas de mestrado e doutorado têm orientado os discentes a utilizar palavras-chave diferentes daquelas que aparecem nos títulos dos trabalhos. Em razão disso, foram investigadas as palavras presentes nos títulos dos artigos analisados e, assim, encontrou-se um total de 78 palavras, sendo as mais destacadas: livros didáticos de química e representações com (5,12%) para ambos, estudantes e modelos atômicos (3,84%) cada, ensino médio, livros didáticos, avaliação, cientista, semiótica Peirceana, história da ciência, mol, modelagem e professor com (2,56%) para ambos, e demais palavras com um percentual de (1,28%) cada.

A média anual de artigos publicados a partir de 2010 foi de 2,1 artigos/ano. Resultando no maior número de publicações sobre representações no ensino de química no ano de 2012 e 2017, ambos com 21,73% das produções no período analisado. Conforme mostrado na Figura 2:

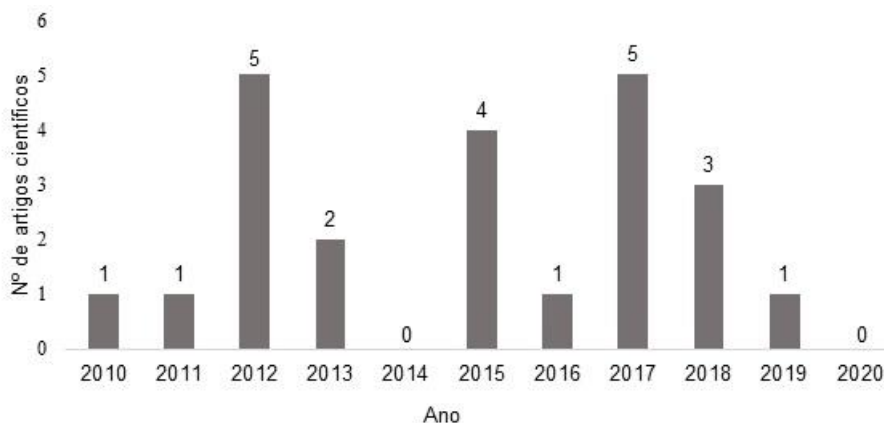


Figura 2: Total de publicações por ano a partir de 2010
Fonte: Os autores (2022).

Com relação às publicações acadêmicas distribuídas por Regiões do Brasil, sobressaem-se as regiões Sudeste e Sul, com 30,43%. Em seguida, a região Nordeste (26,08%), Centro-Oeste (13,04%) e, por fim, a região Norte, que não apresentou nenhuma publicação sobre a temática pretendida neste período, conforme mostra a (Figura 3) abaixo:

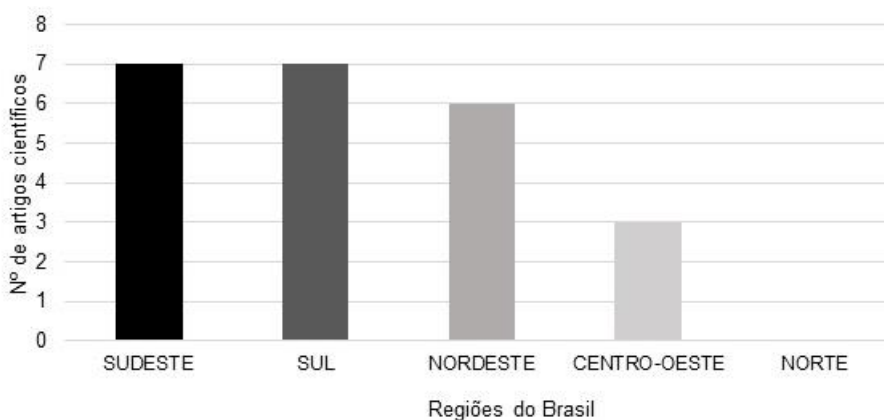


Figura 3: Distribuição dos artigos científicos por região
Fonte: Os autores (2022).

Em estudo realizado por Cunha e colaboradores⁴, foi realizada uma divisão das linhas e grupos de pesquisa em Pós-graduação nas Instituições de Ensino Superior (IES), por regiões do Brasil, onde se buscou realizar um levantamento do número de linhas de pesquisa nas áreas clássicas da química (Química Inorgânica, Físico-Química, Química Analítica e Química Orgânica), entre o período de 2009 e 2014. De acordo com os dados obtidos, verificou-se que as áreas clássicas da química se destacaram na região Sudeste, e um menor número de linhas de pesquisa nas regiões Norte e Centro-Oeste do país. No entanto, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram o maior número de linhas de pesquisa na área de Físico-Química.

De acordo com Santos e Souza⁴², existe um grave problema que afeta muitas áreas científicas no Brasil: a grande concentração de grupos de pesquisa na região Sudeste do país e acentuada disparidade em relação a outras regiões, como Norte e Nordeste. Ademais, buscou-se analisar a distribuição das produções acadêmicas por Instituições de Ensino Superior (IES) acerca da temática representação no ensino de química, conforme mostra a Figura 4:

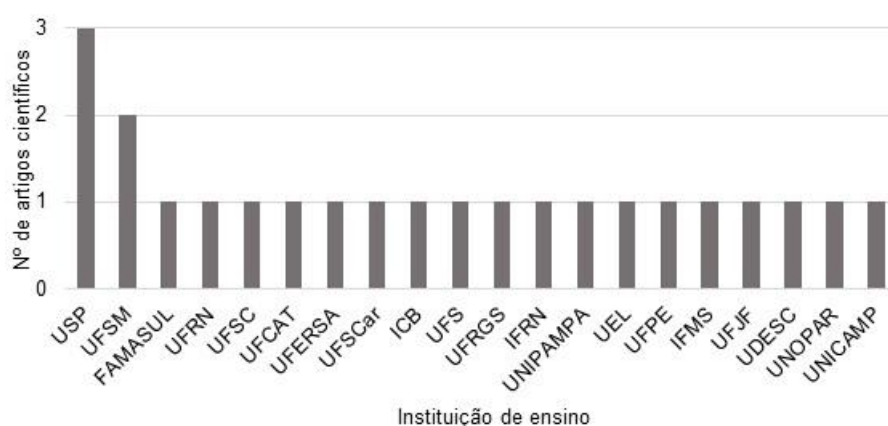


Figura 4: Distribuição dos artigos científicos por instituições de ensino
Fonte: Os autores (2022).

Diante disso, foi possível constatar que a Universidade de São Paulo (USP) se destacou, com 13,04% de artigos científicos. Seguidamente, a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com 8,7%. As demais instituições obtiveram o mesmo percentual de publicações, com 4,34% cada. Para aprimorar a pesquisa, buscou-se investigar quais são as revistas científicas que mais publicaram artigos sobre a temática nos últimos 10 anos, a partir de 2010, como mostra a Figura 5:



Figura 5: Distribuição dos artigos científicos por revista

Fonte: Os autores (2022).

Assim, pode-se verificar que a Revista Holos do Instituto Federal do Rio Grande Norte (IFRN) apresentou um total de 17,4% das produções acadêmicas. Em seguida, a revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, com 13,04%. Com 8,7% artigos científicos, com destaque para as revistas: Actio: Docência em Ciências, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Ciência & Educação. As demais revistas apresentaram 4,34% cada.

II. Características metodológicas dos artigos científicos envolvendo representações no ensino de química

Em relação à abordagem da pesquisa (pesquisa qualitativa, quantitativa e quali-quantitativa), verificou-se que a maioria dos artigos científicos empregaram uma abordagem qualitativa (78,26%), visto que esse tipo de pesquisa educacional se destaca no contexto da Educação no Brasil.⁴³ As demais, recorreram ao uso da abordagem quali-quantitativa com (21,73%). Neste caso, nenhum estudo abordou a pesquisa quantitativa.

Outro aspecto analisado foi o público-alvo dos artigos científicos. À vista disso, observou-se que 14 artigos compreendiam grupos como o público-alvo, dentre eles, 13 grupos de estudantes e um grupo de estudantes e professores conjuntamente. Para mais, oito artigos se enquadraram na categoria (fenômeno), que contou com a presença de análises de livros, provas e linhas de pesquisa.

Entre eles, seis artigos realizaram análises de livros de química, um examinou provas de química do vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e um realizou uma análise das linhas de pesquisa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Por último, um artigo conteve como público-alvo uma participante, caracterizada como uma professora de química da graduação.

Além disso, dentre as publicações incluídas neste estudo investigou-se quais abordavam os níveis de representação (macroscópico, submicroscópico e simbólico), propostos por Johnstone em 1982. Para isso, foi necessário procurar no decorrer de todo o artigo se havia esta informação. Assim, notou-se que 52,17% dos artigos não abordaram, 21,74% abordaram e referenciaram o autor Alex H. Johnstone, criador do método da Triangulação. Ademais, 17,4% abordaram parcialmente, apontando alguns dos níveis de representação, e 8,7% trataram todos os níveis, porém, não citaram o autor. De acordo com Johnstone¹⁴, todos os níveis de representação são importantes e se complementam, porém, devem ser ensinados de forma progressiva e não simultaneamente, para não causar equívocos na aprendizagem dos alunos.

III. Objetivos e conclusões dos artigos científicos sobre representações no ensino de química

A fim de responder o problema de pesquisa sobre a relevância do uso de representações no ensino de química, objetivou-se explorar critérios qualitativos dos estudos investigados. À vista disso, os 23 artigos científicos foram analisados detalhadamente, com o propósito de verificar se os objetivos dos estudos foram alcançados, a fim de constatar a eficiência do uso de representações. Para uma melhor organização das informações, os artigos científicos foram distribuídos de acordo com seus direcionamentos, como pesquisas sobre: concepções de estudantes, Semiótica Peirceana, concepções de professores de química, análise de provas de química, análise de livros de química, jogos didáticos, modelos atômicos, material didático e recurso didático.

Posteriormente, foram desenvolvidas quatro categorias para responder ao seguinte questionamento: “*As representações foram relevantes quando usadas nestas pesquisas?*”. As categorias utilizadas foram: *sim*, *não*, *parcialmente*, e *pesquisa bibliográfica*. Os artigos científicos classificados como pesquisa

bibliográfica foram aqueles que trouxeram uma perspectiva metodológica baseada em artigos, livros, provas, linhas de pesquisa, proporcionando reflexões sobre o tema.

Análise qualitativa dos 23 artigos científicos quanto a eficiência do uso das representações no ensino de química

Concepções de estudantes

Cinco produções acadêmicas apresentaram concepções de estudantes de química sobre variadas temáticas. O **artigo 1** teve como objetivo avaliar a evolução da aprendizagem de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de isomerismo. Concluiu-se que houve uma evolução conceitual na maioria dos educandos envolvidos no estudo.

O **artigo 3** teve como objetivo investigar as concepções de alunos de graduação em química sobre as inter-relações entre as diferentes áreas da química. Foram utilizadas representações gráficas baseadas em mapas conceituais, neste caso denominados mapas estruturais, para analisar o enfoque das áreas contextuais e, ainda, verificar as concepções dos estudantes sobre como o ensino de química se relaciona com as outras áreas da química.

Concluiu-se que um número significativo de alunos tem dificuldades em expressar a química como um conjunto integrado de conhecimentos. Além disso, a estrutura curricular diz respeito a como os educandos compreendem as relações entre os campos da química. Corroborando com Pinheiro e Nascimento⁴⁴, no sentido de que o currículo de química não deve simplesmente seguir uma lista de conteúdos curriculares e objetivos preestabelecidos, mas sim trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar.

O **artigo 8** visou buscar o viés comparatista na representação de cientistas por estudantes iniciantes no Curso de Química em nível universitário em comparação com alunos de ensino fundamental e médio. Constatou-se que há uma visão estereotipada da ciência e do cientista, evidenciando a relação com os alunos da educação básica de acordo com a literatura.

O **artigo 15** visou analisar o entendimento que licenciandos em química de uma universidade pública do norte do estado do Paraná possuem sobre diferentes tipos de soluções com relação a sua saturação, a partir das representações e interpretação dos mesmos. Os alunos apresentaram dificuldades em explicar corretamente o conceito de soluções saturada, insaturada ou supersaturada e, portanto, demonstraram dificuldades em representá-las. Além disso, percebeu-se que dificilmente mencionam o nível atômico molecular de representação, também, os universitários não possuem o vocabulário necessário e específico para explicar o conceito de forma mais aprofundada.

O **artigo 23** teve como objetivo analisar o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais sob a ótica do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) a partir de uma metodologia pautada na vivência e no processo reflexivo na formação inicial de professores de química. Por meio de descrições e representações desenvolvidas por futuros professores, verificou-se a mobilização de categorias de conhecimento não apenas em relação à estratégia proposta, mas também em relação aos limites e possibilidades de enfrentar o contexto de sala de aula. As reflexões geradas e as categorias emergentes da Análise Textual Discursiva (ATD) podem ser vinculadas às delineadas no modelo PCK, relacionando a atividade desenvolvida à prática profissional.

Semiótica Peirceana

Três artigos científicos abordaram sobre a Semiótica Peirceana, a teoria de Charles Sanders Peirce (1839-1914). Neste seguimento, o **artigo 2** visou estudar as representações semióticas existentes nas questões das provas de química utilizadas nos vestibulares para os cursos de graduação da UFRN. Dessa maneira, foi possível perceber um pequeno número de questões com gráficos, além disso, observou-se um pequeno número de transformações de uma representação semiótica para outra.

O **artigo 10** visou analisar a influência desse terceiro modo semiótico nos gestos e na fala de uma professora de química para universitários. Constatou-se que o uso de gestos pela professora cria dinamismo na aula, tornando-se essencial na comunicação.

Por fim, o **artigo 11** visou aproximar as Ciências Cognitivas da Semiótica de Peirce na aprendizagem de conceitos relacionados à Química Orgânica. Concluiu-se que as dificuldades no ensino e aprendizagem em Química Orgânica não se devem apenas ao aspecto conceitual, mas também tem uma forte relação com os aspectos representacionais.

Concepções de professores de química

O **artigo 12** buscou investigar as representações de docentes sobre a relação entre o ensino dos conteúdos programáticos da disciplina de química e as tecnologias digitais. Foi possível constatar a existência de divergências em relação aos discursos e práticas relacionadas ao uso das tecnologias digitais.

Análise de provas de química

O **artigo 2**, mencionado anteriormente, constatou um pequeno número de questões com gráficos nas questões das provas de química usadas nos vestibulares para os cursos de graduação da UFRN e poucas transformações de uma representação semiótica para outra. Diante disso, é necessário refletir sobre a importância do uso de gráficos para que os estudantes expressem seus conhecimentos por meio da linguagem científica. Conforme Santos e Curi⁴⁵, para haver domínio sobre um conteúdo é preciso transitar por pelo menos mais de duas representações distintas de um mesmo objeto. À vista disso, é necessário compreender que um mesmo objeto (matemático, químico ou físico) possui diferentes representações.

Análise de livros de química

Sete artigos científicos analisaram livros de química. Dentre eles, o **artigo 4** trouxe a contribuição de Alcindo Flores Cabral (1907-1982) no ensino de química. É uma contribuição praticamente desconhecida pela comunidade química brasileira, embora tenha sido considerada como relevante por importantes químicos estrangeiros. Cabral, representou a “Classificação Natural dos Elementos”, publicada em 1946 e também escreveu textos pertinentes para tornar o ensino de química mais eficaz. Nesse sentido, nota-se a importância de valorizar pesquisadores brasileiros como Alcindo Flores Cabral.

O **artigo 5** teve como objetivo analisar livros didáticos de química do ensino médio e superior, enfatizando o papel dos íons nas transformações químicas em solução aquosa. Além disso, foi realizada uma atividade de sala de aula integrando os conceitos e representações de ácido-base e oxido-redução. Assim, concluiu-se que o papel dos íons nas transformações químicas em solução não é abordado de forma apropriada nos livros didáticos e dificulta a compreensão dos estudantes na resolução das atividades. Corroborando com o estudo de Abrantes, Resende Filho e Simões⁴⁶.

O **artigo 7** buscou avaliar quatro livros indicados pelo PNLD 2012 sobre a presença de obstáculos epistemológicos estudados por Bachelard. Obstáculos epistemológicos foram encontrados nas obras designadas aos alunos do primeiro ano do ensino médio. Além disso, a maioria dos livros não incluiu a linguagem científica de acordo com a linguagem do aluno, e nenhuma dessas obras apresentou o obstáculo animista. O estudo sugere que a inexistência do obstáculo animista pode indicar uma preocupação na incorporação da linguagem científica no cotidiano escolar.

Os autores Abrantes, Resende Filho e Simões⁴⁶, sugerem uma criteriosa seleção de livros adotados pelas instituições e uma análise crítica dos conceitos a serem abordados. Além disso, os professores que utilizam mais de uma fonte para preparar as aulas podem evitar erros e obstáculos epistemológicos.

O **artigo 9** objetivou analisar as representações visuais relacionadas ao conteúdo de modelos atômicos dos livros textos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático - PNLD (2012).

Conclui-se que há uma diversidade na forma como as imagens são apresentadas em cada livro. Além disso, deve-se atentar para a qualidade dos textos e imagens contidas nos livros didáticos.

O **artigo 18** procurou evidenciar a utilização da transposição didática no ensino de química, especificamente do saber sábio ao saber ensinar. Foi realizada uma análise de um livro do ensino superior adotado como saber sábio e de livros didáticos do ensino médio como saber a ensinar. Com base nos resultados da pesquisa, este estudo chama a atenção para a necessidade do uso da transposição didática no ensino de química.

O **artigo 19** buscou investigar como a história da ciência é empegada nos livros didáticos de química brasileiros indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático - PNLD (2015), especificamente sobre a temática quantidade de matéria. Concluiu-se que os livros didáticos de química adotados pelo PNLD 2015 não contemplam adequadamente a história da ciência ao apresentar a quantidade de matéria. Além disso, este estudo enfatiza que as obras carecem em aproximar o aluno a uma ciência não linear, de caráter menos positivista.

Por último, o **artigo 21**, analisou o uso de diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de química geral, utilizados no ensino universitário brasileiro ao longo do século XX. A análise revelou que o uso de diagramas de energia de orbitais ocorre em diferentes contextos de aplicação e para diferentes finalidades. Do ponto de vista da semiótica, os significados dos signos que compõem os diagramas e as regras que orientam sua construção e funcionamento fornecem a base mínima para sua interpretação.

Jogos Didáticos

Três artigos científicos abordaram sobre jogos didáticos. O **artigo 6** destinou-se a oferecer um minicurso sobre o uso de jogos no ensino de química para alunos de graduação da Universidade Federal de Goiás - Campus Catalão. Graças à abordagem de jogos no minicurso, resultados satisfatórios foram obtidos, pois se revelou uma importante ferramenta educacional, de fácil confecção e aplicação em sala de aula. Segundo Souza e Silva⁴⁷, os jogos didáticos podem ser utilizados como uma alternativa interessante para auxiliar e contribuir com o ensino de química.

O **artigo 16** teve como objetivo verificar a eficiência do Jogo dos Palitos (elaborado pelos autores) e sua acessibilidade à sala de aula. Como resultado, obtiveram êxito na aprendizagem do procedimento de manipular a representação denominada fórmula de linhas de ligação, bem como de nomear estruturas orgânicas. O Jogo dos Palitos pode ser classificado de baixo custo e não demanda tempo de preparação.

Por fim, o **artigo 20** teve como objetivo refletir os resultados obtidos pela aplicação de uma sequência de aulas que preconizaram o uso de recursos didáticos, como modelos, analogias e um jogo didático intitulado “Quiz Atômico” para ensinar modelos atômicos. Concluiu-se que o jogo é eficaz no processo de ensino-aprendizagem e também é um instrumento viável para avaliação em sala de aula.

Modelos Atômicos

Quatro artigos científicos se concentraram no conteúdo de modelos atômicos. No **artigo 9**, como mencionado anteriormente, foram analisadas as representações visuais relacionadas ao conteúdo de modelos atômicos dos livros textos de química aprovados pelo PNLD (2012). Os resultados deste estudo são detalhados acima.

O **artigo 17** avaliou a contribuição das atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem na área de Ciências da Natureza, especialmente no estudo de modelos atômicos. Os resultados demonstram que a utilização das atividades lúdicas como recurso didático envolve os alunos na atividade e os aproxima dos conteúdos das Ciências da Natureza, tornando-os parte dela. As atividades lúdicas aumentam o interesse dos alunos e a sociabilidade e são uma excelente ferramenta para auxiliar os professores.

O **artigo 20**, como mencionado anteriormente, organizou uma sequência de aulas que incluiu discutir sobre modelos atômicos, analogias e confecção de um jogo didático, com alunos do ensino médio. Como

resultado, as representações e modelos têm se mostrado eficazes no processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Por fim, o **artigo 22** visou aplicar e avaliar uma estratégia didática fundamentada em modelagem, aliado aos pressupostos de paradigmas de Thomas Kuhn. Verificou-se que os alunos compreenderam as limitações e abrangências dos modelos atômicos. Assim, a abordagem pedagógica de modelagem permitiu aos discentes a formulação de concepções sobre a estrutura atômica, reconhecendo o papel fundamental que cada uma delas desempenhou ao longo da história da ciência.

Material Didático

O **artigo 13** destinou-se a fornecer informações sobre as linhas de pesquisa em produção de material didático no ensino de química nas Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil, nos últimos anos (2009-2014). A pesquisa realizada revelou que o número de linhas de pesquisa na área de produção de material didático no ensino de química em nosso país é muito baixo (equivalente a 14 linhas), embora o número de linhas de pesquisa nessa área tenha aumentado nos últimos anos.

Recurso Didático

O **artigo 14** buscou discutir os procedimentos a serem adotados e os cuidados necessários à construção e adequação de recursos pedagógicos para o ensino de alunos com necessidades educacionais especiais (NEE). As adaptações e proposições feitas, como alternativa ao ensino da tabela periódica, têm alcançado sucesso e demonstrado que a inclusão na escola comum é possível, desde que respeitadas as características dos aprendizes e os recursos didáticos sejam plenamente apropriados.

Em resumo, a partir da análise mais detalhada das produções acadêmicas, verificou-se que se destacam as análises de livros de química sobre conteúdos específicos, como a tabela periódica, os íons nas transformações químicas em solução aquosa, obstáculos epistemológicos, modelos atômicos, transposição didática, quantidade de matéria e diagramas de energia de orbitais.

Em seguida, aparecem as concepções dos alunos sobre diversos temas abordados na disciplina de química, bem como o fenômeno de isomerismo, as inter-relações entre as diferentes áreas da química, representação do cientista, soluções e conhecimentos profissionais. Posteriormente, encontram-se os artigos científicos sobre modelos atômicos.

Em menor número, revelam-se os jogos didáticos sobre estrutura orgânica, modelos atômicos e outros. Logo, constam artigos científicos que se referem à Semiótica Peirceana, concepções de professores de química com ênfase nas tecnologias digitais, análise de provas de química, material didático e por fim recurso didático para o ensino de alunos com necessidades educacionais especiais (NEE).

Diante destes estudos, surgiram algumas inquietações sobre a pesquisa na área. No presente trabalho, foi possível verificar que nos últimos 10 anos, apenas 23 pesquisas científicas foram realizadas sobre o uso de representações no ensino de química. Esse número é muito baixo se comparação à importância das representações no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Além disso, a maioria dos artigos científicos se concentram em assuntos específicos da disciplina de química e pouco se faz acerca da contextualização e interdisciplinaridade.

Ademais, apenas um artigo desenvolveu recursos didáticos para alunos com necessidades educacionais especiais, portanto, estudos como este precisam ser explorados. Outro aspecto observado foi que, na química, há uma gama de possibilidades de relacionar conteúdos de química com temas relacionados ao meio ambiente, para que os alunos possam ser cidadãos conscientes e responsáveis e, além disso, aprender química.

Com base na análise dos objetivos e conclusões dos estudos, pode-se inferir que 10 dos artigos científicos se enquadraram na categoria **sim**, as representações foram relevantes quando utilizadas nestas pesquisas (1, 6, 8, 10, 11, 16, 17, 20, 22, 23), na categoria **não** (nenhum trabalho se enquadrou), na categoria

parcialmente três (3, 12, 15) e na categoria **pesquisa bibliográfica** dez (2, 4, 5, 7, 9, 13, 14, 18, 19, 21). Com isso, verificou-se que o uso de representações contribui para o ensino de química, fato que evidencia a relevância do tema da pesquisa.

Outro aspecto importante foi que dos 23 artigos analisados, nove foram enquadrados em pesquisas bibliográficas. Segundo Pizzani e colaboradores⁴⁸, a pesquisa bibliográfica caracteriza-se como um trabalho investigativo minucioso que demanda tempo, esforço e cuidado por parte dos pesquisadores para obter as informações desejadas. Assim, constatou-se que estão sendo realizadas pesquisas científicas que refletem sobre o uso de representações no ensino de química, colaborando com a ampliação do conhecimento sobre a temática tratada.

Além disso, algumas limitações foram encontradas na redação dos resumos dos artigos científicos analisados, dado que a maioria não apresentou as informações fundamentais exigidas nas pesquisas científicas. Em função disso, foi necessário explorar a metodologia desses estudos para obter as informações desejadas.

Considerações Finais

As representações são amplamente utilizadas e são encontradas em diferentes entidades da química, seja na representação de átomos, moléculas, complexos, enzimas, entre outros, e atuam nas explicações dedicadas ao desenvolvimento de ontologias em diversas áreas de estudo, e consequentemente no ensino de química.¹⁰

Após analisar os resultados e refletir sobre o uso de representações no ensino de química, pode-se inferir que as representações são utilizadas em diferentes níveis de escolaridade, estudadas por diferentes autores, em variadas instituições do Brasil, em diferentes regiões e publicadas em revistas científicas de grande relevância na área da Educação.

Quanto ao tipo de representações utilizadas no ensino de química, há uma grande variedade, tanto internas ou mentais, quanto externas ou semióticas, que podem ser trabalhadas em sala de aula. Tendo como exemplo, as representações da percepção de um cientista, modelos atômicos, jogos didáticos e entre outras.

Finalmente, para determinar a relevância das representações, foi necessário realizar a leitura detalhada dos artigos científicos para verificar se os objetivos dos estudos foram alcançados. Assim, verificou-se que 11 dos artigos científicos eram relevantes, nenhum irrelevante, três parcialmente relevantes e nove não aplicaram a pesquisa propriamente dita, qualificando-se como pesquisa bibliográfica. Desta forma, a relevância do uso de representações pode ser vista claramente no ensino de química.

Por fim, pode-se perceber que tem se pensado sobre o uso de representações no ensino de química, porém, ainda há uma quantidade muito pequena de estudos sobre essa temática, havendo necessidade de mais pesquisas.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de produtividade e à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Referências

[1]. N. F. ROQUE.; J. L. P. B. SILVA, A linguagem química e o ensino da química orgânica. Química Nova, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

[2]. M. A. V. F. SOUZA, A produção de significados e a representação mental na solução de problemas mal-estruturados de matemática. Boletim Gepem, Rio de Janeiro, n. 60, p. 129-144, jan. /jun. 2012.

- [3]. M. S. PAZINATO.; M. E. F. BRAIBANTE.; A. C. G. MIRANDA.; R. T. G. FREITAS, Análise dos recursos visuais utilizados no capítulo de ligações químicas dos livros didáticos do PNLD 2015. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 18, n. 1, p. 121-144, jan./abr. 2016.
- [4]. F. S. CUNHA.; S. K. G. OLIVEIRA.; J. P. D. ALVES.; M. E. N. P. RIBEIRO, Produção de material didático em ensino de química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES e CNPq. *Holos*, Rio Grande do Norte, v. 3, n. 31, p. 182-192, set. 2014/jun. 2015.
- [5]. E. J. WARTHA.; D. B. REZENDE, Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigações em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 12, n. 2, p. 275-290, 2011.
- [6]. N. ABBAGNANO, *Dicionário de Filosofia*. Brasil: Martins Fontes, 2007, 1026 p.
- [7]. E. S. RIBEIRO, Um estudo sobre o símbolo, com base na semiótica de Peirce. *Estudos semióticos*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 46-53, jun. 2010.
- [8]. V. ROMANINI, A contribuição de Peirce para a teoria da comunicação. *CASA: Cadernos de Semiótica Aplicada*, São Paulo, v. 14, n. 01, p. 13-56, jul. 2016.
- [9]. I. B. NÚÑEZ.; B. L. RAMALHO.; J. E. PEREIRA, 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 Ibero-americana de Educação*, Araraquara, n. 55, p. 1-15, fev. 2011.
- [10]. C. R. FERREIRA.; A. ARROIO, Visualizações no Ensino de Química: Concepções de Professores em Formação Inicial. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 199-208, ago. 2013.
- [11]. K. S. TABER, Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemical Education Research and Practice*, Cambridge, v. 14, p. 156-168, 2013.
- [12]. A. H. JOHNSTONE, Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, v. 64, p. 377-379, 1982.
- [13]. A. H. JOHNSTONE, Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, United Kingdom, v. 7, p. 75-83, 1991.
- [14]. A. H. JOHNSTONE, Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, United Kingdom, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- [15]. F. PAULETTI.; M. P. A. ROSA.; F. CATELLI, A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Paraná, v. 7, n. 3, p. 121-134, set./dez. 2014.
- [16]. F. L. CÁSSIO.; D. S. CORDEIRO.; P. CORIO.; C. FERNANDEZ, O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 11, n. 3, p. 595-619, 2012.

- [17]. V. TALANQUER, Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, United Kingdom, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.
- [18]. D. M. OLIVEIRA.; V. CATÃO, Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 12, n. 2, p. 50-68, 2017.
- [19]. A. C. GIL, Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2008, 220 p.
- [20]. R. X. COUTINHO.; M. C. SOARES.; V. FOLMER.; R. L. PUNTEL, Análise da produção de conhecimento da Educação Física brasileira sobre o cotidiano escolar. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Brasília, v. 9, n. 17, p. 491-516, 2012.
- [21]. M. E. A. CORREIA.; J. C. R. FREITAS.; J. J. R. FREITAS.; J. R. FREITAS FILHO, Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 83-100, maio/ago. 2010.
- [22]. P. CORIO.; F. A. MAXIMIANO.; P. A. PORTO.; C. FERNANDEZ, A organização da ciência Química na visão de graduandos: um estudo utilizando mapas estruturais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 11, n. 1, p. 76-97, 2012.
- [23]. J. H. MAAR.; E. J. LENARDÃO, A contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 773-98, 2012.
- [24]. L. C. C. BRITO.; A. P. A. BORGES.; C. O. BORGES.; D. G. SANTOS.; E. P. MARCIANO.; S. M. T. NUNES, Avaliação de um minicurso sobre o uso de jogos no ensino. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 589-615, mar. 2012.
- [25]. J. P. STADLER.; F. S. SOUSA JÚNIOR.; M. J. F. GEBARA.; F. R. G. S. HUSSEIN, Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012. *Holos*, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 28, mar./maio. 2012.
- [26]. D. A. V. ZANON.; A. T. MACHADO, A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 46-56, mar./abr. 2013.
- [27]. G. S. SILVA.; M. E. F. BRAIBANTE.; M. S. PAZINATO, Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 159-182, 2013.
- [28]. L. MORO.; E. F. MORTIMER.; A. L. QUADROS.; F. A. COUTINHO.; P. S. SILVA.; R. R. PEREIRA.; V. C. SANTOS, Influência de um terceiro modo semiótico na gesticulação de uma professora de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 9-32, 2015.
- [29]. E. J. WARTHA.; D. B. REZENDE, A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

- [30]. M. P. A. ROSA.; M. L. EICHLER.; F. CATELLI, “Quem me salva de ti?”: representações docentes sobre a tecnologia digital. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 84-104, jan./abr. 2015.
- [31]. A. R. B. BASTOS, Proposição de recursos pedagógicos acessíveis: o ensino de química e a tabela periódica. *Journal of Research in Special Educational Needs*, United Kingdom, v. 16, n. 1, p. 923-927, 2016.
- [32]. J. F. RIBAS.; F. C. D. BROIETTI.; L. P. V. LEAL.; M. M. PASSOS, Soluções saturada, insaturada e supersaturada e suas representações por licenciandos em Química. *Actio: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 61-79, jul./set. 2017.
- [33]. J. A. L. ANJOS.; R. L. GUIMARÃES, Elaboração e validação do jogo do palito no ensino de nomenclatura de compostos orgânicos. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae (RELuS)*, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 163-174, jan./jul. 2017.
- [34]. E. L. SOARES.; C. S. C. L. VIÇOSA.; M. S. TAHA.; V. FOLMER, A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 12, n. 2, p. 69-80, jul. 2017.
- [35]. G. R. SILVA.; E. CHAGAS, Transposição didática: uma análise do distanciamento dos saberes de química quântica nos livros didáticos do ensino médio. *Holos*, Rio Grande do Norte, v. 7, n. 33, p. 284-298, abr. 2015/nov. 2017.
- [36]. S. O. FRANCO-PATROCÍNIO.; I. FREITAS-REIS, Os livros didáticos de química indicados pelo PNLD 2015: a história da ciência empregada na temática “quantidade de matéria” e sua unidade, mol. *Holos*, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 33, p. 375, 392, jun. 2016/fev. 2017.
- [37]. L. C. CAMARGO.; S. S. ASQUEL.; B. R. M. OLIVEIRA, Problematizando o ensino de modelos atômicos: estudo das representações e o uso de um jogo didático. *Actio: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 197-213, set./dez. 2018.
- [38]. E. ROZENTALSKI.; P. A. PORTO, Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 2, p. 449-466, 2018.
- [39]. L. P. GANDRA.; G. R. SILVA, Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 13, n. 1, p. 14-32, 2018.
- [40]. G. GIROTTO JÚNIOR.; M. APARECIDA DE PAULA.; D. R. C. MATAZO, Análise do conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 35-50, 2019.
- [41]. F. C. G. C. VASCONCELOS.; A. ARROIO, Explorando as percepções de professores em serviço sobre as visualizações no ensino de química. *Química Nova*, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1242-1247, 2013.
- [42]. P. S. SANTOS.; G. G. B. SOUZA, SBQ - 25 ANOS: FÍSICO - QUÍMICA. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 31-33, 2002.

- [43]. M. S. ZANETTE, Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 65, p. 149-166, jul./set. 2017.
- [44]. R. S. G. PINHEIRO.; M. T. NASCIMENTO, Análise do currículo referência de Química de uma rede estadual de Educação. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 659-675, 2018.
- [45]. C. A. B. SANTOS.; E. CURI, Os Registros de Representação Semiótica como Ferramenta Didática no Ensino da Disciplina de Física. *Revista Eletrônica de Educação Matemática (REVEMAT)*, Florianópolis, v. 06, n. 1, p.1-14, 2011.
- [46]. P. G. ABRANTES.; J. B. M. RESENDE FILHO.; A. S. M. SIMÕES, Contradições e Equívocos Conceituais em Livros Didáticos de Química do Ensino Médio Quanto ao Conceito e à Classificação de Sais. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 12, n. 2, p. 516-535, 2020.
- [47]. H. Y. S. SOUZA.; C. K. O. SILVA, Dados orgânicos: um jogo didático no ensino de química. *Holos*, Rio Grande do Norte, v. 3, n. 28, p. 107-121, 2012.
- [48]. L. PIZZANI.; R. C. SILVA.; S. F. BELLO.; M. C. P. I. HAYASHI, A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2012.