

Uma revisão sistemática da literatura da inter-relação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química

Felipe Alves Silveira e Ana Karine Portela Vasconcelos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus* Fortaleza. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus* Paracuru. E-mails: felipesilveiraquimica@gmail.com e karine_portela@hotmail.com

Resumo: A experimentação é uma estratégia promissora e pode estar atrelada à teoria da aprendizagem significativa, visto que facilita a compreensão do novo saber que instiga o estudante a ser protagonista no âmbito escolar. Diante disso, esta investigação analisou, a partir de uma revisão sistemática de literatura, pesquisas com foco no uso da experimentação no ensino de Química segundo o contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, cujo objetivo é caracterizar a aplicação dessa teoria no ensino médio ou superior, partindo da produção de artigos em revistas nacionais. Para tanto, a revisão aconteceu em três bases de dados, sendo elas: Periódicos da Capes, Scielo e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, no período de 2011 a 2021. Nesse sentido, a partir de critérios preestabelecidos, investigou-se nos artigos a intencionalidade da pesquisa em analisar as estratégias de uso da experimentação, as contribuições e limitações do seu uso em prol da aprendizagem significativa e a inter-relação entre esses aspectos. Através dos estudos evidenciados, constatou-se que tiveram desfecho satisfatório perante as ações realizadas, cujo propósito era a aprendizagem no ensino de Química tendo como foco a teoria abordada, porém há poucas discussões nesse viés consoante a revisão realizada, necessitando, também, de um maior aprofundamento.

Palavras-chave: experimentação, aprendizagem significativa, ensino de Química, revisão sistemática.

Title: A systematic literature review of the interrelationship between experimentation and meaningful learning in chemistry teaching

Abstract: Experimentation is a promising strategy and can be linked to the theory of meaningful learning, as it facilitates the understanding of the new knowledge that encourages the student to be a protagonist in the school environment. In view of this, this investigation analyzed, based on a systematic literature review, researches focused on the use of experimentation in Chemistry teaching according to the context of the Theory of Meaningful Learning, whose objective is to characterize the application of this theory in secondary or higher education, based on the production of articles in national magazines. To this end, the review took place in three databases, namely: Periodicals from Capes, Scielo and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations, from 2011 to 2021. In this sense, based on pre-established criteria, articles were investigated the intention of the research to analyze the strategies for using

experimentation, the contributions and limitations of its use in favor of meaningful learning and the interrelationship between these aspects. Through the evidenced studies, it was verified that they had a satisfactory outcome in the face of the actions carried out, whose purpose was learning in the teaching of Chemistry, focusing on the theory addressed, but there are few discussions in this bias depending on the review carried out, also requiring a greater depth.

Keywords: experimentation, meaningful learning, teaching Chemistry, systematic review.

Introdução

A Química, como um dos conteúdos específicos do ensino médio, é uma ciência vital, em constante desenvolvimento, que não está limitada somente às pesquisas de laboratório e à produção industrial. Pelo contrário, está muito presente em nosso dia a dia, das mais variadas formas, e é parte importante dele. Seu principal propósito de estudo é a matéria, suas transformações e a energia envolvida nisso. Ela ajuda na melhoria no tratamento da saúde, proteção do meio ambiente e da sociedade, de moradia, de vestuário, entre tantos outros aspectos (Brown, Lemay e Bursten, 2005).

Essa disciplina explica diversos fenômenos da natureza, e esse conhecimento pode ser utilizado em benefício da própria sociedade. É uma ciência que está intimamente ligada ao nosso cotidiano (Astolfi e Develay, 1995; Leal, 2009; Lemke, 2006). De acordo com Birch (2018, p. 10), "Os químicos vão a extremos para descobrir novos elementos, as substâncias químicas mais básicas". Diversas reações químicas foram descobertas para encher a casa das pessoas de coisas úteis. Destarte, mostra o apreço nessa área de conhecimento para o enriquecimento dos estudos que visem, de preferência, ao bem de todos.

Mesmo assim, segundo a pesquisa de Leão, Santos e Souza (2020), o estudante afirma que essa disciplina é complexa no âmbito escolar, todavia é necessária e positiva à sua abordagem para compreender os fenômenos do mundo que nos cerca, e, além disso, os conteúdos devem estar atrelados nesse processo ao dia a dia para facilitar a compreensão do saber científico. A Química é estereotipada como abstrusa e isso pode refletir no senso crítico do estudante como cidadão (Silveira, Vasconcelos e Sampaio, 2019).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é importante nessa área abordar questões corriqueiras, com o prisma de que o estudante seja capaz de entender, compreender e interpretar as transformações que ocorrem ao seu redor e que ainda possa argumentar sobre temas e situações sociais dentro desse contexto. É relevante que receba as informações perante o saber científico e que o discente esteja bem fundamentado e consciente de seu dever enquanto cidadão. Medeiros, Rodriguez e Silveira (2016) afirmam que a educação escolar deve proporcionar o exercício da problematização da vida social, fazendo com que sejam sujeitos críticos e facilite o estudo dessa área.

Assunção, Barros e Campos (2021) apontam que o ensino ainda é conceitual sem considerar uma metodologia inovadora. O estudante não pode ser tratado como um mero receptor de conhecimentos, porquanto acaba prevalecendo uma apreensão do conhecimento de forma acrítica e isso colabora para a acomodação de obstáculos epistemológicos, ou seja, entraves na aprendizagem (Bachelard, 1971). Comumente, há um certo formalismo ao se versar sobre determinados conteúdos, tornando o processo de ensino-aprendizagem complexo, dado que a função dos mesmos no cotidiano é praticamente utópica (Astolfi e Develay, 1995; Prsybyciem, Silveira e Sauer, 2018).

A interação direta do ensino da Química com fenômenos naturais ou tecnológicos favorece a construção de conhecimentos sobre o meio ambiente e capacidade de transformá-lo, oportunidade em que entra a didática do professor coordenada por observações, trabalhos de campo, experimentações, jogos, diferentes fontes textuais para formação de uma pesquisa e interesse pelo conteúdo de estudo, dando sentido à natureza e à ciência (Leal, 2009; Medeiros, Rodrigues e Silveira, 2016).

É basilar que os saberes prévios dos estudantes sejam considerados no âmbito escolar para que se sintam importantes nessa esfera, com intenção de que a atividade em sala a ser realizada faça mais sentido para o estudante e que ele se sinta sujeito ativo nessa aplicação. Ao considerar o que já sabe, saber chamado de subsunçor ou ideia-âncora, para a apreensão dos novos, far-se-á jus à Teoria da Aprendizagem Significativa, concebida por David Paul Ausubel desde a década de 1960. A teoria destaca a importância do conhecimento prévio como fator isolado mais relevante na determinação do processo de ensino-aprendizagem (Masini, 2011; Moreira, 2011; Navarro, 2008). Diante disso,

Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É a estrutura cognitiva prévia, ou seja, conhecimentos prévios (conceitos, proposições, ideias, esquemas, modelos, construtos) hierarquicamente organizados a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Um corolário óbvio desta premissa é que qualquer intendo de facilitar a aprendizagem significativa em situação formal de ensino deve tomar como ponto de partida o conhecimento prévio do aluno no campo conceitual em questão (Moreira, 2012, p. 18).

Assim, conforme os estudos de Ausubel, compreender um conceito implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis e que ao testar a compreensão conceitual dos estudantes podemos detectar que houve uma mudança na estrutura cognitiva dos mesmos (Moreira, 1999). Adicionalmente, perante os trabalhos realizados por Jesus (2015) e Silveira e Vasconcelos (2022), é importante a realização de pré-testes como uma das maneiras de se mapear quais os subsunçores disponíveis para ensinar determinado conteúdo, e também a construção dos mapas conceituais, que possibilitam observar a nova estrutura conceitual dos estudantes após a o término do trabalho, considerando-se a aprendizagem significativa.

É imprescindível a pré-disposição para aprender assim como o material planejado seja potencialmente relevante, assim a aprendizagem significativa poderá existir, caso contrário, apenas o aprendizado mecânico

é obtido (Moreira, 2012). O autor para exemplificar esse estudo, cita o uso de quebra-cabeças por ensaio e erro, que é um tipo de aprendizagem por descoberta em que o assunto descoberto (a solução) é incorporado de maneira arbitrária à estrutura cognitiva, logo, aprendido mecanicamente, ou seja, sem que haja criticidade, reflexão, fazendo jus ao modelo tradicional.

Ausubel (2003) sugere que o conteúdo adquirido deve ser claro e o estudante deve estar disposto a aprender para transferi-lo a novas situações, evitando assim a simulação da aprendizagem. Para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz, é necessário utilizar situações novas, ou seja, diferentes daquelas utilizadas em sala de aula no que tange ao modelo tradicional de ensino. Assim, o sujeito é capaz de se comunicar, de associar novas informações a saberes já existentes na sua estrutura cognitiva (Moreira, 1999).

De acordo com os trabalhos de Jesus (2015), Santos (2017) e Kunzler, Beber e Kunzler (2019) a Teoria da Aprendizagem Significativa esteve sempre voltada para a aprendizagem, como ela ocorre na sala de aula, no cotidiano da grande maioria das escolas, no qual se deve estar atento em mapear se há na estrutura cognitiva dos estudantes os subsunçores adequados, já que aqueles que não fazem sentido não são relevantes dentro do contexto escolar. Complementarmente, Novak e Gowin (1984) afirmam que essa aprendizagem deve fazer parte do âmbito escolar.

A experimentação como atividade, por exemplo, segundo Medeiros, Rodriguez e Silveira (2016, p. 29) "favorece os questionamentos e a busca pelo conhecimento, permitindo relacionar teoria e prática de forma plausível, inteligível e estimuladora". Souza (2021) afirma que ainda são exíguos trabalhos que visem ao dinamismo, que fujam do modelo tradicional de ensino e, conseqüentemente, que considerem as ideias-âncoras dos sujeitos.

Para isso, são importantes debates de referenciais teóricos e epistemológicos na formação de professores no quesito experimentação para fugir da visão tecnicista de ensino. Os trabalhos de Júnior e Pires (2019), Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018), Saraiva (2017) e Mateus e Ferreira (2021), por exemplo, já trazem essa atividade de forma diferente, pois não se pauta nesses modelos como única forma de ensino.

As atividades de experimentação são consideradas elementares nas aulas de Química, seja no ensino médio ou superior. São importantes mudanças nas formas tradicionais de ensino, sempre que possível, para que haja debates e reflexões acerca da atividade proposta, que o sujeito possa ser protagonista da ação e, conseqüentemente, seus saberes prévios sejam considerados em prol do saber científico, o que faz jus à Teoria da Aprendizagem Significativa. Sob tal prisma, a experimentação não serve somente para comprovar teorias indubitáveis (Giordan, 1999; Guimarães, 2009; Hodson, 1988; Júnior e Pires, 2019; Moreira, 2011).

Pires e Sá (2021) pontuam que a experimentação é uma prática de cunho formativo que ajuda a obter uma aprendizagem significativa, desde que usada de forma coerente e contextualizada, que desperte o interesse do estudante. Eles observaram que a atividade proposta, no caso minicursos nos conceitos de Cinética Química, era perceptível que os

participantes estranharam no começo das aulas pois fugia das práticas tradicionais comumente aplicadas.

Adicionalmente, Beber (2018), Silva (2018) e Silva e Ferri (2020) pontuam que uma das causas da dificuldade de aprendizagem em Química é que falta essa contextualização e diversificação de recursos. A experimentação, conforme evidenciado, ajuda à construção do saber de forma ativa, corroborando na motivação e na predisposição para aprender. Isso remete a uma mediação produtiva do professor, sem dificuldades. Ademais, constataram possíveis indícios de aprendizagem significativa, no qual houve uma evolução da compreensão dos conceitos estudados rompendo com o modelo tradicional de ensino. Beber (2018), Mateus (2019) e Pires e Sá (2021) fizeram uso de pré-testes, questionários iniciais para sondar os saberes já existentes, para fomentar as discussões e verificar essa evolução dos saberes adquiridos e, conseqüentemente, da interação dos mesmos.

A experimentação permite que os estudantes pesquisem conceitos e teorias por meio do desenvolvimento das atividades propostas e da observação dos resultados. Eles têm a oportunidade de aplicar o que aprenderam em situações reais, testar hipóteses, analisar dados e refletir acerca dos mesmos. Soma-se ao fato de que é possível inter-relacionar os saberes prévios com os novos conceitos que surgem na atividade proposta, buscando semelhanças e diferenças haja vista suas experiências pessoais. É importante que a atividade seja de cunho investigativo, de descoberta. Destarte, estará em conformidade com os aspectos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

A experimentação, que leva em consideração os conhecimentos prévios dos sujeitos fortalece a relação entre teoria e prática e isso foge das práticas tradicionais, que são duramente criticadas, considerando que os sujeitos protagonistas têm a capacidade de construir respostas por meio de questões problematizadoras durante a atividade proposta, visando ao dinamismo, à criticidade e ao diálogo (Astolfi e Develay, 1995; Jesus, 2015; Kunzler, Beber e Kunzler, 2019; Leal, 2009; Mateus, 2019; Medeiros, Rodrigues e Silveira, 2016; Silva e Ferri, 2020).

O professor, visto como mediador do saber, tem buscado adaptar-se a uma nova forma que fuja do modelo tradicional de ensino, que preza pela quantidade máxima de conteúdos trabalhados em sala de aula, em que a qualidade é deixada de lado. Entretanto, ainda há muito a ser trabalhado, daí a necessidade da elaboração de atividades que fujam desse viés em prol do processo de ensino-aprendizagem (Leão, Santos e Souza, 2020).

Em face do exposto, dando importância ao caráter escolar e científico, esta perscrutação analisou, a partir de uma revisão sistemática de literatura, pesquisas com foco no uso da experimentação no ensino de Química segundo o contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, cujo objetivo é caracterizar a aplicação dessa teoria no ensino médio ou no ensino superior partindo da produção de artigos em revistas nacionais. Vale ressaltar que não foram encontrados artigos de cunho internacional sobre a temática proposta, logo foi dada ênfase as revistas nacionais.

A questão a ser delimitada, de forma clara e formulada, como aponta Sampaio e Mancini (2007), ajudará a nortear a sistematização da pesquisa, sendo a primeira etapa a ser realizada. O problema da pesquisa foi: "Quais elementos da teoria da aprendizagem significativa foram mobilizados em articulação ao desenvolvimento da experimentação no ensino de Química?" Após isso, escolheu-se a fonte de dados.

Metodologia

Uma revisão sistemática de literatura utiliza como fonte de pesquisa a literatura sobre um tema de interesse no qual tenciona apresentar uma análise justa através de uma metodologia confiável e rigorosa, que siga as etapas propostas de forma compreensível, que leve ao leitor um aprofundamento no estudo em questão (Kitchenham e Charters, 2007; Sampaio e Mancini, 2007). Adicionalmente, Galvão e Ricarte (2019) asseveram que esse tipo de pesquisa busca possibilitar a reprodução por parte de outros pesquisadores que estejam interessados em uma determinada temática, cujo objetivo é entender ou dar continuidade aos estudos propostos que necessitem de evidência.

A revisão se baseia em uma etapa significativa para os pesquisadores, haja vista promover uma síntese dos saberes obtidos, assim como a identificação de hiatos que poderão ser contemplados em futuras sapiências através da proposição de novas que venham a somar e, principalmente, aprimorar e conceber estudos que se consolidem em prol do saber científico, do ensino-aprendizagem e/ou de um assunto específico (Sampaio e Mancini, 2007).

À vista disso, o propósito da revisão é tornar o estudo existente sobre uma determinada temática sucinto a fim de corroborar com as ideias e análises, assim como promover discussões e instigar possíveis aplicações da temática em questão, logo não há como intuito a criação de saberes novos. Assim, é possível identificar possíveis lacunas no cenário escolhido e, assim, fornecer meios para futuras investigações (Khan et al., 2003). Vale destacar que essas revisões devem ser passíveis de reprodução através de cunho metódico, podendo indicar novos rumos de investigação (Godarti e Pires; 2021; Sampaio e Mancini, 2007).

Nesse contexto, no trabalho de Vertuan e Santos (2019) foi possível constatar, através da revisão sistemática, a necessidade de estudos voltados para a área do ensino de Química para pessoas surdas, bem como conhecimento de Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) para professores, pois há uma escassez de profissionais da área, o que dificulta a execução de atividades nesse viés.

Outro exemplo de aplicação dessa metodologia diz respeito à pesquisa de Godarti e Pires (2021), que teve como abordagem o tema agrotóxico na formação dos professores, cujo propósito foi instigar a construção e aplicação de novas intervenções metodológicas nos processos de formação através dos artigos já existentes, a julgar por ser um tema debatido nos últimos anos no Brasil, o que configura sua elevada importância.

Consoante Akobeng (2005), Aromataris e Pearson (2014) e Sampaio e Mancini (2007), há critérios essenciais para dar validade à revisão

sistemática de literatura que condizem com o que propõe Costa e Zoltowski (2014), que elencam oito etapas para esse processo, as quais possuem relações umas com as outras. Veja o fluxograma abaixo, na Figura 1, que contempla tais etapas conforme os autores:

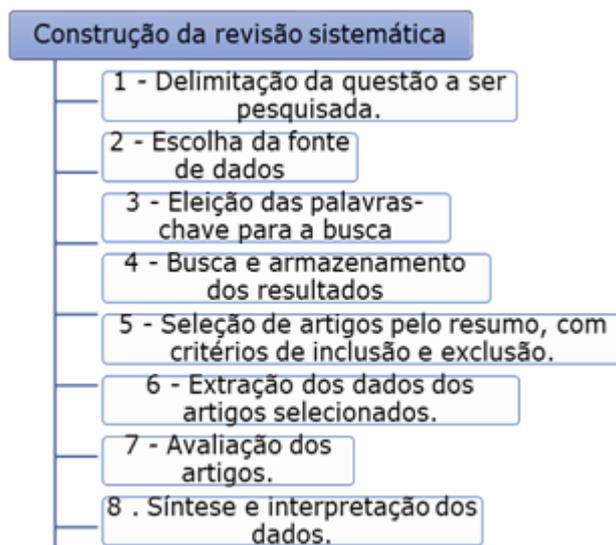


Figura 1 - Etapas para a Revisão sistemática.

Nessa conjuntura, este trabalho se dedicou a caracterizar o que a literatura aborda sobre os elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa que foram mobilizados dentro das atividades experimentais utilizadas nas pesquisas no ensino de Química. A escolha das palavras-chave correspondem a inter-relação proposta na pesquisa mediante ao objetivo geral haja vista os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Ademais, compreendem o tema central a ser trabalhado.

Posto isso, realizou-se uma pré-seleção, utilizando-se as palavras-chave "Experimentação no ensino de Química" e "Aprendizagem Significativa" nas plataformas, como fonte de dados, Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Foram considerados os últimos 10 anos de publicações na área, entre os anos de 2011 e 2021, que continham no título uma relação entre experimentação no ensino de Química e a Teoria da Aprendizagem Significativa, ou uma combinação das palavras-chave mencionadas. As palavras escolhidas devem captar a essência de um trabalho científico. Houve duas fases de triagem para a análise dos artigos, conforme a Figura 2 apresentada na página seguinte.

Os critérios de inclusão escolhidos pelo resumo foram os seguintes: os trabalhos encontrados estavam dentro do tema "experimentação em prol da aprendizagem significativa no ensino de Química"; tempo de publicação delimitado, no caso, feitos entre 2011 e a última busca em 2021; escritos em português; demonstravam alguma intervenção em aulas Química, seja no ensino médio ou superior.

Além disso, foram considerados os seguintes critérios de exclusão: em trabalhos de revisão bibliográfica, assim como coletâneas, e feitos em outras disciplinas, como Física, Matemática ou Biologia; atividades feitas com sujeitos que não fossem estudantes; livros e capítulos de livros. Tais escolhas não fazem parte do escopo da pesquisa, logo não contribuiriam para esta análise específica. Os estudos dos trabalhos selecionados visaram às análises dos assuntos mais trabalhados e as metodologias utilizadas, assim como as ferramentas de ensino para a consolidação da pesquisa e as inter-relações entre a experimentação e a teoria mencionada.

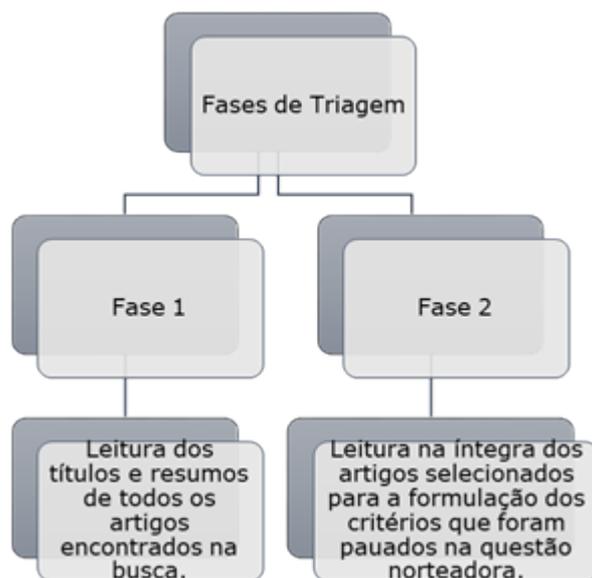


Figura 2 – Etapas da triagem.

Resultados

Ao todo, conforme a Figura 3, foram encontrados 290 trabalhos, mas somente 16 passaram pelos critérios de seleção e exclusão da primeira fase de triagem e, posteriormente, foram lidos na íntegra e passados pelo critério de exclusão novamente. Vale destacar que no portal Scielo não foi encontrado nada acerca da temática proposta. Ao final do processo, não houve artigos excluídos na revisão.

Nas seguintes subseções são apresentadas inculcas e discussões referentes ao tratamento das informações dos estudos científicos que foram constatados. Para fins de estruturação, essa seção foi organizada em quatro subseções que abordam as discussões decorrentes da síntese dos resultados contemplando as publicações anuais e áreas de estudo e as metodologias de pesquisa e instrumentos utilizados, cujo propósito é verificar os procedimentos que nortearam o fornecimento dos resultados perante o objetivo geral de cada estudo proposto. As outras subseções são referentes à inter-relação da experimentação com a teoria nos trabalhos assim como as discussões sobre esse estudo.

Publicações anuais e áreas de estudo

Os trabalhos relacionados a esse assunto tiveram ênfase em 2012 até 2021, exceto nos anos de 2013, 2015 e 2019. Merece destaque os anos de

2016, com 4 trabalhos, e de 2017 e 2021 com 3 trabalhos, respectivamente (Costa, 2017; Junior et al., 2021; Mazarin, 2021; Pereira, 2021; Santos, 2017; Souza; 2017).

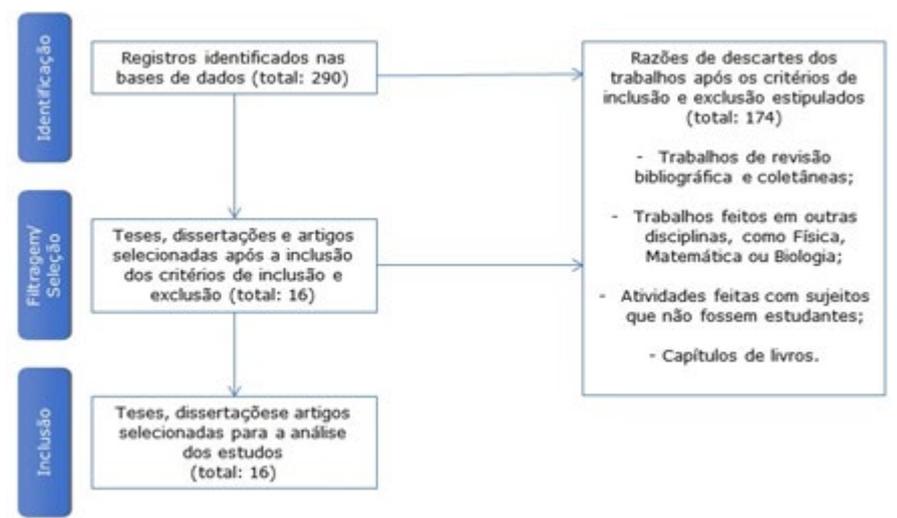


Figura 3 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem dos trabalhos.

O Quadro 1 abaixo sintetiza os periódicos da Capes que contemplam os artigos encontrados dentro do assunto, com seu respectivo *International Standard Serial Number* (ISSN) e o total de trabalhos encontrados.

Revistas	ISSN	Número de trabalhos
Revista Thema	2177-2894	1
Amazônia - Revista de Educação em Ciências e matemáticas (online)	2317-5125	1
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)	2179-426X	1
Scientia Plena	1808-2793	2

Quadro 1 - Periódicos e número de trabalhos.

Nota-se que, com o passar do tempo, como pode ser observado na Figura 4, a seguir, não houve uma evolução significativa acerca da inter-relação entre experimentação e Teoria da Aprendizagem Significativa, cuja tendência é uma evolução lenta e gradual, logo é importante que haja mais estudos nesse viés.

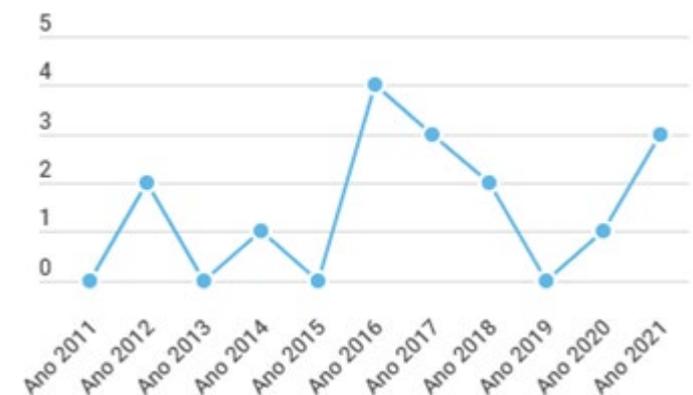


Figura 4. Publicações anuais.

No Anexo 1 são apresentados os 16 artigos coletados e analisados em cada ano de publicação para facilitar a busca.

As pesquisas abordam vários assuntos trabalhados na Química, que foram organizados e sintetizados no Quadro 2 mostrado logo abaixo. Vale destacar que existem 13 trabalhos voltados ao ensino médio e 3 ao ensino superior.

Áreas da Química	Quantidade de trabalho
Química Orgânica	8
Físico-química	5
Química Forense	1
Química Geral	2

Quadro 2.- Relação dos assuntos.

O Quadro 2 poderá colaborar com a importância desta pesquisa, pois não há tantos estudos nas áreas da Química, como, por exemplo, a Química Forense e Química Geral, que possui 1 e 2 trabalhos, respectivamente. Destarte, fornece meios para aqueles interessados nessa área que se identifiquem com a relação entre experimentação e a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Metodologia de pesquisa e instrumentos utilizados

Segundo Batista e Gomes (2020), houve uma abordagem contextualizada experimental, na qual tinha como um dos propósitos a elaboração de um portfólio, também usado por Batista (2016), além de testes e questionários, de forma individual pelos sujeitos como fonte de discussão, no qual foram elaborados mapas conceituais, ferramenta também usada por Cruz (2012), Gobbato (2018) e Junior et al. (2021). Os sujeitos participantes deveriam constar anotações das experimentações, das aulas, dentre outros aspectos que achassem pertinentes. Também aplicaram um pré-teste para verificar os conceitos prévios e um pós-teste para analisar os possíveis novos saberes adquiridos.

Já nos trabalhos de Santos, Ribeiro e Souza (2018) e Gobbato (2018), a metodologia se pautou numa abordagem qualitativa, utilizando alguns elementos de análise textual discursiva com o uso de questionários. Eles também investigaram os conhecimentos prévios sobre o conteúdo em

questão através de um teste inicial cuja leitura de textos também foi de suma importância para esta análise.

Além disso, Gobbato (2018) pautou-se numa pesquisa-ação como procedimento e o uso de um diário de campo, assim como as produções dos estudantes. Batista (2016) usou uma metodologia de ensino contextualizada através de situações didáticas de cunho qualitativo.

Lacerda, Reis e Santos (2016), também dentro de uma pesquisa qualitativa, realizaram uma atividade introdutória para que os alunos se familiarizassem com os compostos químicos e, também, um questionário para verificar a aprendizagem. Houve a utilização de materiais de baixo custo para a construção de um extrator artesanal. Mazarin (2021) também fez uso desse tipo de material para a construção de um polarímetro para o ensino da estereoquímica. O autor utilizou a análise de conteúdo, caderno de bordo, pré-testes e pós-testes para verificar a evolução conceitual.

Adicionalmente, Santos (2017) utilizou uma sequência didática numa abordagem do tipo qualitativa, utilizando elementos da análise de conteúdo. A coleta de dados possibilitou avaliar os saberes prévios dos estudantes. Rocha (2014) fez uso da mesma abordagem pautada em estudo de caso voltado ao assunto de eletrólitos através da elaboração de um kit de experimentos. Para a coleta de dados, aplicou um questionário, assim como Júnior (2012), cujo assunto estava relacionado às leis ponderais, no qual realizou uma pesquisa de campo.

O uso de tecnologias digitais de informação e comunicação também foi observado, como no caso Junior et al. (2021), que fizeram uma análise acerca da experimentação e de uma simulação computacional como parâmetro para analisar qual seria a melhor forma dos alunos obterem uma aprendizagem significativa: usando apenas a experimentação ou apenas a simulação ou ambas ou apenas aulas tradicionais. Foram usados dois questionários para coleta de dados. Cruz (2012) também fez uso de um *software* e questionários para sondar os saberes prévios para o estudo de hidrocarbonetos, cuja pesquisa tem caráter qualitativo de cunho exploratório.

Nos trabalhos voltados ao ensino superior, Gomes et al. (2016) utilizaram materiais de baixo custo para a elaboração do material didático para a execução da experimentação, especificamente voltado ao assunto de titulação. Os autores pontuam a importância da experimentação dentro do seu fazer pedagógico enquanto futuros professores de Química, haja vista aprenderem significativamente o assunto. Para coleta de dados, utilizou-se um questionário.

Pereira (2021) usou uma sequência didática, também usada por Santos (2017), conforme mencionado, através de atividades experimentais virtuais devido à pandemia, e salienta que as mesmas podem ser feitas de forma presencial e através da utilização de materiais de baixo custo. Os experimentos contemplam os seguintes assuntos: soluções, capilaridade e cromatografia.

Por fim, Costa (2017) pautou-se numa abordagem qualitativa com o uso de questionários para ajudar na coleta de dados, destacando que em alguns

momentos usou aspectos quantitativos. Ele teve como público tanto graduandos quanto alunos do ensino médio, no qual utilizou um *software* e aulas experimentais sobre soluções. Souza (2017) também fizeram uso de aspectos quanti-qualitativos, e utilizaram questionários no ensino médio. A primeira autora teve como temática a Química Forense e a segunda o estudo dos estados físicos da matéria e transições de fase.

Inter-relação entre experimentação e a teoria de Ausubel: resultados

O trabalho de Batista e Gomes (2020) contribuiu, de forma significativa, para o conteúdo abordado em sala, oportunizando a autonomia e o protagonismo do estudante e, além disso, promoveu debates de questões ambientais que foram conduzidas pelo professor. Gobbato (2018) evidenciou indícios de pré-disposição a aprender e, principalmente, evidências de uma aprendizagem significativa, conforme o quadro teórico de Ausubel (2003) e Moreira (1999).

Os trabalhos mencionados afirmam que as aulas fugiram do modelo tradicional de ensino, de uma aprendizagem mecânica, veementemente criticada pela literatura mediante diversos professores utilizarem apenas esse meio. Santos (2017) e Batista (2016) pontuam também a formação de cidadãos mais críticos dentro dessa perspectiva.

De acordo com Santos, Ribeiro e Souza (2018) e Santos (2017), as estratégias utilizadas foram promissoras para que os subsunçores, constatados na pesquisa, tornassem mais elaborados e, assim, foi possível aos estudantes compreenderem informações novas e aprender significativamente. Os experimentos e as leituras serviram de instrumentos cognitivos para a ocorrência da aprendizagem significativa. Fato esse também evidenciado nos trabalhos de Mazarin (2021), Rocha (2014) e Júnior (2012), nos quais o material foi potencialmente significativo e foram seguidos os preceitos da teoria.

O trabalho de Lacerda, Reis e Santos (2016) também se pautou nos saberes prévios dos estudantes, e assevera que a experimentação contribui para a inter-relação dos saberes, cuja presença do professor nesse processo é imprescindível para reflexões, debates, análises e orientações para a execução da atividade, fazendo, assim, com que o sentido e o significado do saber científico sejam considerados e o estudante adquira uma aprendizagem significativa. Souza (2017) afirma que os resultados foram positivos, pois evidenciaram mudanças nas atitudes dos sujeitos com desenvolvimento de competências e habilidades, em que foi através da identificação dos subsunçores e a observação da formação de saberes novos.

Ainda há aspectos que precisam ser explorados nos trabalhos como os dois princípios progmatócos facilitadores da aprendizagem significativa denominados de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Esses processos caracterizam a estrutura cognitiva que é formada de uma estrutura dinâmica de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados (Moreira, 1999). Segundo Novak e Gowin (1984, p. 114), a diferenciação progressiva "estabelece que a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações". É importante discutir de

forma detalhada como houve essa inter-relação dos conceitos novos e antigos mediante os instrumentos utilizados na pesquisa.

Moreira e Masini (1981) asseveram que na diferenciação progressiva se deve, gradativamente, analisar as ideias gerais no início do processo de ensino-aprendizagem cujo propósito é que sejam distinguidas em termos de detalhes e especificidades para fomentar as discussões e análises. Destaca-se que é indispensável retomar o assunto através de sucessivas interações para que haja o favorecimento da sua progressiva diferenciação (Moreira, 2011).

A reconciliação integrativa acontece de forma simultânea à diferenciação progressiva, que consiste em integrar significados, elucidar problemas, devendo ser exploradas relações entre conceitos e proposições, reconsiderando as semelhanças e diferenças dos conceitos em um prisma mais global, reconciliando as diferenças reais ou aparentes entre um determinado conceito de modo a instigar a reestruturação cognitiva do estudante durante o processo (Moreira, 1999; Novak e Gowin, 1984).

A hierarquia mencionada diz respeito aos subsunçores mais gerais, mais inclusivos, sendo que não é de forma permanente, à medida que a proporção que os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa ocorrem a estrutura cognitiva vai se modificando. Ademais, é importante a identificação desses subsunçores para corroborar no processo de identificação da aprendizagem significativa (Moreira, 2012). Salienta-se a importância de apresentar de forma mais clara a inter-relação dos conceitos existentes perante a experimentação, haja vista quais foram aqueles primordiais para a culminância de uma aprendizagem significativa.

Destarte, do ponto de vista ausubeliano, Moreira (1999) salienta que existem duas maneiras de se influenciar a estrutura cognitiva do educando. A primeira é substantivamente pela apresentação ao sujeito cognoscente dos conceitos e princípios unificadores e inclusivos de um determinado conteúdo. A segunda é a utilização de métodos adequados para apresentar o conteúdo, quer enquanto uma estrutura organizacional ou sequencial de conteúdos.

Em relação às tecnologias digitais de informação e comunicação, Junior et al. (2021) indicam que o uso do simulador computacional e da experimentação de forma combinada condicionam a uma efetividade dos conteúdos perante a teoria, porém pontuam que ambas podem ser aplicadas separadamente, pois não comprometem o aprendizado.

Complementarmente, Cruz (2012) pontua que o uso do *software* possibilitou uma melhor compreensão acerca dos conceitos dos compostos da função hidrocarbonetos, em que aprenderam significativamente. Costa (2017) afirma que o uso combinado de simuladores computacionais/*softwares* e da experimentação contribuem com a contextualização e a interdisciplinaridade dos conteúdos, logo, visa a formação de um cidadão crítico, reflexivo e participativo, condicionando a uma aprendizagem significativa.

A pesquisa de Gomes et al. (2016) evidenciaram o quão a experimentação é importante para a ocorrência da aprendizagem

significativa, e o uso de textos dissertativos pelos sujeitos ajudou nesse processo. Em suma, Pereira (2021) assevera que sua atividade proposta pode resultar em uma aprendizagem significativa, e sugere a aplicação da atividade com os graduandos em algum momento do curso, seja presencial ou remotamente.

O trabalho que se realiza em um laboratório pode ser conduzido através de objetivos variados, seja para observar uma transformação química, demonstrar um fenômeno, desenvolver e testar hipóteses. A experimentação pode não estar intrinsecamente relacionada a atividades de laboratório, no qual alternativas como vídeos, elaboração de cartazes, textos reflexivos ou uso de *softwares* podem ser destacados. A sociedade tem se tornado cada vez mais dependente da tecnologia, mostrando o quão necessário atividades dentro dessa perspectiva sob o olhar de dialogar com os estudantes uma linguagem acessível, de interesse comum, voltada principalmente ao seu dia a dia para facilitar a aquisição dos saberes.

Os princípios progmáticos podem ser facilitados pelo uso dessas tecnologias. Essas oferecem uma série de recursos e ferramentas que podem apoiar a progressão gradual do ensino. É importante que as plataformas forneçam módulos de aprendizagem em diferentes níveis de dificuldade pois permitem que os estudantes avancem conforme vão adquirindo conhecimento. Aquelas que oferecem recursos de acompanhamento do progresso ajudam o professor a monitorar o desenvolvimento individual para alguma intervenção apropriada se necessário (Lemke; 2006; Papert, 1985; Silveira e Vasconcelos, 2017). Nas discussões falta explorar mais os aspectos discutidos a fim de extrair os elementos de forma mais precisa para visualizar a evolução gradual dos conceitos e, de forma geral, indícios de uma aprendizagem significativa.

Discussões sobre as análises

Perante o que foi discutido até aqui, nota-se que o uso da experimentação segue o que preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa nos trabalhos incluídos na revisão, cujo propósito é que os sujeitos participantes aprendam significativamente de forma fácil, dinâmica e contextualizada através dessa ferramenta de ensino, utilizando diferentes caminhos, meios para que possam atingir esse objetivo principal, seja no ensino médio ou ensino superior. Retoma-se ao fato que existem mais pesquisas nesses aspectos, porém, devido aos critérios de exclusão, essas não foram contempladas, como, por exemplo, atividades voltadas ao ensino fundamental ou a disciplinas de Física e Biologia.

Observa-se que alguns autores utilizaram pré-testes para sondar os saberes prévios dos estudantes e pós-testes para ajudar a verificar o entrelaçamento dos saberes, já outros não utilizaram desse artifício. Ausubel (2003) introduziu o princípio da assimilação ou teoria da assimilação, que, na verdade, é a Teoria da Aprendizagem Significativa, que busca esclarecer como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. Para autor, o subsunçor não é somente um objeto em que a informação fica retida, possuindo, também, uma função interativa, facilitando a passagem de informações relevantes através de barreiras perceptivas do indivíduo e

fornecendo ligação entre a nova informação recém-percebida e o conhecimento adquirido anteriormente (Novak, 1981).

A Figura 5 está representada através de um mapa conceitual elaborado através do *software* CmapCloud para facilitar a discussão.

Conforme a Figura 5, o princípio da assimilação (teoria da assimilação), trata-se de uma assimilação de antigos e novos significados, cujo processo ocorre entre uma nova ideia, conceito, fórmula ou proposição potencialmente significativa, denominado de *a*, que se relaciona e interage com outra ideia já estabelecida na estrutura cognitiva do sujeito (subsunçor), intitulada de *A*, onde, devido a essa interação, ocasiona o produto interacional (subsunçor modificado) *A'a'*. Os mesmos podem adquirir significados adicionais ao longo do tempo. A dissociação entre *A'* e *a'* favorece a retenção de *a'* (Moreira e Masini, 1981). Complementarmente,

a interage com *A* gerando um produto interacional *a'A'* que é dissociável em *a'+A'* durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a *A'*, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de *a'*, mas que, na verdade, está obliterado em *A'* (Moreira, 2012, p. 17).

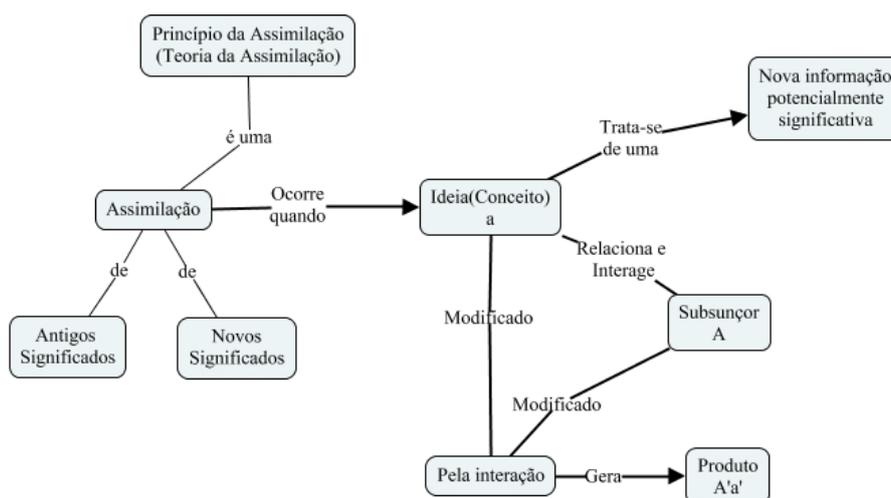


Figura 5 – Representação esquemática.

Em seguida, em um determinado tempo após a assimilação, os conceitos *A'* e *a'* são dissociáveis. Espontânea e progressivamente, as novas ideias vão se tornando menos dissociáveis da estrutura cognitiva, aspecto esse conhecido como obliterador, até se obter o subsunçor modificado *A'*. Tal processo é chamado de subsunção subordinada ou aprendizagem.

Diante do exposto, é importante a identificação dos subsunçores para verificar indícios de uma aprendizagem significativa, fato esse evidenciado nos trabalhos dentro da revisão que fizeram uso de um pré-teste para facilitar a execução das atividades propostas. Há carência de pesquisas utilizando esse artifício. Vale ressaltar que Júnior (2012) obteve problemas na evidência da promoção de aprendizagem nos estudantes pela não utilização de pré-testes e pós-testes, no qual utilizou em outro momento

para aplicar e, conseqüentemente, corrigir esse equívoco e respaldar a pesquisa.

Contudo, vale observar que alguns estudos da revisão não deixaram claro como houve essa inter-relação entre os saberes através do uso de questionários para a formação de uma aprendizagem significativa, logo, faz-se necessário clareza acerca desse instrumento para as discussões dentro do que é contemplado pela teoria, a fim de possibilitar maior robustez na análise das inter-relações dos saberes conforme a temática proposta. Outro instrumento que corrobora nesse processo são os mapas conceituais (Novak e Gowin, 1984). Retoma-se ao fato dos estudos darem mais ênfase acerca dos princípios pragmáticos da teoria de Ausubel, ou seja, proporcionar mais discussões para fomentar as discussões e análises realizadas.

O uso dos mapas ajuda nesse processo de identificação de subsunçores, como, por exemplo, o trabalho de Batista (2016), que solicitou que os estudantes elaborassem mapas e, para isso, expôs exemplos para facilitar a produção. Após a execução da experimentação, os sujeitos fizeram novos mapas usando portfólio com o objetivo de fixar os novos conhecimentos após as atividades e comparar.

Cruz (2012), ao final das etapas propostas, também solicitou a construção de um mapa dentro de uma perspectiva de trabalho colaborativo com a supervisão do professor-pesquisador possibilitando novas situações de aprendizagem. Já a autora Gobbato (2018), usou essa ferramenta para identificar os saberes prévios com o propósito de corroborar com as futuras análises dentro da sequência didática proposta.

Os mapas também são uma estratégia facilitadora para que ocorra uma aprendizagem significativa. Junior et al. (2021) asseveram que é imprescindível o uso dessa ferramenta, pois faz parte da teoria cognitivista de aprendizagem de Ausubel, proposta pelo seu seguidor Joseph Novak. Tais evidências dentro da revisão discutida podem sugerir o quão relevante é essa atividade no âmbito escolar na área da Química, fugindo da simples memorização sem favorecer a atribuição de significado.

Há aplicação dos conceitos, de forma mais concreta e palpável, adquiridos no processo de ensino-aprendizagem. Quando os mapas são utilizados com outras metodologias de ensino, ocorre a compreensão da natureza do conhecimento científico realçando o seu caráter evolutivo.

Ademais, a elaboração do mapa conceitual pelos estudantes ajuda no processo de identificação das relações entre os conceitos, pois deverão organizar seu conhecimento de forma coerente e desenvolver um entendimento mais profundo e significativo do assunto em questão. Incentiva a diferenciação progressiva ao passo que ampliam e refinam seus mapas com o avanço da aquisição dos saberes. Tautocronamente, auxilia na reconciliação, proporcionando uma estrutura visual para a identificação de conexões e a integração de conceitos aparentemente divergentes (Moreira 2011; Novak e Gowin, 1981).

Outra ferramenta usada dentro do fazer pedagógico foi o uso de *softwares* para a execução da experimentação utilizado em algumas pesquisas, cujos resultados evidenciados foram positivos, por conseguinte,

é um recurso que potencializa a aprendizagem significativa, desde que siga o que a teoria apregoa. Leal (2009) e Medeiros, Rodriguez e Silveira (2016) pontuam que essa ferramenta tem natureza cooperativa e complementar, em que o computador, segundo Valente (1996), enriquece os ambientes de aprendizagem e auxilia a aquisição de saberes na construção do conhecimento, contanto que vise ao protagonismo do indivíduo.

Destarte, o uso das atividades configura um processo importante na formação do protagonismo escolar atrelado a estratégias que perpassam por um caminho de contextualização, dinamismo e diferente do habitual perante o modelo tradicional de ensino. Nesse contexto, sugere-se o desenvolvimento e a execução de mais atividades com esse propósito, haja vista não ser a única forma de resolver problemas no processo de ensino-aprendizagem, mas um caminho a ser seguido por professores e estudantes.

Conclusões

Este trabalho contribui para o debate acerca da abordagem da experimentação consoante a Teoria da Aprendizagem Significativa no âmbito escolar, seja no ensino médio ou ensino superior, bem como sobre a necessidade de uma maior aplicação dessa perspectiva no processo de ensino-aprendizagem a fim de fornecer contribuições teóricas e práticas para o enriquecimento de tal prática que corrobora com a formação de todos os sujeitos participantes, haja vista seu caráter que tange a um ensino não tradicional, mas dinâmico, contextualizado e crítico, no qual considera os sujeitos protagonistas e, conseqüentemente, foge do modelo tradicional de ensino.

Apesar dos resultados satisfatórios perante as ações realizadas, cujo propósito era a aprendizagem no ensino de Química tendo como viés a teoria abordada, é importante a discussão e realização de pesquisas que visem ao que o trabalho propõe perante o êxito observado, discutido e analisado, a julgar por ter poucas discussões nesse viés, consoante a revisão de literatura realizada.

Complementarmente, os princípios progmatócos precisam ser melhor explorados e debatidos dentro da Teoria da Aprendizagem Significativa mediante à experimentação realizada, seja de forma virtual ou não, no qual ambos os aspectos são válidos no âmbito escolar. Os princípios caracterizam a estrutura cognitiva que é formada de uma estrutura dinâmica de saberes prévios inter-relacionados e hierarquicamente organizados, logo a discussão merece ser tomada como relevante e significativa perante a teoria ausubeliana. Os mapas conceituais conforme evidenciado auxiliam os estudantes a estruturar seus saberes, identificar os conceitos e elaborar uma compreensão harmônica e abrangente do assunto.

Nesse contexto, as atividades de cunho experimental devem ser levadas em consideração no planejamento dos professores, seja no ensino médio ou ensino superior, seguindo o que preconiza a teoria de Ausubel pois foge do modelo tradicional de ensino. Essas atividades proporcionam desenvolvimento de habilidades e condicionam a contextualização dos conceitos perante a junção da teoria com a prática, haja vista o estímulo à

curiosidade e a dialogicidade. Favorece também a inter-relação dos saberes já existentes com os novos num caminho guiado a exploração e a descoberta de novos significados.

Agradecimentos

Agradeço a orientação da professora doutora Ana Karine Portela Vasconcelos durante o desenvolvimento da pesquisa de doutorado.

Referências bibliográficas

Akobeng, A. K. (2005). Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Archives of Disease in Childhood*, 90(8), 845-848.

Aromataris, E., e Pearson, A. (2014). The systematic review: an overview. *American Journal of Nursing*, 114(3), 53-58.

Assunção, E. A. A., Barros, I. C. L., e Campos, A. F. (2021). Resolução de problemas articulada a experimentação para abordagem de conteúdos químicos relacionados a temática qualidade da gasolina para estudantes do ensino médio. *Experiência em Ensino de Ciências*, 16(1), 740-756.

Astolfi, J-P., e Develay, M. (1995). *A Didática das Ciências*. Campinas: Papirus.

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Bachelard, G. (1971). *A Epistemologia*. O saber da Filosofia. Edições 70, Rio de Janeiro.

Batista, J. S. (2016). *Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de cinética química*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

Batista, J. S., e Gomes, M das. G. (2020). Contextualização, Experimentação e Aprendizagem Significativa na melhoria do Ensino de Cinética Química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(4), 74-94.

Beber, S. Z. C. (2018). *Aprendizagem significativa, mapas conceituais e saberes populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS.

Birch, H. (2018). *50 ideias de química que você precisa conhecer*. Tradução de Helena Londres. São Paulo: Planeta do Brasil.

Brown, T., Lemay, H. E., e Bursten, B. E. (2005). *Química: a ciência central*. Prentice-Hall.

Costa, A. S da. (2017). *O uso de atividades experimentais na abordagem do conteúdo soluções no Projeto "Ações construtivas para o conhecimento químico nas escolas públicas da Paraíba"*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

Costa, A. B., e Zoltowski, A. P. C. (2014). *Como escrever um artigo de revisão sistemática*. Porto Alegre: Editora Penso.

Cruz, J. T. (2012). *O uso pedagógico de software educativo e práticas experimentais de química para facilitar a aprendizagem significativa e colaborativa*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará.

Galvão, M. C. B., e Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. *Revista Logeion: Filosofia da informação*, 6(1), 57-73.

Giordan, M. (1999). O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova Escola*, 10, 43-49.

Gobbato, K. (2018). *Aprendizagem significativa no ensino de química: o caso da experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre polímeros sintéticos*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Caxias do Sul, Caxias do Sul- RS.

Gomes, P. W. P., Muribeca, A. J. B., Campos, J. M., Costa, A. P. A., Malato, B. V., Silva, D. S. C., e Souza, R. F. (2016). A experimentação como instrumento para o ensino de titulação com uma turma de graduandos em licenciatura em Química. *Scientia Plena*, 12(6), 1-7.

Gotardi, O. L. N., e Pires, D. X. (2021). Abordagem do tema agrotóxico na formação de professores no contexto do ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. *Ensino & Pesquisa*, 19(1), 06-24.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: Caminhos e Descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198-202.

Hodson, D. (1988). Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational philosophy and theory*, 20(2), 53-66.

Jesus, B. C. (2015). *Mapa conceitual como ferramenta para o ensino das leis da termodinâmica*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso - Mato Grosso.

Júnior, F. R. F. M. (2012). *A teoria aliada a experimentação na abordagem das Leis Ponderais da matéria para a promoção de aprendizagem significativa no ensino médio*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará.

Júnior, W. A. S., e Pires, D. A. T. (2019). A química dos refrigerantes em uma abordagem experimental e contextualizada para o ensino médio. *Scientia Plena*, 15(3), 1-13.

Junior, J. B dos. S., Oliveira, L. C de, Botero, W., Simonyi, B. V., e Junior, L. C. L. (2021). Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica. *Revista Thema*, 19(3), 499-516.

Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., e Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96(3), 118-121.

Kitchenham, B., e Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Technical Report EBSE- 01, Keele University.

Kunzler, K. K., Beber, S. Z. C., e Kunzler, K. R. (2019). Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Termoquímica: um estudo utilizando Mapas Conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(3), 158-179.

Lacerda, J. R. L., Reis, R. P., e Santos, M. A. B. (2016). Utilização de produtos naturais da região do Xingu em experimentos didáticos para o ensino de Química Orgânica. *Scientia Plena*, 12(6), 1-7.

Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 5-12.

Leal, M. C. (2009). *Didática da Química: Fundamentos e práticas para o ensino médio*. Belo Horizonte: Dimensão.

Leão, D. F., Santos, T. M. M., e Souza, R. R. (2020). O olhar do aluno sobre o contexto do estudo da química e da possibilidade de transformação. *Revista de Educação Pública*, 29(1), 1-20.

Masini, E. A. F. S. (2011). Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Revista/Meaningful Learning Review*, 1, 16-24.

Mateus, P. G., e Ferreira, L. H. (2021). Investigação da aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico por meio de modelos mentais expressos por licenciandos em Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 73-98.

Mateus, P. G. (2019). *Levantamento de modelos mentais para verificação de aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico em licenciandos em Química*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos - São Paulo.

Mazarin, S. M. (2021). *Polarímetro de baixo custo: uma proposta para o ensino significativo de atividade óptica e isomeria óptica no ensino médio*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS.

Medeiros, C. E., Rodriguez, R. C. M. C., e Silveira, D. N. (2016). *Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos*. Curitiba: Appris.

Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física.

Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Moreira, M. A. (2012). *O que é afinal Aprendizagem significativa? Currículum*, La Laguna, Espanha.

Moreira, M. A., e Masini, E. F. S. (1981). *Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.

Navarro, M. R. (2008). *Procesos Cognitivos y Aprendizaje Significativo*. Madrid. Comunidad Autónoma. Servicio de Documentación y Publicaciones.

Novak, J. D. (1981). *Uma teoria da educação*. São Paulo: Pioneira.

Novak, J. D., e Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano. Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Pereira, B. C. (2021). *Proposta de uma atividade prática investigativa de química orgânica para o ensino médio*. (Dissertação de Mestrado). Unidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba – MG.

Papert, S. (1985). *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Brasiliense.

Pires, D. R. G., e Sá, L. P. (2021). A experimentação no ensino de cinética química: buscando indícios da aprendizagem significativa. *Scientia Naturalis*, 3(2), 678-693.

Prsybyciem, M. M., Silveira, R. M. C. F., e Sauer, E. (2018). Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 602-625.

Rocha, W. S. A. (2014). *Construção, aplicação e avaliação de um kit de experimentos para o ensino de eletrólitos*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos -SP.

Saraiva, F. A. (2017). *Concentração de soluções no Ensino Médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza – Ceará.

Sampaio, R. F., e Mancini, M. C. (2007). Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista brasileira de fisioterapia*, 11(1), 83-89.

Santos, G. G. (2017). *Aprendizagem significativa no ensino de química: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-Sergipe.

Santos, G. G dos., Ribeiro, T. N., e Souza, D. N. (2018). Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir da experimentação e problematização. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(30), 141-158.

Silva, C., e Ferri, K. C. F. (2020). Uma Sequência Didática para o ensino de eletroquímica em cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 27641-27655.

Silva, E. A. (2018). *Aprendizagem significativa no ensino de química: uma proposta de unidade de ensino sobre número de oxidação*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Silveira, F. A., Vasconcelos, A. K. P., e Sampaio, C. G. (2019). Análise do jogo MixQuímico no ensino de química segundo o contexto da teoria da aprendizagem significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 12(2), 248-269.

Silveira, F. A., e Vasconcelos, A. K. P. (2017). Investigação do uso do software educativo LABVIRT no Ensino de Química. *Revista Tecnologias na Educação*, 23(9), 1-13.

Silveira, F. A., e Vasconcelos, A. K. P. (2022). The use of Concept Maps as an evaluative resource in the theme Acid Rain in Higher Education. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 13(5), 1-23.

Souza, A. K. R. (2017). *Uso da química forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará.

Souza, T. A. (2021). Experimentação no ensino de Química: A urgência do debate epistemológico na formação inicial de professores. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 335-358.

Valente, J. A. (1996). *O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação*. São Paulo: Imprensa Gráfica - Unicamp.

Vertuan, G de. S., e Santos, F. L. (2019). O ensino de química para alunos surdos: uma revisão sistemática. *Revista Educação Especial*, 32, 1-20.

Anexo 1. Relação dos artigos encontrados.

Título	Autor(es)	Ano
A teoria aliada à experimentação na abordagem das Leis Ponderais da matéria para a promoção de aprendizagem significativa no ensino médio.	Francisco Ranulfo Freitas Martins Júnior	2012
O uso pedagógico de <i>software</i> educativo e práticas experimentais de química para facilitar a aprendizagem significativa e colaborativa.	Jailson Tavares Cruz	2012
Construção, aplicação e avaliação de um kit de experimentos para o ensino de eletrólitos.	Wilson Sérgio de Araújo Rocha	2014
A experimentação como instrumento para o ensino de titulação com uma turma de graduandos em licenciatura em Química.	Paulo Wender Portal Gomes, Abraão de Jesus Barbosa Muribeca, Jhonnath Moreira Campos, Ana Paula Alves da Costa, Bettina Valda Malato, Diana do Socorro Câmara Silva e Ronilson Freitas de Souza	2016
Utilização de produtos naturais da região do Xingu em experimentos didáticos para o ensino de Química Orgânica.	Jadson Robério Leal de Lacerda, Rivaldo Pereira Reis e Marcos Antonio Barros dos Santos	2016
Experimentação e simulação computacional no ensino de estados físicos da matéria e transições de fase na educação básica.	Camila Litchina Brasil	2016
Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de cinética química.	Jhonnata de Sousa Batista	2016
Aprendizagem significativa no ensino de Química: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros.	Graziane Gomes dos Santos	2017
O uso de atividades experimentais na abordagem do conteúdo soluções no Projeto "Ações construtivas para o conhecimento químico nas escolas públicas da Paraíba".	André Santos da Costa	2017
Uso da química forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa.	Ana Kédyna Ribeiro de Souza	2017
Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir da experimentação e problematização.	Graziane Gomes dos Santos, Tiago Nery Ribeiro e Divanizia do Nascimento Souza	2018
Aprendizagem significativa no ensino de Química: o caso da experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre polímeros sintéticos.	Karina Gobbato	2018
Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química.	Jhonnata de Sousa Batista e Maria das Graças Gomes	2020
Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a	João Batista dos Santos, Luciana Camargo de Oliveira,	2021

aprendizagem significativa em Química Orgânica.	Wander Botero, Beatriz Von Simonyi e Luiz Carlos Leite Junior	
Proposta de uma atividade prática investigativa de Química Orgânica para o ensino médio.	Bianca Carolina Pereira	2021
Polarímetro de baixo custo: uma proposta para o ensino significativo de atividade óptica e isomeria óptica no ensino médio.	Silvio Mendes Mazarin	2021