

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

Physics teaching present in scientific writings: an analysis of elements of an epistemological, cognitive and methodological nature

Ana Clara Souza Araújo
Mairton Cavalcante Romeu
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
Fortaleza-Brasil

Resumo

Este escrito investiga artigos científicos que discorrem sobre a Didática da Física, com o desígnio de analisar os elementos epistemológicos, cognitivos e metodológicos relacionados a esse campo de estudo. Assim, o objetivo dessa pesquisa é compreender os contributos que esses artigos científicos trazem para a construção e atuação do professor de Física, na proporção em que baliza e propõe novas possibilidades para a área. Destarte, é um trabalho de natureza básica, exploratória, análise dos dados qualitativa através do procedimento técnico de pesquisa bibliográfica. Feita a análise, é possível constatar algumas fragilidades dos artigos científicos no que concerne aos elementos da Didática da Física, pois traz nenhuma aplicação prática para o docente da área. Assim, este trabalho é importante, por sugerir aplicações reais dos elementos da Didática da Física no cotidiano do professor.

Palavras-chave: Didática da Física; Ensino; Saberes docentes.

Abstract

This writing investigates scientific articles that discuss Physics Didactics, with the aim of analyzing the epistemological, cognitive and methodological elements related to this field of study. Thus, the objective of this research is to understand the contributions that these scientific articles bring to the construction and performance of the Physics teacher, as they guide and propose new possibilities for the area. Therefore, it is a work of a basic, exploratory nature, qualitative data analysis through the technical procedure of bibliographical research. After the analysis, it is possible to observe some weaknesses of the scientific articles regarding the elements of Physics Didactics, as they have no practical application for teachers in the area. Therefore, this work is important, as it suggests real applications of the elements of Physics Didactics in the teacher's daily life.

Keywords: Physics Didactics; Teaching; Teaching knowledge.

1. Introdução

A Didática das Ciências é compreendida como campo de estudo consolidado e com questões próprias de investigação (Nardi; Castiblanco, 2014). Nesse quesito, é vultoso considerar que desde o início, diversas perspectivas circundam e alicerçaram esse campo de estudo. Assim, como discutido por Astolfi e Develay (1989), o termo “Didática” não possui nenhum tipo de vínculo com a pedagogia, pois a Didática engloba situações das aulas e as formas de intervenção do docente, utilizando como suporte Psicologia, História e Epistemologia. Conforme as contribuições de Carvalho e Gil-Perez (1993), a Didática não deve ser um campo de conhecimento isolado, mas sim um eixo articulador que oportunize a solução de problemas.

Nessa mesma perspectiva, Sanmartí (2002) aborda que a Didática das Ciências tem como desafios definir critérios para selecionar conteúdos, ensinar e gerar novos métodos de ensino. Deste modo, para Cachapuz, Praia e Jorge (2002), a Didática em cada área do conhecimento (Física, Química, Biologia, Matemática, etc.) deve compreender especificidades e superar desafios amplos e profundos. No campo da Física, particularmente, a Didática é concebida como campo de construção de novas tendências e metodologias para um ensino mais adequado de conteúdos (Viennot, 2004).

Nos últimos anos, tem-se registrado no Brasil, uma crescente exponencial no que concerne a pesquisas no ensino de Física com o intuito de criar, desenvolver e adaptar métodos de ensino, abordagens estratégicas e produção de material didático de apoio, que enseje a aprendizagem dos conhecimentos de Física (Ostermann; Moreira, 2000). Nesse sentido, surge a Didática da Física, que para Nardi e Castiblanco (2014), trata-se do corpo de conhecimento alicerçado e construído exatamente das pesquisas que almejam o melhoramento das estratégias e preceitos que fundamentam o ensino de Física. Neste sentido, a Didática da Física é *sine qua non* para a formação do professor, pois através dela, o mesmo aprenderá, compreenderá e direcionará o conhecimento da forma mais apropriada e solicita (Silva; Sales; Alves, 2017).

Nesse contexto, Silva, Sales e Alves (2017), explicitam a importância da construção de uma Didática da Física, que não esteja intrinsecamente relacionada ao conteúdo específico da área, mas que seja alicerçada principalmente nas bases históricas de tais conhecimentos, de modo que formem alunos que possam ir além do que propõe o senso comum, que consigam refletir e aplicar esses conhecimentos a sua realidade.

Entretanto, ao analisar uma variedade de trabalhos que focam em desenvolver métodos messiânicos para facilitar o ensino de Física, nota-se uma fragilidade quanto a sustentação teórica empregada, demonstrando um conhecimento superficial acerca da Didática da Física e de conceitos essenciais para a compreensão de questões relacionadas à estrutura ou modelo didático, discurso científico versus discurso pragmático, etc. Tendo isso em vista, é imprescindível o maior desenvolvimento de pesquisas teóricas que possam servir de suporte para o desenvolvimento de novas ideias e métodos, que visem melhorar o processo de aprendizagem em Física.

Posto isso, é essencial que na construção de artigos científicos na área da Didática da Física, os pesquisadores possam delimitar claramente os elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica, que são basilares para a Didática da Física. Além disso, é imprescindível que tais elementos devam ser incorporados a atividade de magistério, de modo que de fato a Didática da Física perpassasse o campo teórico.

2. Percurso metodológico

Essa é uma pesquisa de natureza básica, uma vez que se busca compilar informações sobre um determinado tema específico na medida em que sugere aplicações práticas dos elementos da Didática da Física no contexto da atividade de magistério. Possui cunho exploratório, pois objetiva explorar cenários ainda não desbravados. A análise que será feita é qualitativa, pois visa uma investigação acerca das experiências, perspectivas e significados, atribuídos ao tema em questão (Gil, 2008; Moreira, 2003). Por fim, o procedimento técnico é uma pesquisa bibliográfica, que segundo Severino (2007, p. 122) “realiza-se a partir do registro disponível e decorrente de pesquisas anteriores em documentos impressos, como livros, artigos e teses.

As bases de dados escolhidas para a busca dos artigos científicos foram Google Acadêmico, Portal de Periódicos de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). O recorte temporal determinado foi de cinco anos (2019-2024) e os termos-chave foram: “Didática da Física”, “elementos epistemológicos”, “elementos cognitivos”, “elementos metodológicos”. Além disso, foram utilizados os operadores booleanos AND, OR e NOT, para combinar os termos nas bases de busca.

Para um maior rigor na escolha dos trabalhos a serem analisados, foram construídos critérios de inclusão e exclusão, que podem ser observados no quadro abaixo (quadro 1):

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

Quadro 1. Critérios de Inclusão e Exclusão

Tipo	Critérios
Inclusão	Artigos que abordem especificamente sobre Didática da Física
Inclusão	Artigos que discorram sobre prática e teoria dentro da Didática da Física
Exclusão	Artigos que abordam a Didática fora do contexto da Física
Exclusão	Artigos duplicados nas bases de dados

Fonte: Os autores (2024)

Além dos critérios de inclusão e exclusão, foram delineados critérios de qualidade dos estudos, com o propósito de ajudar na análise dos trabalhos que farão parte do *corpus* de análise deste escrito. Assim, os critérios de qualidade dos estudos, são apresentados no quadro 2:

Quadro 2. Critérios de qualidade dos estudos

1 – O artigo apresenta os elementos da Didática da Física?
2 – O artigo apresenta uma perspectiva prática da Didática da Física?
3 – O artigo apresenta um nível satisfatório de evidências?

Fonte: Os autores (2024)

Com as buscas realizadas, na base de dados Google Acadêmico, encontrou-se um total de 43 artigos que tem em seu escopo pelo menos um dos termos-chave, todavia, ao aplicar os critérios de inclusão e exclusão, restaram-se um total de 9 artigos que abordam sobre “Didática da Física”, “elementos epistemológicos”, “elementos cognitivos”, “elementos metodológicos.” Na base de dados CAPES, o número de trabalhos encontrados que envolveram pelo menos um dos termos-chave foi inferior, com um total de 17 trabalhos, e com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, restaram-se um total de 2 artigos. Por fim, na base de dados SciELO, com a aplicação dos critérios restou 1 artigo para a análise final.

Assim, os artigos que atendem ao objetivo que se propõe este trabalho, foram num total de onze (11). E são apresentados no quadro 3:

Quadro 3. Artigos encontrados

Nº	Título	Objetivo	Metodologia
1	Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio.	Contextualizar a abordagem do conteúdo que envolve o estudo dos modelos atômicos segundo a teoria clássica e a teoria quântica do átomo.	Básica Descritiva- exploratória Qualitativa Bibliográfica
2	Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza	Assinalar alguns elementos que podem ser agrupados em três campos ou dimensões, a saber: epistêmico, cognitivo e metodológico.	Básica Descritiva Qualitativa

	epistemológica, cognitiva e metodológica.		Bibliográfica
3	Metacognição e ensino de Física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas.	Busca-se realizar uma revisão em pesquisas que descrevem intervenções didáticas em Física guiadas pela metacognição, de modo a identificar como essa associação tem sido tratada na literatura e quais as contribuições e tendências para sua inserção em sala de aula.	Básica Descritiva Qualitativa Bibliográfica
4	A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física Moderna	Discutir as Sequências didáticas como forma de direcionar a aprendizagem de Física, valorizar as informações trazidas pelos alunos e de autores diversos na pesquisa, estimulando a aprendizagem dos alunos através dos procedimentos didáticos usados numa sequência didática.	Aplicada Exploratória Qualitativa Pesquisa de campo
5	Contribuições do Arduino para o ensino de física: uma revisão sistemática de publicações na área de ensino	Apresentar uma revisão da literatura sobre o uso do Arduino no ensino de Física, realizada através da consulta a artigos publicados nas principais revistas de ensino de Ciências do Brasil	Básica Exploratória Quanti- qualitativa Bibliográfica
6	Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física	Investigar a eficiência da gamificação na aprendizagem nas aulas de Física por meio do teste de ganho normatizado de Hake.	Aplicada Quantitativa Exploratória Pesquisa de campo
7	Resolução de problemas em Física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas	Identificar as possibilidades de associar as estratégias metacognitivas com a resolução de problemas em Física, avaliando a sua pertinência didática na voz de futuros professores.	Aplicada Exploratória Qualitativa Bibliográfica
8	Uma análise crítica do ensino de Física	Analisar criticamente vários aspectos desse ensino que levaram a essa crítica e apresenta alguns desafios a serem enfrentados para reverter tal situação e recuperar o ensino de Física no país. Sempre a partir da visão pessoal do autor e de sua larga experiência na área.	Básica Descritiva Qualitativa Bibliográfica
9	Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional	Desenvolver uma sequência de ensino e aprendizagem do fenômeno do Encontro de Corpos em Movimento Uniforme, articulando elementos da Engenharia Didática e a dinâmica da experimentação, com a Robótica Educacional	Aplicada Descritiva- exploratória Qualitativa Pesquisa de campo
10	O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física	Avaliar como o ensino investigativo pode ser uma ferramenta eficaz no processo de ensino/aprendizagem	Aplicada Exploratória Quali- quantitativa Pesquisa de campo
11	A estratégia da modelagem didático-científica para a	Investigar as formas predicativa e operatória do conhecimento mobilizadas por um professor(a) do ensino médio no enfrentamento de situações-	Básica Exploratória Qualitativa

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

	conceitualização do real no ensino de física: um estudo de caso com professores de ensino médio	problema do campo conceitual da modelagem didático-científica da Física.	Bibliográfica
--	---	--	---------------

Fonte: Os autores (2024)

3. Elementos epistemológicos da Didática da Física

Conforme abordado por Silva, Sales e Alves (2018), um dos elementos que pouco é mencionado em artigos científicos que abordam sobre o processo de ensino e aprendizagem trata-se do conhecimento específico que se ensina transpor, ensinar e oportunizar a apropriação dos alunos. De acordo com Johsua e Dupin (1993), a ciência possui como necessidade o refinamento e a transposição para a sala de aula, fugindo principalmente das “certezas absolutas” que muitas vezes são impostas pelo senso comum. Nesse sentido, os autores ainda discutem que a Ciência avança

sobre um ponto de vista particular, a fim de legitimar uma opinião, se mostra por outras razões das que fundamentam a opinião. A opinião reflete mal, não se pode em nada fundamentar a partir da opinião. É necessário, primariamente, destruí-la. Ela é, de fato, o primeiro obstáculo a ser superado. O senso comum, o bom senso são, como muitos outros, obstáculos que devem ser superados, para se alcançar o espírito científico (Johsua; Dupin, 1993, p. 63).

Compreender o que ensinar ao discente é uma questão que deve ser refletida pelo professor de Física, pois é através desse processo que o professor irá conceber e reformular novas formas de aprendizado, garantindo que o aluno possa aprender da melhor forma possível. Além disso, a falta desse tipo de reflexão pode colaborar para com o professor estereotipado, cujo papel relaciona-se apenas a transmissão do saber por meio do método tradicional de ensino (Massoni; Moreira, 2007, 2010).

Posto isso, é essencial conhecer e compreender os problemas que deram forma aos conhecimentos que se tem hoje, para Carvalho e Gil-Perez (2001, p. 109) conhecer:

(...) a História das Ciências, não só como suporte básico da cultura científica, mas, principalmente como uma forma de associar os conhecimentos com os problemas que originaram sua construção, sem o qual tais conhecimentos aparecem como construções arbitrárias. Se pode assim conhecer quais foram as dificuldades, os obstáculos epistemológicos que se teve de superar, o que constitui uma ajuda imprescindível para compreender as dificuldades dos estudantes.

Deste modo, compreende-se a importância dos processos que alicerçaram as bases

históricas e epistemológicas das Ciências, e no caso deste trabalho, especificamente da Física. No caso da disciplina de Física, um dos objetivos principais dos professores é conseguir associar o conteúdo teórico a realidade dos educandos, pois, conforme discutido por Nardi e Castiblanco (2014), compreender a forma que as teorias da Física evoluíram, assim como seus pensadores e os momentos pontuais da história, além das correntes filosóficas que produziram avanço e retrocesso, são informações que deve ser sabido por todo docente de Física, todavia:

(...) não são esses os conhecimentos a serem levados de forma direta para os processos de ensino de Didática da Física; esses são conhecimentos que orientam as estratégias de ensino, por exemplo, formando para a “transposição didática”, ao entender, de maneira consciente, todos os aspectos que ela envolve, a fim de compreender o significado de visões da natureza das ciências com suas implicações no Ensino (Nardi; Castiblanco, 2014, p.54).

Essa epistemologia deve dar contributos principais para uma transmissão dos conceitos do campo de estudo da Física. A conexão entre os conceitos e as origens epistemológicas é crucial na apropriação dos seus significados, oportunizando um vínculo entre passado e presente, de modo que se possa compreender todo o processo, não apenas o começo e o fim (Arcanjo Filho, 2011, p.16).

Compreendendo então que os elementos epistemológicos não estão associados exclusivamente ao conhecimento, mas também a relação entre o conhecimento e o sujeito aprendente, os artigos apresentados no quadro 3, serão analisados quanto a esse ponto específico, uma vez que, não basta o pesquisador aplicar a pesquisa, colher dados e apresentá-los, mas relacionar o objeto de estudo ao ser pensante, e compreender de que forma isso pode acontecer.

Os artigos 1, 2, 3, 5, 8 e 11 tratam-se de trabalhos essencialmente de natureza básica e procedimento técnico de pesquisa bibliográfica. Esses trabalhos discutem particularmente sobre um determinado tema, trazendo em seu escopo um panorama geral a respeito dos mesmos. Apesar de tais similaridades, os artigos se distinguem de várias formas, por exemplo, enquanto o artigo 1 apresenta tópicos da Física Quântica aplicados no ensino médio, utilizando como conector literatura de cordel e histórias em quadrinho, o artigo 3 aborda a metacognição associada às intervenções didáticas.

Nesse sentido, é interessante considerar, que nem todos os artigos apresentados,

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

buscam realizar aplicações práticas, colocando como centro a relação entre ser pensante e objetivo de estudo, mas também transpor didaticamente conteúdos que não se encontram tão presentes no campo do ensino e da aprendizagem, e coloca-os à disposição dos professores.

A transposição didática para Chevallard (2005, p.45):

Um conteúdo do saber que tenha sido designado como saber a ensinar, sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. Este trabalho que transforma um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de transposição didática.

Assim, não basta saber o que se ensinar, como ensinar e a quem ensinar, mas sobretudo revelar as circunstâncias da unidade ou o objeto que se deseja conhecer, contextualizar e didaticamente adaptá-lo à realidade do discente.

Os artigos 4, 6, 7, 9 e 10 possuem uma natureza aplicada, pois realizam aplicações diretamente na sala de aula. Isso implica que para essas aplicações, houve um planejamento que permitisse a adaptação da unidade de conhecimento a ser aprendida pelos sujeitos aprendentes. No que tange aos objetos de estudo, Moreira, Massoni e Ostermann (2007, p.2) abordam que:

A importância dos modelos científicos é bem aceita e documentada mesmo para os cientistas mais tradicionais. Assim, o entendimento da natureza dos modelos físicos e do processo construção das leis e teorias é um componente fundamental na tentativa de superação de dificuldades de aprendizagem da física, tanto na universidade quanto no ensino fundamental e médio. Além disso, está de acordo com a psicologia construtivista de que o conhecimento é uma construção humana, na qual a criatividade e a imaginação desempenham importante papel, em que a visão empirista-indutivista se mostra superada, e onde, contrariamente à visão positivista, não há regras infalíveis que garantam o descobrimento de novos fatos e a invenção de novas teorias. Nem tampouco o conhecimento científico é definitivo ou absolutamente verdadeiro, mas sim de natureza conjectural, tentativa, verificável e consequentemente falível e não cresce em um vazio cultural.

Deste modo, Moreira, Massoni e Ostermann (2007) colocam a frente da unidade/objeto de estudo o processo histórico que consolidou os conhecimentos científicos do campo de estudo da Física. Isso demonstra que o valor do conceito não está atrelado apenas ao que ele representa, mas também ao modo no qual o mesmo se concretizou.

Recapitulando, os artigos apresentam elementos epistemológicos que sustentam os conhecimentos discutidos (artigos teóricos) e aplicados (artigos de natureza aplicada), e isso é importante porque demonstra, mesmo em um cenário no qual a Didática da Física ainda é pouco discutida e difundida, que os trabalhos que já existem e que abordam os elementos dessa Didática preocuparam-se com a discussão acerca do objeto de estudo e explicitaram o elo entre tal objeto e a forma pela qual ele será incorporado pelo sujeito aprendente.

4. Elementos metodológicos da Didática da Física

O campo metodológico no ensino de Física é amplo e engloba diferentes tipos de métodos de ensino, cada qual com uma variedade de pesquisadores que buscam aprimorar metodologias existentes e/ou conceber novas. Nesse sentido, antes de citar uma variedade de metodologias, é interessante discutir sobre a etiologia e o contexto histórico que permeia o surgimento dos vários tipos de métodos (Barbosa, 2018).

Constata-se com o auxílio de Brockington (2021) que nos variados tipos de artigos científicos a distinção entre Método Tradicional de Ensino (MTE) e os Métodos Ativos de Ensino (MAE), além disso, muito se é discutido acerca dos tipos de aprendizagem, que estão intrinsecamente e indissociavelmente relacionadas às metodologias do ensino. Deste modo, a aprendizagem para Moreira (2006), pode ser categorizada em dois tipos: a Aprendizagem Mecânica (AM) e a Aprendizagem Significativa (AS).

A AM é aquela na qual o discente assimila arbitrariamente, ou seja, sem interagir com informações já retidas no cérebro. Na área de ensino de Física, a memorização de fórmulas, conceitos e leis pode ser um exemplo clássico da aprendizagem mecânica. Em consonância a aprendizagem mecânica, existe o método tradicional de ensino no qual o professor é o centro desse processo e o aluno expectador, se restringindo a memorização de conteúdos e reprodução dos mesmos (Moreira, 2006). Todavia, a Aprendizagem Mecânica, não deve ser atrelada apenas ao método tradicional de ensino, pois existem metodologias consideradas ativas que ensejam a esse tipo de aprendizagem como é o caso da Gamificação (Fraga; Moreira, 2021).

Já a Aprendizagem Significativa, é caracterizada como a interação entre conhecimentos novos e conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do sujeito aprendente. Segundo Ausubel (1978, p. 41):

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

A essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas, sejam relacionadas, de maneira subjetiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos.

Para que ocorra essa aprendizagem é imprescindível a utilização de materiais potencialmente significativos e a disposição para relacionar conhecimentos novos com conhecimentos já presentes na sua estrutura cognitiva. São muitas as metodologias que propõem uma aprendizagem significativa. Segundo autores como Ferrarini, Saheb e Torres (2019), Studart (2019), Salomão et al. (2023), Araújo, Paula e Romeu (2023) e Azevedo e Melo (2021), que discutem em seus trabalhos acerca das metodologias ativas, dentre elas, a *Problem based-learning*, *Team based-learning*, *Peer Instruction* e *Flipped Classroom*, e resultam em uma aprendizagem significativa, tais metodologias são conhecidas pela interação que os indivíduos têm uns com os outros e com o ambiente no qual está inserido. Tal interação para Moreira (2006, p. 27) “caracteriza a aprendizagem significativa.”

Posto isso, os elementos metodológicos apontados nos artigos apresentados no quadro 3 são diversos e cada um com suas próprias características. Assim, para deixá-los mais evidentes, construiu-se o quadro 4:

Quadro 4. Elementos metodológicos

Artigos	Elementos metodológicos citados
1	Literatura de Cordel e Histórias em Quadrinhos
2	Não utiliza
3	Elementos metacognitivos
4	Sequência Didática
5	Arduíno
6	Gamificação
7	Estratégias metacognitivas
8	Não utiliza
9	Engenharia didática
10	Ensino por investigação
11	Estratégia da modelagem didático-científica

Fonte: Os autores (2024).

Tendo em vista que os elementos metodológicos visam facilitar o processo de aprendizagem, os que foram descritos no quadro 4 possuem variadas origens e naturezas distintas, mas com um mesmo intuito. Por exemplo, o artigo 1 coloca como elemento metodológico facilitador para o ensino de Física Quântica a Literatura de Cordel e Histórias

em Quadrinho, enquanto os artigos 4 e 9, empregam não somente elementos metodológicos, mas metodologias, a saber: Sequência Didática e Engenharia Didática. Deste modo é importante distinguir que as metodologias, podem englobar variados tipos de elementos metodológicos (Godoi; Coelho e Serrano, 2014).

Nesse contexto, as Sequências Didáticas para Zabala (1998, p.18) trata-se de “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” enquanto a Engenharia Didática conforme abordado por Almouloud e Queiroz (2008, p.66) “caracteriza-se, em primeiro lugar, por um esquema experimental baseado em "realizações didáticas" em sala de aula, isto é, na concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino”. No caso dos artigos 4 e 9, o conteúdo é trabalhado por meio de etapas para que os discentes consigam compreendê-lo, nesse sentido, para a análise aqui realizada tanto a Sequência Didática quanto a Engenharia Didática, são consideradas unidades, assim como os demais elementos metodológicos.

4. Elementos cognitivos da Didática da Física

No que tange aos elementos cognitivos dentro da Didática da Física, é preciso assinalar que o modo de ensino tradicional vem sendo substituído (Sales, 2005) dando espaço ao modelo construtivista, que coloca o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem e valoriza entre outros aspectos a construção dos processos mentais do aluno. Tais processos são firmados principalmente nas chamadas teorias clássicas desenvolvidas por Vygotsky, Ausubel e Piaget, que possuem em comum o fato da capacidade do aluno aprender e reorganizar as estruturas cognitivas (Rosa e Rosa, 2007).

Conforme discutido por La Taille (1997), o construtivismo relaciona-se às teorias que discutem a inteligência como consequência das trocas que o sujeito aprendente estabelece com o meio por meio de ações e reflexões. O autor ainda discute que:

o construtivismo opõe-se à ideia de que o conhecimento é mera cópia dos objetos percebidos ou dos discursos ouvidos; vale dizer que o construtivismo nega que a inteligência seja uma “página em branco” na qual diversas experiências ou lições simplesmente se escrevem e se acumulam linearmente sobre a vida [...]. Em resumo toda a perspectiva construtivista aceita a ideia de assimilação: conhecer é dar significado; e aceita também o fato de que é na interação com o meio que diversas formas de assimilação são criadas pelo sujeito. Nesse sentido, todo construtivismo é necessariamente interacionista (La Taille, 1997, p. 33).

Conforme discutido por Piaget (1970; 1977; 1999), a construção do saber acontece

através dos processos de assimilação e acomodação, deste modo, a aprendizagem ocorre quando há um desequilíbrio ou um conflito cognitivo. A assimilação consiste em um processo não passivo, ou seja, em que a estrutura cognitiva do indivíduo precisa estar muito bem desenvolvida, de modo que se possibilite a absorção dos dados externos. De acordo com Pozo (1998, p. 178), a assimilação é o processo “pelo qual o sujeito interpreta a informação que provém do meio, em função de seus esquemas ou estruturas conceituais disponíveis”.

Todavia, o processo de assimilação não é suficiente para fundar o conhecimento como um todo, tendo em vista que cada ser humano assimila o que ocorre na natureza segundo a sua percepção de mundo e aos conhecimentos de seus próprios conceitos, o que resultaria em constantes equívocos. Assim, o processo de acomodação complementa o processo de assimilação, e é definida por Piaget (1970, p.19) como “qualquer modificação de um esquema assimilador ou de uma estrutura, modificação causada pelos elementos que assimilam”.

La Taille (1997) corrobora com o posicionamento de Piaget, pois discute que os processos de assimilação e acomodação descrevem o processo de desenvolvimento de inteligência, que engloba a facilidade de aprender por meio das trocas que se estabelece com o outro e com o próprio ambiente, rejeitando a concepção de que o conhecimento inato do indivíduo.

O principal elo entre os processos de assimilação e acomodação é o equilíbrio crescente entre ambos. Desta maneira, a mudança na estrutura cognitiva acontece a partir do desequilíbrio entre a assimilação e a acomodação. E para superar esse desequilíbrio é extremamente importante a tomada de decisão que ocorre de acordo com Piaget (1970, p.19) a partir da interação “entre o conjunto de esquemas de assimilação e a realidade assimilada”. Essa interação complexa deve-se às respostas chamadas adaptativas, as quais produzem acomodação e facilitam a superação do conflito entre os esquemas e os objetos.

Desta forma, é importante assinalar que no que se refere aos elementos cognitivos, poucos artigos abordam sobre. No artigo 2, o autor busca pontuar os elementos metodológicos, epistemológicos e cognitivos, mas nos outros não há um cuidado explícito sobre os elementos cognitivos. Artigos como os de número 4, 6 e 10, resgatam alguns aspectos de teorias construtivistas e cognitivistas, mas não discutem com exatidão a relação delas com os elementos cognitivos.

6. Análise quanto aos critérios de qualidade dos estudos

Com relação ao primeiro critério de qualidade dos estudos, os artigos apresentam alguns dos elementos que se relacionam à Didática da Física. Alguns escritos como o 1, 4, 5 e 6 focam muito mais nos elementos metodológicos, enquanto o artigo 2, busca discutir os conceitos dos elementos epistemológicos, metodológicos e cognitivos. Com relação aos elementos cognitivos da Didática da Física, os escritos analisados não explicitam com clareza tais elementos, ficando a cargo dos próximos pesquisadores, refletirem sobre.

De acordo com Nardi e Castiblanco (2014, p.8).

A Didática da Física possui conteúdos próprios a serem trabalhados com o futuro professor, com o objetivo de orientá-lo a gerar suas próprias estratégias de ensino. Portanto, essa disciplina deve ser entendida muito além de uma perspectiva instrumentalista, que discute apenas o uso de recursos de apoio em sala de aula, pois busca também a dimensão essencial da Didática que, a nosso ver, é a de dar identidade à profissão de ensinar.

Neste viés, é imprescindível a presença dos elementos que compõem a Didática da Física nos trabalhos científicos a serem desenvolvidos, pois são eles que norteiam o trabalho do professor e coadunam para a concretude da Didática da Física, como campo de conhecimento importante e essencial a profissão de docência.

O segundo critério buscou compreender se os artigos apresentam uma perspectiva prática da Didática da Física. Os trabalhos de natureza aplicada (ver quadro 3) possuem uma aplicação real dos elementos metodológicos onde discutem a importância de tais elementos para uma melhor aprendizagem do aluno, ou seja, buscam conectar os elementos metodológicos aos cognitivos, todavia não estabelecem uma relação clara.

Salienta-se que:

Existem hoje na literatura diversas produções que apontam a necessidade da pesquisa em didáticas específicas, por diferentes razões. A mais comum, é com relação ao fato de que cada disciplina tem uma epistemologia diferenciada, que precisa de processos de ensino e aprendizagem particulares, já que não é o mesmo considerar como objetos de conhecimento “o vivo e todas as suas interações” na Biologia, “o estudo de fenômenos naturais que podem ser simplificados e idealizados” na Física, etc. (Nardi; Castiblanco, 2014, p.28).

Deste modo, os trabalhos futuros que abordem sobre a Didática da Física, devem se preocupar e explicitar os seus elementos, tendo em vista que sem eles, o campo de estudo é descaracterizado e resume-se em uma Didática generalista.

O terceiro critério visa saber se os manuscritos apresentam um nível satisfatório de evidências. Os trabalhos apresentados são tanto de natureza básica quanto aplicada, possuindo discussão teórica e aplicação prática, respectivamente. Deste modo, independentemente do tipo de trabalho, todos trazem contribuições singulares no campo da Didática da Física.

7. Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo, compreender os contributos que os artigos científicos que abordam sobre Didática da Física trazem para a construção e atuação do professor de Física, na proporção em que baliza e propõe novas possibilidades para a área. Nesse sentido, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura para coletar e analisar esse material, através de critérios de inclusão, exclusão e qualidade dos estudos.

Com a análise realizada, foi possível perceber os vários benefícios apontados pelos escritos, que podem ser reproduzidos em sala de aula. Todavia, é preciso salientar a fragilidade da maioria dos artigos em não pontuar adequadamente elementos de natureza epistemológica e/ou cognitiva, o que por sua vez desestrutura a informação que chega aos professores atuantes.

É interessante destacar também, que os elementos discutidos ao longo deste trabalho, são o tripé da Didática da Física, o que sugere um campo de estudo que perpassa o campo teórico e chega até a sala de aula. Isso é importante principalmente, por subsidiar de forma substancial o conteúdo que chega até o aluno, uma vez que não se trata apenas de repassar uma informação, mas, antes de tudo, conhecer o público e sua realidade, compreender a forma que ocorre a aprendizagem no cérebro e utilizar a melhor metodologia para ensinar.

Referências

- ALMOULOUDG, S.; QUEIROZ, C. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **REVEMAT-Revista Eletrônica de Matemática**, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008.
- ARAÚJO, A. C. S.; PAULA, B. J. de; ROMEU, M. C. Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom. **Revista Cocar**, v. 19, n. 37, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/6609>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ARCANJO FILHO, M. **Demanda epistemológica no ensino de física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de

Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2011.

ASTOLFI, J.P.; DAVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Trad. Magda S. de Sé Fonseca. Campinas: Papirus, 1989.

AZEVEDO, V. O.; MELO, D. P. D. As metodologias ativas e suas aproximações à abordagem pedagógica sociocultural. **Revista Cocar**, v. 15, n. 33, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4905>. Acesso em: 27 fev. 2024.

BARBOSA, R. G. O Ensino da Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 3, n. 1, p. 177-203, 2018.

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A estratégia da modelagem didático-científica para a conceitualização do real no ensino de física: um estudo de caso com professores de ensino médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 85-110, 2019.

BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1993.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciências, educação em ciências e ensino das ciências**. Lisboa: Ministério da educação, 2002.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

FEITOSA, S. S. et al. Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 662-694, 2020.

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 52, 2019.

FRAGA, V. M.; MOREIRA, M. C. A.; PEREIRA, Marcus Vinicius. Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 174-192, 2021.

FRANCO, D. L. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física Moderna. **Revista Triângulo**, v. 11, n. 1 p. 151-162, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

Didática da Física presente em escritos científicos: uma análise dos elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica

GODOI, C. K.; COELHO, A. L. de A. L.; SERRANO, A. Elementos epistemológicos e metodológicos da análise sociológica do discurso: abrindo possibilidades para os estudos organizacionais. **Organizações & Sociedade**, v. 21, p. 509-535, 2014.

IZQUIERDO AYMERICH, Mercè; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Contribuciones de Giere a la reflexión sobre la educación científica **Revista de estudios de la ciencia y la tecnología**, v.10, n.1, p. 75-87, 2021.

LA TAILLE, Y. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, JULIO GROPPA (org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, p. 25- 44, 1997.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2019.

MASSONI, N. T; MOREIRA. M. A. Um estudo exploratório sobre a contribuição de visões epistemológicas contemporâneas na transformação das concepções de professores de Física atuantes. **Tecné, Episteme y Didaxis-TEA**, v. 22, n. 1, p. 5-31, 2007.

MASSONI, N. T; MOREIRA, M. A. Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la Física: una contribución para el aprendizaje significativo de la Física, con muchas cuestiones sin respuesta. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 2, p. 283-308, 2010.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

MOREIRA, M. P. C. et al. Contribuições do Arduino para o ensino de física: uma revisão sistemática de publicações na área de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDECA: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, p. 101-136, 2003.
MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. " História e epistemologia da física" na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 127-134, 2007.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. L. **Didática da física**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.
OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio." **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1970.

PIAGET, J. **Topics in Cognitive Development**. New York: Springer, 1977.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva – 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ROSA, C.T.; GHIGGI, C. M. Resolução de problemas em Física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, 2018.

ROSA C. W.; ROSA Á. B. Ensino de Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 7-25, 2007.

ROSA, C. T. W.; VILLAGRÁ, J. Á. M. Metacognição e ensino de Física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 581-608, 2018.

SALES, G. L. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada) – Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE.

STUDART, N. Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

SALOMÃO, F. C. C. et al. Metodologias ativas para ensino de óptica geométrica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 4, p. 853-865, 2023.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis Educación, 2002.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; ALVES, F. R. V. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 20-41, 2018.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

VIENNOT, L. **Reasoning in Physics: The Part of Common Sense**. New York: Kluwer Academic Publisher, 2004.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Sobre os autores

Ana Clara Souza Araújo

Doutoranda em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN polo IFCE. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (2023). Especialista em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (2022). Licenciada em Física pelo IFCE (2021). E-mail: ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8851-6356>.

Mairton Cavalcante Romeu

Doutor em Engenharia de Teleinformática e em Física na Universidade Federal do Ceará – UFC. Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza. E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>.

Recebido em: 16/03/2024

Aceito para publicação em: 23/05/2024