

Semiótica Peirceana no Ensino de Química: uma análise de tendência dos trabalhos publicados entre 2012 e 2022.

Peircean Semiotics in Chemistry Teaching: a trend analysis of works published between 2012 and 2022.

Isaac Bruno Silva Souza

Universidade Federal Rural de Pernambuco
isaacbssouza@gmail.com

João Roberto Ratis Tenório da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
joao.ratis@ufpe.br

Resumo

Há muitos relatos sobre as dificuldades dos estudantes se apropriarem da linguagem utilizada pela Química. Assim, alguns pesquisadores têm buscado respaldo na Semiótica, visto que é a ciência que estuda as formas de representação de objetos. Nesse artigo, buscaremos identificar tendências relativas às pesquisas em ensino de química que envolvem a semiótica peirceana. Para seleção dos trabalhos, utilizamos como ferramenta de busca o *Google Acadêmico* e estabelecemos as seguintes categorias de análise: a) Ano da Publicação; b) Titulação dos pesquisadores; c) Nível de ensino investigado; d) Objetivo da Pesquisa. Destarte, identificamos que: 2012, 2015 e 2019 são os anos com mais publicações; em sua maioria, as pesquisas são desenvolvidas durante o Doutorado; são destinadas ao ensino superior; e buscam investigar materiais didáticos produzidos. Este é um campo de pesquisa bastante fértil e que pode trazer ricas contribuições para a análise de dados em pesquisas em ensino de química.

Palavras chave: Análise de tendências, ensino de Química, semiótica peirceana.

Abstract

There are many reports about the students' difficulties in appropriating the language used by Chemistry. Thus, some researchers have sought support in Semiotics, since it is the science that studies the forms of representation of objects. In this article, we will seek to identify trends related to research in chemistry teaching that involve Peircean semiotics. To select the works, we used Google Scholar as a search tool and established the following categories of analysis: a) Year of Publication; b) Title of researchers; c) Level of education investigated; d) Purpose of the Research. Thus, we identified that: 2012, 2015 and 2019 are the years with the most publications; most of the research is developed during the Doctorate; are intended for higher education; and seek to investigate didactic materials produced. This is a very fertile

field of research that can bring rich contributions to data analysis in research on Chemistry teaching.

Key words: Trend analysis, Chemistry teaching, Peircean semiotics.

Introdução

Temos visto, em várias pesquisas sobre o ensino de química (WARTHA; REZENDE, 2015; POZO; CRESPO, 2009), relatos sobre as dificuldades dos estudantes se apropriarem da linguagem utilizada por essa ciência. De fato, utilizamos muitos gráficos, fórmulas, relações matemáticas e símbolos – que nem sempre são de fácil compreensão- para representar/quantificar/entender os fenômenos presentes em nosso cotidiano. Por isso, algumas pesquisas (WARTHA; REZENDE, 2015; WARTHA, 2013) têm buscado respaldo em estudos sobre a Semiótica para ampliar a compreensão sobre o tema bem como buscar alternativas para estreitar o diálogo em sala de aula.

No que se refere a Semiótica, podemos considerá-la como a ciência que estuda todas as formas de linguagem, ou seja, todo e qualquer fenômeno de produção de significação e sentido, em que se utilize signos para representar os objetos (SILVA; TOURINHO E SILVA, 2012). Por esse motivo, traz contribuições relevantes para que possamos entender como tais linguagens são desempenhadas nas ações humanas.

Segundo Valsiner (2012), o signo é uma representação mental que estabelecemos mediante a ligação com os objetos no ambiente externo. Então, pode ser entendido como uma coisa que representa outra, o seu objeto. Contudo, essa função de representação do signo só é possível se ele carrega esse poder de representar, de substituir algo que seja diferente dele mesmo (SILVA; TOURINHO E SILVA, 2012).

Na classificação proposta por Peirce (1984) existe três tipos de signos: ícone, índice e símbolo, cada um com suas características e especificidades. O ícone é um signo que manteria o caráter que o faz ser significativo, mesmo que seu objeto não tenha existência (VALSINER, 2012). Isso significa que ele não tem conexão dinâmica com o objeto que representa, simplesmente suas qualidades se assemelham àquelas do objeto e excitam sensações análogas na mente. Como quando a mula reforça uma provável semelhança com a zebra (PEIRCE, 1894). De outro modo, os símbolos se veem associados aos seus significados de uso. Então, um símbolo poderia ser interpretado, segundo Peirce (1902) *apud* Valsiner (2012), como um signo que perderia o caráter que o torna um signo caso não houvesse um interpretante. Esse é o caso das palavras e frases, e diálogos, e livros e livrarias. Já os Índices, é um signo que como tal indica uma outra coisa com a qual ele está fisicamente conectado, constituindo um par orgânico. Tal qual uma sinalização, que indica a direção do fluxo de uma rua ou como o girassol aponta para o lugar do sol no céu (SANTAELLA, 1983). Sendo assim, ao contrário do Ícone, o índice é um signo que perderia seu caráter se seu objeto fosse removido – mas não se houvesse um interpretante.

A partir dessa discussão, fica evidente que existe uma relação triádica indecomponível no signo: o significado construído não emerge apenas na relação estabelecida entre o signo e o objeto, é preciso um terceiro correlato. Esse novo elemento é o interpretante, visto como o efeito produzido na mente pelo signo e, desse modo, um outro signo.

A relação que os signos estabelecem com os demais elementos da tríade peirceana pode ser compreendida a partir de três categorias fenomenológicas: o signo em si mesmo ou *primeiridade*; o signo em sua relação com seus objetos ou *secundidade*; e o signo em sua relação com seus interpretantes ou *terceiridade*.

A primeira dessas categorias, a *primeiridade*, seria como uma característica do possível signo que surge imediatamente, sem ser articuladamente pensada e, deste modo, é anterior a qualquer descrição. É vista como uma qualidade ainda não distinguida. Já a *secundidade* se inicia quando se estabelece uma articulação entre um fenômeno ou signo primeiro e outro qualquer. Essa categoria considera a experiência do ser no mundo, atos de ação e reação, surpresa, dúvida da realidade e da experiência. Por último, a *terceiridade* corresponde à dimensão na qual ocorre a interpretação do fenômeno ou signo, em que se cria um segundo signo que possibilita traduzir o primeiro e que, portanto, ganha estabilidade nessa relação que caracteriza a *secundidade*. Essa categoria envolve o pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo. É a categoria da mediação, da continuidade, da síntese, da memória.

Em um contexto de ensino e de aprendizagem em Química, a *primeiridade* pode ser evidenciada quando um estudante, pela primeira vez, visualiza um traço ou um gráfico, mas não consegue fazer referência a nada, apenas o traçado registrado é percebido por ele como tal. Se, em seguida, o estudante relaciona o traço ou o gráfico a um objeto químico, trata-se da *secundidade*. Ao relacionar o traço a uma ligação simples e o gráfico a uma mudança de estado físico de um material, criando sua própria representação mental, o estudante estará a caminho da *terceiridade* e, nessa dimensão, o seu olhar sobre o traço ou sobre o gráfico estará carregado de interpretação, de busca de explicações, de análises e generalizações, de modo que ele poderá interpretar o fenômeno em questão (WARTHA; REZENDE, 2011).

Para Peirce, a criação e o uso de signos permeiam a existência humana, tanto no domínio intramental quanto no interpsicológico (VALSINER, 2012). Uma vez desenvolvidos, os signos são disponibilizados, pelos seus fabricantes, para outros sujeitos interpretantes e, a depender das memórias de experiências vivenciadas anteriormente, alguns dos signos poderão suscitar imagens familiares no mundo intrapsicológico desses outros. Por exemplo, o memorial para uma mulher morta em um determinado ponto em um parque urbano é um símbolo que afeta o ambiente pacífico do parque como um todo, dado que pode transmitir a sensação de insegurança ou periculosidade as pessoas que visitam aquele lugar.

Nessa perspectiva, também é possível dizer que a informação, decorrente da existência de signos, emerge da percepção como aumento da nossa compreensão sobre algo, como experiência sentida, como interpretação particular (ROMANINI, 2016). Assim, a produção de interpretantes finais gerais, como crenças ou hábitos mentais, é o caminho natural da causação comunicativa, isto é, na medida em que as informações são produzidas pelas sensações corporais e vão sendo comunicadas entre intérpretes, notamos que elas perdem sua intensidade original e ganham generalidade. Nesse processo de comunicação os signos são responsáveis por garantir o aumento da informação numa sociedade em comunicação. Entretanto, cabe ressaltar que o signo, por si só, não cria a significação, mas é a significação que se corporifica em signos particulares, que cumprem a função de meios de transmissão da informação, aumentando a razoabilidade, não nesta ou naquela mente particular, ou em qualquer número finito de mentes particulares, mas na mentalidade que permeia e une todos os que participam do processo de comunicação (ROMANINI, 2016).

Para a Semiótica Peirceana, o signo desencadeia a representação na mente do intérprete, uma vez que ele é percebido como sendo algo que representa alguma coisa para alguém e cria, algo que pode ser um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido (WARTHA; REZENDE, 2011), que se relaciona com o objeto não de maneira direta, mas através da medição do signo anterior. A mediação é, portanto, a característica principal dos signos, pois eles se situam entre o sujeito e o mundo, tanto para organizar atividades de produção material e simbólica, quanto para estruturar o pensamento (SILVA; TOURINHO E SILVA, 2012). Sendo assim, uma proposta de ensino, estruturada com base nos princípios da semiótica peirceana, pode se constituir como uma alternativa interessante para as pesquisas em ensino de química, principalmente para aquelas que buscam traçar estratégias de comunicação na tentativa de promover a apropriação da linguagem científica.

É importante pois, como apontam Núñez, Ramalho e Pereira (2011), a linguagem utilizada pela Química não é inata ao estudante, isso quer dizer que a linguagem empregada por essa ciência não é utilizada pelos estudantes desde o seu nascimento, sendo aprendida na escola ou em outras situações por intermédio de um sujeito mais experiente.

Por isso, aquele que ensina deve ser cauteloso com o emprego de representações (seja no nível macroscópico, submicroscópico ou simbólico) na química, tendo em vista a possibilidade de produção de signos. Na perspectiva da Semiótica Peirceana, a imagem não é construída pelo sujeito, ela é percebida, relacionada, para possibilitar a construção de um novo signo e, nesse caso, a apreensão do conceito. Assim, segundo Wartha e Rezende (2015), alguns estudos têm mostrado que, em processos de aprendizagem, os aprendizes elaboram algum tipo de construção simbólica (imagens, figuras, esquemas e diagramas, por exemplo) com o objetivo de identificar e relacionar a informação e, portanto, torná-la mais significativa. Porém, caso as representações não sejam esclarecedoras, os estudantes poderão apresentar dificuldades em aprender Química devido a não conseguirem estabelecer relações entre os componentes conceituais e visuais (como imagens, esquemas, diagramas ou figuras mais adequadas para aquela determinada situação) do conhecimento apresentado a eles. Nesse contexto, a semiótica peirceana torna-se relevante por discutir a questão das representações do conhecimento químico, sobretudo pelo fato de estarmos inseridos em ambientes das múltiplas linguagens (WARTHA; REZENDE, 2011).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é identificar tendências atuais relativas às pesquisas em ensino e aprendizagem de química que tomam por base a semiótica peirceana, nos últimos dez anos, ou seja, de 2012 a 2022. Assim, podemos ter uma visão geral deste campo de estudo, o que nos guiará em um projeto maior de doutorado, o qual este trabalho faz parte, no refinamento do problema de pesquisa e objetivos.

Metodologia

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Gil (2002), constitui a etapa inicial de qualquer estudo científico. Tal pesquisa é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, e permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Desse modo, o presente estudo consiste em levantar, sistematizar e analisar um conjunto de dados, disponibilizados na rede, acerca da introdução da Semiótica Peirceana em pesquisas voltadas ao ensino de química. Para seleção das pesquisas que compõem a nossa amostra, optamos por utilizar como ferramenta de busca o *Google Acadêmico*, uma vez que a nossa intenção foi selecionar qualquer produção científica sobre a temática, seja ela livro; artigo; dissertação; tese; etc.

Porém nos limitamos a estudar a produção dos últimos dez anos, tendo em vista reconhecer tendências em pesquisas atuais.

Coleta dos dados

Para a seleção da produção científica, utilizamos, as seguintes palavras-chave: “semiótica peirceana no ensino de Química”; semiótica peirceana e “ensino de Química” e “semiótica” no ensino de Química (ênfase nas aspas). A seleção da produção científica ocorreu a partir da análise do título, que deveria explicitar a relação entre a Química e a semiótica peirceana, seguido da análise do resumo e identificação das palavras-chave. Foram excluídos da nossa amostra trabalhos que mencionassem a semiótica peirceana, mas que estivessem relacionados a outras áreas de conhecimento; pesquisas em duplicata; e aquelas que não conseguimos ter acesso na íntegra.

Análise dos dados

Os trabalhos analisados foram agrupados de acordo com a ordem alfabética do título, tendo em vista facilitar a identificação de pesquisas em duplicata, e foram identificados o ano da publicação, autores, palavras-chave, objetivo do trabalho e o resumo. Diante disso, buscamos analisar as tendências da produção a partir dos critérios apresentados a seguir:

A) Ano da Publicação: analisar a ocorrência anual das pesquisas voltadas a utilização da Semiótica no ensino de química.

B) Titulação dos pesquisadores: identificar a titulação dos pesquisadores afim de identificarmos em que nível de ensino as discussões sobre a Semiótica peirceana têm ocorrido.

C) Nível de ensino investigado: identificar se as propostas elaboradas têm sido direcionadas ao Ensino Fundamental ou Ensino Médio (educação básica), Ensino Superior ou pós-graduação.

D) Objetivo da Pesquisa: Analisar qual o objetivo do estudo realizado. Para isso, apresentamos três classificações, a saber: análise de materiais produzidos, quando o objetivo é realizar uma análise com base na semiótica peirceana em materiais didáticos produzidos ou realizar uma revisão da literatura; proposta de intervenção didática, quando os pesquisadores propõem uma intervenção didática afim de identificar a emergência de conceitos relativos à semiótica peirceana no decorrer das aulas de química; investigação sobre a prática, quando os pesquisadores buscam identificar elementos da semiótica peirceana na prática de outros profissionais; Formação continuada, quando o objetivo da pesquisa é levantar, refletir, discutir e/ou fornecer subsídios acerca de como professores em formação ou atuantes na educação básica podem/poderão utilizar a semiótica peirceana para estruturas as suas aula.

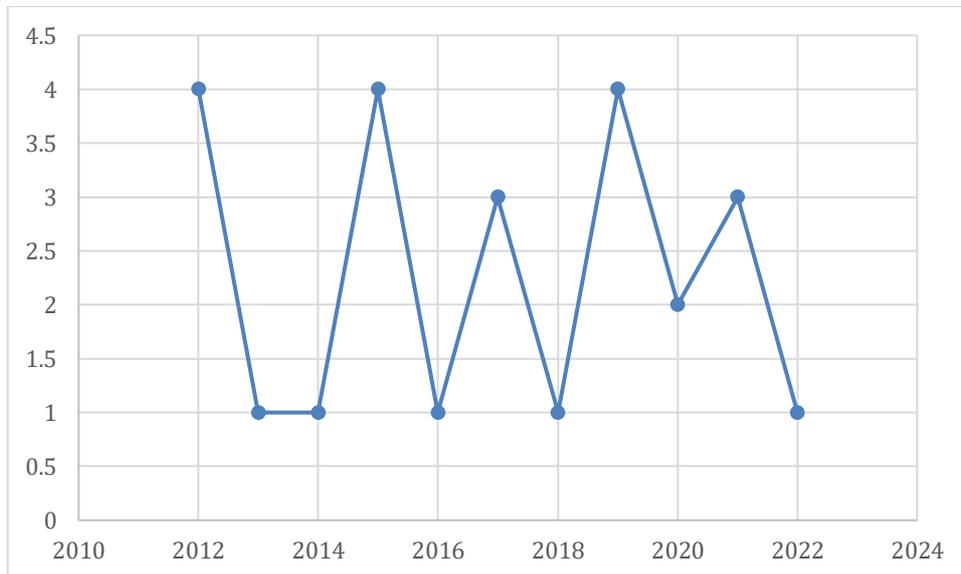
Resultados e discussão

Dos 25 trabalhos que compõem a nossa amostra de pesquisa, temos: 14 trabalhos publicados na forma de artigo científico; 2 Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC); 5 dissertações e 4 Teses. Algumas publicações no formato de livros foram encontradas, porém, não puderam ser consideradas devido ao acesso restrito.

Após a seleção dessas pesquisas, buscamos organizá-las em um quadro com as informações que gostaríamos de observar. O primeiro critério a ser analisado foi a ocorrência das

pesquisas em cada ano. Como nos propomos a analisar apenas os últimos dez anos, o Gráfico 1, a seguir, mostra as pesquisas publicadas a partir de 2012.

Gráfico 1: Quantidade de pesquisas por ano de publicação.



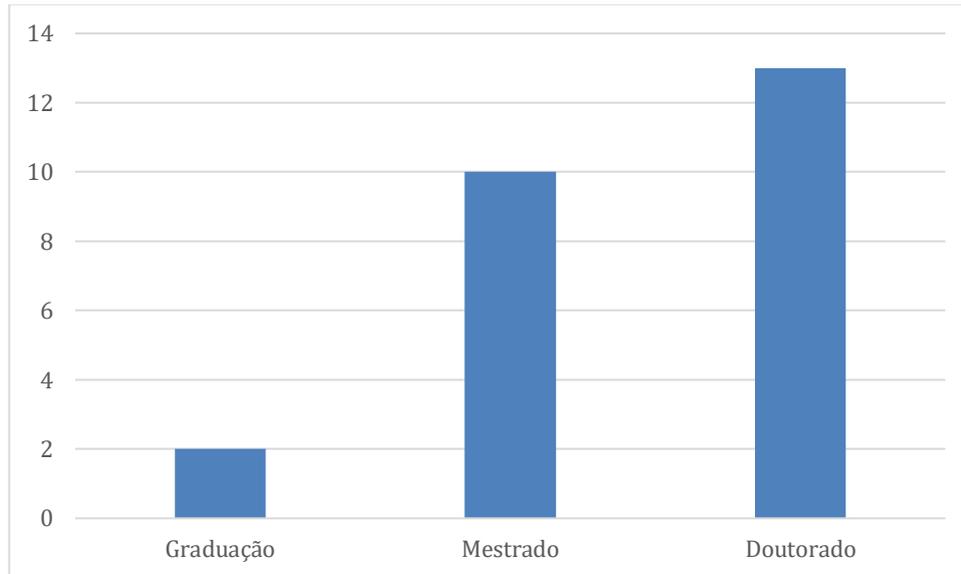
Fonte: própria.

Diante dos dados, percebemos que, aproximadamente, em média, são publicadas pelo menos duas pesquisas sobre a relação entre a semiótica peirceana e o ensino de química. Bem como, é possível notar que nos anos de 2012, 2015 e 2019 ocorre os maiores volumes de publicação de pesquisas, com quatro pesquisas em cada ano. Ademais, evidenciamos que, desde de 2012, em todos os anos tivemos pelo menos uma publicação sobre o nosso objeto de investigação. Como já mencionado, a maioria dessas publicações estão no formato de artigo científico, sendo que das 14 publicações 11 foram publicadas em revistas científicas e três em Anais de congressos científicos. As demais publicações são frutos de pesquisas de mestrado ou doutorado na área de ensino de Química ou de Ciências.

Publicações por Nível de Ensino

Outro dado relevante, no que se refere às pesquisas selecionadas, é a identificação do nível de formação dos pesquisadores que estão explorando elementos da semiótica peirceana no ensino de Química. Logo, o Gráfico 2 nos apresenta um panorama geral sobre em qual nível de formação as pesquisas sobre a semiótica peirceana têm ocorrido. Para isso, nos baseamos na titulação conferida ao autor principal em cada trabalho.

Gráfico 2: nível de formação dos pesquisadores.



Fonte: própria.

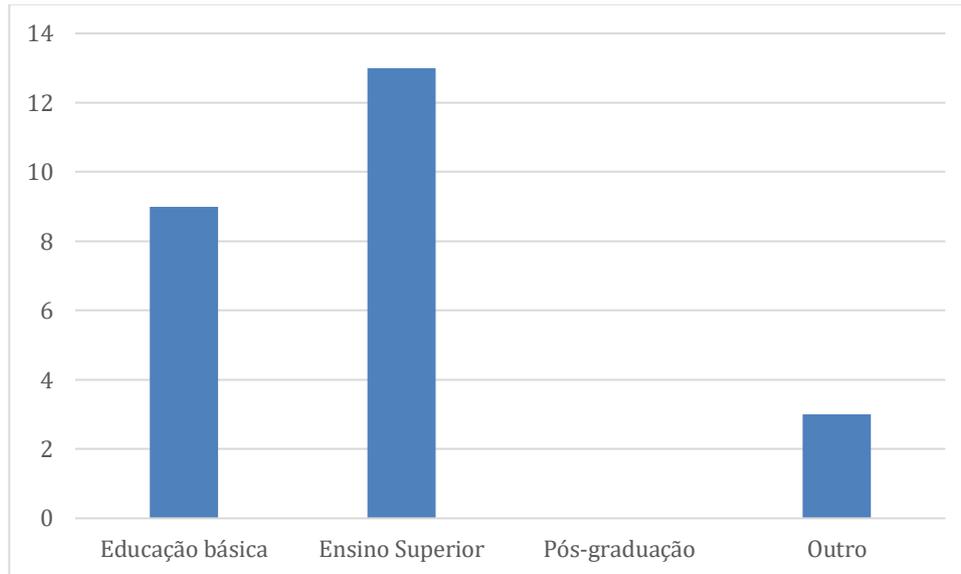
Esses dados nos mostram que a maioria das pesquisas sobre a semiótica peirceana no ensino de Química têm sido desenvolvidas durante a pós-graduação. Isto é, os pesquisadores envolvidos são mestres ou doutores juntamente com seus orientadores. Além disso, tal dado nos mostra que as discussões sobre os conceitos relativos à semiótica peirceana na graduação em química ainda são incipientes, talvez pelo fato de os professores entenderem que é uma discussão complexa para ser realizada nesse nível de ensino ou por falta de ajuste nos currículos.

Porém, nesse contexto, algumas figuras são importantes para compreendermos o avanço nas pesquisas. Por exemplo, a professora Karina Aparecida de F. D. Souza, que durante esse período demarcado teve sua tese apresentada e também figura como orientadora em dissertações de mestrado. Ela foi orientada pelo professor Paulo Alves Porto, que também aparece como um dos principais orientadores de teses e dissertações analisadas por nós. Ainda, destacamos o papel do professor Edson José Wartha como um dos principais atores como quatro trabalhos publicados.

Nível de Ensino Investigado

Observamos também qual o nível de ensino essas pesquisas têm se dedicado a investigar (Gráfico 3). , Neste critério, estabelecemos quatro categorias: educação básica, para incluir as pesquisas desenvolvidas na educação infantil, ensino fundamental ou ensino médio; ensino superior, para trabalhos voltados à graduação ou formação continuada; pós-graduação, para pesquisas que sejam direcionadas a cursos ou produções à nível de mestrado e doutorado; e outros representam as investigações que não são direcionadas para um nível de ensino específico.

Gráfico 3: níveis de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas.



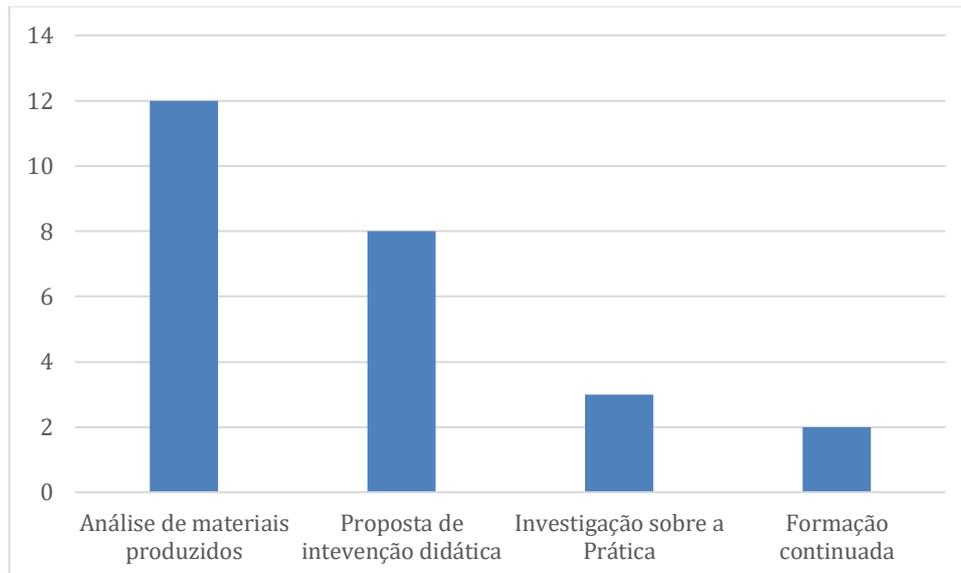
Fonte: própria.

Diante da análise, notamos que a maior parte das pesquisas têm sido direcionadas ao ensino superior tais como Rozentalski e Porto (2016); Rozentalski e Porto (2018); Wartha (2013); Wartha e Rezende, 2017, enquanto que ainda não há pesquisas, nessa perspectiva, que busquem explorar teses e dissertações ou estudantes de pós-graduação. De modo geral, essas pesquisas objetivam explorar conceitos da semiótica peirceana em sala de aula ou em livros e realizar uma revisão da literatura. De modo análogo, na educação básica, as pesquisas buscam investigar, em sua maior parte, livros didáticos voltados ao ensino médio (SCALCO; CORDEIRO; KIILL, 2015; CANCIAN, 2019) ou as concepções dos estudantes que fazem parte desse nível de ensino (SALVADEGO; LAURÚ, 2019; SANTOS; AUTOR 2, 2019).

Objetivo da pesquisa

Quando olhamos para esse conjunto de estudos podemos extrair, ainda, outros dados importantes, como: o objetivo de estudo de cada pesquisador. Portanto, no Gráfico 4, a seguir, apresentaremos os objetivos identificados em nossa amostra de pesquisa.

Gráfico 4: classificação das pesquisas quanto ao seu objetivo.



Fonte: própria.

A partir da leitura dos trabalhos, conseguimos constatar que a maioria deles objetivavam realizar uma análise de materiais produzidos, sejam livros didáticos voltados ao ensino médio ou superior ou também artigos e demais produções científicas encontradas em anais, repositórios e revistas, tais como Rozentalski e Porto (2016); Rozentalski e Porto (2018); Wartha e Rezende (2017); Scalco, Cordeiro e Kill (2015) e Cancian (2019). Mas também conseguimos identificar uma quantidade significativa de pesquisas que buscavam propor atividades, na forma de intervenção didática, para explorar elementos da semiótica peirceana entre estudantes do ensino médio ou superior tais como Wartha (2013) e Silva (2017). Ademais, um quantitativo de três trabalhos (SILVA, 2014; VALDÃO; ARAÚJO NETO; LOPES, 2021; WARTHA, 2013) buscou observar como os conceitos próprios da semiótica emergiam no decorrer da prática docente e apenas duas pesquisas (EICHLER, 2021; SILVA; SILVA, 2021) objetivaram propor uma formação continuada para professores atuantes na educação básica afim de que eles pudessem compreender as discussões acerca da semiótica e encontrar materiais que os ajudam planejar e explorar conceitos decorrente desse estudo nas aulas de química.

Considerações finais

O conjunto de dados apresentados nos leva a acreditar em uma tendência na ampliação das pesquisas sobre a semiótica peirceana no ensino de química. Em primeiro lugar, pelo fato que desde 2012 tivemos pelo menos uma publicação a respeito do tema por ano. Além de que, são publicados, em média, mais de dois trabalhos a cada ano. Em segundo lugar, foi possível identificar um movimento interessante em relação aos autores das pesquisas, como no caso da professora Karina Souza, que defendeu a sua tese e continua orientando estudantes no desenvolvimento de pesquisas sobre a semiótica no ensino de química. Por isso, acreditamos que, em um futuro próximo, o quantitativo de pesquisas poderá ser maior.

Outra questão importante é o objeto de análise dessas pesquisas. Em geral, as investigações envolvem sujeitos ou materiais voltados ao ensino médio e superior. Não foi possível identificarmos pesquisas destinadas ao ensino fundamental e a pós-graduação. Essa

constatação é fundamental para que, em um momento posterior, possamos investigar se essa é apenas uma tendência recente ou se já é algo concreto no ensino de química e buscar o porquê de isso ocorrer.

Por fim, ainda observamos uma forte tendência na análise de materiais já produzidos, especialmente em livros destinados ao ensino médio ou superior, bem como no desenvolvimento de propostas de intervenção didática para abordar os conceitos de química sob uma investigação com a semiótica peirceana. Todavia, poucos trabalhos têm sido destinados à formação continuada de professores, para que esses possam se apropriar do tema e utilizar a semiótica para interpretar os dados obtidos a partir das interações discursivas ou de questionários, avaliações, etc. ocorridas em sua sala de aula. Assim, cremos que essa poderia ser uma alternativa importante para despertamos o interesse deles pelo estudo da semiótica e, conseqüentemente, o desenvolvimento de novas pesquisas. Nessa direção, entendemos que a semiótica peirceana traz ricas contribuições para a análise/interpretação de dados obtidos em diversas pesquisas em ensino de química e que ainda podem ser úteis para analisar canções, pinturas, desenhos produzidos por estudantes, o que nos mostra que este é um campo bastante fértil e que carece de ser investigado.

Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- CANCIAN, Camila de Cássia Badini. **AS ILUSTRAÇÕES SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO::** uma análise semiótica. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação da Unimep, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2019.
- EICHLER, Tatiana Zarichta Nichele. **ARTE, ESTÉTICA, CURADORIA... E UM POUCO DE SEMIÓTICA NA QUÍMICA.** 2021. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pósgraduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- GUIMARÃES JORGE, Ana Maria. O que é um signo? FACOM, n° 18, p. 46-56, 2007. Disponível em: https://www.faap.br/revista_faap/revista_facom/facom_18/ana.pdf. Acesso em: 13 out. 2022.
- 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 Ibero-americana de Educação**, n. 55/1, p. 1-13, fev. 2011.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ROMANINI, Vinicius. A CONTRIBUIÇÃO DE PEIRCE PARA A TEORIA DA COMUNICAÇÃO. **Casa: Cadernos de Semiótica Aplicada**, v. 14, n. 1, p. 13-56, Ago. 2016.

ROZENTALSKI, Evandro; PORTO, Paulo Alves. Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica peirceana. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 449-466, abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320180020012>.

ROZENTALSKI, Evandro. F.; PORTO, Paulo Alves. IMAGENS DE ORBITAIS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA GERAL NO SÉCULO XX: UMA ANÁLISE SEMIÓTICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 181–207, 2016. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p181.

SANTAELLA, Lúcia. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 1983.

SALVADEGO, Wanda Naves C.; LABURÚ, Carlos Eduardo. AS GESTICULAÇÕES DOS ESTUDANTES EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA E SUA INTERPRETAÇÃO BASEADA NA SEMIÓTICA PEIRCEANA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 6, n. 01, p. 191-223, 2019. DOI: 10.36524/dect.v6i01.154.

SCALCO, Karina Caixeta; CORDEIRO, Márcia Regina; KIILL, Keila Bossolani. Representações Presentes nos Livros Didáticos: um estudo realizado para o conteúdo de ligação iônica a partir da semiótica peirceana. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 134-142, 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150031>.

SILVA, Joelinton Chagas; TOURINHO E SILVA, Adjane da Costa. Pressupostos da Teoria Semiótica de Peirce e sua aplicação na análise das representações em Química. In: Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade", 6, 2012, São Cristóvão. Anais eletrônicos... São Cristóvão: EDUCON, 2012. Disponível em: <<http://educonse.com.br/2012/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

SILVA, Joeliton Chagas. **Movimentos de contextualização e descontextualização entre as dimensões empírica e abstrata no ensino de propriedades coligativas e suas relações com as representações semióticas de Peirce**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

SILVA, Matheus de Castro e; SILVA, Penha das Dores Souza. INTEGRANDO ARTE E CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA: uma análise semiótica peirceana. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 244-260, 30 abr. 2021. Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p244>.

SILVA, Taynara Vieira de Melo. **Mediação semiótica na construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade**. 2017. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2017.

VALADÃO, D. L.; ARAUJO NETO, W. N. de; LOPES, J. G. da S. . Uma análise semiótica Peirceana no contexto de um episódio de aula de química orgânica no Ensino Superior. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 390–409, 2021.

VALSINER, Jaan. Fundamentos da psicologia cultural: mundos da mente, mundos da vida. Porto Alegre: Artmed, 2012.

WARTHA, Edson José; REZENDE, Daisy de Brito. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 49-64, mar. 2015.

WARTHA, Edson José.; REZENDE, Dayse de Brito. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educação Química em Ponto de Vista**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2017. DOI: 10.30705/eqpv.v1i1.886

WARTHA, Edson José.; REZENDE, Dayse de Brito. OS NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E AS CATEGORIAS DA SEMIÓTICA DE PEIRCE. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 275–290, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/230>. Acesso em: 01 nov. 2022.

WARTHA, Edson José. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da semiótica Peirceana**. 2013. p. 242. Tese (Doutorado em Ensino de Química) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

