

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE TESES E DISSERTAÇÕES NO PERÍODO DE 2003 A 2022

PROBLEM SOLVING AND MEANINGFUL LEARNING IN PHYSICS TEACHING: SYSTEMATIC REVIEW OF THESES AND DISSERTATIONS IN THE PERIOD FROM 2003 TO 2022

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE TESIS Y DISERTACIONES EM EL PERÍODO 2003 AL 2022

Murilo Lacerda Santos¹
Benedito Gonçalves Eugênio²
Patrícia Martins de Freitas³

Manuscrito recebido em: 24 de fevereiro de 2023.

Aprovado em: 04 de junho de 2024.

Publicado em: 03 de julho de 2024.

Resumo

Este artigo de revisão sistemática objetiva compreender como as teses e dissertações a nível nacional estão produzindo investigações na área de Resolução de Problemas para ensino de Física, observando a abordagem da Resolução de Problemas como método para avaliar o conceito de aprendizagem significativa. O *corpus* de análise foi constituído por meio da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações no período de 2003 a 2022. Para localizar os estudos foram utilizados os seguintes descritores: “resolução de problemas”, “ensino médio”, “Física”. Foi selecionado para o estudo produções específicas da área de Física que tem como campo de pesquisa o Ensino Médio e, que apresentava uma aplicação ou intervenção com alunos, excluindo os trabalhos voltados para a formação de professores e revisão sistemática. Os dados foram analisados a partir da técnica categorial de Laurence Bardin em confluência com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, em que, observou-se que as pesquisas que abordam a metodologia de resolução de problemas no ensino de Física para o ensino médio

¹ Doutorando em Ensino pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Mestre em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais. Integrante do Núcleo de Investigações Neuropsicológicas da Infância e Adolescente.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7397-8083> Contato: mls.ufmg@gmail.com

² Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Professor no Programa de Pós-graduação em Relações Étnicas e Contemporaneidade e no Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5781-764X> Contato: benedito.eugenio@uesb.edu.br

³ Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Professora na Universidade Federal da Bahia. Líder do Núcleo de Investigações Neuropsicológicas da Infância e Adolescente.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2065-1236> Contato: pmfrei@gmail.com

empregam o conceito de aprendizagem significativa concomitante com outros referenciais teóricos que difere do que propõe Ausubel. Ademais, constatou um uso superficial e polissêmico do conceito de aprendizagem significativa, o que sinaliza para a necessidade de um olhar mais atento nas produções que buscam empregá-lo.

Palavras-chave: Ensino médio; Resolução de problemas; Teoria da Aprendizagem Significativa.

Abstract

This systematic review article aims to understand how theses and dissertations at national level are producing investigations in the area of Problem Solving for Physics teaching, observing the Problem Solving approach as a method to evaluate the concept of meaningful learning. The corpus of analysis was constituted through the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations in the period from 2003 to 2022. To locate the studies, the following descriptors were used: “problem solving”, “high school”, “Physics”. Specific productions in the area of Physics were selected for the study, which have High School as their research field and which presented an application or intervention with students, excluding works aimed at teacher training and systematic review. The data were analyzed using Laurence Bardin's categorical technique in confluence with David Paul Ausubel's Theory of Meaningful Learning, in which it was observed that research that addresses problem-solving methodology in teaching Physics for high school employ the concept of meaningful learning concomitantly with other theoretical references that differs from what Ausubel proposes. Furthermore, it found a superficial and polysemic use of the concept of meaningful learning, which signals the need for a closer look at productions that seek to use it.

Keywords: High School; Problem solving; Meaningful Learning Theory.

Resumen

Este artículo de revisión sistemática tiene como objetivo comprender cómo tesis y disertaciones a nivel nacional están produciendo investigaciones en el área de Resolución de Problemas para la enseñanza de la Física, observando el enfoque de Resolución de Problemas como método para evaluar el concepto de aprendizaje significativo. El corpus de análisis se constituyó a través de la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones en el período de 2003 a 2022. Para localizar los estudios se utilizaron los siguientes descriptores: “resolución de problemas”, “escuela secundaria”, “Física”. Se seleccionaron para el estudio producciones específicas en el área de Física, que tengan como campo de investigación la Escuela Secundaria y que presenten una aplicación o intervención con estudiantes, excluyendo trabajos dirigidos a la formación docente y revisión sistemática. Los datos fueron analizados mediante la técnica categórica de Laurence Bardin en confluencia con la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Paul Ausubel, en la que se observó que las investigaciones que abordan la metodología de resolución de problemas en la enseñanza de la Física para la enseñanza media emplean el concepto de aprendizaje significativo de manera concomitante con otros referentes teóricos. eso difiere de lo que propone Ausubel. Además, encontró un uso superficial y polisémico del concepto de aprendizaje significativo, lo que señala la necesidad de profundizar en las producciones que buscan utilizarlo.

Palabras-clave: Escuela secundaria; Solución de problemas; Teoría del aprendizaje significativo.

Introdução

A Resolução de Problemas (RP) é um dos processos cognitivos mais investigados na literatura, principalmente em relação à sua aplicação como prática pedagógica. Segundo Onuchic e Allevato (2011) a pesquisa sobre RP teve destaque com os trabalhos realizados por Polya (1944). Posteriormente, foi operacionalizada por meio de modelos cognitivos e computacionais para melhor compreender como os seres humanos solucionam alguns tipos de problemas (Newell; Simon, 1972).

Dentro de uma temática, a RP possibilita ao aprendiz treinar capacidades cognitivas, tais como atenção, memória e flexibilidade cognitiva, por meio da elaboração de diversas estratégias. A metodologia ativa, denominada de Aprendizagem Baseada em Problemas (APB), tem sido valorizada no contexto educacional para a formação profissional. Contudo, vale ressaltar que APB consolidou seus princípios a partir da metodologia RP no final dos anos 60 (Viana; Lozada, 2020). Estas duas metodologias distinguem-se por:

[...] na RP o professor posiciona-se ao lado do aluno para que ocorra o compartilhamento de suas próprias percepções sobre um problema trazido por ele mesmo, requerendo, como vem destacar Berbel (1998), a aplicação dos conhecimentos e experiências do professor para o auxiliar no desenvolvimento do processo de aprendizagem do aluno, enquanto que na ABP o professor atua como um tutor, estimulando o aluno a encontrar e desenvolver suas próprias estratégias para a resolução de determinados problemas (Viana; Lozada, 2020, p.10).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a RP é um método válido e prático para verificar a compreensão significativa de ideias. Assim, por meio do método de RP, é possível obter evidências de aprendizagem significativa. No entanto, se o aluno não consegue resolver o problema, isso não significa que tenha apenas memorizado mecanicamente. Os autores sugerem que RP é uma tarefa que exige outras competências e habilidades, como flexibilidade e improvisação, nas quais a falha na RP pode estar mais associada a um déficit nestas últimas do que à falta de compreensão significativa. Dessa forma, a ocorrência da aprendizagem significativa pode ser descrita como um processo que:

[...] implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 23).

Assim, é no potencial significativo da tarefa de aprendizagem que se encontra a possibilidade de superar as relações arbitrárias e literais na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, deve-se buscar compreender como não-arbitrária a relação da nova informação com o conhecimento prévio relevante, que seja capaz de incorporar uma mudança substancial e significativa na estrutura cognitiva do sujeito (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Moreira, 2006).

Para que o produto de aprendizagem seja significativo, são estabelecidas algumas condições: as novas informações precisam ser associadas aos conhecimentos prévios relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno; o material de aprendizagem deve ser capaz de estabelecer uma relação adequada com a estrutura cognitiva do aluno de forma não arbitrária e substantiva; assim como, deve haver uma disposição do aluno para a aprendizagem significativa, ou seja, este deve estar predisposto a relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva de forma não arbitrária e substantiva (não literal) (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Diante do exposto, observa-se que, primeiramente, as condições dependem da experiência, dos saberes e da perícia didática do profissional da educação, do aprofundamento teórico e metodológico para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e, posteriormente, projetar materiais didáticos adequados a esses conhecimentos prévios relevantes. Por fim, a condição mais desafiadora é apresentada, pois não depende apenas do professor, mas também do quanto o aluno está disposto a relacionar este novo material à sua estrutura cognitiva.

Fica claro que um material potencialmente significativo não garante o processo da aprendizagem significativa, já que depende de um significado lógico. Ademais, a relação entre significado e aprendizagem significativa é integrativa, pois, a cada novo significado adquirido como produto da aprendizagem significativa, são incorporadas mudanças no nível anterior, no qual surgem significados adicionais que serão a base para a conquista de outros significados, o que alimentará o processo (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Moreira, 2006).

Este artigo de revisão sistemática tem como objetivo compreender como as teses e dissertações a nível nacional têm contribuído para as investigações na área de resolução de problemas para o ensino de Física, com foco na abordagem da Resolução de Problemas como método para avaliar o conceito de aprendizagem significativa.

Metodologia

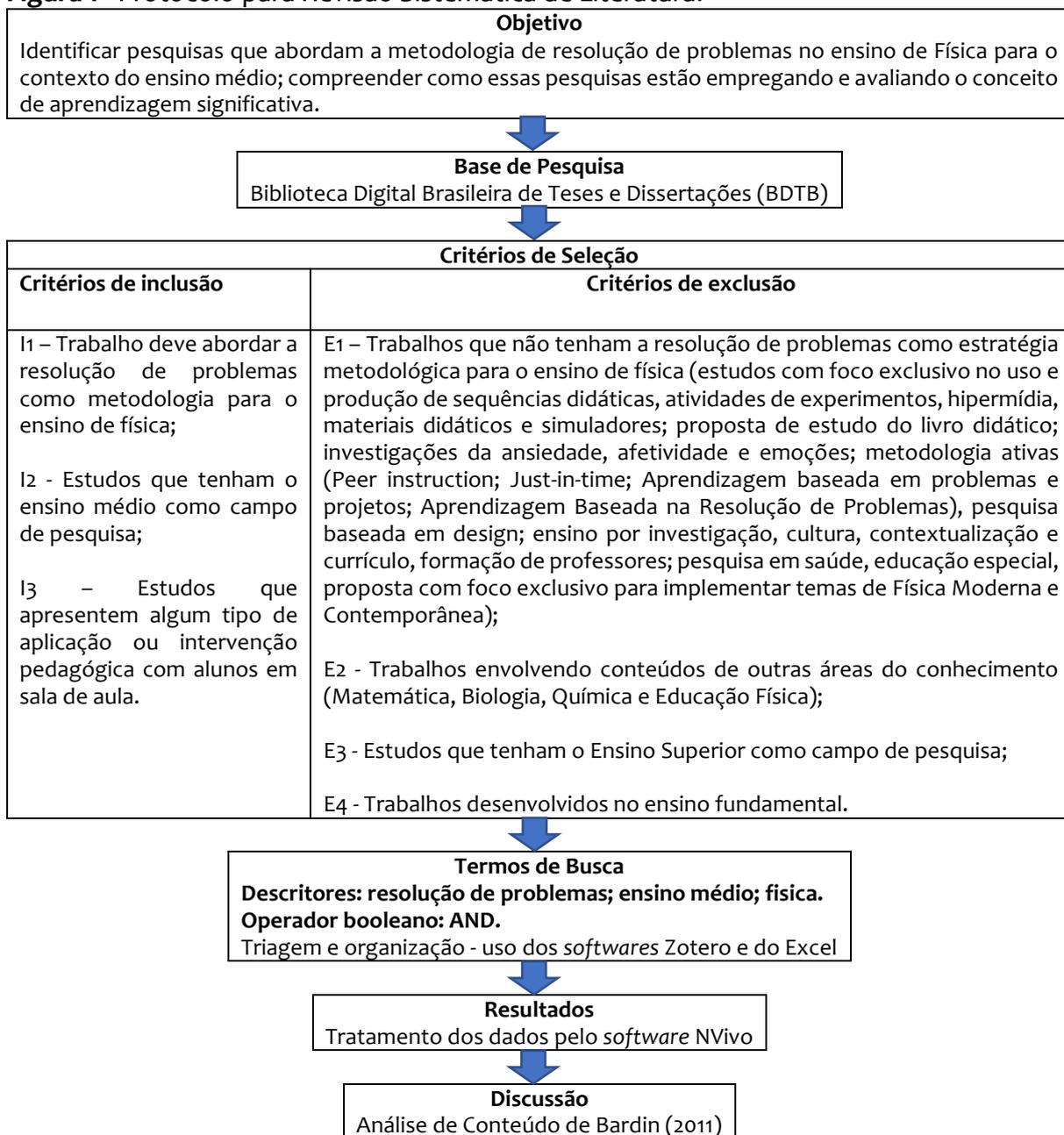
Este estudo foi desenvolvido por meio da pesquisa bibliográfica utilizando o método da revisão sistemática, o qual busca nos estudos primários sua base de dados. Esse delineamento de pesquisa visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências de modo que outros possam reproduzir o procedimento (Galvão; Pereira, 2014). As diretrizes do PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises), conforme proposto por Moher *et al.* (2009), serviram de base para a elaboração do protocolo de revisão (Figura 1), que sistematizou como será realizada a busca: os objetivos de pesquisa, a base de dados, os critérios de elegibilidade, os descritores e operadores booleanos, formas de organização, apresentação e discussão dos resultados.

Apesar da abrangência da temática “resolução de problemas”, a opção “busca avançada” na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTB) permitiu estreitar o campo de pesquisa com os descritores “Ensino Médio” e “Física”, o que possibilitou uma delimitação do objeto de estudo, utilizando também o operador booleano AND. Os trabalhos localizados estão no intervalo de tempo compreendido entre 2003 e 2022, sendo realizada uma triagem e organização por meio do uso dos *softwares* Zotero e do Excel. Para tratamento dos dados, utilizou-se o *software* NVivo como ferramenta de geração de resultados, dentro do período de teste de 14 dias. A análise de dados gerados ocorreu por meio do método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (2011).

A primeira etapa foi a identificação e organização dos dados para constituir o *corpus* de pesquisa. Segundo Bardin (2011), o *corpus* é o conjunto de documentos sistematizados e submetidos aos procedimentos analíticos. Desta forma, utilizando o protocolo (Figura 1), iniciou a busca na BDTD em 9 de agosto de 2022 e o operador booleano “AND” para combinar os descritores “resolução de problemas”, “Ensino Médio”, “Física”. Saliento que

foram testadas outras expressões para “resolução de problemas”, tais como: “solução de problemas”, “situações problemas” e “problematização”. Contudo, essas expressões não localizavam os trabalhos que abordavam a resolução de problemas como metodologia no ensino de Física. Assim, optou-se pela expressão consolidada na literatura “resolução de problemas”.

Figura 1 - Protocolo para Revisão Sistemática de Literatura.



Foram localizados 113 trabalhos entre dissertações e teses (Figura 2), cujos dados foram exportados para o Excel e para o gerenciador de referência do Zotero. Em seguida, realizou-se uma leitura flutuante dos resumos das pesquisas pré-selecionadas com o objetivo de selecionar os estudos para análise. Vale ressaltar que a *leitura flutuante* é o primeiro contato com os dados, permitindo uma primeira percepção das mensagens nelas contidas (FRANCO, 2005). Para este fim, os critérios de inclusão e exclusão definidos *a priori* foram decisivos (Figura 3).

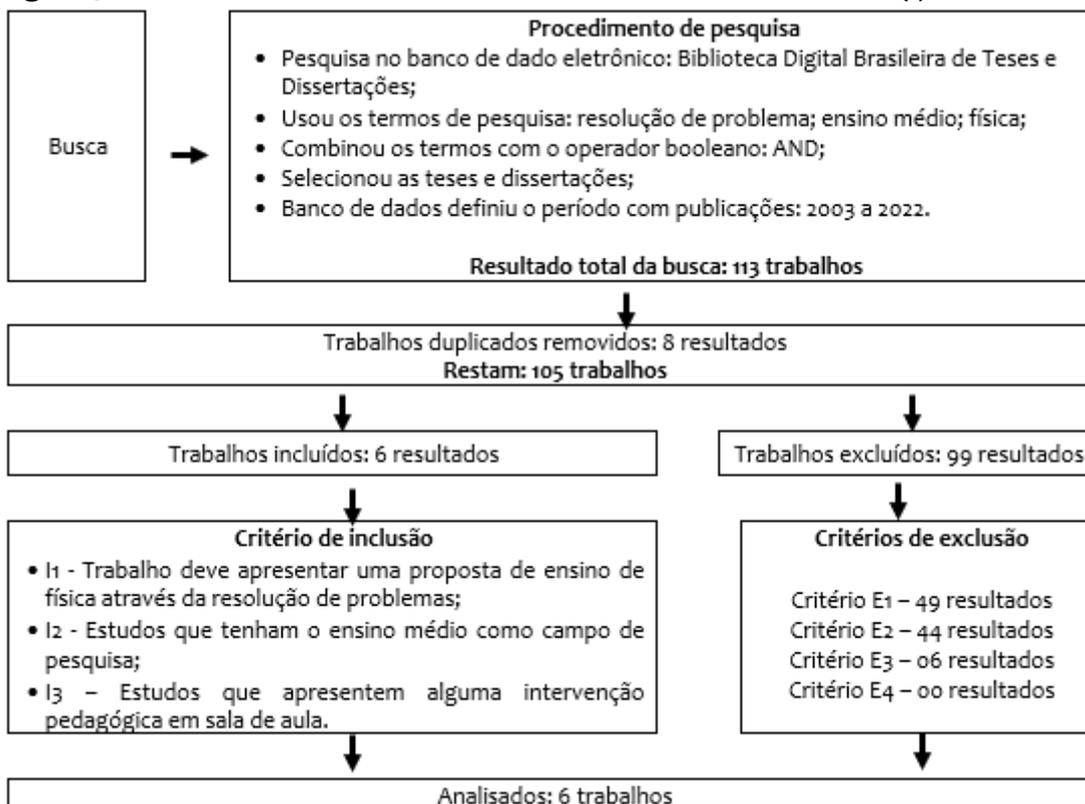
Figura 2 - Detalhamento da busca na base de dados da BDTD.



Dos 6 estudos selecionados, cinco eram dissertações (D) e uma era tese (T). Para a constituição do *corpus* de análise não precisou recorrer às produções na íntegra durante a triagem, uma vez que os critérios de inclusão e exclusão foram suficientes para esse recorte (Figura 3).

Os trabalhos foram importados do Zotero para o NVivo, resultando na classificação das referências com os metadados, e estabeleceu-se um código para cada trabalho (Quadro 1), sendo classificados como D1, D2, D3, D4, D5 e T1.

Figura 3 - Refinamento da busca utilizando os critérios de inclusão (I) e exclusão (E).



Quadro 1 - Pesquisas selecionadas: título e autor(a).

Código	Título	Autor(a)
D1	Resolução de problemas em oscilações e ondas: uma abordagem para o ensino médio	Nero, Harnye Del
D2	Resolução de problemas abertos: uma proposta para o ensino de física quântica	Batista, Giovana Espíndola
D3	A resolução de Problemas como estratégia didática para a Compreensão de Conceitos de Física no Ensino Médio	Silva, Renally Gonçalves da
D4	Uma alternativa para o ensino da dinâmica a partir da resolução qualitativa de problemas	Facchinello, Carla Simone
D5	Elaboração de um guia com estratégias para resolução de problemas de mecânica visando aprendizagem significativa dos alunos do 1º ano do ensino médio	Aguiar, Josafá Carvalho
T1	Resolução de problemas abertos para aprendizagem de física no ensino médio na perspectiva da modelagem didático-científica	Oliveira, Vagner

Resultados e Discussões

Através do recurso do *software* NVivo foi possível verificar os temas que se repetem com frequência nos textos, a consulta acessou diretamente os documentos para verificar as 100 palavras de maior ocorrência (Figura 4).

Quadro 2 - Fundamentação teórica, abordagem e instrumentos.

Código	Fundamentação Teórica	Abordagem/ Instrumentos
D1	Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993) Aprendizagem Significativa de Ausubel (1982) Teoria Construtivista de Vigostky (1994)	Qualitativa/Questionário; Análise da RP
D2	Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1981) Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980)	Qualitativa/Questionário; Análise da RP
D3	Teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (?)	Qualitativa/Questionário; Análise da RP
D4	Teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1993, 1996) Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980) Teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget (1989) Teoria Construtivista de Vigostky (1987)	Qualitativa/Entrevista; Análise da RP
D5	Aprendizagem Significativa de Ausubel (1961, 1968, 1978, 2003)	Qualitativa/Questionário; Observação; Análise da RP
T1	Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1993, 1996, 2012, 2013) Visão epistemológica sobre a construção da Ciência (epistemologia de Bunge)	Qualitativa/Entrevista; Observação; Análise da RP

O resultado apresentado no quadro 2 confirmou nos estudos a predominância dos referenciais teóricos previstos pela nuvem de palavras. Contudo, a palavra “Ausubel” não aparece nas 100 palavras de maior ocorrência, apenas “Moreira” e “Vergnaud”.

Em decorrência das primeiras explorações, surgiram as hipóteses: os autores dos trabalhos acessaram a teoria de Ausubel por meio das obras de Marcos Antonio Moreira. Uma justificativa para esta hipótese é que, na literatura, Marco Antonio Moreira é referência brasileira no assunto e no referencial de aprendizagem significativa. Em seguida, foi realizada uma consulta no NVivo para verificar qual autor, entre “Ausubel” e “Moreira”, era mais citado nos trabalhos (Tabela 1).

Tabela 1 - Consulta de pesquisa para ocorrência do termo “Moreira” e “Ausubel”.

Nome	Na pasta	Moreira		Ausubel	
		Referências	Cobertura (%)	Referências	Cobertura (%)
D1	Arquivos	20	0,06	12	0,04
D2	Arquivos	09	0,02	06	0,01
D3	Arquivos	32	0,06	-	-
D4	Arquivos	97	0,10	19	0,02
D5	Arquivos	15	0,03	58	0,13
T1	Arquivos	09	0,01	-	-

Os resultados da tabela 1 apontam que “Moreira” é o autor citado em todos os estudos e apresenta uma maior ocorrência de citação, exceto no estudo D5, que aborda exclusivamente a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Além disso, os estudos

D3 e T1 não constam citações de Ausubel. Em decorrência deste fato iniciou-se a verificação da ocorrência exata da palavra “aprendizagem significativa” direto nos textos, já que este conceito é central na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Tabela 2).

Tabela 2 - Consulta de pesquisa para ocorrência do termo “aprendizagem significativa”.

Nome	Na pasta	Referências	Cobertura (%)
D1	Arquivos	11	0,13
D2	Arquivos	14	0,09
D3	Arquivos	02	0,01
D4	Arquivos	27	0,10
D5	Arquivos	64	0,53
T1	Arquivos	04	0,01

Os resultados apontam a presença da expressão “aprendizagem significativa” em sua correspondência exata em todos os trabalhos, com maior destaque no trabalho D5 (Tabela 2). Isso evidencia que o conceito da aprendizagem significativa é usado em outros referenciais teóricos diferentes da sua teoria de origem (Quadro 2). O que também foi verificado por meio da leitura flutuante nas pesquisas D1, D2, D3, D4 e T1, elas empregam a expressão aprendizagem significativa concomitantemente com outros referenciais teóricos, com exceção do estudo D5. Esse fato tornou-se interessante porque a palavra “aprendizagem significativa” não faz parte dos descritores utilizados na busca. Além disso, ela aparece apenas no título e nas palavras-chave de um único trabalho - D5 (Quadro 3).

Quadro 3 - Palavras-chave e ano dos trabalhos selecionados.

Código	Palavras-chave	Ano
D1	Resolução de problemas. Oscilações e ondas. Ensino	2007
D2	Resolução de problemas abertos. Ensino de Física. Física Quântica	2019
D3	Resolução de problemas. Leis de Newton. Teoria dos Campos. Conceituais de G. Vergnaud	2016
D4	Resolução qualitativa de problemas. Campos conceituais. Linguagem verbal	2008
D5	Estratégias. Resolução de problemas e ensino de física. Aprendizagem significativa	2011
T1	Resolução de problemas, problemas abertos de física, modelagem científica.	2018

A partir deste primeiro momento, formulou-se algumas hipóteses: as teses e dissertações na literatura brasileira podem estar fazendo um uso superficial do conceito de aprendizagem significativa; o conceito de aprendizagem significativa pode estar assumindo um sentido polissêmico nos estudos; a teoria de Ausubel está sendo acessada por meio das obras de Marco Antonio Moreira.

Por meio destas descobertas e hipóteses levantadas, surgiram as seguintes perguntas de pesquisa: como o conceito de aprendizagem significativa está sendo empregado nas dissertações e teses na literatura brasileira que abordam a resolução de problemas como metodologia no ensino de Física? E porque Marcos Antonio Moreira é o autor mais citado nos trabalhos? O que levou estudos que não abordam a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel usar um construto tão específico em seus trabalhos? Para validar o termo “aprendizagem significativa” como categoria de análise foi realizado no NVivo uma codificação automática, que gerou os temas e subtemas (Figura 5).

Figura 5 - Codificação automática de temas e subtemas no NVivo.

	Temas	Menções
<input checked="" type="checkbox"/>	ensino	112
<input checked="" type="checkbox"/>	questão	103
<input checked="" type="checkbox"/>	aprendizagem	101
<input checked="" type="checkbox"/>	aprendizagem construtivista	6
<input checked="" type="checkbox"/>	aprendizagem efetiva	6
<input checked="" type="checkbox"/>	aprendizagem significativa	5
<input checked="" type="checkbox"/>	aprendizagem mecânica	4

As categorias (temas) e subcategorias (subtemas) que foram validadas pelo NVivo estão compatíveis com o objetivo e problema de pesquisa, além disso, validou os termos “aprendizagem” e “aprendizagem significativa” sugeridos na nuvem de palavras. Este processo não aconteceu apenas com o uso do *software*, foi necessário constante idas e vindas da teoria ao material de análise, sendo um processo não linear.

Por fim, foi escolhido o tema/categoria: “aprendizagem” e os subtemas/subcategorias de maior ocorrência: “aprendizagem significativa”, “aprendizagem construtivista”, “aprendizagem efetiva” (Figura 5). Ademais, a subcategoria “aprendizagem significativa” foi refinada na construção de uma matriz de critérios (subcategorias) para seu emprego e avaliação a partir das leituras realizadas da teoria de Ausubel. Desta forma, seguem as categorias de contexto e de análise adotadas no processo de codificação dos trabalhos (Quadro 4).

Diante do exposto, vale salientar que um conjunto de categorias satisfatórias deve incluir: exclusão mútua que depende da homogeneidade das categorias, isto é, um registro não pode existir em mais de um conjunto categorial, o qual deve conter apenas uma dimensão de análise; pertinência, ou seja, esta categoria deve ser compatível com o material de análise e ao referencial teórico definido; objetividade e fidedignidade, em que aponta que o material devem ser codificado da mesma maneira, mesmo se submetido a várias análises; e produtividade, a qual vai estabelecer se as categorias produtivas são aquelas que possibilita resultados significativos (FRANCO, 2005).

Quadro 4 - Categoria e subcategorias de análise e refinamento da subcategoria aprendizagem significativa (SC1).

Categoria		Subcategoria	
C1	aprendizagem	SC1	aprendizagem significativa
Subcategorias		Refinamento da subcategoria SC1*	
SC1	aprendizagem significativa	SC1.1	Emprego do conceito de aprendizagem significativa: O estudo emprega em sua investigação o conceito de aprendizagem significativa para analisar os resultados da intervenção?
SC2	aprendizagem construtivista	SC1.2	Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos: A pesquisa selecionada apresenta estratégia e instrumento para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos?
SC3	aprendizagem efetiva	SC1.3	Descrição de como o material foi adequado aos conhecimentos prévios dos alunos: A pesquisa relata como planejou e adaptou o material de aprendizagem segundo os conhecimentos prévios dos alunos?
		SC1.4	Estratégias que busque motivar o aluno durante a proposta de resolução de problemas: A pesquisa apresenta alguma estratégia no desenvolvimento da metodologia que busca motivar o aluno ao longo da intervenção?
		SC1.5	Instrumento para avaliar a aprendizagem significativa: A pesquisa apresenta algum instrumento padronizado e validado na literatura para avaliar a aprendizagem significativa em um contexto diferente do material de aprendizagem, isto é, não utilizando os relatos ou análises das soluções dos problemas?
		SC1.6	Evidências de aprendizagem significativa: A pesquisa selecionada relata alguma evidência de aprendizagem significativa?
*Matriz de critérios levantados pelo autor com base na teoria de Ausubel para emprego, monitoramento e avaliação da aprendizagem significativa			

Na fase de exploração do material se inicia o procedimento de codificação em duas etapas: seleção de regras de contagem – a enumeração e a escolha de unidades de registro – recorte. Em seguida realiza a classificação e agrupamento pelo sentido semântico (temas e subtemas). No primeiro momento o interesse não foi a descrição dos conteúdos em si,

mas os aspectos técnicos e metodológicos dos estudos. Com o suporte da técnica de Bardin (2011) verifica-se a “presença” e a “ausência” dos critérios estabelecidos na matriz (Quadro 4) construída segundo a Teoria de Ausubel como regra de enumeração (Quadro 5).

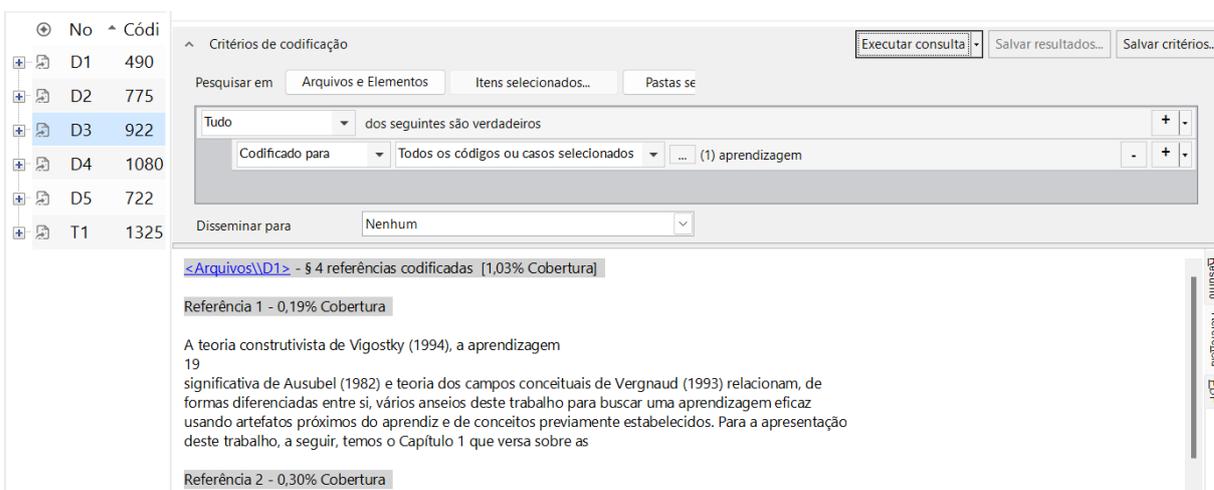
Quadro 5 - Ocorrência das subcategorias de SC1 nas pesquisas analisadas.

Aprendizagem significativa	Pesquisas analisadas					
	D1	D2	D3	D4	D5	T1
SC1.1	*	*		*	*	*
SC1.2		*		*	*	
SC1.3		*			*	
SC1.4					*	
SC1.5					*	
SC1.6					*	*

* ocorrência de critérios levantados pelo autor com base em Ausubel para emprego, monitoramento e avaliação da aprendizagem significativa.

Em um segundo momento da exploração do material, utilizando a opção “consulta de pesquisa de texto” no NVivo para um contexto amplo com correspondência exata da palavra “aprendizagem” (categoria de contexto), foi possível gerar um arquivo para cada documento (Figura 6), onde foi identificado o menor fragmento que faz sentido para o pesquisador, denominado unidades de registro. Dessa forma, os recortes a nível semântico buscaram estabelecer adequação às características do material e aos objetivos da análise (Bardin, 2011).

Figura 6. Consulta de pesquisa de texto.



Em seguida, as unidades de registro foram sistematizadas e agrupadas em um quadro matricial segundo as categorias de análise, sempre tendo em vista as que confirmam ou modificam aquelas presentes nas hipóteses e no referencial teórico proposto. Durante o processo de ida e vinda entre a teoria e os dados, as categorias foram se consolidando. A definição da categoria “aprendizagem significativa” seguiu o conceito do referencial teórico utilizado, enquanto as outras categorias foram fundamentadas nas descrições relativas aos temas (Figura 6).

A terceira fase envolveu inferência e interpretação por meio dos dados codificados no quadro matricial e do referencial teórico, passou assim à interpretação de conceitos e proposições. As interpretações que levaram às inferências iniciaram-se nas pesquisas T1 e D3, pois ambas não abordam a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Quadro 2) e não apresentam nenhuma citação de Ausubel, mas acessam o conceito “aprendizagem significativa” por meio de Moreira e outros autores (Tabela 1). Ainda foi possível constatar que os dois estudos não apresentaram um aprofundamento sobre o construto:

T1: [...] esse tipo de comentário reforça a ideia de que ensinar Física com ênfase em resolução de listas de exercícios/problemas fechados não conduz, necessariamente, a uma aprendizagem significativa (Oliveira, 2018, p. 90).

T1: [...] o que mais apresentou contribuições significativas a esse problema, lançou algumas hipóteses, como a de igualar a energia cinética do projétil ao trabalho de uma força constante, a de conservação de energia cinética e a de conservação da quantidade de movimento. Todos os caminhos de solução buscados por esses estudantes apresentavam equívocos [...] (Oliveira, 2018, p. 97).

D3: Segundo Gagné apud Costa e Moreira (1996), para a RP o aprendiz utiliza uma combinação de regras, que já foram aprendidas anteriormente por ele, e que pode ser utilizada para resolver uma situação nova. ‘Este processo deve favorecer a aprendizagem significativa na medida em que propicia uma reorganização da informação e do conhecimento armazenado na estrutura cognitiva do sujeito’ [...] (Silva, 2016, p. 14).

Percebe-se que o estudo D3 usou a expressão, “[...] utiliza uma combinação de regras para RP, que já foram aprendidas [...]” (Silva, 2016, p. 14), o que difere do entendimento apresentado por Gagné (apud Costa; Moreira 1996, p. 177) “um processo pelo qual o aprendiz descobre uma combinação de regras anteriormente aprendidas que ele pode aplicar para atingir uma solução para uma situação problemática nova”. Assim,

trocar a palavra “descobre” por “utiliza” acaba se distanciando do processo imbricado pelo conceito de aprendizagem significativa. Além disso, o artigo citado Costa e Moreira (1996) apresenta apenas um parágrafo com a expressão aprendizagem significativa em sua correspondência exata, o que sugere a necessidade de leituras complementares para apropriação do conceito, caso contrário corre o risco de um uso superficial.

Analisando as unidades no estudo T1, verifica-se que os processos citados não garantem que as novas informações vão interagir com conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno para gerar novos significados. O mesmo acontece para o fato de utilizar uma combinação de regras que já foi aprendida, uma vez que este processo leva a uma associação arbitrária e literal, colaborando assim, para uma aprendizagem mecânica (automática). Já no caso da aprendizagem por descoberta, um tipo de aprendizagem significativa, o aluno deve reagrupar as informações, integrá-las à sua estrutura cognitiva para poder reorganizar e modificar a combinação integrada (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 23).

Os fragmentos citados, juntamente com a ocorrência dos critérios segundo à teoria de Ausubel (Quadro 5), sugeriram que o uso do conceito “aprendizagem significativa” nos estudos se distanciou da proposta de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), tanto na perspectiva conceitual, quanto metodológica. Pois, segundo as leituras apontam, se trata de um construto específico, sua operacionalização leva a um caminho metodológico de como pensar e empregar o material educacional para estabelecer um significado lógico. Não operacionalizar e avaliar como um processo cognitivo, pode inviabilizá-lo como dispositivo teórico para fazer uma leitura do fenômeno educacional, uma vez que o conceito passa a ser usado como um “acessório”, se afastando do seu referencial teórico e, se tornando cada vez mais dispensável. Ademais, as unidades que se referem a contribuições significativas estão mais próximas de uma aprendizagem mecânica (automática).

Já o estudo T1 não aprofunda no conceito de “aprendizagem significativa”, mas ao cruzar as subcategorias, verifica-se que o fragmento que mais se aproxima do conceito de aprendizagem significa segundo Ausubel seria o seguinte trecho:

T1: [...] aprendizagem construtivista enfatiza a criação de significado pessoal, com o sujeito buscando intencionalmente relacionar novas ideias com experiências e construções de conhecimento prévias. Uma das maneiras mais viáveis de criar um ambiente propício para tal é a partir da implementação de problemas abertos (Oliveira, 2018, p. 119).

Assim, observa-se uma aproximação da expressão “aprendizagem construtivista” do conceito de “aprendizagem significativa”, ainda que distante da sua Teoria de origem. Contudo, a expressão “aprendizagem construtivista” é um conceito muito abrangente, englobando assim, outras concepções e processos das teorias construtivistas. Constatou-se também nos estudos uma tendência em universalizar a expressão “aprendizagem significativa” como algo comum a outras teorias construtivistas, o que pode levar a equívocos.

Destarte, durante as leituras, assumiu-se uma interpretação de que o conceito de aprendizagem significativa, à luz da teoria de Ausubel, é um processo específico e bem definido, que se vincula a um componente específico e relevante da estrutura cognitiva do aluno, não podendo, assim, ser generalizado nem relativizado para outros processos, capacidades e habilidades. O mau uso da expressão “aprendizagem significativa” pode deixar margem para outros significados. Além disso, nas análises das unidades de registro, percebe-se que a expressão “aprendizagem significativa” se aproxima da ideia de “algo a se alcançar”, como um benefício que se pretende atingir. No entanto, o processo imbricado neste construto tem início, meio e fim, onde a falta do seu aprofundamento teórico condiciona uma não apropriação do conceito, deixando de ser um dispositivo teórico capaz de acionar uma leitura do fenômeno educacional.

As pesquisas D1 e D2 apresentam três e dois referenciais teóricos, respectivamente, entre eles, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Quadro 2). Além disso, verifica-se uma predominância de citações referentes a Moreira (Tabelas 1). Os estudos buscam empregar a expressão aprendizagem significativa para compreender a intervenção (Quadro 5), contudo, não apresentam um aprofundamento teórico metodológico referente a “aprendizagem significativa”, o que pode ser inferido através das unidades de análises:

D1: [...] até que ponto a apropriação de uma parte do conteúdo proposto, será por ele utilizado no seu cotidiano, pois, como é citado por Ausubel (1983), a aprendizagem significativa só existe quando incorporado no seu cotidiano (Nero, 2007, p. 27).

[...] Ausubel (1982) propõe a aprendizagem significativa, que por si deve fazer parte do aluno, ele deve incorporar o que aprende na sua vida e fazer uso na sua vivência (Nero, 2007, p. 68).

D2: [...] a aprendizagem de resolução de problemas permite desenvolver várias habilidades que oportunizam aprendizagens significativas, permitindo cada vez mais autonomia ao aluno sobre as formas de resolução (Batista, 2019, p. 25).

Neste sentido, os objetivos específicos deste trabalho são: e) Testar a estratégia como aprendizagem significativa (Batista, 2019, p. 26).

[...] o ensino através de problemas abertos pode representar a elaboração de uma sequência didática significativa, problematizadora, contextualizada, que estimula a aprendizagem através do desenvolvimento da pesquisa, tão importante para a vida cotidiana, acadêmica e científica (Batista, 2019, p. 22).

A expressão “aprendizagem significativa” passa a ser condicionada ao cotidiano do aluno e se apresenta como algo intrínseco ao sujeito, o que acaba restringindo o sentido original do construto. Assim, quando empregada, a expressão é frequentemente pensada como um produto final ou uma meta a alcançar e, às vezes, se confunde até com a própria estratégia/metodologia. Contudo, ela não é pensada como um processo cognitivo específico ligado à estrutura cognitiva existente, no qual os resultados das interações de forma não arbitrária e substantiva levam a um produto (novos significados).

A construção de novos significados envolve um processo no qual uma nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva prévia de forma substantiva e não arbitrária. Entende-se por estrutura cognitiva um conjunto de conceitos, ideias, bem como, sua organização. Para exemplificar:

Um estudante pode aprender a lei de Ohm, que afirma que a corrente em um circuito é diretamente proporcional à voltagem. Entretanto, essa proposição não poderá ser aprendida significativamente a menos que o estudante saiba previamente o significado dos conceitos de corrente, voltagem, resistência, direta e inversamente proporcional, e a menos que tente relacionar estes conceitos como estão indicados na lei de Ohm (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 36).

Assim, aprender significativamente não só existe quando incorporado no seu cotidiano, mas quando novos significados são incorporados à estrutura cognitiva do aluno. Ademais, a teoria também apresenta tipos de aprendizagem significativa: Aprendizagem

representacional que se refere à produção de significados de palavras ou símbolos unitários e a aprendizagem proporcional, ao significado de ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças.

Portanto, verificou-se que o emprego raso do construto, juntamente com o uso de diversas outras expressões (aprendizagem construtivista, aprendizagem efetiva, aprendizagem eficaz), é apresentado nos textos com certa proximidade, sendo difícil fazer uma distinção clara. Dessa forma, um sentido polissêmico pode ser facilmente atribuído ao longo das leituras.

D1: A teoria construtivista de Vigostky (1994), a aprendizagem significativa de Ausubel (1982) e teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1993) relacionam, de formas diferenciadas entre si, vários anseios deste trabalho para buscar uma aprendizagem eficaz usando artefatos próximos do aprendiz e de conceitos previamente estabelecidos (Nero, 2007, p. 19 e 20).

D2: Através da resolução de questões abertas, espera-se desenvolver uma aprendizagem efetiva (Batista, 2019, p. 68).

D3: Moreira (2002) trata também sobre a relação que deve existir entre o desenvolvimento cognitivo dentro de um campo conceitual pelo estudante e a mediação do professor no processo. Para elaborar novos esquemas, o estudante precisa de novos invariantes operatórios, assim, o professor que comumente usa palavras, símbolos e sentenças para suas explicações e questionamentos, tem o dever de prover o estudante de situações que o levem a uma aprendizagem efetiva (Silva, 2016, p. 34).

Os estudos D4 e D5 apresentaram um aprofundamento teórico sobre a aprendizagem significativa. Contudo o estudo D5 foi o que buscou empregá-lo para compreender o fenômeno educacional, não o utilizando como um “acessório”. Apesar das poucas e moderadas evidências:

D4: O objetivo desta atividade é verificar como os alunos se comportavam frente a diferentes formas de apresentação dos enunciados, o uso das linguagens verbal e formal na resolução, os esquemas utilizados e a ocorrência de aprendizagem significativa ou de aprendizagem meramente mecânica. Os alunos opinaram sobre as apresentações em entrevistas (são mais de 11 horas de entrevistas gravadas) (Facchinello, 2008, p. 73).

[...] o aluno possa falar/escrever em linguagem verbal nas suas resoluções possibilitou maior motivação da turma, participação nas aulas, uma aprendizagem mais consistente e significativa [...] (Facchinello, 2008, p. 114).

D5: [...] pode-se constatar que um percentual de 65% das duplas se comprometeram a resolver a questão, e isso nos mostra de forma clara e positiva que os alunos apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa (Aguiar, 2011, p. 70).

[...] ao se fazer esta equiparação, os alunos demonstraram conhecer caminhos diversos de resolução da situação problema, isto é, mostraram sinais evidentes de uma aprendizagem significativa (Aguiar, 2011, p. 78).

Os estudos não buscam isolar o processo alvo do construto (aprendizagem significativa), para assim poder avaliá-lo através de um instrumento validado ou não (Quadro 5). O risco de avaliar um processo cognitivo por meio de relatos ou análise das resoluções de problemas é incluir outros processos, habilidades ou capacidades, tais como: flexibilidade, planejamento, memória ou raciocínio, como observados nas unidades acima. Visto que é um desafio verificar a ocorrência da aprendizagem significativa, pois implica no domínio de novos significados claros, diferenciados e transferíveis. Ademais, os testes de compreensão de tal conhecimento precisam se distanciar do contexto em que o material de aprendizagem foi trabalhando. Uma vez que, se tentar testar por meio dos relatos das características de um conceito ou elementos de uma preposição, corre o risco de o aluno responder verbalizações memorizadas mecanicamente (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Considerações Finais

Ao iniciar a revisão sistemática não foi elaborada nenhuma hipótese ou categoria *a priori*, pois se deixou envolver por uma primeira percepção das mensagens contidas nos dados. Assim, na busca pelas mensagens implícitas surgiu a categoria de contexto e de análise. A primeira categoria de análise sugerida na nuvem de palavras e validada na autocodificação foi “aprendizagem significativa”, mas esta categoria/palavra não fazia parte dos descritores de busca. Esse foi o fato que motivou investigar sua ocorrência em todos os trabalhos e, o porquê desta ocorrência.

Em primeiro lugar constatou que o autor mais lido e citado nas dissertações e tese nacionais que investigam a temática “resolução de problemas no ensino de Física” é Marco Antonio Moreira, pois o autor é referência brasileira no assunto de aprendizagem significativa. Além disso, observou um uso superficial da expressão “aprendizagem

significativa”, que em alguns momentos assumia um sentido polissêmico, tornando-o muito abrangente ou muito restritivo. Tal fato distancia o conceito de sua teoria de base, dando assim, uma ideia de um “produto” ou “resultado final”, ao invés de um processo como proposto por Ausubel. Ademais, a não apropriação do construto inviabiliza seu uso como dispositivo teórico para pensar o fenômeno educacional.

Uma hipótese levantada para explicar este fato está no referencial teórico mais utilizado nos trabalhos, “Teoria dos Campos Conceituais de Vergnud”, no qual a maioria das obras citadas era do autor Marco Antonio Moreira, as quais buscam um ponto de convergência entre o conceito aprendizagem significativa com outros referenciais teóricos, principalmente, com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnud (Moreira; Caballero; Rodríguez, 1997; Moreira, 2002). Portanto, realizar leituras apenas das obras que apresentam um caráter multirreferencialidade ou interreferencialidade torna-se mais complexo e desafiador, já que acionam e operacionalizam vários construtos de referenciais teóricos diferentes. Assim, os autores que empregam o conceito de aprendizagem significativa precisam acessar as obras que aprofundam na teoria de Ausubel (1980) ou na obra de Moreira (2006) - *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*, para não correr o risco de atribuir outros sentidos em um emprego superficial do conceito.

Mesmo nas dissertações com aprofundamento teórico, torna-se visível a dificuldade de identificar evidências da aprendizagem significativa. Acredita-se que isso decorra da complexidade da interação nos processos cognitivos relacionados a este construto e a falta de um instrumento para testar tal processo. Apesar da teoria de Ausubel ter mais de 40 anos, pouco tem avançado no desenvolvimento de testes/instrumentos que possam avaliar a aprendizagem significativa como um construto alvo. A dificuldade pode residir na falta de um modelo cognitivo, pois, segundo Moreira (2006) a ideia de Ausubel de interação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios pouco diz como ocorre essa interação.

Verificou-se uma alta similaridade entre os estudos, o que reflete uma baixa variabilidade técnica, teórica, metodológica para compreender o fenômeno. A predominância de modelos construtivistas de aprendizagem nas dissertações e teses a

nível nacional na área de resolução de problemas para o ensino de Física reflete um déficit no campo de pesquisa no que tange novas possibilidades de investigações. Visto que outras revisões no levantamento de artigos da literatura internacional na área de resolução de problemas no ensino de ciências identificaram uma predominância da teoria do processamento de informações (TPI) como base teórica (Costa; Moreira, 1997; Fávero; SOUSA, 2001). Logo, verifica-se que apesar da TPI se destacar na década 60/70, ainda é pouco empregada nas dissertações e teses na literatura brasileira que abordam a metodologia de resolução de problemas no ensino de Física para o contexto do ensino médio.

Referências

AGUIAR, J. C. **Elaboração de um guia com estratégias para resoluções de problemas de mecânica visando a aprendizagem significativa dos alunos do 1º ano do ensino médio**. 2011. 88p.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ALVES, D.; FILHO, D. F.; HENRIQUE, A. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, v.24, n.2, p.119-134, 2015.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, G. E. **Resolução de problemas abertos: uma proposta para o ensino de Física Quântica**. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2019.

BERBEL, N. A. N. **Metodologia da problematização: experiências com questões de ensino superior**. Londrina: EdUEL, 1998.

CÂMARA, R. H. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, v.6, n.2, p.179-191, 2013.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de Problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.2, p.176-192, 1996.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.2, n.3, p.153-184, 1997.

FACCHINELLO, C. S. **Uma alternativa para o ensino da dinâmica a partir da resolução qualitativa de problemas**. 2008. 177p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FÁVERO, M. H.; SOUZA, C. M. S. G. S. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.6, n.2, p.143-196, 2001.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2 ed. Brasília: Líber Livro, 2005.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.23, n.1, p.183-184, p.7-29, 2014.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN D. G. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA (versão traduzida). **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.24, n.2, p.335-342, 2015.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. 2006. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasica/visaocritica.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.1, 2002.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. P. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**, p.19-44, 1997.

NERO, H. D. **Resolução de problemas em oscilações e ondas: uma abordagem para o ensino médio**. 2007. 87p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física e Matemática) - Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

NEWELL, A.; SIMON, H. A. **Human Problem Solving**. New England: Englewood Cliffs Prentice Hall, 1972.

OLIVEIRA, V. **Resolução de problemas abertos para aprendizagem de Física no ensino médio na perspectiva da modelagem didático-científica**. 2018. 186p. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **BOLEMA: Boletim de Educação Matemática**, v.25, n.41, p.73-98, 2011.

POLYA, G. **How to Solve It**. Princeton: Princeton University Press, 1944.

SILVA, R. G. **A resolução de problemas como estratégia didática para a compreensão de conceitos de Física no Ensino Médio**. 2016. 105p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

VIANA, S. L. S.; LOZADA, C. O. Aprendizagem baseada em problemas para o ensino de probabilidade no Ensino Médio e a categorização dos erros apresentados pelos alunos. **Educação Matemática Debate**, v.4, n.10, p.1-28, 2020.