



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPEs – LATINDEX
Nº. 23 – Ano XII – 05/2023
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Um Estudo sobre a Abordagem da Linguagem Matemática no Ensino dos Conceitos Físicos

Prof. Eliel Silva Souza

Licenciatura em Física - Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Especialização em Didática, Práticas de Ensino e Tecnologias Educacionais
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

<http://lattes.cnpq.br/0772358159251126>

E-mail: essacademico@gmail.com

Prof. Danilo Lopes Santos

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática
e Tecnologia - PPGEcMaT

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Campus JK - Diamantina/MG

<http://lattes.cnpq.br/7135131046438053>

E-mail: danilo.lopes@ufvjm.edu.br

Prof. Dr. Geraldo Wellington Rocha Fernandes

Docente do Departamento de Ciências Biológicas – DCBio/FCBS
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Campus JK - Diamantina/MG

<http://lattes.cnpq.br/1741331119179699>

E-mail: geraldo.fernandes@ufvjm.edu.br

Resumo: Atualmente, existem discussões e direcionamentos na pesquisa e formação de professores em desenvolver práticas docentes humanizadas e reflexivas no Ensino de Física para superar o excesso de matematização e evitar a desmotivação dos estudantes da educação básica e evasão dos graduandos. Para isso, se faz necessário desenvolver e aplicar novas metodologias, abordagens e estratégias de ensino. Tendo em vista essas observações, este trabalho tem como objetivo geral: investigar os trabalhos publicados no Encontro Nacional da Pesquisa

em Ensino de Ciências – ENPEC, nas edições dos anos de 1997 até 2021, sobre as características da Matemática no Ensino de Física. Como objetivos específicos, este trabalho propõe em: a) Caracterizar o que se tem publicado sobre a Matemática no Ensino de Física; b) Identificar as principais estratégias/métodos e abordagens que são utilizadas para o aprimoramento da Matemática no Ensino de Física; e c) Verificar os limites e possibilidades para a formação de professores para o uso da Matemática no Ensino de Física. Para alcançar os objetivos propostos, buscou-se fazer uma pesquisa bibliográfica nos anais do ENPEC sobre a Matemática no Ensino de Física. Como resultado, obteve-se 28 artigos que foram classificados e analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), onde emergiram quatro categorias: a) Reflexões epistemológicas para o ensino de Matemática e Física que apresentou quatro artigos; b) Estratégias, métodos e abordagens para o aprimoramento do Ensino de Matemática e Física que contribuíram para a melhoria da prática docente, sendo a categoria que teve mais artigos publicados, totalizando dezesseis; c) Formação de professores para o ensino de Matemática e Física, que identifica as lacunas existentes na metodologia de ensino do docente, chegando a ter oito artigos publicados; d) Análises e concepções sobre o uso da Matemática no Ensino de Física, tendo apenas um único artigo publicado. A investigação indicou que existem poucos estudos que abordam a Matemática no Ensino de Física, no entanto ressalta-se o processo evolutivo da temática no ENPEC.

Palavras-chave: Matemática. Ensino de Física. Resolução de Problemas.

INTRODUÇÃO

Apresentando a temática da pesquisa

A atuação dos professores, ao lecionar a disciplina de Física no ensino médio, evidencia, em vários momentos, o uso equivocado da matematização, ao tratar as leis e os conceitos, assim como a resolução de problemas de Física (KARAM; PIETROCOLA, 2009). Essa atuação oculta a forma em que a Matemática deve ser ensinada no contexto da Física, envolvendo assim, uma postura didático-pedagógica do docente associada e vinculada aos conceitos científicos (MENDES; BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002; PIETROCOLA, 2005; KARAM; PIETROCOLA, 2009). Neste trabalho, assim como Luccas e Batista (2011), compreendemos a matematização como:

[...] a atividade matemática que possibilita a organização e a estruturação dos fenômenos naturais pertencentes à realidade complexa, por meio de uma identificação de regularidades, padrões, relações e, posteriormente, estruturas matemáticas. (LUCCAS; BATISTA, 2011, p. 456).

A postura do professor, ao introduzir o Ensino de Física, sem fazer o uso adequado da matematização, camufla o entendimento das Ciências da Natureza, sendo que a matematização busca entender e estruturar os fenômenos da natureza.

Desse modo, cria um obstáculo na aprendizagem do aluno e na perspectiva educacional, tornando-se necessário aprofundar o papel da linguagem matemática na construção do conhecimento científico, que por muitas vezes entra em discordância com a que é utilizada nos problemas de Física, causando dificuldade na estruturação do conhecimento científico do aluno (MENDES; BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002; PIETROCOLA, 2005; KARAM; PIETROCOLA, 2009).

Os conteúdos de Física e Matemática devem estar concatenados, fazendo com que os alunos percebam o sentido dos conceitos e através disso, consiga estruturar o conhecimento. Pietrocola (2002, p. 91) afirma que:

Os professores de Física gostariam que seus alunos chegassem à sala de aula com os pré-requisitos matemáticos completos. Em contrapartida, os professores de Matemática não aceitam, com razão, que sua disciplina seja pensada apenas como instrumento para outras disciplinas, impondo uma programação que nem sempre se articula com aquela da Física.

O professor de Física tende a considerar que o aluno já aprendeu o assunto, e que, logo, compreende o formalismo da linguagem científica. Com isso, o professor retira sua responsabilidade sobre a forma que apresenta a linguagem matemática, atribuindo as dificuldades de aprendizagem da disciplina, ao aluno. Um exemplo disso está na citação de Pietrocola (2002, p. 91) quando afirma que “Muitas vezes, os professores de Física acabam por atribuir à Matemática a responsabilidade pelas dificuldades na aprendizagem e não naquilo que ensinam”.

Para alguns autores (MENDES; BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002; PIETROCOLA, 2005; KARAM; PIETROCOLA, 2009), a grande dificuldade do aluno em interpretar o conhecimento científico está alojada na falta de compreensão dos conceitos matemáticos. É preciso que o estudante entenda que Física não é Matemática, e que a Matemática não substitui o conhecimento da Física (MENDES; BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002; PIETROCOLA, 2005).

O excesso do operacionalismo matemático faz com que os alunos não consigam enxergar a Física como uma ciência que faz parte de nosso cotidiano, causando uma indiferenciação à disciplina e conseqüentemente, uma desmotivação destes alunos. Devido ao estudante não conseguir assimilar o conteúdo abordado em sala de aula com o seu cotidiano, ocasionando uma evasão significativa na área de ciências (PIETROCOLA, 2005).

Quando o professor aborda o conteúdo científico sem fazer uma devida discussão, relacionando conceitos físicos com matemáticos, fazendo assim uma

explicação de cada variável no contexto científico, deixa evidente uma lacuna na explicação, pois não tem sentido com a realidade do aluno, sendo que, o professor faz uso de fórmulas prontas, onde o aluno não consegue enxergar o significado científico (MENDES; BATISTA, 2016, p. 758).

Tendo em vista essas problemáticas que emergem no Ensino de Física e que vem a ocasionar, nos alunos, rupturas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, se faz necessário que o professor oportunize em suas aulas uma didática mais contextualizada, apresentado aos mesmos os processos evolutivos e históricos na disciplina de Física.

O que se busca pesquisar?

A partir do exposto anteriormente, essa pesquisa tem como problema de investigação a seguinte questão de pesquisa: *Como se caracteriza a abordagem e o uso da Matemática no Ensino de Física?*

Para dar conta de responder à questão proposta, a pesquisa tem como objetivo geral: *investigar os trabalhos publicados no Encontro Nacional da Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC, nas edições dos anos de 1997 até 2021, evidenciando as características da Matemática no Ensino de Física.*

A idealização desta pesquisa se deu ao observar as dificuldades de interpretação dos alunos em relação aos problemas físicos, onde eles imaginavam que Física era Matemática, sem conseguir ter um olhar crítico em relação aos conceitos e fenômenos estudados (MENDES; BATISTA, 2016).

Sendo assim, para alcançar o objetivo geral proposto, no intuito de aprofundar os motivos que levam em direção aos limites e possibilidades de aprendizagem da Física e Matemática pelos alunos, este trabalho propõe, como objetivos específicos:

- a) Caracterizar o que se tem publicado sobre a Matemática no Ensino de Física;
- b) Identificar as principais estratégias/métodos e abordagens que são utilizadas para o aprimoramento da Matemática no Ensino de Física;
- c) Verificar os limites e possibilidades para a formação de professores para o uso da Matemática no Ensino de Física.

A importância dessa pesquisa se justifica em caracterizar e conhecer, por meio de uma pesquisa bibliográfica, o que foi mais propagado no ensino de Física

sobre problemas, problematização e matematização, publicado no ENPEC, podendo contribuir para outros professores e pesquisadores sobre a temática, uma fonte de dados e compreensões, voltados, principalmente, para o ensino médio. Essa pesquisa pretende fazer um mapeamento de quais estratégias e métodos estão sendo utilizados na atualidade, além das dificuldades que os professores têm tido com os alunos ao lecionar a disciplina de Física.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ensino de Física tradicional x Ensino de Física libertador

A metodologia de ensino pautada na educação tradicional traz o professor como detentor do conhecimento, ministrando aulas basicamente expositivas que abordam um extenso conteúdo que não faz ligação com a realidade do aluno. Devido a toda essa problemática, ocorre uma grande dificuldade na aprendizagem do aluno, reproduzindo o que foi ensinado em sala de aula, tornando o seu processo formativo passivo, ocasionando uma evasão nas disciplinas de Ensino de Ciências (MENEZES; SANTIAGO, 2014).

Em contrapartida, surge a educação libertadora, criada por Paulo Freire (1986), que vai contra a concepção da educação bancária. Esta teoria faz com que o aluno se transforme em um ser participativo, tornando-se protagonista da construção do seu próprio conhecimento que se dá de forma crítica, com abordagens de cunho social e político. Nesse modelo têm-se uma participação efetiva de ambas as partes, educando e educador, que cooperam entre si para que haja uma construção na aprendizagem, gerando um diálogo democrático nos diferentes espaços (MENEZES; SANTIAGO, 2014; SCHRAN; CARVALHO, 2011).

Desse modo, vemos que o desobediente nunca é o educador, mas, sim, o educando, aquele que precisa ser ensinado a não violar as regras impostas. Entendemos que o professor irá “depositar” (vem daí a ideia de “bancária”) os conteúdos em suas cabeças, como se fossem recipientes a serem preenchidos. A educação bancária não é libertadora, mas, sim, opressora, pois não busca a conscientização de seus educandos. (BRIGHENTE; MESQUIDA, 2016, p. 161).

A partir de um diálogo democrático, o educando e educador constroem uma educação transformadora, pautada em uma relação de respeito onde será necessária a participação de todos de forma dialética. A liberdade de expor ideias e

discuti-las em sala de aula é capaz de promover mudanças na aprendizagem, respeitando o processo formativo de cada um por meio das discussões em grupos, podendo proporcionar uma evolução na aprendizagem do aluno. O diálogo faz com que o sujeito desperte um olhar crítico, que será construído em sala de aula, tornando o sujeito independente, causando mudanças em sua realidade social (MENEZES; SANTIAGO, 2014; SCHRAN; CARVALHO, 2011). Segundo Menezes e Santiago (2014, p. 54), “O diálogo é a condição de existir humanamente; com ele, os seres humanos se solidarizam, refletem e agem juntos como sujeitos no mundo que querem transformar, humanizar”.

No entanto, para que a escola libertadora aconteça de fato, é necessário que o professor esteja aberto para uma perspectiva dialógica para construir o conhecimento com os alunos, onde suas principais vertentes sejam baseadas na prática de um diálogo entre todos os sujeitos. A comunidade escolar deve estar inserida em todo processo de ensino e aprendizagem, estabelecendo vínculos que proporcionem um diálogo crítico e reflexivo para que haja uma construção coletiva do conhecimento, expondo novos horizontes na realidade social em que os sujeitos estão inseridos, onde a principal pauta é o sistema educacional comprometido com o ensino democrático (MENEZES; SANTIAGO, 2014).

O Ensino de Física a partir de uma abordagem crítica

A frágil abordagem da Matemática na Física leva os alunos a terem uma visão ingênua sobre sua natureza, por exemplo, as equações matemáticas, apresentadas pelo professor, são apenas fórmulas. No entanto, a Matemática faz uso da linguagem da Física e deve ser idealizada e interpretada como representação dos nossos pensamentos a respeito da natureza da ciência e elaboração de modelos explicativos que envolvem os processos históricos sobre os fenômenos que ocorrem na natureza (SILVA; PIETROCOLA, 2002). De acordo com Silva e Pietrocola (2002, p. 02).

Ao dizermos que a Matemática se constitui na linguagem da Física, devemos entender que ela é expressão do próprio pensamento, e não apenas um instrumento de comunicação. A Matemática é a maneira de estruturarmos nossas ideias sobre o mundo físico.

A aprendizagem dos alunos deve se dar de maneira que se considere o processo histórico dos envolvidos, para que eles se sintam incluídos nas dinâmicas que ocorrem na sala de aula. Na pesquisa em Ensino de Física, existem diferentes abordagens críticas, como por exemplo: a Abordagem Temática Freireana, as Situações de Estudo, a Pedagogia Histórico-Crítica etc. (FERNANDES *et al.*, 2022). Aqui apresentamos a abordagem de ensino baseada na História e Filosofia da Ciência (HFC) como uma possibilidade para o ensino crítico (MATTHEWS, 1995). Alguns estudos indicam que HFC segue uma sequência cronológica, estabelecendo um marco evolutivo das rupturas ocorridas no decorrer do processo histórico, proporcionando ao aluno uma criticidade ao lidar com os fatos que ocorrem nas aulas de Física (MENDES; BATISTA, 2016). Essa abordagem contribui tanto para o professor quanto para o aluno não terem uma visão ingênua do Ensino de Ciências, lhe induzindo ao empirismo, podendo lhe causar inúmeros empecilhos em sua prática pedagógica, como por exemplo, quando o professor apenas transmite o conhecimento (educação bancária), desvirtuando a função social da escola que é de transformar a realidade da comunidade em que está inserida (SILVA; ECHALAR; PINHEIRO, 2019).

É necessário que o professor utilize, em seu ensino, questões que levem o aluno a uma discussão sobre o processo histórico da ciência, para que ele possa refletir e discutir com os colegas os conceitos abordados nas aulas. Esta problemática exige do professor uma atuação mais enfática em sua prática docente, necessitando de competências e habilidades para lidar com a dinâmica do contexto escolar, construindo por meio do diálogo o conhecimento com os alunos, que se dá de forma crítica e participativa em todo seu contexto social de aprendizagem. (PIETROCOLA, 2002). De acordo com Matthews (1995, p. 165):

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

É fundamental que se utilize uma abordagem que estimule a aprendizagem dos alunos de forma dialógica e reflexiva, a partir de temáticas sociais que envolvem o Ensino de Ciências, dentro e fora da sala de aula. A História e Filosofia da Ciência (HFC) seria um exemplo, pois o professor mostraria a evolução histórica, que é marcada por um processo de rupturas, desmistificando que a ciência é algo pronto e acabado, como o método científico que é impregnado de regras e procedimento. O professor, por meio da HFC, pode apresentar e levantar discussões com os alunos, sobre como surgiram determinadas teorias e como chegaram a determinados resultados. Mendes e Batista (2016, p. 759) acrescenta que “[...] uma discussão com abordagem histórico-filosófica recria o ambiente contextualizador que permite entender a origem da problemática do desafio conceitual e/ou empírico [...]”. (MENDES; BATISTA, 2016).

A HFC tem a capacidade de explicar o caminho percorrido pelos grandes nomes da ciência, proporcionando ao aluno uma aprendizagem que permite traçar uma linha de tempo do contexto histórico em que surgiu a Física. O aluno poderá se inserir nesse processo histórico, familiarizando e consequentemente aumentando o seu interesse nas aulas de Física que se dará por meio de discussões teóricas e práticas, aproximando-o do conhecimento científico de forma autônoma e reflexiva. (MARTINS; PARANHOS; GUIMARÃES, 2019; GUÇÃO; CARNEIRO, 2019).

O Ensino de Física e a formação docente

Um tema muito abordado por pesquisas educacionais é a formação de professores, pois é na graduação que o licenciando tem o maior convívio com o ambiente acadêmico, podendo levar seus conhecimentos para a sala de aula através dos estágios, até chegar a sua formação (REZENDE; LOPES; EGG, 2003). É no estágio que o licenciando vai colocar em prática o que aprendeu na graduação, podendo implementar novas metodologias e trocar experiências com seus professores orientadores, por meio de reflexões sobre o fazer pedagógico (PIRATELO *et al.*, 2013).

Isto implica que o processo de formação (tanto a inicial quanto à continuada) não pode ser apenas a apresentação de conteúdos e de um repertório de abordagens de ensino, mas que precisa incluir necessariamente a discussão das concepções do professor e dos problemas de sua prática (REZENDE; LOPES; EGG, 2003, p. 03).

Essa vivência no ambiente escolar apresenta ao licenciando diversas situações que não seriam vivenciadas na universidade, proporcionando ao futuro professor convívio com a dinâmica da comunidade escolar. No entanto, é necessário que a escola trabalhe em parceria com o professor, buscando mudanças coletivas que tenham efeitos significativos na escola e na prática docente. (REZENDE; LOPES; EGG, 2003; PIRATELO *et al*, 2013)

O estágio supervisionado docente também assume características teóricas que reúnem saberes essenciais que irão contribuir com a formação do licenciando. Sendo que, ele entra em contato com a realidade do seu futuro local de trabalho. As experiências que o licenciando vivência contribuem para que ele consiga unificar a teoria e a prática proporcionando aos alunos uma aula mais reflexiva em sua ação pedagógica. Sendo assim, essas competências que foram adquiridas no decorrer da sua vida acadêmica e posteriormente em uma formação continuada lhe proporcionaram habilidades específicas para repensar sua prática docente e inovar no ambiente escolar (PIRATELO *et al*, 2013). A habilidade que o licenciando em Física adquire no decorrer de sua formação, possibilita entender que o formalismo matemático está diretamente ligado aos processos de desenvolvimento da Física.

Todavia, as dificuldades que os alunos têm no formalismo matemático revela o uso instrumental da Matemática nas aulas de Física, afetando o ensino e a aprendizagem, devido à falta de assimilação do formalismo matemático com os processos físicos, ocasionando evasão dos alunos. O professor precisa explicar de forma clara para os alunos o papel estruturante que a Matemática desempenha no Ensino de Física, explicando seus fenômenos matematicamente (MANNRICH; SILVA, 2013). Para desmistificar essa visão instrumental da Matemática, é necessário capacitar os professores por meio de formações continuadas que tenham como foco abordagens epistemológicas que especifiquem as conexões entre a linguagem matemática e o Ensino de Física. De acordo com Mannrich e Silva (2013, p. 03).

[...] Matemática na construção do conhecimento físico está para além de uma simples ferramenta. Mesmo que não muito bem compreendida, esta relação não pode ser tratada de maneira independente, onde a primeira seria um simples instrumento da segunda que até se poderia prescindir.

É necessário oportunizar aos alunos uma formação que promova a potencialização de habilidades estruturantes para fazer o uso correto da linguagem

matemática no Ensino de Física. Sendo assim, é importante que se tenha uma maior discussão sobre as habilidades estruturantes no período da graduação para que o licenciando tenha uma bagagem de conhecimento que contemple as lacunas existentes diante do formalismo Matemático no Ensino de Física (MANNRICH; SILVA, 2013).

Para que essas discussões tenham um efeito positivo na aprendizagem dos alunos da educação básica (e no ensino superior), é importante que o professor tenha domínio do conteúdo, aliando os conhecimentos históricos e filosóficos aos conceitos por meio de teorias que fundamentam a sua prática docente para obter mais clareza no processo formativo dos alunos (MARTINS; PARANHOS; GUIMARÃES, 2019; GUÇÃO; CARNEIRO, 2019).

Contudo, é necessário que o professor tenha uma formação inicial e continuada que envolva diferentes metodologias, abordagens e estratégias de ensino de Matemática e Física, para estimular a criticidade e o diálogo de forma contextualizada, com embasamento científico. Os conceitos que permeiam o Ensino de Física precisam ser demonstrados para os estudantes de forma que se aborde uma discussão filosófica consistente e contextualizada sobre a natureza da ciência. Assim sendo, se faz necessária uma qualificação que prepare o professor para discutir sobre a natureza da ciência sem cometer equívocos sobre o conhecimento científico (MENDES, BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002).

Um ensino contextualizado e crítico tem a capacidade de suprir as lacunas que envolvem o ensino básico, em específico no Ensino de Ciências, aproximando o aluno dos processos que envolvem o conhecimento científico. É necessário tornar o estudante protagonista da construção do seu conhecimento, fornecendo um ensino mais fluido, que apresenta as rupturas e os processos evolutivos que permeiam a disciplina de Física, não apenas no contexto da aula, mas para a vida (MENDES, BATISTA, 2016; MENEZES, SANTIAGO, 2014; COELHO, PISONI, 2012; MATTHEWS, 1995).

O ensino de Física e Matemática como áreas interdisciplinares

Também se faz necessário compreender a questão da interdisciplinaridade entre as duas áreas de conhecimento, Física e Matemática. A interdisciplinaridade também tem um papel importante nas abordagens pedagógicas, pois, segundo

Japiassu (1976) e Santomé (1998), ela apresenta como característica a intensa troca entre os especialistas e o grau de interação real das disciplinas, buscando interações entre os conhecimentos de forma coordenada, intencional e recíproca por meio do diálogo e da cooperação mútua entre as unidades curriculares. Ademais, ela supera a visão fragmentada que ocorre na prática pedagógica dos professores, que lecionam de forma desarticulada os componentes curriculares. O professor ao organizar a disciplina de forma articulada e dialógica com seus pares, ele oportunizar ao aluno uma aula globalizada que integra os saberes de forma humanizada. No entanto, para que o aluno tenha o contanto com a interdisciplinaridade é necessário que os ambientes educacionais rompam com o modelo fragmentado de ensino que ainda prevalece nas escolas (THIESEN, 2008).

A implementação da interdisciplinaridade torna o professor mais engajado no fazer pedagógico, buscando novas formas de aprofundar o conhecimento, rompendo barreiras entre a teoria e a prática de forma reflexiva. De acordo com Japiassu (1976, p. 75)

[...] a interdisciplinaridade pode ser caracterizada como o nível em que a colaboração entre as diversas disciplinas ou entre os setores heterogêneos de uma mesma ciência conduz a interações propriamente ditas. isto é, a uma certa reciprocidade nos intercâmbios, de tal forma que, no final do processo interativo, cada disciplina saia enriquecida.

É evidente que a interdisciplinaridade oportuniza a inclusão, pois o aluno aprende de forma globalizada, estimulando sua criticidade e consequentemente refletindo sobre os conteúdos abordados pelo professor. Thiesen (2008, p. 551), *apud* Gadotti (2004), afirma que “a interdisciplinaridade visa garantir a construção de um conhecimento globalizante, rompendo com as fronteiras das disciplinas”.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A abordagem utilizada neste estudo foi de natureza qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), onde se fez uma pesquisa bibliográfica sobre o tema “Matemática no Ensino de Física”, em trabalhos publicados em formato eletrônico, nos anais das publicações do Encontro Nacional da Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC, considerando as edições dos anos de 1997 até 2021.

A pesquisa bibliográfica realizada teve como objetivo identificar os principais artigos publicados no ENPEC, relacionados a “Matemática no Ensino de Física”,

para analisar, detalhar e sistematizar as tendências, limites e possibilidades dessa temática que decorreram nas edições do ENPEC, nos anos de 1997 até 2021.

O ENPEC ocorre a cada dois anos e os trabalhos podem ser submetidos tanto em formato de trabalho completo ou resumo expandido para pôster, porém nesta pesquisa foram utilizados apenas os trabalhos completos publicados no evento.

A pesquisa dos trabalhos publicados nos ENPECs se deu através da busca pelo uso das seguintes palavras-chave: Matemática; resolução de problemas; matematização; linguagem matemática; habilidade matemática; pensamento lógico; pensamento proporcional; pensamento estruturante; modelagem matemática; fórmulas de física e; problemas físicos.

O início da análise dos artigos se deu por meio da verificação do título do artigo, palavras-chave e leitura do resumo para tentar selecionar os que tinham como tema principal “Matemática no Ensino de Física”. Após o processo de busca e seleção, foram encontrados 28 artigos nos anais do ENPEC.

A análise dos dados se deu de acordo com a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2011). Essa metodologia de análise de dados qualitativos está entre duas outras formas consagradas de análise de dados, que são: a Análise de Conteúdo (AC) e a Análise de Discurso (AD) (MORAES; GALIAZZI, 2011). A ATD foi escolhida por detalhar e analisar as informações que emergiram durante a pesquisa, dando possibilidade de surgir novas categorias ou subcategorias. A ATD é caracterizada e realizada em quatro etapas, que são:

Primeira etapa: Consiste na formação do *corpus* da pesquisa. O *corpus* da pesquisa foi constituído por 28 artigos selecionados nos anais do ENPEC nos anos de 1997 até 2021, em que foram analisados os títulos, palavras-chave e resumos. Porém, se teve a necessidade de fazer a leitura completa dos textos de alguns trabalhos, e os pôsteres só foram analisados quando acompanhados dos textos completos.

Segunda etapa: Consiste no processo de unitarização que implica na fragmentação dos textos em sentidos ou unidades de significado, por meio das leituras e análises mais detalhadas dos textos publicados no ENPEC.

Terceira etapa: Consiste na categorização das unidades de sentido que foram organizadas por ordem de semelhança, emergindo quatro categorias *a posteriori* (ou emergentes):

a) Reflexões Epistemológicas para o ensino de Matemática e Física: Essa categoria está relacionada com as percepções e concepções dos professores e alunos sobre as abordagens que envolvem a “Matemática no ensino Física”, enfatizando o processo de construção do conhecimento.

b) Estratégias, métodos e abordagens para aprimoramento do ensino de Matemática na Física: Essa categoria tem o objetivo de analisar as diferentes estratégias e métodos que vieram a contribuir para o aprimoramento e melhorias da prática docente dos professores de Matemática e Física.

c) Formação de professores para o ensino de Matemática e Física: Tem a finalidade de entender e refletir sobre a prática docente, identificando lacunas existentes na metodologia de ensino, possibilitando a busca por meios didáticos que superem as dificuldades de se lecionar Matemática e Física.

d) Análises e concepções para o uso da Matemática no Ensino de Física: Essa categoria busca analisar o significado que os pesquisadores dão ao uso da Matemática no ensino da Física.

Quarta etapa: Consiste na produção de Metatextos, ou seja, trata-se da elaboração de textos descritivos e interpretativos que analisam as categorias relevantes da pesquisa e que estão embasadas na revisão da literatura. Na nossa pesquisa, os metatextos serão apresentados no tópico “Resultados e Discussão”, em que faremos as análises das categorias emergentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados em duas seções. A primeira seção apresenta o levantamento bibliográfico dos trabalhos que possuem a temática “Matemática no Ensino de Física”, publicados no ENPEC. A segunda seção é a discussão das categorias, em forma de metatextos que foram emergindo dos trabalhos analisados, a partir da ATD, e verificados no período de 1997 até 2021, para se entender os processos evolutivos deste tema.

Análise do levantamento bibliográfico dos trabalhos

A pesquisa dos artigos foi realizada nos anais do ENPEC, onde foram encontrados 28 artigos que abordavam a temática “Matemática no Ensino de Física”. Na Tabela 1 se tem a data do evento e a quantidade de artigos relacionados. Podemos verificar que tivemos anos em que não houve nenhuma publicação e que tiveram mais de uma publicação.

Foram feitas verificações individuais de cada edição dos anais do ENPEC que abrange pesquisas de diversas áreas do Ensino de Ciências, tendo um alcance nacional em seus eventos, verificando que, ao longo dos anos, se tinha pouca produção sobre a temática relacionada à “Matemática no Ensino de Física”. Percebe-se que no ENPEC I e III não teve nenhuma publicação sobre o tema pesquisado, e no II, VII e XIII se teve apenas uma publicação. Nos outros eventos, teve-se mais de uma publicação, demonstrando o surgimento do interesse pela temática e que pode ser verificado na Tabela 1.

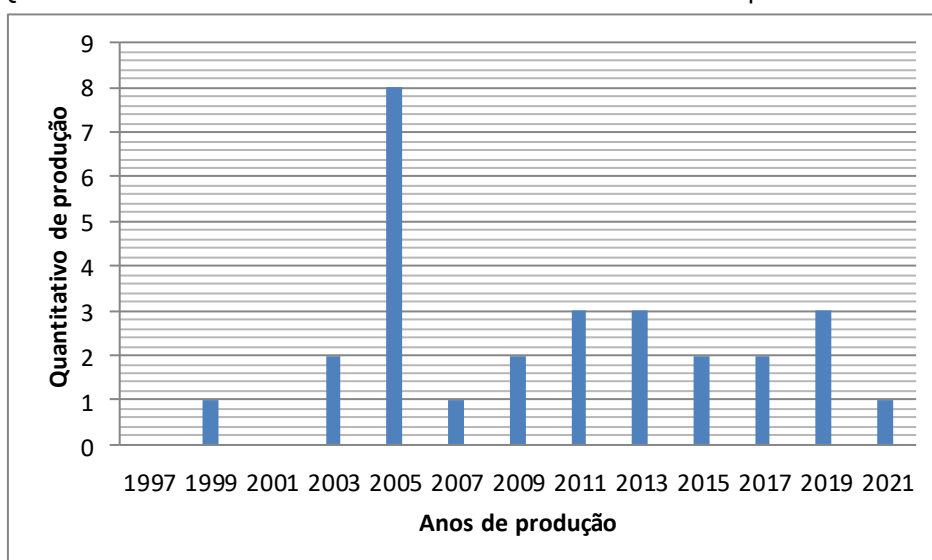
Tabela 1. Quantidade de artigos encontrados em cada edição do ENPEC

Fonte de Pesquisa: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (1997/2021)			
CÓDIGO	Evento/Ano	Quantidade de trabalhos encontrados	Quantidade total de trabalhos publicados por evento
EI	I ENPEC (1997)	0	57
EII	II ENPEC (1999)	1	106
EIII	III ENPEC (2001)	0	124
EIV	IV ENPEC (2003)	2	192
EV	V ENPEC (2005)	8	378
EVI	VI ENPEC (2007)	1	405
EVII	VII ENPEC (2009)	2	382
EVIII	VIII ENPEC (2011)	3	1009
EIX	IX ENPEC (2013)	3	1019
EX	X ENPEC (2015)	2	1272
EXI	XI ENPEC (2017)	2	1335
EXII	XII ENPEC (2019)	3	1035
EXIII	XIII ENPEC (2021)	1	895
	Total de Trabalhos	28	8.209

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Tabela 1 apresenta poucas publicações sobre a temática (0,35%), menos de 1%, começando pelo primeiro evento, que não teve nenhuma publicação. O que teve maior destaque foi o V ENPEC, com oito trabalhos. Pressupõe que o número baixo de publicações pode estar relacionado com a temática Matemática em um encontro de Ensino de Ciências. Levando em consideração a baixa produção de trabalhos relacionados à temática da pesquisa, o Gráfico 1 apresenta o quantitativo dos trabalhos sobre a Matemática e o Ensino de Física, publicados de acordo com os anos de realização do evento.

Gráfico 1. Quantitativo dos trabalhos em Matemática no Ensino de Física publicados nos eventos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como apresentado no Gráfico 1, o ENPEC do ano de 2005 foi o que teve um maior número de produção em relação aos outros eventos que mantiveram um número de produção parecido, tendo no máximo um artigo a mais que os outros eventos.

Análises das categorias emergentes

As quatro categorias *a priori* emergiram por meio da ATD, que podem ser vistas na Tabela 2 com seus respectivos números de trabalhos pesquisados. Cada categoria será analisada e referenciada em forma de metatextos descritivos (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Tabela 2. Número de trabalhos por evento para cada categoria emergente e número de trabalhos

Categorias	Número de Artigos em cada ENPEC	Total de Artigos por categoria
1-Reflexões epistemológicas para o ensino de Matemática e Física	1 EII +1 EVI+1 EIX	3
2-Estratégias, métodos e abordagens para o aprimoramento do ensino de Matemática e Física	1 EIV + 6 EV+ 2EVII + 2 EVIII +1 EXI + 3 EXII + 1 EXIII	16
3-Formação de professores para o ensino de Matemática e Física	1 EIV+2 EV + 2 EIX +2 EX +1 EXI	8
4-Análises e concepções sobre o uso da Matemática no Ensino de Física	1 EVIII	1
TOTAL		28

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Categoria 1: Reflexões epistemológicas para o ensino de Matemática e Física

Os artigos que compõem essa categoria estão apresentados no Quadro 1. Eles caracterizam as percepções e as concepções dos professores e alunos sobre as abordagens que envolviam a “Matemática no Ensino Física” e os processos de ensino e aprendizagem. Esta categoria emergiu a partir de três trabalhos que abordam a temática.

Quadro 1. Artigos da categoria: 1- Reflexões Epistemológicas

N	Autores/ Título dos artigos	Anais
1	ALMEIDA, M. P. J. M. LINGUAGENS COMUM E MATEMÁTICA EM FUNCIONAMENTO NO ENSINO DA FÍSICA.	ENPEC (1999)
2	KARAM, S. A. R. MATEMÁTICA COMO ESTRUTURANTE E FÍSICA COMO MOTIVAÇÃO: UMA ANÁLISE DE CONCEPÇÕES SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA	ENPEC (2007)
3	SILVA, C. H; MANNRICH, P. J. KUHN E A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES PARA SEU ENSINO	ENPEC (2013)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Mesmo que a categoria 1 tenha emergido a partir de poucos artigos, ela se preocupa em apresentar uma reflexão epistemológica sobre a “Matemática no Ensino Física”. No trabalho de Almeida (1999), encontram-se reflexões sobre o papel de duas linguagens da Matemática utilizadas no Ensino de Física, que são a metalinguagem formal que usa símbolos abstratos e a metalinguagem não formal que faz uso da linguagem ordinária como linguagem do cotidiano, possuindo características mediadoras da internalização de saberes da Física, estabelecendo

diferentes concepções. Almeida (1999) ressalta a importância da alfabetização científica para enriquecer o vocabulário científico, sendo assim, o professor é peça fundamental nesse processo, tentando descobrir como a linguagem da natureza é utilizada no cotidiano dos alunos, mesmo sendo a Física formada pela linguagem Matemática formal, proporcionando entender as peculiaridades dessas áreas do conhecimento.

A Física é formada pela linguagem formal da Matemática, no entanto para se divulgar esses conhecimentos é necessário fazer uma divulgação científica utilizando termos que sejam conhecidos no cotidiano acadêmico e escolar, para que se tenha um maior alcance em novos espaços educacionais. A Física, em especial, precisa de uma linguagem mais esclarecedora, para abranger novos espaços, levando a novas reflexões e a produção de novos saberes. É comum que o professor pense que os alunos já compreenderam os conceitos relacionados à Física, deixando lacunas em sua prática docente. Fica evidente que as dificuldades, tanto conceituais quanto na resolução de problemas, estão alojadas em uma falta de explicação mais acessível para os alunos (ALMEIDA, 1999).

Karam (2007) se aprofunda nas concepções epistemológicas, na correlação entre a Matemática e Física, e suas abordagens no ambiente escolar por meio das conexões da Matemática com o mundo concreto por meio de suas estruturas abstratas e a realidade Física, que tem o objetivo de entender os fenômenos da natureza. Karam (2007, p. 2) complementa que:

Para o filósofo suíço Ferdinand Gonseth, as construções abstratas estão relacionadas com aspectos da experiência concreta, do mundo real, acessível aos nossos sentidos, enquanto o físico alemão Albert Einstein parece defender a visão platônica de que a Matemática, como produto do pensamento humano, é independente deste mundo empírico e demonstra fascinar-se com o fato de ela ser tão frutífera para descrever a realidade objetiva.

A Matemática estabelece uma relação com as experiências do mundo real que é palpável em nosso cotidiano e nos leva a uma enigmática relação entre o conhecimento Físico e o Matemático. Sendo que, os professores dos componentes curriculares de Física e Matemática ministram suas aulas de maneira dissociada e independente, sem aproveitar as inter-relações que as duas disciplinas têm entre si, levando os estudantes a aprender de forma separada os conceitos de ambas as áreas. É necessária uma perspectiva de ensino que faça integração dos conceitos,

estabelecendo um diálogo com uma prática interdisciplinar entre os professores dos componentes curriculares, proporcionando aos alunos uma dinâmica que os leve a fazer as devidas relações entre a Física e a Matemática, dando o devido significado aos problemas abordados nas aulas (KARAM, 2007).

Silva e Mannrich (2013) apresentam uma visão instrumental da Matemática enquanto linguagem da Física. O trabalho se apoia na interpretação de problemas, buscando compreender qual a colaboração da epistemologia social de Kuhn, articulando as diversas visões dos autores sobre o assunto.

O Ensino de Física está intimamente ligado ao formalismo Matemático, no entanto, o que é apresentado na sala de aula é o mero uso instrumental da Matemática na Física, que se dá de maneira independente. Essa concepção dá impressão que se tem uma falta de relação entre os conceitos físicos e matemáticos, tendo como consequência lacunas na aprendizagem dos alunos e elevando o índice de evasão da disciplina. É essencial que o professor apresente a Matemática, não apenas como uma ferramenta a ser utilizada e sim como estruturante do Ensino de Física, levando o aluno a uma compreensão fenomenológica dos conceitos físicos por meio da estrutura matemática (SILVA; MANNRICH, 2013).

É necessário que o professor problematize essa visão instrumental que se tem da Matemática na linguagem física, buscando desenvolver habilidades que estruturam o pensamento físico na resolução dos exercícios. A contextualização leva a discussão dos conteúdos, causando reflexões que levam a desenvolver competências para ter uma visão mais ampla dos conceitos relacionados à Física na Matemática, desmistificando a visão operacional que se tem de ambas as disciplinas (SILVA; MANNRICH. 2013).

Enfim, se por um lado, o trabalho de Almeida (1999) apresenta a metalinguagem formal, que utiliza de símbolos abstratos, e a metalinguagem não formal, que faz uso da linguagem ordinária como linguagem do cotidiano, os trabalhos de Karam (2007) e Silva e Mannrich (2013) se aprofundam nas relações da linguagem na Matemática na Física, abordando temáticas como interdisciplinaridade entre a Física e a Matemática utilizando as inter-relações que as duas disciplinas têm entre si, buscando desenvolver habilidades que estruturam o pensamento físico na resolução de problemas.

Categoria 2: Estratégias, métodos e abordagens para aprimoramento do ensino de Matemática na Física

Essa categoria tem o objetivo de analisar as diferentes estratégias, abordagens e métodos que vieram a contribuir para o aprimoramento e melhoria da prática docente.

Quadro 2. Estratégias/métodos para aprimoramento do ensino de Matemática e Física

N	Autores/ Título dos artigos	Anais
1	SILVA, C. C. PIETROCOLA, M. O PAPEL ESTRUTURANTE DA MATEMÁTICA NA TEORIA ELETROMAGNÉTICA: UM ESTUDO HISTÓRICO E SUAS IMPLICAÇÕES DIDÁTICAS.	ENPEC (2003)
2	LOCATELLI, J. R. CARVALHO, P. M. A. UMA ANÁLISE DO RACIOCÍNIO UTILIZADO PELOS ALUNOS AO RESOLVEREM OS PROBLEMAS PROPOSTOS NAS ATIVIDADES DE CONHECIMENTO FÍSICO.	ENPEC (2005)
3	SILVA, C. C. UMA ANÁLISE HISTÓRICA DO USO DE MODELOS NO ELETROMAGNETISMO.	ENPEC (2005)
4	LAUDARES, B. J. MODELAGEM MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS CIÊNCIAS COM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS.	ENPEC (2005)
5	SEQUEIRA, M. FERRAZ, L. ABORDAGEM INTEGRADA NO TEMA “VIVER MELHOR NA TERRA: O ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO VEÍCULO DE INTEGRAÇÃO DE SABERES EM CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS.	ENPEC (2005)
6	NASCIMENTO, B. T. CLEMENT, L. TERRAZZAN, A. E. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	ENPEC (2005)
7	BURANELLO, A. V. L. PIROLA, A. N. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS AULAS DE MATEMÁTICA.	ENPEC (2005)
8	KARAM, R. PIETROCOLA, M. DISCUSSÃO DAS RELAÇÕES ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA NO ENSINO DE RELATIVIDADE RESTRITA: UM ESTUDO DE CASO.	ENPEC (2009)
9	CAMPOS, S. L. ARAÚJO, T. S. M. MODELAGEM MATEMÁTICA E A EXPERIMENTAÇÃO APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA.	ENPEC (2009)
10	WOLFF, S. F. J. SERRANO, A. O SIGNIFICADO DA MODELAGEM UTILIZADA NO ENSINO DE FÍSICA CONFORME LIDO A PARTIR DE REFERENCIAIS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.	ENPEC (2011)
11	CAMPOS, S. A. ARAÚJO, T. S. M. ARTICULAÇÃO ENTRE O ENSINO DE MATEMÁTICA E DE FÍSICA: UMA APROXIMAÇÃO ENTRE A MODELAGEM MATEMÁTICA E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.	ENPEC (2011)
12	GALLET, S. D. MEGID, A. B. A. M. O TRATAMENTO INTERDISCIPLINAR ENTRE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE 4º E 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	ENPEC (2017)
13	CARVALHO, A. G. VIGGIANO, E. AS DIFICULDADES E CONCEPÇÕES DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA	ENPEC (2019)
14	CARDOSO <i>et al.</i> DA SEMIÓTICA ÀS ILHAS DE RACIONALIDADE: UMA POSSIBILIDADE INTERDISCIPLINAR ENTRE A MATEMÁTICA, A QUÍMICA E A FÍSICA	ENPEC (2019)
15	MESSEDER, N. H. MORADILLO, F. E. MESSEDER NETO, S. H. HISTÓRIA VIRTUAL E OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM: UMA DISCUSSÃO NECESSÁRIA.	ENPEC (2019)

16	TESTONI <i>et al.</i> MODELAGEM MATEMÁTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: APROXIMAÇÕES INICIAIS NA ABORDAGEM DA QUEDA LIVRE	ENPEC (2021)
----	---	--------------

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Esta categoria emergiu a partir da análise de 16 artigos que trazem algumas abordagens, metodologias ou estratégias que envolvem o aprimoramento do ensino da Matemática na Física. Apesar de ser uma das categorias que teve mais publicações, ainda é pouco o número de artigos no decorrer dos anos do evento.

É perceptível na Quadro 2.1 que os autores Locatelli e Carvalho (2005); Laudares (2005); Sequeira e Ferraz (2005); Nascimento; Clement e Terrazzan (2005); Buranello e Pirola (2005); Karam e Pietrocola (2009) deram preferência na utilização da metodologia “Aprendizagem baseada na resolução de problemas” por oportunizar uma maior discussão e contextualização das questões, podendo atuar de forma interdisciplinar.

Quadro 2.1 Principais perspectivas teórico-metodológicas para aprimoramento do ensino de Matemática e Física

AUTORES	PRINCIPAIS PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS PARA O APRIMORAMENTO DO ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA
SILVA; PIETROCOLA, 2003; SILVA, 2005; MESSEDER; MORADILLO; MESSEDER; NETO, 2019.	PROCESSOS HISTÓRICO-FILOSÓFICOS
LAUDARES, 2005; SEQUEIRA; FERRAZ, 2005; NASCIMENTO; CLEMENT; TERRAZZAN, 2005; BURANELLO; PIROLA, 2005; KARAM; PIETROCOLA, 2009;	APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
CAMPOS; ARAÚJO, 2009; WOLFF; SERRANO, 2011; CAMPOS; ARAÚJO, 2011; TESTONI <i>et al.</i> , 2021.	MODELAGEM MATEMÁTICA
GALLET; MEGID, 2017; CARDOSO <i>et al.</i> , 2019.	ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR
CARVALHO; VIGGIANO, 2019; LOCATELLI; CARVALHO, 2005.	ABORDAGEM ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A Modelagem Matemática

Campos e Araújo (2009); Wolff e Serrano (2011) e Campos e Araújo (2011) utilizaram a “modelagem de matemática” como referencial teórico-metodológico para analisar os fenômenos físicos, associando os conhecimentos teóricos que são fundamentais na abordagem da modelagem matemática por meio da interdisciplinaridade. Já Testoni *et al.* (2021) trazem uma visão que busca compreender como a Modelagem Matemática é abordada em livros didáticos de Física.

Na modelagem matemática, o professor apresenta o problema para turma e posteriormente o problematiza. E é, a partir do problema que começa a emergir os conteúdos matemáticos, que precisam ser usados pelos estudantes, onde eles apresentam soluções para o mundo real, garantindo a associação e articulação do conhecimento teórico, que são fundamentais no componente curricular de Física na abordagem da modelagem matemática (CAMPOS; ARAÚJO, 2009; WOLFF; SERRANO, 2011).

Segundo Campos e Araújo (2009) e Wolff e Serrano (2011), quando se utiliza uma abordagem que relaciona o cotidiano do aluno com o conteúdo da aula, ele se sente contemplado e incluído na disciplina, tendo como consequência uma maior participação nas aulas de Física. A modelagem matemática oportuniza esta inclusão dos alunos, devido a sua característica interdisciplinar, que permeia por diversas áreas do conhecimento, em especial, no Ensino de Física, proporcionando uma educação matemática (CAMPOS; ARAÚJO, 2009; WOLFF; SERRANO, 2011).

Campos e Araújo (2009) fizeram um trabalho de modelagem matemática aplicada aos fenômenos de cinemática por meio da experimentação, que teve a função de garantir a associação do conhecimento teórico, que são fundamentais em Física. O trabalho de Campos e Araújo (2009) utilizou da modelagem matemática, tendo como ponto de partida a articulação da teoria com conhecimento em Física e a relação das equações com os gráficos obtidos experimentalmente. Quando se relaciona conceitos da cinemática com modelos matemáticos, obtém-se um diagnóstico da aprendizagem dos alunos, fazendo conexão entre conceitos teóricos e dados experimentais e estatísticos.

Wolff e Serrano (2011) também fizeram uma análise preliminar sobre o significado decorrente da utilização da modelagem como estratégia no Ensino de Física, diante dos diferentes significados utilizados na Matemática, tentando conceitualizar a modelagem nas ciências exatas. Wolff e Serrano (2011) trazem três visões a respeito da modelagem, que são a de Bassanezi (2004) *apud* Wolff e Serrano (2011) que justifica a modelagem como método e não como um resultado que é transmitido para o aluno. Para Barbosa (2004) *apud* Wolff e Serrano (2011) é necessário que os alunos já tenham um conhecimento prévio sobre o assunto para utilizar essa metodologia adquirindo novos conhecimentos durante o processo de aprendizagem que deve utilizar temáticas do cotidiano do aluno. Segundo Borba (1999) *apud* Wolff e Serrano (2011), o trabalho com a modelagem na sala de aula deve partir da investigação de uma problemática que é escolhida pelos grupos de alunos sendo mediada pelo professor.

Wolff e Serrano (2011) trazem a modelagem como metodologia da Matemática, onde se tentou encontrar pontos comuns e pontos diferentes com o Ensino de Física por meio de estudos interdisciplinares. Esses autores ressaltam que a modelagem na Física está ligada a modelos computacionais causando divergências entre o termo modelagem e simulação, sendo que a mesma pode ser usada em diferentes campos da aprendizagem de forma que venha a problematizar o problema proposto.

Campos e Araújo (2011) investigaram as contribuições educacionais de duas abordagens pedagógicas: A Modelagem Matemática e a Experimentação em Ensino de Física, tendo por base a concepção de Modelagem Matemática de Barbosa (2001, 2004a, 2004b) e as atividades Experimentais de Física realizadas com diferentes níveis de estruturação. Testoni *et al.* (2021) investigaram como a Modelagem Matemática é abordada em livros didáticos de Física e buscaram compreender as consequências para a sua aprendizagem. Os resultados indicaram que há uma indissociabilidade da Física com a Matemática, e uma visão equivocada da modelagem na Física, que é resumida em memorização de fórmulas e pouco enfoque na construção de modelos, comprometendo a aprendizagem da Física.

A História e Filosofia da Ciência

A abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) oportuniza aos alunos uma maior contextualização do conteúdo ministrado pelo professor, levando a se estabelecer um ensino e aprendizagem por meio do diálogo. A sua implementação potencializa o Ensino de Física, incrementando as aulas de Ciências no contexto da Matemática, por meio de uma abordagem dialética e humanizada, que permite uma compressão dos processos históricos e filosóficos, podendo amenizar o excesso de operacionismo matemático (MENDES; BATISTA, 2016; PIETROCOLA, 2002).

Os autores Silva e Pietrocola (2003) abordam a necessidade de fazer uma relação entre o mundo das ideias e o mundo concreto da Matemática que estrutura o conhecimento físico, utilizando modelos para descrever as concepções que são apresentadas de forma empírica pelos professores.

Sendo assim, os autores utilizam modelos explicativos que envolvem os processos histórico-filosóficos para superar as dificuldades conceituais no ensino e aprendizagem, oportunizando novas estratégias pedagógicas que contextualizam os episódios da História da Ciência. Quando se possibilita ao aluno um pensamento conceitual, se dá a possibilidade de estabelecer inter-relações entre a Física e o papel estruturante da Matemática, dando significado ao que antes era visto de forma empírica. (SILVA; PIETROCOLA 2003).

Silva (2005) busca discutir a evolução dos modelos conceituais utilizados no eletromagnetismo por meio da perspectiva histórico e epistemológica, devido à dificuldade de os professores ministrarem suas aulas de forma qualitativa, tendo como consequência a falta de interpretação dos alunos a respeito dos conceitos físicos estruturados pelas expressões matemáticas.

Essa abordagem proporciona ampliação das estratégias de ensino utilizadas pelo professor, por intermédio de analogias formais que apresentam uma função estruturante da Matemática e dos eventos ocorridos na História da Ciência, oportunizando uma contextualização das equações. Silva (2005) deixa evidente, no seu artigo, a importância de se implementar com urgência a História da Ciência nos processos de ensino e aprendizagem para suprir as dificuldades que se encontram no contexto escolar.

Os autores Messeder, Moradillo e Messeder Neto (2019) apresentam uma breve discussão sobre o ensino e aprendizagem de conceitos de Ciências e Matemática na perspectiva da teoria histórico-cultural. Contudo, para discutir possíveis formas de apresentar tais conceitos, com foco na história virtual, os autores propõem utilizar estratégias que envolvem um determinado problema de um coletivo, na busca de uma solução por meio de acontecimentos em um dado momento histórico. O virtual está ligado diretamente ao problema da aprendizagem que ocorre ao longo da história, buscando produzir características que contribuam com as relações do objeto de estudo, respeitando os aspectos lógico-históricos da produção humana que busca solucionar os problemas de acordo com as suas demandas e possibilitar ao aluno um ensino globalizado.

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas é uma metodologia ou perspectiva de ensino que se utiliza de um problema proposto para que os alunos se aprofundem em um determinado assunto, proporcionando discussões que os levem a uma aprendizagem conceitual e coletiva por meio de uma perspectiva investigativa, desenvolvendo estratégias e habilidades ao longo do processo formativo. Essa perspectiva de ensino favorece reflexões sobre os problemas físicos e autonomia dos alunos para discutir com seus pares sobre as dificuldades e as soluções que podem vir a ser utilizadas na resolução dos problemas (BURANELLO; PIROLA 2005; NASCIMENTO; CLEMENT; TERRAZZAN, 2005).

Para motivar os alunos, Laudaes (2005) buscou estratégias que contemplassem a interdisciplinaridade e a contextualização através da resolução de problemas, introduzindo a modelagem. Ao seguir o caminho da resolução de problemas, os autores sugerem ênfase na parte conceitual, utilizando o método descritivo e explicativo e também o tratamento da Matemática ligada aos problemas científicos. No entanto, para que isso ocorra, é necessário que o professor utilize uma abordagem investigativa para expor o fenômeno aos alunos, por meio de questionamentos, estimular a criticidade e a discussão dos problemas e potencializar seus conhecimentos prévios de forma dinâmica.

Sequeira e Ferraz (2005) abordam a necessidade de uma reforma curricular do ensino básico de Portugal, colocando em destaque a importância da

interdisciplinaridade, possibilitando a articulação das disciplinas de forma integral em todo o processo formativo. Esta ação proporciona uma maior reflexão sobre a prática docente, promovendo competências e habilidades necessárias para superar os obstáculos que os alunos têm na resolução de problemas.

Para que esta ação ocorra, é necessária a articulação das disciplinas de forma interdisciplinar e contextualizada, oportunizando o uso da “Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas” que apresenta grande eficácia na formação dos alunos. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, desenvolvida a partir de uma prática interdisciplinar, estabelece conexões com outras disciplinas, favorecendo a discussão e integração dos professores, que analisam as dificuldades dos alunos em conjunto, e buscando soluções no decorrer de cada componente curricular (SEQUEIRA; FERRAZ, 2005).

Neste sentido de “resolução de problemas”, Nascimento, Clement e Terrazzan (2005) desenvolvem com outros professores atividades que envolvem resolução de problemas de Física, utilizando exercícios mais complexos para gerar uma maior discussão entre os alunos, por meio de uma abordagem investigativa. Buranello e Pirola (2005) também seguem a perspectiva de “resolução de problemas”, possibilitando aos alunos o desenvolvimento de estratégias e escolha de procedimentos. Por meio desta perspectiva, se faz necessário investigar as principais dificuldades que os professores de Matemática encontram para trabalhar com a resolução de problemas em sala de aula.

Karam e Pietrocola (2009) fizeram um estudo de 12 aulas sobre a Teoria da Relatividade que é um conteúdo que depende do formalismo matemático, sendo ministrado por um professor de Física experiente. Foi identificado, de maneira explícita, o papel da Matemática na Física e as concepções do professor e dos alunos sobre essas complexas inter-relações, sendo Histórica, Epistemológica e Cognitiva, analisando como elas podem se relacionar no contexto da Física.

A prática Interdisciplinar

Existe na literatura uma discussão de se articular, de forma interdisciplinar, as disciplinas de Física e Matemática, para estabelecer uma inter-relação entre os conteúdos, proporcionar ao aluno uma visão mais ampla do conhecimento e

oportunizar discussões muito mais ricas sobre o papel estruturante da Matemática na Física (GALLET; MEGID, 2017; CARDOSO *et al.*, 2019). A prática interdisciplinar desenvolvida pelo professor favorece um diálogo cooperativo entre as disciplinas, buscando uma solução em conjunto para as dificuldades que surgem no decorrer do processo formativo.

Gallet e Megid (2017) investigaram como a interdisciplinaridade está presente nos livros didáticos de Matemática e Ciências dos 4º e 5º anos do Ensino Fundamental, identificando como é tratada a proposta interdisciplinar presentes nessas áreas de conhecimento. É perceptível que nos livros didáticos se tem certa regularidade na temática interdisciplinar no manual do professor, devido aos critérios do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que insere a interdisciplinaridade nas disciplinas do livro didático. No entanto, essa temática é encontrada de forma pontual, sem conexão entre as disciplinas, ficando evidente a preocupação das editoras em se adequar ao PNLD e vender o livro, sem oportunizar aos alunos as diversas formas que se pode ser trabalhada a interdisciplinaridade, integrando as diversas áreas do saber e preenchendo lacunas na educação.

Cardoso *et al.* (2019) pesquisaram a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), metodologia interdisciplinar utilizada pelos docentes de Física, Química e Matemática, para o desenvolvimento da temática “Energia” e a investigação de registros de representação semiótica produzidos pelos discentes.

Abordagem “Ensino por Investigação”

Locatelli e Carvalho (2005) investigaram se as aulas de Física proporcionam aos alunos condições necessárias para compreender os fenômenos científicos por meio do raciocínio hipotético-dedutivo proposto por Lawson (2000, 2002, 2003, 2004), na qual a estrutura proporcional segue um padrão de representação constituído por ciclos “se-e-então-e/mas-portanto”. Sendo que, é no pensamento matemático que utiliza a noção de proporcionalidade que é a base da linguagem matemática nas ciências para resolver os problemas por meio do contato com o experimento, dialogando com seus pares, potencializando a assimilação do raciocínio científico (LOCATELLI; CARVALHO, 2005).

Pensando na temática da pesquisa, esses ciclos “se-e-então-e/mas-portanto” proporcionam aos alunos uma diversidade de abordagens que podem levar a solução dos problemas matemáticos que envolvem procedimentos mentais por meio desses ciclos. De acordo com Locatelli e Carvalho (2005, p. 3):

No qual o termo “se” esteja diretamente ligado às hipóteses – uma proposição, o termo “e” ao acréscimo de condições de base – um teste, o termo “então” relativo aos resultados esperados – às consequências esperadas, o termo “e” ou “mas” aos resultados e consequências reais, verdadeiras. Sendo “e”, caso os resultados obtidos combinem com os esperados e “mas”, caso haja um desequilíbrio nos resultados, desta forma o ciclo se reinicia com outras hipóteses e finalmente o termo “portanto” representando a conclusão a que se chega.

Carvalho e Viggiano (2019) fizeram uma pesquisa com professores de Matemática do Ensino Fundamental para identificar as dificuldades que se tem em conceber o Ensino por Investigação. Todavia, essas dificuldades são causadas pela formação descontextualizada, sem conexão com a realidade do aluno, utilizando apenas metodologias tradicionais que utilizam a memorização por meio de exercícios repetitivos, dentre outros. Sendo assim, os autores propõem um ensino por investigação, como estratégia para tornar as aulas mais dinâmicas e atraentes para o aluno, contextualizada e interdisciplinar para motivar os alunos a participarem das aulas de Matemática de forma mais crítica em todo o processo de construção do conhecimento.

Categoria 3: Formação de professores para o Ensino de Física e Matemática

Essa categoria se refere à formação dos professores de Física e Matemática, em que foram encontrados oito artigos que abordam essa temática e refletem sobre a prática docente (Quadro 3). Esta categoria busca identificar lacunas existentes nas metodologias de ensino e possibilidades para que os professores possam superar as dificuldades de se lecionar Matemática e Física.

Quadro 3. Artigos relacionados à Formação de professores no ensino de Matemática e Física

N	Título dos artigos	Anais
1	REZENDE, F, LOPES, A. M. A. EGG, M. J. PROBLEMAS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES DE FÍSICA E DE MATEMÁTICA DA ESCOLA PÚBLICA.	ENPEC (2003)
2	CANCIAN, A. V. DIAS, G. C. A. A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: EPISTEMOLOGIAS DO EDUCAR E PRÁXIS PEDAGÓGICAS.	ENPEC (2005)
3	FILHO, S. G. L. SILVA, M. G. I. JÓFILI, S. M. Z. CONSTRUTIVISMO – TEORIA E	ENPEC

	PRÁTICA: UM ESTUDO NA FACULDADE DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA MATA SUL – PALMARES – PE.	(2005)
4	PIRATELO <i>et al.</i> O APRENDIZADO DOCENTE EVIDENCIADO POR LICENCIANDOS EM FÍSICA E EM MATEMÁTICA	ENPEC (2013)
5	MANNRICH, P. J. SILVA, C. E. REFLEXÕES DE LICENCIANDOS EM FÍSICA SOBRE A LINGUAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA	ENPEC (2013)
6	TOCAFUNDO, D. R. NASCIMENTO, S. S. VERDEJO, M. A. ANÁLISE DE PRODUTOS DE UM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: PANORAMA DAS PRODUÇÕES PARA ENSINO DE FÍSICA.	ENPEC (2015)
7	ASSUMPCÃO, R. H. SCHNEIDER, G. S. AULAS COMPARTILHADAS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE DOCENTES DE FÍSICA, SOBRE ESTRATÉGIAS FOCADAS NO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DISCENTES.	ENPEC (2015)
8	MARCELO, F. H. SOUSA, F. F. P. SUBJETIVIDADE DOS SABERES DE UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA: ELEMENTOS PARA UMA PERCEPÇÃO COM RESPEITO AO ENSINO DA FÍSICA.	ENPEC (2017)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os trabalhos apresentados na Quadro 3 trazem a relevância da formação continuada, apresentam metodologias que auxiliam o professor de Física e Matemática em sua didática e proporcionam uma reflexão sobre sua prática pedagógica. Essa categoria permite identificar lacunas existentes na prática docente, buscando compreender e repensar a formação inicial e continuada dos professores. Neste sentido, os trabalhos de Rezende, Lopes e Egg, (2003), Filho, Silva e Jófili (2005) apresentam discussões sobre o desenvolvimento de uma formação continuada em um ambiente construtivista, oportunizando ao professor reflexões sobre sua prática pedagógica e de forma colaborativa entre os participantes.

Rezende, Lopes e Egg, (2003) fazem uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia, buscando ampliar as competências e habilidades dos professores para lidar com a resolução de problemas. O professor tem a oportunidade de incluir os alunos, por meio dessa abordagem, proporcionando diálogo entre seus pares na busca de soluções para resolver os problemas físicos de forma investigativa.

Filho, Silva e Jófili (2005) implementaram uma proposta construtivista na Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul (FAMASUL), que teve o objetivo de propiciar ao aluno autonomia para lidar com as situações que ocorrem no seu processo formativo. Esta ação possibilita que eles se tornem protagonistas na construção dos seus conhecimentos, que se dá por meio de um diálogo reflexivo e

de um debate interativo de ideias, através da mediação do professor que aproveita esse momento para aprofundar o papel da linguagem matemática na construção do conhecimento científico.

Cancian e Dias (2005) buscaram compreender e repensar a formação inicial e continuada, por meio de entrevistas semiestruturadas com professores de Matemática, tendo como foco sua trajetória profissional. Os autores buscaram ouvir sobre a rotina dos professores do curso de mestrado profissional de Matemática, onde eram abordadas as dificuldades que surgiam na prática docente e no período da formação inicial (na graduação). Os resultados indicaram que nas aulas dos professores participantes, existe um excesso de operacionismo, exigindo dos alunos que memorizassem o conteúdo e repetissem questões, deixando evidente a racionalidade técnico-instrumental que se dava de forma fragmentada. Para Cancian e Dias (2005), essas problemáticas, presentes no interior da sala de aula, acabam gerando obstáculos para se estabelecer a interdisciplinaridade entre outras disciplinas, exigindo do professor uma formação continuada reflexiva e crítica que o qualifique para lidar com as dificuldades que ocorrem no ensino e na aprendizagem.

A pesquisa de Cancian e Dias (2005) também expôs problemas do currículo da graduação, por exemplo, a falta de articulação das disciplinas de humanidades com a disciplina de Matemática, causando dificuldades na inter-relação da teoria com a prática pedagógica, que é apresentada de forma fragmentada, ficando evidente o despreparo do professor na sala de aula. Para superar essas dificuldades, Cancian e Dias (2005) propõem uma formação humanizada, que é um dos pilares da educação, visando vencer o excesso de operacionismo, ressignificando a prática docente no ensino da Matemática.

Piratelo *et al.* (2013) trazem a importância do estágio docente que é onde o estudante faz a junção da teoria com a prática, possibilitando reflexões sobre a formação dos futuros professores de Física e Matemática e oportunizando diversas situações de aprendizagem que o ambiente educacional proporciona com a sua dinâmica.

Piratelo *et al.* (2013) trazem o Foco na Aprendizagem Docente (FAD) para fazer uma análise do estágio, por meio de categorias, tendo como foco: a) interesse do docente: que se dá pela motivação do sujeito; b) conhecimento prático: é proveniente de suas experiências, que são fundamentais para sua prática

profissional; c) reflexão: busca pela melhoria das aulas que foram ministradas; d) comunidade: são as trocas de experiências de aprendizagem sobre a prática docente; e) identidade: construção do seu conhecimento surgindo suas características em sua prática.

Os autores Piratelo *et al.* (2013) concluíram que o estágio possui essas características que são fundamentais para formação docente, oportunizando ao aluno estar diante da realidade do seu local de trabalho colocando em prática seus conhecimentos.

Marcelo e Sousa (2017) fizeram um levantamento das subjetividades presentes nos saberes de um docente formado em Matemática, mas que leciona a disciplina Física em uma escola pública, de nível médio. Este estudo demonstra que a falta de uma formação específica na área de Física pode impactar na prática docente, mesmo que o professor tenha conhecimento de conteúdos de Matemática. Ficou perceptível que a formação do professor se deu por meio do ensino tradicional devido à influência de seus professores, mas com o passar do tempo, ele adquiriu experiência no ambiente de trabalho e passou a ter uma ação docente reflexiva. No entanto, fica uma lacuna no seu saber profissional devido à dificuldade de planejar suas aulas, já que, durante a sua formação, tal habilidade não foi desenvolvida.

Marcelo e Sousa (2017) perceberam que o professor usa a afetividade para se aproximar e motivar os alunos em um contexto escolar específico, refletindo sua preocupação na falta de articulação entre Física e Matemática. O professor participante da pesquisa de Marcelo e Sousa (2017) traz uma visão da Física que tem o objetivo de “explicar a Matemática” e utiliza uma abordagem de ensino a partir de elementos do cotidiano. O professor também faz a articulação da Matemática na Física por meio de conceitos socioculturais, sem utilizar nenhum referencial metodológico, fazendo uso de suas experiências e práticas experimentais adquiridas na sua graduação em Matemática e de sua experiência em lecionar a disciplina Física. No entanto, ficam evidentes as lacunas da falta de uma formação teórico-conceitual no Ensino de Física, onde o professor leciona de modo empírico, por meio de suas experiências na prática docente (MARCELO; SOUSA, 2017).

Tocafundo, Nascimento e Verdejo (2015) fizeram um estudo de caso relacionado ao tema “Formação Continuada de Professores de Física”, realizado em um Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECM). Os

autores, Tocafuldo, Nascimento e Verdejo (2015), trabalharam com três categorias que emergiram em sua análise: a) Material Didático Instrucional: referente aos produtos utilizados no desenvolvimento de técnicas de ensino com abordagem tradicional, que tiveram grande parte das produções, chegando a predominar os trabalhos relacionados ao ensino das “Leis de Newton e Aplicações”. A categoria: b) Método Não Tradicional de Ensino: produtos que tem abordagem não tradicional de ensino, ou que não eram destinados somente ao desenvolvimento de técnicas de ensino, com o objetivo de ser usado como material de apoio para o professor em sua atuação em sala de aula; e a categoria c) Multidisciplinares: produtos que também tiveram pouca produção devido ao eixo temático transversal “energia”, sendo que é um eixo que tem inúmeras possibilidades de trabalhos multidisciplinares relacionados ao cotidiano. (TOCAFUNDO; NASCIMENTO; VERDEJO 2015). Tocafuldo, Nascimento e Verdejo (2015) perceberam que os produtos gerados pelos professores na área de “Ensino de Física” tinham forte presença da abordagem tecnicista e da racionalidade técnica. Essa informação indica uma preocupação com a formação desses profissionais e à necessidade de se desenvolver produtos que facilitem a compreensão dos alunos.

Assumpção e Schneider (2015) também discutem a formação continuada do professor de Física do Ensino Básico no sentido de promover competências que possibilitem reflexões sobre as aulas conteudistas e de utilizar estratégias das aulas compartilhadas. Para isso, Assumpção e Schneider (2015) utilizaram ações formativas baseadas em: a) Diagnóstico, por meio do acompanhamento das aulas do professor; b) Investigações sobre as práticas; c) Encontros formativos para que os docentes identificassem as habilidades e competências; d) Aulas compartilhadas onde o autor desenvolve suas atividades; e) E um novo encontro formativo para dialogar e refletir sobre sua prática (ASSUMPÇÃO; SCHNEIDER, 2015).

Mannrich e Silva (2013) fizeram uma investigação sobre como os licenciandos em Física refletem sobre o papel da linguagem Matemática no Ensino de Física, com o objetivo de inserir esse tema na formação de professores. Eles desenvolveram duas atividades em um ambiente virtual, em formato de fórum. No fórum I havia discussões sobre a resolução de um problema típico de Física retirado da literatura. No fórum II, teve uma análise crítica de uma situação de sala de aula que ocorreu uma semana após o início do tópico e do fórum. As leituras propostas

foram de Karam e Pietrocola (2009) que faz uma crítica a visão operacionista da Matemática na Física e Gil-Pérez *et al.* (1992) por criticar as abordagens didáticas que espalham uma visão mecanicista da resolução dos problemas.

Mannrich e Silva (2013) propuseram a resolução de um problema de Gil-Pérez *et al.* (1992), para dar início às discussões e reflexões dos licenciandos sobre o problema proposto, que foi organizado em seis categorias: a) Falta de clareza conceitual das grandezas envolvidas, que está relacionada à compreensão do significado físico; b) Falta de pensamento físico, que é onde o estudo se dá de modo técnico; c) Problemas no enunciado, em que foram classificadas as falas relacionadas aos problemas com enunciado da questão; d) Problema na formação, que aponta para a qualidade formação como “culpada” pelas questões relativas à resolução de problema; e) Falta de planejamento adequado, onde os licenciandos, também influenciados pelos artigos que leram, argumentaram que a falta de planejamento na resolução contribuiu para os erros; f) Falta de motivação, em que foram selecionadas justificativas relacionadas a algum tipo de motivação, como por exemplo, a contextualização seria uma forma de motivar os estudantes na resolução. Mannrich e Silva (2013) indicaram seis aspectos que foram destacados pelos licenciandos, que leva aos motivos do tratamento mecanicista atribuindo muitos erros na resolução da questão. Fica evidente que ainda se tem um pensamento dissociado da Matemática com os problemas físicos, proveniente da deficiência na formação. Ademais, os modelos matemáticos necessitam ser trabalhados de forma adequada durante a graduação para que os alunos consigam resolver os problemas. Outro ponto importante seria a respeito do enunciado das questões, que são descontextualizadas, pois não evidenciam todas as informações para serem resolvidas. A formação de professores é um tema que influencia na prática pedagógica, fornecendo subsídios para o fazer pedagógico que acontece na sala de aula. Ficou perceptível, que as formações continuadas precisariam assumir um caráter construtivista, pois é nesse ambiente que os professores de Física vão refletir sobre sua prática de forma colaborativa entre os participantes, dialogando entre seus pares, na busca de soluções para as problemáticas que surgem no ambiente escolar.

Os trabalhos do Quadro 3 trouxeram contribuições relevantes para a pesquisa que envolve o tema "Matemática no Ensino de Física". A formação continuada

propicia aos professores competências e habilidades para entender como abordar o formalismo matemático nas aulas de Física, compreender e refletir sobre as dificuldades que os alunos têm a respeito do papel estruturante que a Matemática desempenha no Ensino de Física. Ademais, se faz necessário que se estabeleça um ambiente educacional que priorize um debate interativo e aprofundado na busca de soluções que amenizem as dificuldades que os alunos têm na compreensão do papel da linguagem matemática na construção do conhecimento científico.

Categoria 4: Análises e concepções sobre o uso da Matemática no Ensino de Física

Essa categoria busca analisar o significado que os pesquisadores do ensino da Física dão ao uso da Matemática. Percebe-se que nesta categoria se tem um único artigo publicado, porém os seus resultados contribuem para se entender como se dá a Matemática no Ensino de Física.

Quadro 4: Categoria 4: Análises e concepções sobre o ensino de Matemática e Física

Título dos artigos	Anais
VIZCAÍNO, D.; TERRAZZAN, E. A. NA BUSCA DO SIGNIFICADO DA MATEMÁTICA NO ENSINO DA FÍSICA.	ENPEC (2011)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Vizcaíno e Terrazzan (2011) fizeram uma análise textual em artigos publicados nos principais periódicos da área em educação em Ciências, obtendo resultados que indicam duas formas de relacionar a Matemática e a Física: uma que considera a Matemática como linguagem da Física, que analisa e descreve os fenômenos da natureza, e a segunda forma, que considera a Matemática como forma de proceder na Física e como inovação epistemológica, quando se usa a palavra “matematizar” ou “matematização”, quando se busca, por exemplo, dar sentido aos procedimentos da formação do conhecimento.

No entanto, segundo Vizcaíno e Terrazzan (2011, p. 4), existem muitos aspectos ao se relacionar a Matemática e a Física, como por exemplo, assimilar os conceitos Físicos é diferente de ter competências para lidar com a Matemática. Esses autores também citam Pietrocola (2002), que para ele:

[...] a existência de uma relação complexa entre a Física e a Matemática, além do uso dos algoritmos, sendo a Matemática um fator estruturante do

conhecimento físico. Este autor critica visões reduzidas como; a visão que assume a Matemática como a própria essência da realidade, sendo a física o método de acessá-la, ou a visão que justifica o ensino das matemáticas pelo simples fato de que são necessárias para a aprendizagem da Física, ou a visão que assume a Matemática como ferramenta do método empírico.

Vizcaíno e Terrazzan (2011) apresentam três aspectos relacionados à Matemática e ensino na Física, como por exemplo: a) Matemática como linguagem da Física, sendo considerada que as abordagens da Física se dão pela linguagem matemática dos seus algoritmos que é a mais comum; b) A Matemática como um fator estruturante do conhecimento físico que fornece um modelo para produzir o conhecimento da Física; c) A Física como um campo de aplicação da Matemática, trazendo as lacunas nas disciplinas onde o Ensino de Física se dá por axiomas e por outros instrumentos para descrever os fenômenos físicos.

Assim, conclui-se, a partir desta categoria, que Vizcaíno e Terrazzan (2011) nos leva a ter diferentes pontos de vista sobre as formas de relacionar a Matemática e a Física, fornecendo meios para implementar na prática docente. Quando o professor enfatiza a matematização na resolução dos problemas físicos, descontextualiza a forma com que a Matemática deve ser explicada no Ensino de Física. Essas ações camuflam a compreensão do aluno da ciência da natureza, gerando inúmeras dificuldades no seu processo formativo. Sendo assim, é necessário aprofundar o papel da linguagem matemática na construção do conhecimento científico, demonstrando para o aluno que a Física não é apenas fórmulas e cálculos.

CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica apresentada neste trabalho teve como objetivo identificar os principais artigos publicados no ENPEC, relacionados a “Matemática no Ensino de Física”, em que foi possível analisar, detalhar e sistematizar as tendências, limites e possibilidades dessa temática. Os trabalhos puderam ser categorizados, nos indicando que a pesquisa sobre a “Matemática no Ensino de Física” pode ser estruturada em cinco grandes temáticas, por exemplo: a) Percepções e as concepções dos professores e alunos sobre as abordagens que envolvem a “Matemática no Ensino Física” e os processos de ensino e aprendizagem; b) Diferentes estratégias, abordagens e métodos que vieram a contribuir para o aprimoramento e melhoria da prática docente; c) Formação dos

professores no Ensino de Física e Matemática e a reflexão e entendimento sobre a prática docente, d) Formas de relacionar a Matemática e a Física.

Em relação aos trabalhos publicados nos anais do ENPEC, foi observado uma baixa quantidade de publicações relacionadas a “Matemática no Ensino de Física”, evidenciando que é uma temática pouco explorada e que precisa estar mais presente nos próximos eventos, devido a sua importância para o Ensino de Ciências.

O *corpus* da pesquisa foi constituído por 28 artigos selecionados nos anais do ENPEC, nos anos de 1997 até 2021, em que foram analisados os títulos, palavras-chave e resumos. Porém, se teve a necessidade de fazer a leitura completa dos textos de alguns trabalhos, e os pôsteres só foram analisados quando acompanhados dos textos completos. A partir dessa investigação, foi identificado as principais estratégias/métodos e abordagens que são utilizadas para o aprimoramento da Matemática no Ensino de Física que são: i) Processos Histórico-Filosóficos; ii) Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas; iii) Modelagem de Matemática; iv) Abordagem Ensino por Investigação; v) Abordagem Interdisciplinar.

A verificação dos limites e possibilidades para a formação de professores para o uso da Matemática no Ensino de Física tem a finalidade de entender e refletir sobre a prática docente, identificar lacunas existentes na metodologia de ensino, possibilitar a busca por meios didáticos que superem as dificuldades de se lecionar Matemática e Física. Nesta verificação, foi possível verificar que o uso da Matemática no ensino de Física depende de alguns aspectos, entre eles: i) Formação continuada em um ambiente construtivista, ii) Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), iii) Formação humanizada, iv) Foco na Aprendizagem Docente, dentre outros. Esses aspectos buscam refletir e identificar lacunas sobre a prática pedagógica e compreender e repensar a formação inicial e continuada dos professores.

No entanto, os artigos que foram encontrados apresentaram temas muito importantes, que foram apresentados nas categorias: a) Reflexões epistemológicas para o ensino de Matemática e Física; b) Estratégias, métodos e abordagens para o aprimoramento do ensino de Matemática e Física; c) Formação de professores para o ensino de Matemática e Física, oportunizando reflexões que permitem identificar

lacunas existentes na prática docente, buscando compreender e repensar a formação inicial e continuada dos professores; e d) Análises e concepções sobre o uso da Matemática no Ensino de Física.

No decorrer da pesquisa, surgiram alguns empecilhos para que ela fosse elaborada, entre elas, por exemplo, dificuldade de encontrar os trabalhos relacionados a temática, problemas com o buscador de palavras-chave, por exemplo, o I ENPEC (1997) está no formato PDF, dentre outras, que dificultam e prolongaram a pesquisa. No entanto, é imprescindível que se busque ampliar as pesquisas nessa temática, a “Matemática no Ensino de Física”, e encontrar soluções e implementações de novas abordagens para o Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. P. J. M. Linguagens comum e matemática em funcionamento no ensino da física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/apresentacao.html>. Acessado em: 12/09/2022.

ASSUMPÇÃO, R. H. SCHNEIDER, G. S. Aulas compartilhadas na formação continuada de docentes de física, sobre estratégias focadas no desenvolvimento de habilidades e competências discentes. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm>. Acessado em: 12/09/2022

BURANELLO, A. V. L. PIROLA, A. N. A resolução de problemas nas aulas de matemática. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2005 Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

BRIGHENTE, F. M.; MESQUIDA, P. Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. **Pro-Posições** | v. 27, n. 1 (79) | p. 155-177 | jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pp/a/kBxPw6PW5kxtgJBfVMBXPhy/?format=pdf&lang=pt>. Acessado em: 27/01/2023.

CAMPOS, S. L. ARAÚJO, T. S. M. Modelagem matemática e a experimentação aplicadas ao ensino de física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2009 Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vii-enpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/titulos.html>. Acessado em: 12/09/2022

CANCIAN, A. V. DIAS, G. C. A. A formação do professor de matemática: epistemologias do educar e práxis pedagógicas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2005 Disponível em:

https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

CAMPOS, S. A. ARAÚJO, T. S. M. Articulação entre o ensino de matemática e de física: uma aproximação entre a modelagem matemática e as atividades experimentais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/busca.htm. Acessado em: 12/09/2022.

CARVALHO, A. G. VIGGIANO, E. As dificuldades e concepções de ensino por investigação de professores de matemática. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em: 12/09/2022.

CARDOSO et al. Da semiótica às ilhas de racionalidade: uma possibilidade interdisciplinar entre a matemática, a química e a física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em: 12/09/2022.

CARVALHO, M. A. B.; SCHRAM, S. C. O Pensar Educação Em Paulo Freire: Para uma Pedagogia de mudanças. In: Ângela Afonsina de Souza Barbosa; Cassiano Roberto Nascimento Ogliari; Lucimara Monteiro de Souza. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. Produção Didático-Pedagógica. 01ed.Curitiba: SEED, 2011, v. 02, p. 25-47. Acesso em: 30/10/2022.

COELHO, L., PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista e-Ped**, v. 2, n. 1, 2012. Disponível em: http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-_sua_teor%C3%ADa_e_a_influencia_na_educacao.pdf. Acesso em: 30/10/2022.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências**. São Paulo: Editora da Física, 2022. Acesso em: 30/10/2022.

FILHO, S. G. L. SILVA, M. G. I. JÓFILI, S. M. Z. Construtivismo – teoria e prática: um estudo na faculdade de formação de professores da Mata Sul – Palmares – PE. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2005 Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1986.

GUÇÃO, B. F. M; CARNEIRO, C. M. História e Filosofia da Ciência na Formação Inicial: discussão sobre o conceito de movimento. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em: 30/10/2022

GALLET, S. D. MEGID, A. B. A. M. O tratamento interdisciplinar entre matemática e ciências nos livros didáticos de 4º e 5º ano do ensino fundamental. . In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm>. Acessado em: 12/09/2022.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: IMAGO EDITORA LTDA, 1976.

KARAM, R. PIETROCOLA, M. Discussão das relações entre matemática e física no ensino de relatividade restrita: um estudo de caso. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vii-enpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/titulos.html>. Acessado em: 12/09/2022.

KARAM, S. A. R. Matemática como estruturante e física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2007. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/search0.html. Acessado em: 12/09/2022

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960>. Acesso em: 30/10/2022.

LUCCAS, S.; BATISTA, L. I. O Papel da Matematização em um Contexto Interdisciplinar no Ensino Superior. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 451-468, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/WSW3xNDRj3nKTCBVBYdSbkN/abstract/?lang=pt> Acessado em: 27/01/2023.

LOCATELLI, J. R. CARVALHO, P. M. A. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2005. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

LAUDARES, B. J. Modelagem matemática e resolução de problemas nas ciências com equações diferenciais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em

Ciências, 5., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2005 Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

LUDKE, M.; ANDRE, M. E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí; UNIJUÍ, 2011.

MANNRICH, P. J. SILVA, C. E. Reflexões de licenciandos em física sobre a linguagem matemática no ensino de física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2013. http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/busca.htm?query=Problemas+f%E Dsicos. . Acessado em: 12/09/2022

MARCELO, F. H. SOUSA, F. F. P. Subjetividade dos saberes de um professor de matemática: elementos para uma percepção com respeito ao ensino da física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm>. Acessado em: 12/09/2022.

MESSEDER, N. H. MORADILLO, F. E. MESSEDER NETO, S. H. História virtual e os processos de ensino e aprendizagem: uma discussão necessária. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em: 12/09/2022.

MENDES, G. H. G. I., BATISTA, L. I. Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes. **Ciências e Educação**, v. 22, n. 3, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0757.pdf>. Acesso em: 30/10/2022.

MENEZES, M. G., SANTIAGO, M. E. Contribuição do pensamento de Paulo Freire para o paradigma curricular crítico-emancipatório. **Pró-posições**, v. 25, n. 3, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pp/v25n3/v25n3a03.pdf>. Acesso em: 30/10/2022.

MATTHEW, R. M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165906.pdf>. Acessado em: 30/10/2022

MARTINS, O. M. K. I; PARANHOS, D. R; GUIMARÃES, M. S. S. História e a Filosofia da Ciência para Apropriação dos Conceitos Científicos na Educação Básica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em: 30/10/2022

NASCIMENTO, B. T. CLEMENT, L. TERRAZZAN, A. E. Resolução de problemas em aulas de física no ensino médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação

em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2005. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9297/8588>. Acesso em: 30/10/2022.

PIETROCOLA, M. Linguagem e estruturação do pensamento na ciência e no ensino de ciências. **Filosofia, Ciência e História**, 2005. Disponível em: http://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/Pietrocola_LINGUAGEM_E ESTRUTURACAO DO PENSAMENTO NA CIENCIA E NO ENSINO DE CIENCIAS.pdf. Acesso em: 30/10/2022

PIRATELO et al. O aprendizado docente evidenciado por licenciandos em física e em matemática. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2013. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/busca.htm?query=Problemas+f%E Dsico. Acessado em: 12/09/2022

REZENDE, F, LOPES, A. M. A. EGG, M. J. Problemas da prática pedagógica de professores de física e de matemática da escola pública. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ivenpec/Arquivos/ORAIS.pdf. Acessado em: 12/09/2022.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 1998.

SILVA, B. V; ECHALAR, F. L. D, A; PINHEIRO, S. M. R. Formação de professores de Biologia e suas relações com a História e Filosofia da Ciência. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acessado em 30/10/2022.

SILVA, C. C. PIETROCOLA, M. O papel estruturante da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2003. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ivenpec/Arquivos/ORAIS.pdf. Acessado em: 12/09/2022.

SILVA, C. C. Uma análise histórica do uso de modelos no eletromagnetismo. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos [...]**. SP: ABRAPEC, 2005 Disponível em:

https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

SEQUEIRA, M. FERRAZ, L. Abordagem integrada no tema “viver melhor na terra: o ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas como veículo de integração de saberes em ciências físicas e naturais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2005. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/pesquisar.htm. Acessado em: 12/09/2022.

SILVA, C. H; MANNRICH, P. J. KUHN E A linguagem matemática na física: contribuições para seu ensino. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2013. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/busca.htm?query=Problemas+f%E Dsicos. Acessado em: 12/09/2022

TOCAFUNDO, D. R. NASCIMENTO, S. S. VERDEJO, M. A. Análise de produtos de um mestrado profissional em ensino de ciências e matemática: panorama das produções para ensino de física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/busca.ht>. Acessado em: 12/09/2022

TESTONI et al Modelagem matemática em livros didáticos de física: aproximações iniciais na abordagem da queda livre. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-do-xiii-encontro-nacional-de-pesquisa-em-educacao-em-ciencias>. Acessado em: 12/09/2022.

THIESEN, S. J. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 39 set./dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/swDcnzst9SVpJvpx6tGYmFr/> Acessado em: 27/01/2023.

VIZCAÍNO, D. EDUARDO, A. TERRAZZAN. Na busca do significado da matemática no ensino da física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/busca.htm. Acessado em: 12/09/2022.

WOLFF, S. F. J. SERRANO, A. O significado da modelagem utilizada no ensino de física conforme lido a partir de referenciais da educação matemática. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., **Anais Eletrônicos** [...]. SP: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/busca.htm. Acessado em: 12/09/2022.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424