



Potencializando a Aprendizagem Significativa Crítica por meio de Atividades Investigativas: uma revisão sistemática no Ensino de Física

Enhancing Critical Meaningful Learning through Investigative Activities: a systematic review in Physics Teaching

LUCIANO SEDRAZ SILVA

Doutorando em Ensino de Ciências - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/ luciano.sedraz@ufrpe.br

IVONEIDE MENDES DA SILVA

Doutora em Ensino de Ciências - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/ ivoneide.mendes@ufrpe.br/
Departamento de Química - UFRPE

RESUMO

A busca constante por metodologias de ensino que promovam uma aprendizagem significativa e crítica tem sido uma preocupação crescente no campo da Educação, em especial no contexto do Ensino de Física. Nesse sentido, as atividades investigativas têm se destacado como uma abordagem pedagógica promissora, capaz de estimular o interesse dos alunos, favorecer o entendimento conceitual e desenvolver habilidades de pensamento crítico. Apoiados nessa ideia, elaboramos esta revisão sistemática com o objetivo investigar e analisar estudos que abordam a Aprendizagem Significativa Crítica por meio de atividades investigativas no Ensino de Física. Utilizamos operadores booleanos (AND e OR) e filtros (idioma, tipos de publicação, tipo de acesso e área) de pesquisa para obter um resultado mais preciso. Com isso, selecionamos 185 trabalhos em duas bases de dados: o Banco de Teses e Dissertações (BTD) da CAPES e o Portal de Busca Integrada (PBI), abrangendo o período de 2013 a 2023. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, restaram três trabalhos para análise completa. A conclusão obtida com este trabalho aponta que existem diversos estudos sobre ensino por investigação na área de Física. No entanto, constatamos que ainda são escassas as pesquisas que abordam e potencializam a aprendizagem significativa crítica.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa crítica; Ensino por investigação; Ensino de física.

ABSTRACT

The constant search for teaching methodologies that promote meaningful and critical learning has been a growing concern in the field of Education, especially in the context of Teaching Physics. In this sense, investigative activities have stood out as a promising pedagogical approach, capable of stimulating students' interest, favoring conceptual understanding and developing critical thinking skills. Based on this idea, we developed this systematic review with the objective of investigating and analyzing studies that address Critical Meaningful Learning through investigative activities in Physics Teaching. We use Boolean operators (AND and OR) and search filters (language, publication types, access type and area) to obtain a more accurate result. With this, we selected 185 works in two databases: the Theses and Dissertations Bank (BTD) of CAPES and the Integrated Search Portal (PBI), covering the period from 2013 to 2023. After applying the inclusion and exclusion criteria, three works remained for complete analysis. The conclusion obtained with this work points out that there are several studies on teaching by investigation in the area of Physics. However, we found that research that addresses and enhances critical meaningful learning is still scarce.

Key-words: Critical Meaningful Learning; Teaching by investigation; Physics teaching.

INTRODUÇÃO

A aprendizagem significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2003; MOREIRA; MASINI, 2006; DISTLER, 2015; MOREIRA, 2022). Isso



significa que existe uma relação lógica e explícita entre o novo conhecimento e algum outro conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do estudante, possibilitando que ele consiga explicar o conceito ou fenômeno com suas próprias palavras (DISTLER, 2015; MOREIRA, 2022). Em outras palavras, a aprendizagem significativa envolve a construção de significados, tornando-o mais relevante e útil para o estudante, facilitando sua aplicação em diferentes contextos.

Ampliando as ideias propostas por Ausubel (2003), Moreira (2022) apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC). A referida teoria tem como objetivo promover a transformação de um conhecimento transmitido em um conhecimento construído de forma coletiva pelos estudantes e mediadores. Nesse tipo de aprendizagem, o aluno desempenha um papel ativo, desenvolve a curiosidade, o comprometimento e a interação. Além disso, ele aprimora seu senso crítico, utilizando diversas estratégias e recursos que permitem a reflexão, a discussão e o diálogo de significados entre os colegas (MAGALHÃES; VILLAGRÁ; GRECA, 2020).

Nessa perspectiva, Viera (2012) relaciona a TASC com as atividades investigativas. Essas atividades representam uma estratégia de ensino que poderá proporcionar uma aprendizagem mais significativa, engajadora e crítica para os alunos, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo atual. Nesse sentido, a abordagem investigativa tem como finalidade incentivar o estudante a assumir ativamente o papel de investigador e questionador das atividades propostas pelo professor mediador (SASSERON, 2015).

Diante do exposto, elaborou-se um estudo com o propósito de selecionar e analisar trabalhos relacionados à temática "aprendizagem significativa crítica associada ao ensino por investigação". Para esse fim, optou-se por conduzir um mapeamento sistemático, um método de revisão de literatura que segue diretrizes específicas, com o objetivo principal de proporcionar uma visão abrangente de uma determinada área de pesquisa, destacando lacunas que necessitam de investigação adicional (KITCHENHAM, 2007). Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar e analisar estudos que abordam a Aprendizagem Significativa Crítica por meio de atividades investigativas no Ensino de Física. Dessa forma, contribuindo para o avanço do conhecimento nessa área e fornecendo subsídios para aprimorar as práticas pedagógicas no contexto da educação básica do Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para fundamentar esse trabalho, adotamos as ideias propostas por Ausubel (2003), Moreira e Masini (2006), Carvalho (2018) e Moreira (2022).

De acordo com Ausubel (2003), é importante levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, pois a partir desses conhecimentos, eles podem fazer novas descobertas e redescobertas, tornando a aprendizagem mais significativa e envolvente. Consentindo com as ideias de Ausubel, Moreira e Masini (2006) destacam que o conhecimento prévio já assimilado pelo estudante exerce uma influência significativa no processo de aprendizagem. Isso ocorre porque novas informações são adquiridas e



integradas à estrutura cognitiva existente do aluno, resultando em uma aprendizagem mais significativa e consistente.

Para que a aprendizagem significativa ocorra, conforme as sugestões de Moreira (2022), é essencial que o conteúdo seja relacionável à estrutura cognitiva do aluno, ou seja, que seja potencialmente significativo, e que o estudante demonstre disposição em aprender.

Apoiado nas ideias de Ausubel (2003), Moreira (2022) apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Com o intuito de promover a compreensão desse tipo de aprendizagem, Moreira propõe inicialmente 11 princípios fundamentais que orientam as estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica. Esses princípios são aplicáveis no contexto escolar, fornecendo orientações valiosas para a prática educacional. Vale ressaltar que cada um dos princípios corrobora com a ideia de que “na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente” (MOREIRA, 2011b, p. 173).

Os resultados de algumas pesquisas têm indicado que a abordagem do ensino por investigação, quando bem implementada, pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa, onde os alunos são incentivados a desenvolver suas habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões embasadas em evidências científicas (VIEIRA, 2012). O ensino por investigação se fundamenta na aquisição de conhecimentos científicos, como fatos, conceitos, fórmulas, equações e teorias, além do desenvolvimento de habilidades por meio da familiarização com procedimentos científicos, resolução de problemas, utilização de instrumentos e aplicação em situações reais do cotidiano (CARVALHO, 2018). Nesse sentido, o ensino por investigação tem como objetivo incentivar ativamente os estudantes a assumirem o papel de agentes investigadores e questionadores, por meio de atividades propostas pelo professor mediador. Essa abordagem busca promover debates e discussões em torno de problemáticas formuladas pelos próprios alunos.

A seguir, serão descritas as etapas realizadas no mapeamento, seguindo as diretrizes propostas por Petersen *et al.* (2008).

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foi elaborado um protocolo que sistematizou as etapas do mapeamento. A conclusão dessas etapas permitiu identificar lacunas na pesquisa e apontar direcionamentos futuros com base nos dados obtidos. A seguir, descreveremos cada etapa em detalhes.

● **Questão de investigação**

A presente proposta de trabalho busca responder à seguinte questão de investigação: Como estão sendo utilizadas as atividades investigativas no ensino de física para favorecer a aprendizagem significativa crítica dos estudantes da educação básica? Para direcionar a análise dos estudos selecionados e em consonância com a questão de



investigação, foram estabelecidas quatro questões de pesquisa secundárias, as quais estão enumeradas abaixo:

QS1- Em quais modalidades de ensino os estudos abordados se concentram?

QS2- Quais temáticas de Física são abordadas nos estudos selecionados?

QS3- Quais são os instrumentos de pesquisa mais utilizados nesses estudos?

QS4- Quais são as estratégias de ensino que contribuíram para a aprendizagem significativa nesses estudos?

- **Busca e Seleção dos Estudos**

As palavras-chave que foram utilizadas para delimitar o escopo do mapeamento foram: aprendizagem significativa crítica, ensino por investigação e ensino de física, ensino por investigação. Com o objetivo de responder às questões de pesquisa apresentadas, foram consultadas duas bases de dados para a constituição do corpus: o Banco de teses e dissertações - BTD da CAPES (BD1) e o Portal de Busca Integrada - PBI (BD2). Optamos pela utilização da BD1 devido à sua capacidade de facilitar o acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas nos programas de pós-graduação do Brasil. A escolha da BD2 se deu porque ela oferece acesso a várias outras bases digitais. Nas referidas bibliotecas digitais, aplicamos uma string de busca (SB) com as palavras-chave "Aprendizagem significativa crítica AND ensino por investigação AND Ensino de Física". Para delimitar as buscas, adotamos alguns filtros, incluindo o período temporal de 2013 a 2023, idioma (português e inglês), tipos de publicação (artigos, dissertações e teses) e tipo de acesso (Open access). Além desses filtros, na BD2 utilizamos na busca avançada os filtros: "é exato": aprendizagem significativa crítica ou "é exato": ensino por investigação" e "é exato: ensino de física". Com aplicação da *string* de busca e dos respectivos filtros foram encontrados 70 trabalhos na BD1 e 115 trabalhos na BD2, totalizando 185 trabalhos. Para organizar e selecionar os trabalhos, utilizamos o Zotero, um software livre para gestão e compartilhamento de referências. Com o Zotero, conseguimos identificar, inicialmente, 14 trabalhos duplicados na BD2.

A seleção dos artigos, dissertações e teses a partir dos trabalhos identificados pela string de busca foi conduzida em duas fases distintas. Na primeira fase, realizamos a leitura dos títulos e resumos, filtrando as publicações que, à primeira vista, pareciam atender aos critérios de inclusão e exclusão (Quadro 1). Entretanto, devido a alguns títulos e resumos que não apresentavam de forma clara a temática dos trabalhos, avançamos para a segunda fase, na qual as publicações selecionadas foram lidas na íntegra, possibilitando uma seleção final dos trabalhos de acordo com os critérios estabelecidos. Apresentamos no Quadro 1 os 04 critérios de exclusão e 03 critérios de inclusão adotados nesta pesquisa. É importante ressaltar que, para o critério de exclusão 1 (CE1), todos os trabalhos encontrados em duplicidade durante a busca inicial foram considerados apenas uma vez na etapa de análise e interpretação dos resultados.

Quadro 1: Critérios de exclusão e inclusão



EXCLUSÃO	INCLUSÃO
CE1: Trabalhos duplicados CE2: : Estudo não relacionado ao Ensino de Física CE3: Estudo não relacionado a aprendizagem significativa crítica CE4: Estudo de revisão sistemática ou mapeamento sistemático	CI1: Estudos primários CI2: Estudos envolvendo atividades investigativas no Ensino de Física CI3: Estudos envolvendo aprendizagem significativa no Ensino de Física

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da aplicação da string de busca, localizamos um total de 185 (cento e oitenta e cinco) trabalhos. Destes, 70 (setenta) pertenciam à BD1, enquanto 115 (cento e quinze) estavam na BD2. Após a realização das duas fases (exclusão e inclusão) de seleção, conforme preconizado por Dermeval (2019), restaram 18 trabalhos, sendo 03 na BD1 e 15 na BD2, para serem submetidos à leitura completa. Apesar de encontrarmos uma quantidade considerável de trabalhos nas duas bases de dados, apenas três deles estavam diretamente relacionados com o objetivo geral deste estudo. Nesta etapa, apresentamos o quadro-síntese com os trabalhos que compuseram esse mapeamento sistemático.

- **Base de dados BD1 - Banco de teses e dissertações - BTD da CAPES**

Com base nos critérios de exclusão CE2 (64) e CE3 (3), foram excluídos um total de 67 (sessenta e sete) trabalhos das buscas preliminares, restando apenas duas dissertações e uma tese para uma análise completa dos textos. Após a análise dos textos completos, foram excluídos mais 01 dissertação e 01 tese, pois não atendiam aos critérios de inclusão CI2 e CI3.

- **Base de dados BD2 - Portal de Busca Integrada - PBI**

Da mesma forma que na BD1, procedemos à leitura e seleção dos trabalhos na BD2 seguindo os critérios de exclusão e inclusão. Por meio dos critérios CE1 (14), CE2 (45), CE3 (33) e CE4 (9), excluímos um total de 101 (cento e um) trabalhos das buscas preliminares, resultando em 14 (quatorze) trabalhos para uma análise completa dos textos. Posteriormente, após a análise dos textos completos, foram excluídos mais 12 (doze) trabalhos por não atenderem aos critérios de inclusão CI1 (1) e CI3 (11).

Portanto, após a aplicação dos critérios de seleção foram selecionados, para análise final, um total de 03 (três) trabalhos, sendo 01 dissertação e 02 artigos, levando em conta as 04 (quatro) questões secundárias que nortearam o mapeamento sistemático. O Quadro 2 apresenta informações detalhadas sobre esses trabalhos.

Quadro 2: Quadro-síntese dos trabalhos



Referências		Título	Base de dados
1	Ortiz (2014)	HISTÓRIA DA CIÊNCIA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO RELATIVIDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA	BD1
2	Lima e Damasio (2019)	O VIOLÃO NO ENSINO DE ACÚSTICA: UMA PROPOSTA COM ENFOQUE HISTÓRICO - EPISTEMOLÓGICO EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	BD2
3	Hammel, Miyahara e Santos (2019)	O ESTUDO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO: O ENSINO ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA – UEPS	BD2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A seguir, apresentamos uma síntese dos três trabalhos, relacionando-os com as questões QS1, QS2, QS3 e QS4. É relevante ressaltar que essas pesquisas foram conduzidas na Região Sul do Brasil. No estado do Paraná foram realizados dois estudos, um em Londrina e o outro no município de Boa Ventura de São Roque na cidade de Londrina, enquanto em Santa Catarina o estudo foi produzido em Araranguá .

QS1- Em quais modalidades de ensino os estudos abordados se concentram?

Todos os trabalhos selecionados para análise completa optaram por focar no ensino médio como campo de pesquisa.

QS2- Quais temáticas de Física são abordadas nesses estudos?

As temáticas abordadas nos trabalhos pesquisados são descritas a seguir: o primeiro trabalho analisado aborda a questão da Física Moderna. A pesquisa investiga a construção de uma Sequência Didática adaptada, com ênfase histórica, voltada para o ensino de Relatividade. O objetivo foi elaborar abordagens metodológicas que auxiliem nesse processo de ensino (ORTIZ, 2014). O segundo teve como tema a acústica. O objetivo foi proporcionar um ambiente que permitisse a evolução conceitual não apenas em relação à ciência, mas também sobre a própria ciência. Para alcançar esse propósito, utilizou-se o violão como uma ferramenta didática (LIMA; DAMASIO, 2019). O terceiro aborda ondas eletromagnéticas a partir de seminários. A finalidade deste trabalho foi verificar de forma qualitativa a eficácia da proposição e aplicação de uma sequência didática, buscando determinar se esta abordagem possibilita uma aprendizagem significativa de maneira adequada. (HAMMEL; MIYAHARA; SANTOS, 2019).

QS3- Quais são os instrumentos de pesquisa mais utilizados nesses estudos?

Foram empregados dois instrumentos de coletas de dados nas pesquisas analisadas: entrevistas e questionários. Duas pesquisas (LIMA; DAMASIO, 2019; HAMMEL; MIYAHARA; SANTOS, 2019) adotaram exclusivamente o questionário como instrumento para coleta de dados junto aos estudantes. O referido instrumento era composto por questões discursiva e de múltipla escolha. A outra pesquisa (ORTIZ, 2014) utilizou o questionário com apenas questões discursivas e a entrevista como método para a coleta de dados junto aos professores.

QS4- Quais são as estratégias de ensino que contribuíram para a aprendizagem significativa nesses estudos?



Dos trabalhos analisados, 33,3% apresentam a experimentação como a única estratégia facilitadora da aprendizagem de tópicos de física. De acordo com Lima e Damasio “a partir dos experimentos é possível evidenciar grandezas físicas importantes, mas que não são devidamente discutidas nos livros didáticos” (LIMA; DAMÁSIO, 2019, p. 826). 66,6% dos trabalhos (ORTIZ, 2014; HAMMEL; MIYAHARA; SANTOS, 2019), utilizaram os seminários para explicar fenômenos relacionados a física moderna e ondas eletromagnéticas.

Quadro 3: Questões secundárias

Autor(a)	QS1	QS2	QS3	QS4
Ortiz (2014)	Ensino médio	Física moderna	Questionários e entrevista	Seminário
Lima e Damasio (2019)	Ensino médio	Acústica	Questionários	Experimentação
Hammel; Miyahara e Santos (2019)	Ensino médio	Ondas eletromagnéticas	Questionários	Seminário

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O Quadro 3 apresenta uma análise dos trabalhos selecionados, revelando que todos eles abordaram o ensino médio como campo de pesquisa. Além disso, observou-se que tópicos relacionados à ondulatória foram amplamente explorados, presentes em 66,6% dos estudos. As estratégias metodológicas adotadas para promover a aprendizagem significativa crítica nesses estudos foram a experimentação e o seminário. Essas abordagens mostraram-se eficientes em estimular o interesse dos alunos e facilitar a compreensão conceitual. Outro aspecto relevante evidenciado pelo quadro é que os questionários foram o instrumento de pesquisa mais empregado nesses estudos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas têm apontado que o ensino por investigação, quando implementado de forma apropriada, pode favorecer uma aprendizagem significativa crítica. Nesse tipo de aprendizagem, não ocorre apenas a assimilação de conceitos científicos, mas também o desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva em relação à ciência e ao conhecimento científico. Dessa forma, os alunos são orientados a compreender a ciência como uma atividade humana em constante construção e revisão, permitindo que eles possam se tornar cidadãos mais informados e capazes de se engajar de forma mais consciente com questões científicas e sociais.

Diante do exposto, acreditamos que mesmo ainda sendo um campo pouco explorado pelos professores pesquisadores, o ensino por investigação associado à aprendizagem significativa crítica, poderá proporcionar novas possibilidades de ampliação do conhecimento tanto para os estudantes como para os professores, na medida em que os projetam a um universo singular onde é possível ampliar as percepções e compreensões que permeiam o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, proporcionando maior engajamento dos alunos e promovendo uma aprendizagem mais significativa, reflexiva e crítica.



REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n.3, p.765-794, set/dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/485>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- DISTLER, R. R. Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v.32, n.98, p. 191- 199, 2015. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v32n98/09.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- HAMMEL, C. ; MIYAHARA, R. Y. ; SANTOS, S. A.. O estudo do espectro eletromagnético: o ensino através de uma Sequência Didática - UEPS. **DYNAMIS** (FURB. ONLINE), v. 25, p. 26-37, 2019. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8475>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- KITCHENHAM, B. et al. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. In: Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE. sn, 2007.
- LIMA, D. O.; DAMASIO, F. . O violão no ensino de acústica: uma proposta com enfoque histórico-epistemológico em uma unidade de ensino potencialmente significativa. **CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 36, p. 818-840, 2019.
- MAGALHÃES, A. P. C.; VILLAGRÁ, J. A. M.; GRECA, I. M. Análise das Habilidades e Atitudes na Aprendizagem Significativa Crítica de Fenômenos Físicos no Contexto das Séries Iniciais. **Ciência & Educação (Online)**, v. 26, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/i/2020.v26/> . Acesso em: 03 jul. 2023.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011b.
- MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. . São Paulo, SP: Centauro, 2006.
- ORTIZ, F. A. C. . **História da ciência e construção do conhecimento pedagógico do conteúdo relatividade na formação de professores de física** - Londrina 145 f.:il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Londrina, 2014.
- PETERSEN, K. et al. **Systematic mapping studies in software engineering**. In: Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. BCS Learning & Development Ltd., p. 68-77, 2008.
- SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, nov. 2015.
- VIEIRA, F. A. C.. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino** - Bauru 149 f.:il. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru, 2012.