

A Teoria da Aprendizagem Significativa em pesquisas na área de Ensino de Ciências da Natureza: uma revisão sistemática da literatura

The Theory of Meaningful Learning in research in the field of Nature Science Teaching: a systematic literature review

La teoría del aprendizaje significativo en la investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza: una revisión sistemática de la literatura

*Luiz Henrique Ferreira**

*Paola Gimenez Mateus***

*Andressa Algayer da Silva Moretti****

Resumo

No presente trabalho o objetivo foi caracterizar como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) tem sido utilizada em pesquisas brasileiras da área de Ensino de Ciências da Natureza. Para isso, adotou-se como método de pesquisa a revisão sistemática da literatura. Como banco de dados para busca, utilizou-se o portal de periódicos da Capes e como descritores “Aprendizagem Significativa”, “Ausubel” e “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”. A partir da aplicação de uma série de filtros avançados de busca e da consideração de uma série de critérios de inclusão e exclusão de artigos, foram analisados um total de 16 trabalhos que utilizavam a TAS como referencial teórico-metodológico. Desta análise, foi possível inferir que: a área de Ensino de Física corresponde aquela em que a teoria foi mais empregada; apesar de em menor frequência, foram encontrados trabalhos atuais que se baseiam na TAS; a Educação Básica corresponde ao nível de ensino em que mais se investigou as implicações da TAS, por meio de propostas de sequências de ensino; não foram encontrados trabalhos voltados para o Ensino Superior; enquanto instrumento de constituição de dados de pesquisa, foi observado que o mapa conceitual é o mais empregado; infere-se, na limitação da presente pesquisa, que poucas pesquisas da área em questão se fundamentam na TAS.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Revisão Sistemática da Literatura; Ensino de Ciências

Recebido em: 29.09.2021 — Aprovado em: 21.02.2022

<https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.12999>

ISSN *on-line*: 2238-0302

* Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Professor associado IV (aposentado) do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5737-9723> E-mail: ferreiraufscar@gmail.com.

** Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3555-0670>. E-mail: paolagimenezm@gmail.com.

*** Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9616-0601>. E-mail: andressa.algayers@gmail.com.

Abstract

In the present work, our objective was to characterize how the theory of meaningful learning (TML) has been used in Brazilian research in the area of Nature Science Teaching. For this, the research method was adopted as a systematic review of the literature. As a database for search, the Capes journal portal was used and as descriptors "meaningful learning", "Ausubel" and "Potentially meaningful Teaching Unit". From the application of a series of advanced search filters and the consideration of a number of criteria for inclusion and exclusion of articles, a total of 16 published papers using TML were analysed as a theoretical-methodological framework. From this analysis, it was possible to infer that: the area of Physics Teaching corresponds to that in which the theory is most used; although less frequently, current studies were found that are based on TML; Basic Education corresponds to the level of education in which the implications of TML were most investigated, through proposals for teaching sequences; no studies aimed at Higher Education were found; as an instrument for the constitution of research data, it was observed that the conceptual map is the most used; it is infer, in the limitation of this research, that few studies of the area in question are based on TML.

Keywords: Meaningful Learning; Systematic Literature Review; Science Teaching.

Resumen

En el presente trabajo, nuestro objetivo fue caracterizar cómo la teoría del aprendizaje significativo (TAS) ha sido utilizada en la investigación brasileña en el área de la Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. Para ello, se adoptó el método de investigación como una revisión sistemática de la literatura. Como base de datos para la búsqueda, se utilizó el portal de revistas Capes y como descriptores "aprendizaje significativo", "Ausubel" y "Unidad Docente Potencialmente Significativa". A partir de la aplicación de una serie de filtros de búsqueda avanzada y consideración de una serie de criterios de inclusión y exclusión para los artículos, se analizaron un total de 16 artículos publicados que utilizaban TAS como marco teórico-metodológico. De este análisis, fue posible inferir que: el área de Enseñanza de la Física corresponde a aquella en la que más se empleó la teoría; aunque con menos frecuencia, se encuentran estudios actuales que se basan en TAS; La Educación Básica corresponde al nivel de educación en el que se han investigado más a fondo las implicaciones de TAS, a través de propuestas de secuencias de enseñanza; no se encontraron trabajos enfocados en la Educación Superior; como instrumento para la constitución de datos de investigación, se observó que el mapa conceptual es el más utilizado; se infiere, en la limitación de esta investigación, que pocos estudios del área en cuestión se basan en TAS.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; revisión sistemática de la literatura; enseñanza de las ciencias

Introdução

Este trabalho procurou verificar como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) tem sido utilizada em pesquisas brasileiras da área de Ensino de Ciências da Natureza. Para isto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com base nos

descritores: “Aprendizagem significativa (AP)”, “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)” e “Ausubel”. Como fonte de busca, foi escolhido o Portal de Periódicos da CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/ Ministério da Educação) (CAPES, 2021a), considerando essa uma importante base de dados disponíveis para consulta gratuita de periódicos no Brasil e optou-se por não restringir uma faixa temporal de busca, de forma a abranger todo o acervo.

A Teoria da Aprendizagem Significativa começou a ganhar notoriedade a partir da década de 60 com a proposta de teorias e de modelos sobre estratégias de aprendizagem. A TAS foi proposta inicialmente por David Ausubel, na década de 60. De acordo com Ronca (1994), no Brasil, a teoria foi introduzida no início da década de 70 pelo Professor Joel Martins, ao ministrar cursos de Pós-Graduação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo sobre o tema. Em 1975, David Ausubel visitou o país para coordenar um Seminário Avançado que reuniu cerca de 25 pesquisadores de todo o Brasil (RONCA, 1994), o que contribuiu para a disseminação da teoria no país.

A TAS, que possui raízes na teoria cognitivista, continua tendo sua relevância por considerar os processos de ensino e aprendizagem mais ativo e menos mecanicista, isto é, capaz de proporcionar a construção de significados sobre conceitos científicos pelo próprio aprendiz.

Ainda que tenha sido proposta pela primeira vez há mais de 50 anos e chegado ao país há mais de 4 décadas, indagou-se sobre a relevância da TAS para as pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza no Brasil, com o propósito de verificar os diferentes aspectos relacionados a esta teoria que têm contribuído com pesquisas e publicações na área em questão. Conforme mencionado, é neste contexto que o presente trabalho se insere. Assim, inicia-se com uma breve contextualização sobre a TAS, seguida dos caminhos metodológicos percorridos, dos resultados e discussões, finalizando com considerações construídas durante o desenvolvimento do trabalho.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

Apesar do reconhecimento da importância das experiências afetivas, em sua teoria Ausubel, Novak e Hanesian (1980) enfatizam sobre a aprendizagem cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2006). Nela há uma integração e organização não literal e não arbitrária do material a ser aprendido na estrutura cognitiva do indivíduo. Na visão dos autores, o armazenamento de informações na mente do aprendiz ocorre de maneira organizada e hierarquizada, segundo a qual elementos específicos e menos inclusivos

são ligados e assimilados aos conceitos e proposições mais gerais e inclusivos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Portanto, a hierarquia está relacionada ao fato de que conhecimentos mais gerais incorporam os mais específicos.

Pode-se, deste modo, compreender que a aprendizagem significativa (AS) é o resultado de um processo de interação substantiva e não arbitrária envolvendo novas ideias e aquilo que o aprendiz já sabe. Dizer que tal interação é substantiva (não-litera) e não arbitrária implica que ela não ocorre palavra por palavra nem com qualquer ideia pré-existente na estrutura cognitiva do indivíduo, mas que ela ocorre com alguma ideia especificamente relevante, denominada de subsunçor (MOREIRA, 2012).

Assim, o subsunçor pode ser compreendido como um conhecimento prévio do estudante que é relevante e adequado para ancorar novos conhecimentos e ideias. Nesse sentido, ele pode, por exemplo, ser uma proposição, uma imagem, um modelo mental (MOREIRA, 2012), que já se encontra presente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ele atua como um ponto de ancoragem para as novas informações, de modo a permitir, por meio deste processo interacional, a atribuição de significados as novas informações por intermédio da assimilação.

Logo, tem-se que a assimilação é um processo dinâmico da estrutura cognitiva, no qual não apenas aos novos conhecimentos são atribuídos significados, mas o subsunçor também passa por modificações, adquirindo novos significados e/ou maior estabilidade cognitiva. Por isso, assim que novas aprendizagens significativas se processam, o subsunçor tende a atuar cada vez mais como facilitador de novas aprendizagens significativas (MOREIRA, 2012).

Sendo assim, tem-se que a organização hierárquica da estrutura cognitiva é dinâmica e se transforma em decorrência de novas assimilações (MOREIRA, 2012). Isto ocorre como consequência de dois processos importantes que nela acontecem: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. O primeiro se refere àquela atribuição de novos significados a um dado subsunçor como resultado de sua utilização sucessiva na atribuição de significados aos novos materiais de aprendizagem. O segundo consiste na integração de significados, eliminação de diferenças aparentes e resolução de inconsistências (MOREIRA, 2012). Em outras palavras, consiste na realização de uma superordenação na estrutura cognitiva do aprendiz ao assimilar novos conhecimentos (MOREIRA, 2012).

Portanto, ambos os processos são importantes e ocorrem simultaneamente, mas com diferentes intensidades. E este fato é essencial, pois, conforme pontua MOREIRA (2012), se apenas ocorresse a diferenciação progressiva, o que fosse assimilado pelo aprendiz acabaria não apresentando semelhanças nem relações, sendo percebido de

forma diferente. Já, se apenas ocorresse a reconciliação integradora, tudo pareceria igual, sem distinções. No que diz respeito as condições necessárias para ocorrência da AS, geralmente tem-se a necessidade de o material ser potencialmente significativo e de o aprendiz apresentar uma pré-disposição para aprender significativamente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Por material pode-se considerar os livros, textos, filmes, aplicativos e a própria aula que podem ser utilizados para abordagem dos conceitos em sala de aula (MOREIRA, 2012). Este é considerado como potencialmente significativo em virtude dos significados, na perspectiva construtivista, estarem nas pessoas e serem por elas atribuídos (MOREIRA, 2012). Assim, dizer que o material deve ser potencialmente significativo implica na necessidade de ele apresentar um significado lógico para o discente. Isto é, de ele ser passível de se relacionar, de modo não literal e não arbitrário em sua estrutura cognitiva, processo que depende da existência de subsunçores.

O segundo fator, a pré-disposição em aprender, não se refere especificamente à afinidade discente por uma dada disciplina e/ou conteúdo, apesar das experiências afetivas serem importantes (NOVAK, 1981), mas dele apresentar a disposição em relacionar, de modo interativo, os novos conhecimentos aos seus subsunçores, modificando, enriquecendo e (re)atribuindo significado a ambos (MOREIRA, 2012). Para isso, o estudante deve compreender a importância do novo material e querer aprender de modo significativo, o que também requer a presença de subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012). Destas discussões, pode-se compreender o motivo de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) considerarem que o fator isolado primordial que influencia na ocorrência da AS se refere ao que o estudante já conhece.

Até o momento discutiu-se sobre a aprendizagem significativa, no entanto, quando ela não se concretiza, ocorre a aprendizagem mecânica (AM) (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Suas características incluem: simples memorização de fatos e fórmulas e a repetição mecanizada de exercícios e procedimentos.

Dentre outros fatores, a AM pode acabar resultando no desinteresse e desmotivação de alunos pelo estudo das disciplinas, além de comprometer aprendizagens conceituais futuras. A concretização da AM se dá quando a relação entre novos conhecimentos e a estrutura cognitiva dos alunos ocorre de maneira arbitrária (sem ligação/relação com subsunçores específicos). Assim, quando ela se efetiva, tem-se como resultado um conhecimento conceitual memorizado ao qual praticamente não foram atribuídos significados (MOREIRA, 2012).

Para finalizar as discussões da presente seção, cabe ressaltar que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) não fazem oposição entre a aprendizagem significativa e mecânica.

Elas fazem parte de um contínuo, de modo que ora aprende-se de maneira significativa e ora mecânica. No entanto, uma aprendizagem inicial predominantemente mecânica pode se transformar em significativa (MOREIRA, 2012).

As implicações para o ensino se relacionam ao fato de se esperar que no início da aprendizagem em uma nova área de conhecimento, por exemplo, a Química, o processo seja predominantemente mecânico até que sejam construídos subsunçores devidamente claros e adequados pelo aprendiz, possibilitando a ocorrência da aprendizagem predominantemente significativa de novos conceitos relacionados a essa disciplina (MOREIRA, 2012). É possível até mesmo a modificação de aprendizagens e subsunçores já concretizados e construídos, por meio dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora discutidos.

Das discussões construídas, é importante esclarecer outros dois pontos importantes. A AS não é sinônimo de aprendizagem correta, segundo os significados aceitos pela comunidade científica; e também não é definitiva, no sentido de que o aprendiz nunca irá esquecer. Como discutido, a AS resulta da assimilação envolvendo os prévios e novos conhecimentos, independente dos subsunçores coincidirem com o que se espera em um dado contexto conceitual e se a atribuição de significados também coincidir.

Ao interpretar que as concepções alternativas (CA) são resultantes de aprendizagens significativas, pode-se compreender que as CA não são conhecimentos/ideias isoladas que não influenciam na aprendizagem (MOREIRA, 2012) e que esse fator contribui com as dificuldades de suas superação e transformação no Ensino de Ciências. Isto implica que o fato de o conhecimento prévio ser considerado como o fator isolado mais importante para AS, nem sempre se refere que ele será um facilitador. Pelo contrário, a existência de CA pode ser considerada como obstáculo à aprendizagem de certos conceitos científicos (SILVA, 2016). Porém, isso não diminui e/ou exclui a necessidade de o professor reconhecer tais conhecimentos, pois a identificação de tais obstáculos pode permitir ao professor melhor planejar seu ensino, visando minimizar e/ou superar tais obstáculos, em busca da AS.

Do exposto pode-se evidenciar a relevância da teoria para melhor compreender e organizar os processos de ensino e aprendizagem, de modo a considerar que a TAS apresenta potencialidades para subsidiar pesquisas da área de Ensino, em específico de Ensino de Ciências da Natureza, motivando a realização da presente revisão sistemática da literatura.

Procedimentos metodológicos

Para atender ao objetivo proposto, de verificar como tem sido utilizada a TAS em pesquisas brasileiras da área de Ensino de Ciências da Natureza, adotou-se como método de pesquisa a revisão sistemática da literatura. As etapas de planejamento, organização e execução da revisão foram realizadas com base no trabalho de Moralles e Bego (2020), seguindo os pressupostos teórico-metodológicos propostos por Costa e Zoltowski (2014).

Justifica-se a escolha metodológica em função de sua potencialidade para responder à questão de pesquisa. Dentre tais contribuições, Moralles e Bego (2020), baseados em Costa e Zoltowski (2014) e Vosgerau e Romanowski (2014) destacam: *I*) auxiliar na identificação das contribuições das pesquisas já desenvolvidas na área de interesse; *II*) explicitar o *corpus* de conhecimento acumulado pela área de investigação no decorrer do tempo; *III*) permitir identificar possíveis lacunas e problemas associadas às pesquisas já desenvolvidas; e *IV*) minimizar o caráter subjetivo do pesquisador sobre a linha de pesquisa em questão, quando se considera as etapas sistematizadas para sua consecução.

De acordo com Costa e Zoltowski (2014), a revisão sistemática consiste em um método para mapear produções científicas, em um período delimitado e com base em uma pergunta de pesquisa definida *a priori*, capaz de maximizar o potencial de busca. O método permite encontrar, de modo organizado, um maior número de resultados para uma temática de interesse e diminui a influência do viés dos autores na delimitação do *corpus* de análise.

A realização do processo de revisão seguiu a execução das oito etapas propostas por Costa e Zoltowski (2014), são elas: *I*) delinear a questão de pesquisa; *II*) delimitar as fontes de dados a serem consultadas; *III*) eleger as palavras-chave para serem utilizadas como descritores das buscas na fonte escolhida; *IV*) buscar e armazenar os arquivos; *V*) ler os resumos dos documentos armazenados para selecionar aqueles que passarão para próxima etapa do processo de revisão, a partir de critérios de inclusão e exclusão previamente definidos; *VI*) extrair os dados dos arquivos selecionados; *VII*) avaliar os documentos; e *VIII*) sintetizar e interpretar os dados obtidos.

A questão norteadora deste estudo foi: Como a TAS tem sido empregada nas pesquisas brasileiras da área de Ensino de Ciências da Natureza? Desdobrou-se essa questão geral de pesquisa em algumas questões específicas, sendo elas: *I*) Em quais áreas do Ensino de Ciências da Natureza a TAS tem sido utilizada para o desenvolvimento

de pesquisas? *II*) Em quais níveis de ensino vêm se desenvolvendo trabalhos fundamentados na TAS? *III*) Em quais revistas esses trabalhos tem sido publicados? *IV*) Qual é a frequência de publicação de trabalhos relacionados à TAS na faixa temporal delimitada? *V*) Quais são as principais palavras-chave associadas a TAS nos artigos publicados em língua portuguesa? *VI*) Quais são os principais referenciais teóricos sobre a TAS utilizados nas pesquisas em língua portuguesa? *VII*) Quais os principais instrumentos de coleta e análise de dados têm sido utilizados em pesquisas que se fundamentam na TAS? *VIII*) Quais as principais características dos estudos que utilizam a TAS? *IX*) Quais os principais resultados apontados em estudos que utilizaram a TAS?

Uma vez que o propósito foi explorar as pesquisas brasileiras publicadas na forma de artigos em português, utilizou-se como fonte de dados o Portal de Periódicos da CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/ Ministério da Educação) (CAPES, 2021a), por englobar uma série de bases de dados nacionais e internacionais, possibilitando encontrar uma vasta gama de artigos derivados de pesquisas brasileiras na língua portuguesa (MORALLES; BEGO, 2020; CAPES, 2021a). As buscas no portal foram realizadas no mês de julho de 2021, utilizando os conteúdos disponibilizados para usuários da rede da Universidade Estadual Paulista (UNESP), via acesso CAFe (Comunidade Acadêmica Federada).

Para determinação, *a priori*, dos descritores de busca (palavras-chave), realizou-se uma consulta prévia em artigos de revisão da literatura envolvendo a temática da TAS. Nessa busca, encontrou-se o trabalho de Goulart e Leonel (2020), que desenvolveram uma revisão relacionando a TAS com a área de ensino de Física. Dentre os termos de buscas, destacam-se os seguintes, utilizados pelos autores relacionadas a TAS: *Aprendizagem Significativa*, *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* e *Ausubel*.

Outro trabalho de revisão encontrado foi o de Vieira e Nunes (2020). Os autores investigaram a produção científica sobre o Ensino de Física para o EJA (Educação de Jovens e Adultos) associado com a aprendizagem significativa. Como termos de busca utilizados relacionados com a TAS, os autores utilizaram *Aprendizagem Significativa*.

Por fim, cita-se também o trabalho de Matos et al. (2019), no qual os autores realizaram um levantamento bibliográfico das produções da área de Ensino sobre a utilização de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) com a finalidade de obter uma aprendizagem significativa. Observou-se que os autores utilizaram o descritor *Aprendizagem Significativa* para se referir a TAS.

Assim, definiu-se *a priori* os seguintes descritores de busca no presente trabalho: “*Aprendizagem Significativa*”,¹ “*Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*” e *Ausubel*. A utilização do descritor “*Aprendizagem Significativa*” se deve a sua recorrência

nas revisões apresentadas. Adotou-se o termo “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”, visto que além de aparecer em uma das revisões, se trata de um modelo de planejamento de ensino proposto por Moreira (2011a), que se baseia na TAS. Por fim, adotou-se também “Ausubel”, pois além de aparecer em uma das revisões, se trata do autor que inicialmente propôs a TAS.

Importante destacar que no presente trabalho buscou-se fazer uma revisão sistemática da literatura incluindo todas as áreas do conhecimento relacionadas ao Ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), visando colaborar com a construção de um mapeamento geral dos artigos sobre a TAS. No que diz respeito ao recorte temporal, optou-se por não restringir uma faixa temporal de busca, sendo incluído, portanto, todo o acervo disponível da plataforma até a data de busca dos artigos, realizada no dia 17 de julho de 2021.

Após a identificação/determinação dos termos, realizou-se uma busca por termos similares no *Thesaurus* Brasileiro de Educação (Brased) disponibilizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). A finalidade dessa busca foi garantir que eles representassem um significado universal para a área de interesse (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014).

Dessa busca, encontrou-se como termos aproximados (TA) de aprendizagem significativa: educação significativa e lógica. No entanto, por não terem relação com os propósitos da presente investigação, desconsiderou-se ambos. Com relação a UEPS, a consulta ao *Thesaurus* não retornou resultados. Assim, manteve-se, e justifica-se, como descritores de busca para consulta no Portal de Periódicos da CAPES/MEC: “*Aprendizagem Significativa*”, “*Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*” e “*Ausubel*”.

Dentro da opção “Busca Assunto”, selecionou-se a opção “Busca avançada”, para utilizar os filtros necessários para a pesquisa. O modo de busca se baseou na busca de cada descritor em qualquer parte dos trabalhos que continham exatamente cada expressão (opções *qualquer e contém*) sem construir combinações com operador *booleano*.

Como filtros de busca, baseando-se em Moralles e Bego (2020), utilizou-se a opção de mostrar apenas periódicos revisados por pares, delimitando como tipo de material apenas artigos. Restringiu-se a busca de artigos publicados em língua portuguesa e utilizou-se filtros para excluir tópicos não relacionados com a área de interesse.² Para escolha do *corpus* de artigo para análise, utilizou-se quatro fases de inclusão/exclusão (MORALLES; BEGO, 2020), sendo elas:

Fase 1: Exclusão de artigos em outras línguas e, por intermédio da leitura do título e resumo, que: *I*) não se relacionavam com a área de Ensino de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia). Assim, não foram incluídos no *corpus* os estudos das áreas da saúde, engenharia etc.; *II*) eram referentes a editoriais de revista; eram artigos de revisões sistemáticas; análise de livros e/ou materiais didáticos; aproximações teóricas; proposta de sequências e/ou material didático sem suas análises de aplicação em sala de aula; artigos de natureza apenas teórica; *III*) artigos que não apresentavam os descritores de busca no título ou no resumo. Assim, o foco estava em pesquisas empíricas que tinham como sujeitos participantes alunos da Educação Básica ou de cursos de nível superior específicos da área de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia).

Fase 2: Exclusão de artigos duplicados resultantes da busca nas variadas formas definidas *a priori* e, por isso, encontrados nas diversas categorias de busca (diferentes descritores).

Fase 3: Exclusão de artigos que não apresentavam sujeitos como participantes de pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza que se fundamentava na TAS, por meio da leitura dos procedimentos metodológicos. Quando não foi possível, pela leitura da metodologia, identificar se o trabalho se fundamentava na TAS para construir o aporte metodológico, consultou-se a lista de referências para encontrar artigos relacionados a teoria, sendo excluídos aqueles que não apresentavam referenciais envolvendo a teoria em questão.

Fase 4: Exclusão de artigos que não apresentavam, nas seções de resultados e discussões, a discussão dos resultados articulados com a TAS. Foram excluídos tais artigos pois, em concordância com Moralles e Bego (2020, p. 9), “acredita-se que apresentar, na introdução ou em seções teóricas, algum autor ou argumento relacionado à temática [...] e não articular essas discussões com os resultados e discussões faz com que a pesquisa não tenha essa temática como foco específico de interesse”.

Resultados e discussões

Na presente seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos no processo de revisão sistemática da literatura. A título de síntese, apresenta-se no esquema da Figura 1 uma síntese do processo de revisão sistemática realizado, evidenciando o quantitativo de trabalhos incluídos e excluídos por meio da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos *a priori* e explicitados na seção anterior (procedimentos metodológicos).

Com base na Figura 1, pode-se observar que a busca dos descritores no Portal de Periódico da CAPES/MEC retornou 23.159 arquivos. Em específico, “Aprendizagem Significativa” retornou 843, “Ausubel” retornou 22.303 e “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa” retornou 13 arquivos. No entanto, com a aplicação dos filtros definidos *a priori*, esse número foi consideravelmente reduzido, resultando em um total de 382 artigos que passaram pelo processo de leitura de título e resumo. Desses, um total de 65 artigos foram selecionados para segunda etapa de análise e, portanto, de inclusão e exclusão.

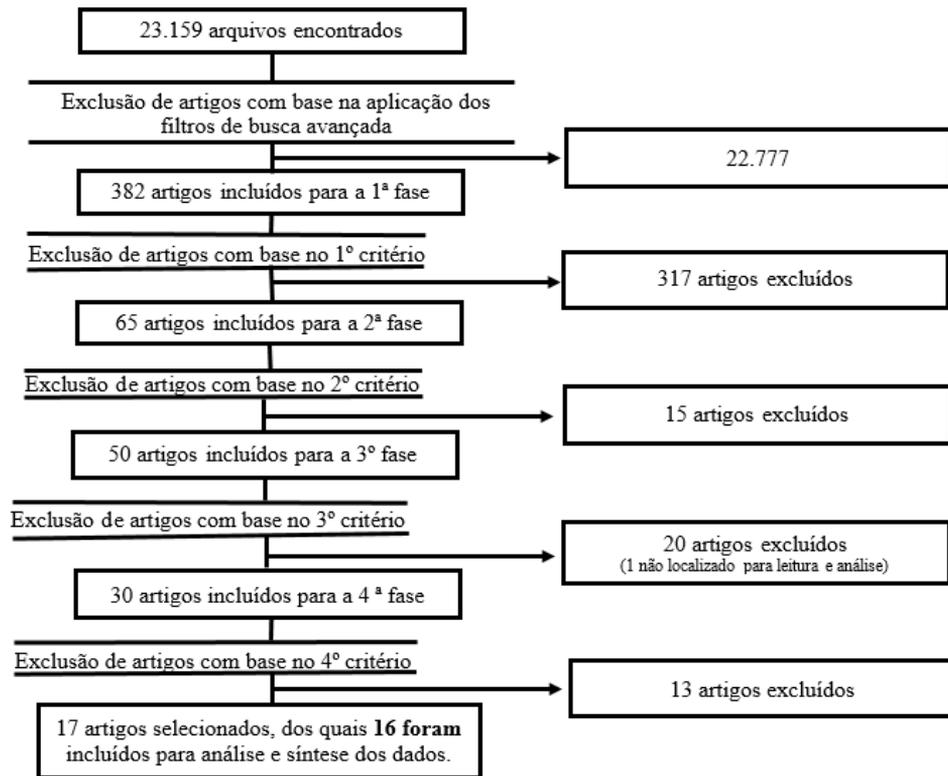
Ressalta-se ao leitor que foram incluídos para a segunda (e terceira) fase de análise, os artigos em que não foram identificados, por meio apenas da leitura de título e do resumo, elementos para delimitar sua inclusão e exclusão com base nos critérios pré-definidos nessa primeira fase. Por exemplo, trabalhos dos quais não conseguiu-se identificar a área em específico de investigação ou se não era de natureza exclusivamente teórica.

Comparando os artigos encontrados com os três descritores, excluiu-se os repetidos para que o restante pudesse passar pelo processo de leitura da metodologia. Assim, após localizar e identificar artigos repetidos (e excluí-los), realizou-se a leitura da metodologia dos 50 artigos restantes (Figura 1). É importante informar que 1, dentre os 50 artigos, não foi encontrado para baixar na íntegra e, por isso, não foi possível realizar a análise deste, sendo ele somado ao quantitativo de exclusão. Nesse momento, novamente atentou-se se o estudo pertencia a área de Ensino das Ciências da Natureza e se envolvia sujeitos de pesquisa da Educação Básica ou do Ensino Superior da área em questão. Trabalhos que passaram pelo primeiro filtro, mas que eram de natureza unicamente teórica, aplicáveis às áreas da saúde, engenharia etc., ou que não mencionavam o uso da TAS como referencial teórico-metodológico de análise de dados também foram excluídos nessa etapa.

Assim, foram excluídos 20 artigos com base no 3º critério adotado (Figura 1), e 30 passaram para leitura da seção de resultados e discussões, afim de verificar se atendiam ao 4º critério de inclusão/exclusão. Desse conjunto, 13 trabalhos não foram selecionados para a última etapa de inclusão (Figura 1), conforme os critérios aqui adotados. Portanto, um total de 17 artigos dentre os 382 encontrados no Portal de Periódicos da CAPES/MEC foram lidos e analisados na íntegra (Figura 1) para constituição do *corpus* de pesquisa. Esclarece-se que os artigos excluídos nas etapas sintetizadas na Figura 1, assim o foram considerando unicamente os critérios pré-definidos de organização e análise de dados, orientados pela limitação das questões e

objetivos de pesquisa. Em outros trabalhos de revisão sistemática da literatura que apresentem objetivos diferentes e, portanto, delimitação de critérios de inclusão e exclusões distintos dos aqui apresentados, poderiam considerá-los no *corpus* de análise. Do mesmo modo, tais pesquisas poderiam desconsiderar os artigos que aqui constituem o *corpus* de análise.

Figura 1 - Síntese esquemática do processo de revisão sistemática realizada.



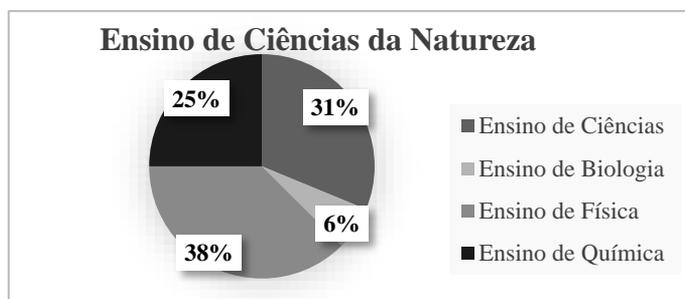
Fonte: Elaboração pelos autores.

A partir do processo de inclusão e exclusão dos artigos, um total de 16 artigos (Figura 1, Apêndice 1), foram selecionados para aprofundamento das discussões, tendo como justificativa o fato de atenderem aos critérios estabelecidos *a priori*, e, assim, contribuírem para responder às questões de pesquisa propostas.

Iniciando pela questão específica “1) Em quais áreas do Ensino de Ciências da Natureza a TAS tem sido utilizada para o desenvolvimento de pesquisas?”, foi possível inferir que a área de Ensino de Física é a que apresentou o maior quantitativo de artigos

publicados e analisados (38%), seguida da área de Ensino de Ciências (31%) e Ensino de Química (25%). A área com menor quantitativo foi a de Ensino de Biologia (6%), como sintetizado na Figura 2.

Figura 2 – Áreas do Ensino de Ciências da Natureza que utilizam a TAS.



Fonte: Elaboração pelos autores.

Salienta-se que foram incluídos na área de Ensino de Ciências, os artigos em que não foram explicitadas uma área específica e trazia no corpo do texto expressões como “Ensino de Ciências”. Isto foi observado principalmente em artigos cujos sujeitos participantes de pesquisa pertenciam ao Ensino Fundamental (EF). Apresenta-se uma discussão panorâmica de algumas dessas pesquisas, com a finalidade de contextualizar ao leitor como tem sido empregada a TAS nas diferentes áreas.

Na área de Física, foi observado, por exemplo, a presença de trabalhos com foco em avaliação de propostas de sequências didáticas baseadas na TAS, as UEPS, com abordagem de conceitos físicos (SCHITTLER; MOREIRA, 2016; CONTIN; BARROS; GUARREZI, 2020) e trabalhos envolvendo a capacitação de professores de ensino fundamental com o mesmo fim (DARROZ et al. 2012, 2014). Também foram encontrados trabalhos cujo objetivo foi verificar o papel da interação entre professor e alunos mediante a utilização de diferentes estratégias (textos alternativos, atividades experimentais demonstrativas e vídeos) no processo de aprendizagem significativa de conceitos físicos (ASSIS et al., 2012), bem como a postura do professor em atividades envolvendo a leitura de textos paradidáticos e a aprendizagem significativa (ASSIS; CARVALHO, 2011).

O EF, normalmente por incluir a disciplina “Ciências” e não especificamente a Química, a Física e a Biologia, parece tender para abordagem de temáticas interdisciplinares, como, por exemplo, sobre a relação entre alimentação (ingestão de ferro – Fe) e anemia, por meio da investigação com tabelas nutricionais (ZÔMPERO et al. 2014) e na abordagem de problemáticas de saúde tipicamente brasileiras, como é o caso do

mosquito *Aedes aegypti* e doenças relacionadas a ele, bem como meios de prevenção utilizando para isso jogos didáticos (RYZY; CRISOSTIMO, 2020).

Na área de Química, foi encontrada a proposta e avaliação de cursos e oficinas sobre conceitos químicos baseados na TAS (LOURENÇO et al., 2012; CASTRO; SIRAQUE; TONIN, 2017), bem como a aprendizagem significativa de conceitos químicos por meio de experimentação e problematização (SANTOS; RIBEIRO; SOUZA, 2018).

Por fim, na área de Ensino de Biologia também foram encontrados trabalhos referentes a proposta e avaliação de UEPS (ROSA; CAVALCANTI; PEREZ, 2016), bem como referentes a aprendizagem significativa de conteúdos de botânica por meio dos multimodos de representação (STANSKI et al., 2016), e estudos da viabilidade de intervenções pedagógicas, baseadas na TAS, para o ensino de conceitos atrelados a Morfologia Vegetal, tendo como base os saberes locais e o conhecimento tradicional sobre o uso de plantas medicinais (VINHOLI JÚNIOR, 2011).

Em síntese, foi possível observar que a TAS tem sido empregada, nas diferentes áreas, para propor sequências de ensino e/ou atividades que buscam a aprendizagem de conceitos científicos, seja em conjunto com diferentes estratégias de ensino (experimentação, textos alternativos, jogos etc.), seja na proposta de cursos e/ou oficinas ou envolvendo a capacitação de professores.

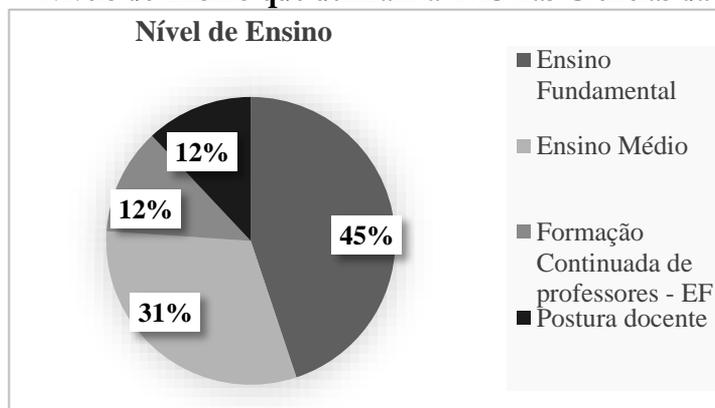
Para a questão “II) Em quais níveis de ensino vêm se desenvolvendo trabalhos fundamentados na TAS?”, foi observado que a maior concentração das investigações encontra-se no nível de Ensino Fundamental (45%), seguido do Ensino Médio (31%). Foram observados artigos cuja pesquisa se referia à Formação Continuada de professores - com foco para o Ensino Fundamental – (12%) e à postura docente (12%), como mostra a Figura 3.

O termo constituinte da categoria “postura docente” se refere aquele utilizado no artigo em questão analisado (ASSIS; CARVALHO, 2011), que tinha como objetivo principal observar a atuação do professor em sala de aula, visando compreender se proporcionaria uma aprendizagem significativa, de acordo com a TAS. Portanto, apenas manteve-se a mesma denominação adotada.

As discussões apresentadas nos parágrafos anteriores para responder a primeira questão colabora para construção de uma visão panorâmica de como o emprego da TAS tem sido realizado nos diferentes níveis de ensino, tendo como base os trabalhos aqui analisados. Do total de artigos analisados, 10 se referem ao EF, sendo 7 sobre ensino e aprendizagem e 3 sobre formação de professores. Os 6 restantes são referentes

ao EM, sendo que 5 são sobre ensino e aprendizagem e 1 relacionando a TAS com a postura docente.

Figura 3 – Níveis de Ensino que utilizam a TAS nas Ciências da Natureza.



Fonte: Elaboração pelos autores.

Não foram encontrados artigos, considerando as limitações da presente investigação, referentes ao Ensino Superior da área de Ensino de Ciências da Natureza. Considerando que o portal da CAPES/MEC abrange uma variedade de periódicos nacionais, esse dado poderia indicar a necessidade de se repensar propostas de pesquisas envolvendo o emprego da TAS no Nível Superior de Ensino, com a finalidade de investigar as potencialidades e limitações para melhoria da qualidade, por exemplo, de processos de ensino e aprendizagem. Isso porque a teoria em questão pode contribuir para melhor interpretar tais processos, fornecendo subsídios para construção de propostas de intervenções didático-pedagógicas que englobam, dentre outras questões, os papéis de professores, alunos, conhecimentos prévios, concepções alternativas e conhecimento científico.

Para responder às questões “III) Em quais revistas esses trabalhos tem sido publicados?” e “IV) Qual é a frequência de publicação de trabalhos relacionados à TAS na faixa temporal delimitada?”, analisou-se os artigos em relação as revistas e ao ano de publicação, organizando os resultados na forma de quadro (Apêndice 1). Desta forma, do total de artigos considerados para análise, foi verificado que as revistas que mais publicaram trabalhos considerados relacionados a TAS, foram: a Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia com 6 artigos e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências com 3 artigos, ambas com classificação Qualis Capes (2013-2016) A2 (CAPES, 2021b). Também, foi possível perceber que houve maior frequência de publicações nos anos de 2011, 2012 e 2016 com 3 artigos por ano (Apêndice 1)

Não é possível afirmar o motivo dessa maior frequência de publicações nesses anos em específico. No entanto, ressalta-se que ocorreram nos anos de 2010, 2015 e 2017 edições do evento denominado “Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa (EIAS)” e, nos anos de 2010, 2012, 2014 e 2016 edições do “Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS)”, e em 2015 o “1º Encontro Regional de Aprendizagem Significativa (ERAS)”.³ Tais eventos podem ter contribuído de alguma maneira para uma maior frequência de publicações nesses anos em decorrência da possível proposta de trabalhos para participação do congresso e também como consequência das divulgações de pesquisas envolvendo a temática, que podem ter impulsionado novas propostas. Somado a isso, considera-se importante ressaltar a publicação da proposta de sequência didática por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa de Moreira (MOREIRA, 2011a), que também pode ter colaborado com a proposta de investigações envolvendo a TAS.

O primeiro trabalho incluído no *corpus* de pesquisa é do ano de 2010. Os dados referentes a faixa temporal, juntamente com o número de trabalhos incluídos no *corpus* de análise (16 artigos de 382), podem indicar que a TAS não tem sido amplamente utilizada nas pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza brasileiras como referencial teórico-metodológico fundamental.

Em relação à questão sobre “V) Quais são as principais palavras-chave associadas a TAS nos artigos publicados em língua portuguesa?” optou-se por ilustrar o resultado utilizando como recurso a nuvem de palavras, como mostra a Figura 4. Entre as palavras – chave mais encontradas nos artigos estavam: Ausubel, aprendizagem significativa, UEPS, ensino de biologia, ensino de química, ensino de ciências, mapas conceituais dentre outras.

A frequência de tais palavras-chave pode ser justificada devido aos filtros definidos *a priori*, de modo a evidenciar que os critérios delimitados previamente e as etapas da revisão sistemática foram respeitados.

Figura 4 – Nuvem de palavras das principais palavras-chave relacionado a TAS.



Fonte: Elaboração pelos autores.⁴

Com relação aos descritores de busca, “Aprendizagem Significativa” foi o que mais retornou artigos de interesse da área de Ensino de Ciências da Natureza após a aplicação dos filtros de busca. Ele também englobou a maior parte dos trabalhos encontrados com os demais descritores (cerca de 85% dos artigos encontrados com “Ausubel” e todos os artigos com “UEPS”, já haviam sido encontrados com o descritor “AS”).

Sobre a questão “VI) Quais são os principais referenciais teóricos sobre a TAS utilizados nas pesquisas em língua portuguesa?”, verificou-se a menção a diversos trabalhos dos autores David Ausubel e Joseph Novak, bem como de Marco Antonio Moreira.

Considera-se importante mencionar que a TAS fundamentou a proposta de instrumentos educacionais, como o mapa conceitual desenvolvido por Novak, e também o Vê epistemológico de Gowin (MOREIRA, 2011b). Ambos os instrumentos se caracterizam como ferramentas em potencial para favorecer a AS, dentre outros aspectos. Adiciona-se a esta lista a própria proposta de Moreira (2011a) referente a um modelo de planejamento de ensino denominado “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”, cuja estrutura e organização se fundamentam nos pressupostos da TAS. Também destaca-se a proposta da Aprendizagem Significativa Crítica do mesmo autor (MOREIRA, 2005). Assim, não se pode deixar de mencionar a importante contribuição de Moreira na disseminação da TAS no Brasil, por meio da divulgação de diferentes livros (MOREIRA, 2006; MOREIRA, MASINI, 2006; MOREIRA, 2010; MOREIRA, 2011c), pesquisas e propostas (MOREIRA, 2005; MOREIRA, 2011a, 2011b; MOREIRA, 2012).

Colaboram com essa discussão a presença de pesquisas envolvendo a elaboração e validação de UEPS (SCHITTLER; MOREIRA, 2016; ROSA; CAVALCANTI; PEREZ, 2016; CONTIN; BARROS; GUARREZI, 2020), que contribuem para evidenciar as potencialidades da TAS para os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos.

Para o questionamento “VII) Quais os principais instrumentos de coleta e análise de dados têm sido utilizados em pesquisas que se fundamentam na TAS?”, foi organizado o Quadro 1, de modo a agrupar as técnicas de coleta de dados, com os principais instrumentos de coleta descritos nos artigos analisados. Entre eles, pode-se citar: diário de bordo, questionários, pré e pós teste, elaboração de textos, mapas conceituais, entre outros. Em relação aos procedimentos de análises de dados, observou-se que em alguns trabalhos essa informação não foi explicitada.

Quadro 1- Principais instrumentos de coleta utilizado nas pesquisas com a TAS.

Instrumentos de coleta de dados
Transcrições de gravações de aulas
Memórias do encontro; documentos escritos; observações do pesquisador; diário de bordo
Representações na forma de desenhos
Mapas conceituais; Mapa livre
Questionários fechados e abertos; Pré teste e Pós teste (mesmo questionário aplicado)
Organização dos elementos em tabela
Roteiro experimental
Avaliação geral da oficina
Leitura com destaque de palavras
Elaboração de textos
Modos de representação

Fonte: Elaboração pelos autores.

É importante destacar que o instrumento de coleta de dados mais frequente observado nas pesquisas foi o uso de mapas conceituais (MC). Sugere-se que esse dado possa estar associado a própria fundamentação da TAS na proposta de construção do instrumento em questão por Novak, conforme discutido. Uma vez que o MC apresenta potencialidades de favorecer a aprendizagem significativa, poder-se-ia compreender sua ampla utilização como instrumento de ensino e aprendizagem, avaliação qualitativa e/ou organização de ensino em trabalhos que envolvem a TAS.

Outra possível explicação pode ser o livro publicado por Moreira que relaciona a TAS com os mapas conceituais (MOREIRA, 2010), a existência de grupos de pesquisa brasileiros que investigam sobre mapas conceituais, como é o caso do grupo “Mapas Conceituais”,⁵ sob coordenação do professor Paulo Correia da Universidade de São Paulo (USP), bem como do *software* gratuito *CmapTools*.⁶

Ressalta-se a importância dos demais instrumentos utilizados nas pesquisas analisadas (Quadro 1), reforçando a potencialidade que o Vê Epistemológico pode apresentar com o objetivo de favorecer a TAS, bem como a necessidade de se investigar demais instrumentos que possam apresentar possíveis potencialidades e limitações tanto no processo de favorecimento quanto de avaliação da AS de conceitos científicos.

É importante ainda ressaltar que, em decorrência daquele armazenamento não literal (incorporação substantiva) e não arbitrário de novos conhecimentos no processo de assimilação, tem-se que aprendizagem significativa possui características que permitem sua verificação. Quando a aprendizagem de um conceito científico ocorre significativamente, e de forma coerente com aquele aceito cientificamente, o aprendiz

consegue explicar, por meio de suas próprias manifestações, esse conceito sem perda de significado científico (MOREIRA, 2012).

Tem-se, então, argumentos para considerar a necessidade de variar e combinar diferentes instrumentos de pesquisa, afim de alcançar aqueles aprendizes que talvez não se expressem bem de um modo, mas se expressam melhor de outro e/ou permitir triangular dados. Somado a isso, tem-se a necessidade de buscar instrumentos que permitam verificar a capacidade de transferência e representação da aprendizagem pelos sujeitos.

Em relação ao questionamento “VIII) Quais as principais características dos estudos que utilizam a TAS?”, das análises dos dados realizadas anteriormente pode-se inferir que, no geral, o emprego da teoria tem sido realizada para fundamentar propostas de ensino e aprendizagem em diferentes modalidades: por meio de sequências didáticas, oficinas temáticas, cursos de extensão, sejam voltados para aprendizagem de conceitos científicos por discentes da Educação Básica ou no contexto da formação continuada de professores.

Sobre os pressupostos da teoria, tem sido bastante difundida a ideia do conhecimento prévio, dos subsunçores, do processo de assimilação entre subsunçores e novos conhecimentos e os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Dessa forma, nas propostas analisadas há, no geral, uma sequência envolvendo o levantamento de concepções prévias por instrumentos como questionários ou mapas conceituais, a proposta de intervenção didático-pedagógica, considerando tais subsunçores e uma sequência baseada nos processos de diferenciação e reconciliação mencionados, seguido de análise de instrumentos pós-aplicação – questionários, mapas conceituais dentre os demais explicitados no Quadro 1.

Em alguns trabalhos, os instrumentos utilizados no pré-teste também eram utilizados no momento pós-intervenção. Essa escolha pode ser justificada com o propósito de buscar variações na estrutura cognitiva do sujeito. No que diz respeito a investigações referentes às interações em sala de aula entre sujeitos e materiais de aprendizagem, destaca-se também a utilização de diários de classe. Tais pesquisas evidenciam o importante papel do professor enquanto mediador entre os conhecimentos dos alunos, os materiais de aprendizagem e os conceitos científicos, de modo a reforçar a proposta de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) de que os materiais são potencialmente significativos e da pré-disposição em aprender. Algo importante também de ressaltar é a presença da combinação, na maioria dos trabalhos, de diferentes instrumentos de pesquisa, de modo a viabilizar uma maior compreensão e interpretação de dados.

Por fim, em relação a questão específica “(LX) Quais os principais resultados apontados em estudos que utilizaram a TAS?”, de forma geral, os artigos apontaram a TAS como sendo promissora para aprendizagem de conceitos científicos, tendo como justificativa principal o potencial da teoria para subsidiar a organização do ensino e investigação sobre a aprendizagem.

Assim, em concordância com as discussões envolvendo a questão específica VIII, observou-se nos resultados dos artigos, a importância de o professor entender as concepções prévias dos seus alunos para a estruturação do seu planejamento de aula. Quase a totalidade dos artigos descreve sobre essa etapa no decorrer da coleta de dados, tendo como exceção alguns artigos referentes a formação continuada de professores, os quais os autores consideraram que, por serem professores atuantes e já ministrarem aulas, os participantes já tinham conhecimentos prévios capazes de servir de ponto de partida para uma aprendizagem objetivada.

Complementando as características gerais dos trabalhos analisados, no geral os autores buscaram, ao final do processo de investigação, verificar evidências de aprendizagem significativa, por exemplo, por meio da análise de modificações na estrutura cognitiva dos sujeitos participantes, expressas por mapas conceituais, questionários, interação oral com professor e/ou alunos.

A análise de tais trabalhos, tendo como foco esta questão específica IX, permitiu observar que a maioria mencionou sobre indícios de tais transformações, considerando-as como possíveis indicativos de aprendizagem significativa. Trabalhos também mencionaram sobre a persistência de concepções iniciais, expressas por respostas inadequadas do ponto de vista científico, mesmo após a intervenção didático-pedagógica.

De acordo com Moreira (2012), a AS depende de subsunçores e sua construção demanda tempo para ocorrer, pois, requer que o significado seja captado, internalizado, diferenciado e reconciliado, ou seja, ela não é imediata. Por isso, para seu desenvolvimento e concretização faz-se necessário que o sujeito interaja com o objeto de estudo e que, subsunçores mais claros e enriquecidos sejam construídos e/ou transformados. O processo de aprendizagem envolve, desse modo, uma negociação de significados entre docentes e discentes.

Do exposto tem-se que, considerando as delimitações dos objetivos, questões de pesquisa e critérios de exclusão/inclusão, apesar de sua potencialidade para fundamentar teórico-metodologicamente pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza, parece que a TAS não tem sido amplamente utilizada nas pesquisas da área.

Os resultados aqui apresentados abrem margens para investigações de possíveis motivos relacionados a esse aparente baixo emprego da teoria nas pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza, bem como a revisão em demais periódicos, banco de dados e diferentes contextos, com a finalidade de colaborar para construção do panorama da aplicabilidade da TAS para a área e, assim, sua difusão.

Considerações finais

No presente trabalho o objetivo foi verificar como a TAS tem sido utilizada em pesquisas brasileiras da área de Ensino de Ciências da Natureza, por meio de uma revisão sistemática da literatura (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014; MORALLES; BEGO, 2020). A proposta foi contribuir para construção de um panorama do emprego da teoria no cenário brasileiro.

O *corpus* de pesquisa constituiu em 16 artigos selecionados, a partir de uma busca realizada no Portal de Periódicos da CAPES/MEC. Da análise desse *corpus*, construído e limitado em função de questões e objetivos específicos dessa pesquisa, foi possível propor algumas considerações referentes ao emprego da TAS nas pesquisas brasileiras em Ensino de Ciências da Natureza:

Verificou-se que o Ensino de Física correspondeu a área de conhecimento com maior número de trabalhos analisados e o de Biologia a área com menor número;

Observou-se que parece não haver uma tendência de aumento no número de publicações com o passar do tempo, existindo flutuações. No entanto, notou-se a necessidade de uma maior difusão da TAS com a finalidade de que a mesma possa ser utilizada para fundamentar novas pesquisas, por exemplo, no Ensino Superior;

Percebeu-se o pouco uso de tecnologia atrelada a TAS. No entanto, o trabalho realizado por Matos et al. (2019) nos ajuda a ter uma visão mais aprofundada sobre essa relação, em decorrência do levantamento bibliográfico realizado pelos autores referente a utilização de TICs e a obtenção de aprendizagem significativa;

Poucos estudos associando a TAS com jogos (analógicos e digitais) foram encontrados. No que se refere ao emprego de estratégias didáticas, os artigos analisados utilizaram, no geral, da experimentação para promover a aprendizagem significativa;

Evidenciou-se a necessidade de se realizar estudos envolvendo o emprego da TAS para fundamentar pesquisas voltadas para o Ensino Superior;

Os mapas conceituais estavam presentes em muitos dos trabalhos, sendo o instrumento de constituição de dados mais empregado nas pesquisas analisadas. Destacou-se, também, a importância da combinação de diferentes instrumentos de pesquisa;

Inferiu-se, a partir do quantitativo de trabalhos constituintes do *corpus* de pesquisa (16 artigos) em comparação com o quantitativo de trabalhos retornados pela busca no portal de Periódicos da CAPES/MEC (382 artigos com a aplicação de filtros de busca), que a TAS não tem sido amplamente utilizada como referencial principal das pesquisas da área de Ensino de Ciências da Natureza. No entanto, ressalta-se que a análise realizada e as considerações aqui explicitadas se limitam aos trabalhos selecionados via o banco de dados mencionado e com base nos critérios definidos *a priori*, em função das questões e objetivos de pesquisa. Também ressalta-se a existência de importantes trabalhos de natureza teórica, por exemplo, envolvendo a aproximação da TAS com outras teorias ou da TAS com uma dada estratégia didática, bem como propostas de sequências de ensino, mas que por não atenderem aos critérios pré-estabelecidos, não foram incluídos no presente trabalho.

Notas

- ¹ Utilizou-se os descritores escritos entre aspas para buscar artigos no qual a expressão aparece escrita exatamente da forma informada.
- ² Os tópicos de exclusão da busca dos artigos, disponíveis no Portal da CAPES/MEC, foram: I) Para “Aprendizagem Significativa”: Mathematics Education; Mathematics; Mathematical Models; Abstração Reflexionante. Aprendizagem. Engenharia Didática. Modelagem Matemática. Tecnologias Digitais; II) Para “Ausubel”: *Public Health; Mathematics; Public, Environmental & Occupational Health; Engineering, Multidisciplinary; Medicine; Business; Engineering*; Educação em Saúde; *Health Education*; III) Para “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”: *Mathematics Education; Mathematics; Mathematical Models*; Abstração Reflexionante. Aprendizagem. Engenharia Didática. Modelagem Matemática. Tecnologias Digitais.
- ³ Informações disponíveis em: <https://www.apsignificativa.com.br/>. Acesso em 13 set. 2021.
- ⁴ Elaborado no Wordart. Disponível em: <https://wordart.com/nwl5dq0aletg/nuvem-de-palavras>. Acesso em 05 set. 2021.
- ⁵ Disponível em: <http://mapasconceituais.com.br/pesquisa/>. Acesso em 13 set. 2021.
- ⁶ Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>. Acesso em 13 set. 2021.

Referências

ASSIS, Alice et al. Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.12, n.1, p. 61-80, 2012.

ASSIS, Alice; CARVALHO, Fernando Luiz de Campos. A postura do professor em atividades envolvendo a leitura de textos paradidáticos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 3, 2011.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. Psicologia Educacional. 2 ed. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

CAPES. Portal de Periódicos CAPES/MEC. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2021a.

CAPES. Plataforma Sucupira. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>. Acesso em: 17 jul. 2021b.

CASTRO, Matheus Campos de; SIRAQUE, Mateus; TONIN, Lilian Tatiani Dusman. Aprendizagem significativa no ensino de cinética química através de uma oficina problematizadora. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 2, n. 3, p. 151-167, 2017.

CONTIN, Rita de Cássia; BARROS, Marcelo Paes de; GUARREZI, Silvane Tortelli. Uma pesquisa sobre o uso de uma estação meteorológica no ensino de física a fim de observar seus efeitos enquanto unidade de ensino potencialmente significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 119-141, 2020.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: KOLLER, Sílvia. H.; DE PAULA COUTO, Maria Clara P.; HOHENDORFF Jean von. *Manual de Produção Científica*. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 55-70.

DARROZ, Luiz Marcelo et al. Capacitação de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: uma abordagem significativa de conceitos físicos. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 60, n. 3, p. 1-17, 2012.

DARROZ, Luiz Marcelo et al. Mapas Conceituais como Recurso Didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do Ensino Fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 3, p. 82-105, 2014.

GOULART, Guilherme Salgueiro; LEONEL, André Ary. Revisão da literatura sobre o Ensino de Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio: potencialidades a partir da aprendizagem significativa. *Revista Dynamis*, v. 26, n. 1, p. 192-215, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Brasília: MEC. 2021. Disponível em: http://pergamum.inep.gov.br/pergamum/biblioteca/pesquisa_thesouro.php?resolution2=1024_1. Acesso em: 18 jun. 2021.

LOURENÇO, Ariane Baffa et al. Implementação e avaliação de um curso sobre matéria e suas transformações baseado na teoria da Aprendizagem Significativa: uma análise a partir de mapas conceituais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, p. 117-137, 2012.

- MATOS, Jainer Diogo Vieira et al. Aprendizagem Significativa por meio do uso de TICs: levantamento das produções da área de Ensino de 2016 a 2018. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 1, p. 466-475, jul. 2019.
- MORALLES, Vagner Antonio; BEGO, Amadeu Moura. Intersecção entre a formação continuada de professores e as várias tipologias de saberes docentes nas pesquisas brasileiras. *Revista Brasileira Pós-Graduação*, v. 16, n. 35, p. 1-31, 2020.
- MOREIRA, Marco Antonio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo?. *Revista Curriculum*, v. 25, p. 29-56, 2012.
- MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora da UnB, 2006.
- MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas—UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011a.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011b.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria Editora da Física, 2011c.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, n. 6, p. 83-101, 2005.
- MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro Editora, 2010.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Fortes Salzano. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.
- NOVAK, Joseph Donald. Uma teoria de educação. Tradução Marco Antonio Moreira. São Paulo: Pioneira, 1981.
- RONCA, Antonio Carlos Caruso. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. *Temas em Psicologia*, v. 2, n. 3, p. 91-95, 1994. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000300009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 08 set. 2021
- ROSA, Cleci Teresinha Werner da; CAVALCANTI Juliano; PEREZ Carlos Ariel Samudio. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 3, p. 1-23, 2016.

RYZY, Carolini Rosa; CRISOSTIMO, Ana Lúcia. Um jogo didático como proposta de intervenção pedagógica na abordagem sobre o mosquito *Aedes aegypti*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 269-286, 2020.

SANTOS, Graziane Gomes dos; RIBEIRO, Tiago Nery; SOUZA, Divanizia Nascimento. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

SCHITTLER Daniela; MOREIRA Marco Antonio. Física Moderna e Contemporânea no primeiro ano do Ensino Médio: Laser de Rubi um exemplo de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 3, p. 1-24, 2016.

SILVA, Dileize Valeriano da. Reflexões sobre obstáculos epistemológicos e níveis de representação na aprendizagem do conceito de equilíbrio químico. *Revista Ensaio e Pesquisa*, v.14, suplemento especial, 2016.

STANSKI, Carin *et al.* Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. *Hoehnea*, v. 43, n. 1, p. 19-25, 2016.

VIEIRA, Leandro Moreira; NUNES, Marcus Antonius da Costa. Aprendizagem significativa de Física moderna na Educação de Jovens e Adultos: revisão integrativa. *Revista Eletrônica Pesquisa e Educação*, Santos, v. 11, n. 24, p. 265-275, 2020.

VINHOLI JÚNIOR, Airton José. Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para a aprendizagem de conceitos em Botânica. *Acta Scientiarum: Education*, v. 33, n. 2, p. 281-288, 2011.

VOSGERAU, Dilmeire Sant’Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Revista Diálogo Educacional*, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

ZÔMPERO, Andreia de Freitas et al. Atividade investigativa na perspectiva da aprendizagem significativa: uma aplicação no ensino fundamental com a utilização de tabelas nutricionais. *Gondola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias*, v. 9, n. 2, p. 10-21, 2014.