



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ - REITORIA DE ENSINO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

VALÉRIA CASTELO BRANCO DE SOUSA

**A INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DA FÍSICA: Levantamento de Teses e
Dissertações Nacionais no período de 2009 a 2019**

Macapá

2021

VALÉRIA CASTELO BRANCO DE SOUSA

**A INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DA FÍSICA: Levantamento de Teses e
Dissertações Nacionais no período de 2009 a 2019**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização em Ensino de Física da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Victor Montero Del Águila.

Co-orientador: M.Sc. Erveton Pinheiro Pinto.

Macapá

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Cristina Fernandes– CRB-2/1569

Sousa, Valéria Castelo Branco de.

Integração entre atividades experimentais e simulações computacionais para o ensino da física: levantamento de teses e dissertações nacionais no período de 2009 a 2019. / Valéria Castelo Branco de Sousa; orientador, Victor Montero Del Águila; co-orientador, Erveton Pinheiro Pinto. – Macapá, 2021. 35 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Especialização em Ensino de Física.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Experimentação. 3. Simulação. 4. Aprendizagem. I. Águila, Victor Montero Del, orientador. II. Pinto, Erveton Pinheiro, co-orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

530.07 S246i

CDD. 22 ed.

VALÉRIA CASTELO BRANCO DE SOUSA

**INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DA FÍSICA: Levantamento de Teses e
Dissertações Nacionais no período de 2009 a 2019**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização em Ensino de Física da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Ensino de Física.

DATA DE APROVAÇÃO ___/___/___

Prof. Dr Victor Montero Dell Aguila
Orientador

M.Sc. Erveton Pinheiro Pinto.
Co-orientador

Prof. Dr. Clayton Santos Mello
Membro da Banca

Prof. Dr. Robert Ronald Maguiña Zamora
Membro da Banca

Macapá

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, sem ele nada disso seria possível. Ao meu orientador professor Dr. Victor Montero Del Águila, pela aprendizagem ao longo dos anos, e por ser meu apoiador e incentivador. Ao meu Co-orientador M.Sc. Erveton Pinheiro Pinto, por aceitar o desafio em fazer parte desse trabalho me auxiliando sempre ao decorrer do projeto. À todos os meus professores do colegiado de Física que socializaram e repassaram-nos o devido conhecimento. Aos amigos, Janaina, Edgar, Marcelo, Cincinato, Rafael Willian e Edenil, com os quais convivi durante toda a especialização. Aos meus familiares, pelo amor, incentivo e apoio. Ao meu namorado Paulo Vieira que sempre me ajudou e incentivou durante o curso.

Você não pode ensinar nada a ninguém, mas pode ajudar a pessoas a descobrirem por si mesmas.

Galileu Galilei

RESUMO

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, com vista a realizar um levantamento das produções científicas sobre a integração das atividades experimentais e simulações computacionais para o ensino da Física. Para isso, foram analisados os trabalhos depositadas no banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2009 a 2019. Resultando num *corpus* de 25 (vinte e cinco) produções, sendo 03 (três) teses e 22 (vinte e duas) dissertações. Avaliou-se que é relevante repensar o papel da experimentação e da simulação na educação e procurar formas de concretizar em aprendizagem significativa as suas potencialidades. Pois, esses ambientes são favoráveis as discussões dos modelos físicos, sendo relevantes aliados na construção dos conceitos por parte dos alunos, em seus diversos níveis de escolaridade.

Palavras-chave: Simulação. Experimentação. Ensino. Aprendizagem.

ABSTRACT

The present study is characterized as a bibliographic research, with a view to conducting a survey of scientific productions on the integration of experimental activities and computer simulations for the teaching of Physics. For this, the works deposited in the thesis and dissertation bank of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), in the period from 2009 to 2019, were analyzed. Resulting in a corpus of 25 (twenty-five) productions, being 03 (three) theses and 22 (twenty-two) dissertations. It was evaluated that it is relevant to rethink the role of experimentation and simulation in education and to look for ways to concretize its potential in meaningful learning. Because, these environments are favorable to discussions of physical models, being relevant allies in the construction of concepts by students, at their different levels of education.

Keywords: Simulation. Experimentation. Teaching. Learning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	11
2.2 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	12
2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E SUA DISTRIBUIÇÃO POR ANO.....	20
4.2 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	21
4.3 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E NATUREZA DAS UNIVERSIDADES.....	21
4.4 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E OS NÍVEIS DE ENSINO.....	22
4.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E O TIPO DE METODOLOGIA....	23
4.6 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E O TIPO DE PARTICIPANTES..	23
4.7 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E OS RAMOS DA FÍSICA.....	24
4.8 DESCRIÇÃO DOS CONTEÚDOS ENCONTRADOS NOS TRABALHOS SELECIONADOS.....	25
5. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

O ensino da Física na educação básica é comumente dependente do uso do livro-didático, onde o modelo de ensino e aprendizado é pensado apenas do ponto de vista do educador, o que muitas vezes faz do educando um mero espectador das explanações feitas, como resultado tem-se alunos desmotivados e que geralmente apresentam erros conceituais sobre os fenômenos físicos (BRASIL, 2016; ZEVEDO, 2017).

Dessa forma, é possível perceber que o método tradicional de ensino (DARROZ, ROSA e GHIGGI, 2015) não é suficiente para a aprendizagem dos conceitos Físicos. Por outro lado, muitas instituições são desprovidas de equipamentos e estrutura física para laboratórios, e quando possuem, esses recursos são sucateados (ANDRADE e COSTA, 2015), entretanto, tais fatores não justificam o prevailecimento de aulas predominantemente expositivas que apelam para a memorização.

De fato, existe uma extensa produção científica sobre métodos didático-pedagógicos alternativos e viáveis ao ensino e aprendizado da Física (SANTOS, 2017; BATA e MATOS, 2014; DEPONTI e BULEGON, 2018), entre os quais destacam-se as aulas experimentais e computacionais como meios de desmitificação da complexidade dos fenômenos físicos (BRASIL, 2016). Assim, a adequação das metodologias tradicionais de ensino é relevante, onde os recursos experimentais e computacionais podem ser usados como meio auxiliar as práticas metodológicas.

À vista disso, tais recursos permitem uma melhor exploração dos diversos fenômenos físicos, o que pode colaborar para um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo, além de motivador. Porém, ainda assim deve-se avaliar tais metodologias e o impacto que as mesmas podem causar sobre o ensino e aprendizagem da física, preocupando-se sempre com o rigor experimental e teórico, analisando o limite de erro que estes experimentos e simulações podem apresentar.

Neste sentido, tal preocupação tem gerado a realização de pesquisas na área de ensino de física, o que acaba por tornar necessária a realização de revisões da literatura que permitam uma exploração sistemática dos estudos sobre o tema. Ante a isso, considerando a relevância de se reportar a temática, o presente estudo tem por objetivo, analisar a produção científica que aborda a integração entre atividades

experimentais e simulações computacionais para o ensino da física, no período compreendido entre 2009 e 2019.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

A prática experimental é relevante para o ensino e aprendizado das ciências, sendo amplamente aceita entre a comunidade científica como uma metodologia de ensino, com resultados comprovados em muitas investigações científicas (CASSARO, 2012).

O ambiente experimental é potencialmente favorável as discussões dos modelos físicos, onde o experimento apresenta um papel importante na mediação, sendo um relevante aliado na construção dos conceitos por parte dos alunos, em seus diversos níveis de escolaridade (HOHENFELD, 2013).

Quando o ensino e aprendizado é realizado mediante o uso das atividades experimentais, há a possibilidade de uma aprendizagem mais significativa, já que a prática experimental favorece a participação mais ativa do aluno (DA MOTA e CAVALCANTI, 2012).

Assim, para um aprendizado efetivo dos conhecimentos físicos é relevante a disposição de elementos à construção desses conceitos (MORO, 2015). Nesse sentido, a prática experimental é enriquecedora, pois apresenta um sentido ao abstrato (SÉRÉ et al., 2003).

Ante a isso, pode-se dizer que a prática experimental aumenta a probabilidade dos alunos desenvolverem habilidades e competências necessárias para o entendimento da física, pois a mesma permite uma ocupação mais ativa deles no processo de construção dos conhecimentos, onde o educador passa a ser apenas um mediador desse processo (MORO, 2015).

Por outro lado, tais práticas podem ser realizadas de várias maneiras e por meio de distintos enfoques, permitindo que o educador trabalhe as várias competências e habilidades do educando (MORO, 2015). De fato, o aluno será estimulado a não permanecer somente no mundo dos conceitos e das linguagens (COELHO & NUNES, 2003).

Outro fator preponderante, que evidencia essa estratégia de ensino, é a possibilidade de alternar as atividades práticas com as de cunho teórico (GAMA JUNIOR, 2018). Pois, tal possibilidade, além de estimular a interatividade intelectual, física e social do educando, contribui ainda para a formação dos diversos conceitos (BASSOLI, 2014).

Nesse sentido, Heidemann (2011) apresenta uma síntese das vantagens e limitações do uso das atividades experimentais, a qual está apresentada no quadro abaixo.

Quadro 1 - Síntese das vantagens e limitações do uso das atividades experimentais

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Oportunizam uma conexão entre conceitos científicos discutidos em sala de aula e livro-texto com observações de um fenômeno ou sistema. • Podem facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos. • Promovem a aquisição de habilidades práticas e técnicas de laboratório. • Incentivam a argumentação lógica baseada em evidências. • Influenciam a atitude do aluno, aumentando seu interesse pela ciência. • Têm a capacidade de promover relações sociais colaborativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consomem muito tempo, fazendo com que os alunos disponham de pouco tempo para a reflexão dos resultados obtidos. • Muitos professores continuam oferecendo “receitas de bolo” que os alunos devem seguir rigorosamente. • Os alunos percebem as AE como eventos isolados que têm o objetivo de chegar à “resposta certa”. • Roteiros excessivamente “abertos” podem promover uma sobrecarga cognitiva nos alunos prejudicando o aprendizado dos iniciantes.

Fonte: Heidemann (2011)

Fica evidente, que é necessário um esforço do educador para a implementação desta prática, ainda que seja uma simples demonstração didática, pois as atividades experimentais são relevantes para o ensino e aprendizado da Física (SANTOS, 2015).

2.2 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

O emprego das simulações computacionais no contexto da educação em física, pode ser útil, ao passo que colabora para a compreensão dos conceitos abstratos,

promovendo uma mudança qualitativa na educação, pois possibilita ao educando a aprendizagem por meio da interação com os modelos científicos (DUTRA, 2017).

Aliado a isso, observa-se que as simulações computacionais são ferramentas educacionais interativas baseadas em modelos da realidade, as quais permitem ao aluno realizar a manipulação das diversas variáveis ou até mesmo dos parâmetros quantitativos (SCARPATI, 2018), podendo observar as suas implicações de modo instantâneo (MOURA, 2016).

Além disso, essa ferramenta agrega a possibilidade de parar, voltar e retroceder um determinado evento ou fenômeno, o que tende a permitir um estudo e uma observação de forma mais detalhada (AZEVEDO, 2017). Para isso, é fundamental que o educador possua bem claro os objetivos a serem alcançados com o uso da simulação computacional (DUTRA, 2017).

Entretanto, as simulações computacionais podem trazer vantagens e desvantagens ao ensino e aprendizado, as quais dependem da maneira como a ferramenta é usada pelo educador (DUTRA, 2017). Nesse sentido, apresenta-se no quadro 2 uma síntese das vantagens e limitações do uso dessas atividades.

Quadro 2 - Síntese das vantagens e limitações do uso das simulações computacionais

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Podem proporcionar a interação do aluno com “experimentos virtuais”, substitutos de experimentos reais potencialmente perigosos, caros, ou que, por algum motivo, não são possíveis de reprodução em laboratório. • Podem munir o aluno de múltiplas representações simultâneas de um modelo teórico. • Possibilitam a diminuição ou o aumento do nível de complexidade o fenômeno a ser investigado, inclusão ou exclusão de certos aspectos, adoção de condições idealizadas e criação de uma situação experimental que 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem simplificar demais sistemas que são muito complexos. • Nem sempre os alunos acreditam que as leis e princípios observados na simulação computacional se aplicam também ao mundo real. • A presença do computador pode favorecer uma visão autoritária de aprendizagem. • Simulações computacionais com demasiado realismo podem distrair o alunos dos aspectos centrais que a atividade busca tratar.

<p>permita aos estudantes a concentração em conceitos fundamentais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionam um ambiente em que podem ser realizadas experiências virtuais sobre os conceitos abstratos da Física. • Possibilitam a execução e repetição de uma experiência de forma rápida, permitindo ao aluno dedicar mais tempo para os aspectos conceituais do modelo estudado. • Influenciam a atitude dos alunos, motivando-os e promovendo seu engajamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulações computacionais podem “bloquear” o aluno se apresentarem resultados muito diferentes de suas expectativas. • Alguns alunos encaram a AC apenas como atividade lúdica, desviando sua atenção dos aspectos conceituais da simulação.
---	---

Fonte: Heidemann (2011)

Se as simulações forem usadas de uma maneira planejada e organizada, por meio de práticas apropriadas que levem o educando a repensar, reobservar e refletir, a prática computacional poderá ser um bom instrumento de ensino e aprendizagem (DUTRA, 2017).

Isto exposto, verifica-se que é relevante o papel desempenhado pelas simulações computacionais no ensino e aprendizado da física, à medida que há uma possibilidade de testar e gerar hipóteses, além da formação e mudança de conceitos, pois como relatado anteriormente, a maioria dos alunos apresentam erros conceituais sobre os fenômenos físicos (MOURA, 2016).

2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

As atividades computacionais vêm como um bom aliado às atividades experimentais, pois possibilitam uma maior interatividade do educando com os conceitos físicos (DUTRA, 2017). Além disso, pesquisas indicam que tal integração pode proporcionar um efetivo aproveitamento dos alunos no entender desses conceitos (RODRIGUES, 2016).

De fato, segundo Alvez (2018), quando utilizados na forma integrada, esses recursos aumentam as possibilidades de auxiliar os educandos na superação das

suas limitações de aprendizagem, além de colaborar no entendimento dos conceitos da física.

Heidemann (2011), enfatiza ainda que a combinação das duas ferramentas pode ser ainda mais eficaz do que quando usadas de maneira isolada, pois proporcionam uma aprendizagem mais eficiente, podendo possibilitar o desenvolvimento de novas habilidades e competências que são essenciais à construção da aprendizagem (SCARPATI, 2018).

A seguir, o quadro 3 apresenta uma síntese das vantagens e limitações desses recursos quando usados de maneira integrada, conforme a visão de Heidemann (2011).

Quadro 3 - Síntese das vantagens e limitações do uso integrado das atividades experimentais e atividades computacionais

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Podem explorar as potencialidades de ambos os métodos de experimentação (atividade experimental e atividade computacional). • Evidenciam as diferenças substanciais entre as teorias e a realidade. • Promovem a compreensão conceitual melhor do que os dois recursos isoladamente. • Influenciam a atitude dos alunos, motivando-os e promovendo seu engajamento nas atividades propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos com alto nível de compreensão conceitual não necessitam de ambos os recursos AC e AE. • Alunos com insuficiente nível de compreensão conceitual executam um processo experimental aleatoriamente e, devido aos erros, não podem tirar proveito dos dados fornecidos pela simulação. • Assim como as atividades experimentais podem demandar muito tempo.

Fonte: Heidemann (2011)

São diversas as possibilidades de integração desses recursos, onde alguns teóricos concretizam a combinação propondo atividades com uso concomitante ou atividades onde o educando usa um deles antes do outro (HEIDEMANN, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, com vista a realizar um levantamento das teses e dissertações nacionais produzidas acerca da integração das atividades experimentais e simulações computacionais para o ensino da física. Para isso, adotou-se os procedimentos comumente empregados em pesquisas do tipo “estado da arte”. O universo de trabalho é constituído por produções realizadas no período de 2009 a 2019.

Para tanto, foram cumpridas algumas etapas: Inicialmente, foi realizado a preparação do material por meio da busca dos resumos no banco de teses da CAPES por meio das palavras-chave “atividades experimentais e simulações computacionais integradas” e “experimental e computacional em conjunto”.

Os trabalhos que não abordaram ambos os aspectos ou que não eram empregados ao ensino e aprendizagem da física, foram descartados. Tal base foi escolhida como fonte devido à facilidade de acesso e por reunir um elevado número de produções.

Dessa maneira, após identificar os trabalhos de interesse, foi realizado a leitura fluente de seus resumos e, quando necessário teve-se acesso aos textos completos, o que possibilitou a seleção de 25 (vinte e cinco) produções acadêmicas, sendo 03 (três) teses e 23 (vinte e três) dissertações. A seguir, a tabela 1 apresenta os textos selecionados.

Tabela 1- Material selecionado

TÍTULO	AUTOR	INSTITUIÇÃO	ANO	TIPO
Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas	Luiz Carlos Gomes Filho	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	2019	Dissertação
A indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais	Rosivaldo Carvalho Gama Júnior	Universidade do Vale do Taquari	2018	Dissertação
Atividades computacionais e experimentais como ferramentas de ensino da eletricidade	Roniedison Scarpati	Universidade do Vale do Taquari	2018	Dissertação
A integração de atividades experimentais e computacionais	Nayara França Alves	Universidade do Vale do Taquari	2018	Dissertação

o ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa				
A utilização de experimentos tradicionais e simuladores computacionais sobre astronomia como inspiradores à aprendizagem do tema gravitação	Andre Luis de Paula dos Santos	Universidade Federal do ABC	2017	Dissertação
MODELIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E RECURSOS COMPUTACIONAIS: possíveis articulações para o estudo de movimentos em Aulas de Física	George Luis Azevedo	Universidade do Estado de Santa Catarina	2017	Dissertação
A utilização de experimentos e simulações no ensino de física com o uso do software Tracker com as plataformas PHET e QUIS	Elci Rodrigues de Almeida Dutra	Fundação Universidade Federal do Pampa	2017	Dissertação
Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta)materiais refrativos	Carina de Freitas Velloso Nozela	Universidade Federal de São Carlos	2016	Dissertação
Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de física quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de planck com leds aplicado ao ensino médio	Gleiton Santos Maciel	Universidade Federal do Espírito Santo	2016	Dissertação
Proposta de ensino de física em óptica geométrica usando uma simulação do PHET e óptica física através de experimentos	Wlademir Cardoso de Moura	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte	2016	Dissertação

O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética	José Jorge Vale Rodrigues	Universidade do Vale do Taquari	2016	Dissertação
Integração entre atividades computacionais e experimentais como estratégia pedagógica no estudo de circuitos elétricos no ensino médio	Glauco Denes Galvao Maia	Universidade Federal do Amazonas	2015	Dissertação
EXPERIMENTOS REAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS: Proposta para o Ensino de Eletricidade no Nível Médio	Jose Carlos dos Santos	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	2015	Dissertação
Uma sequência didática para cinemática escalar, usando experimento e simulação computacional	Wanderson Pereira Schneider	Instituto Federal do Espírito Santo	2015	Dissertação
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio	Fernanda Teresa Moro	Universidade do Vale do Taquari	2015	Dissertação
Utilização de experimentos de baixo custo e de simulações computacionais no ensino de física em escolas públicas	Adriano Mamedes Silva Nascimento	Universidade Federal de Mato Grosso	2014	Dissertação
Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de eletromagnetismo	Luciano Soares Pedroso	Universidade Cruzeiro do Sul	2014	Tese
A utilização combinada de experimentos demonstrativos, vídeos e simulações computacionais no ensino da física: um estudo exploratório no contexto de aulas expositivas	Jeferson Ney	Universidade Federal do Espírito Santo	2014	Dissertação

A Natureza Quântica Da Luz Nos Laboratórios Didáticos Convencionais E Computacionais no Ensino Médio	Dielson Pereira Hohenfeld	Universidade Federal da Bahia	2013	Tese
Realização de prática de física em bancada e simulação computacional para promover o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa	Mário Jorge Nunes Costa	Universidade Federal do Ceará	2013	Dissertação
Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio	Leonardo Albuquerque Heidemann	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2011	Dissertação
Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática de física moderna	Nelson Barrero Junior	Universidade de São Paulo	2010	Dissertação
Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral	Pedro Fernando Teixeira Dorneles	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2010	Tese
Aulas de física usando simulações e experimentos de baixo custo: Um exemplo abordando a dinâmica das rotações	Rodrigo Xavier Moraes	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca	2010	Dissertação
O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa	Janduí Farias Mendes	Universidade de Brasília	2009	Dissertação

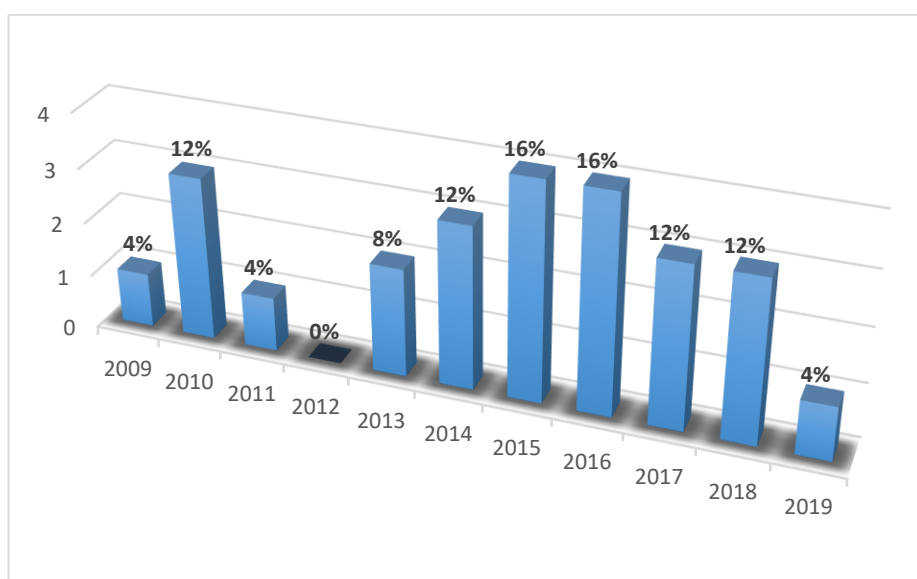
Fonte: Autora

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E SUA DISTRIBUIÇÃO POR ANO

Ao estabelecer uma análise temporal a respeito da integração entre práticas experimentais e simulações computacionais para o ensino da física, é possível observar que entre 2011(4%) e 2012 (0%) houve um declínio na produção científica sobre a temática, que voltou a crescer a partir do ano de 2013 (8%), com uma presença expressiva nos anos de 2015 (16%) e 2016 (16%), apresentando uma queda de produções nos anos seguintes, com destaque para o ano de 2019 (4%), mostrando que ainda se produz muito pouco sobre o assunto, sendo escassa a aplicação da integração entre essas atividades para o ensino da física, como apresentado na figura 1.

Figura 1 – Produção anual de pesquisas acadêmicas a respeito da integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.



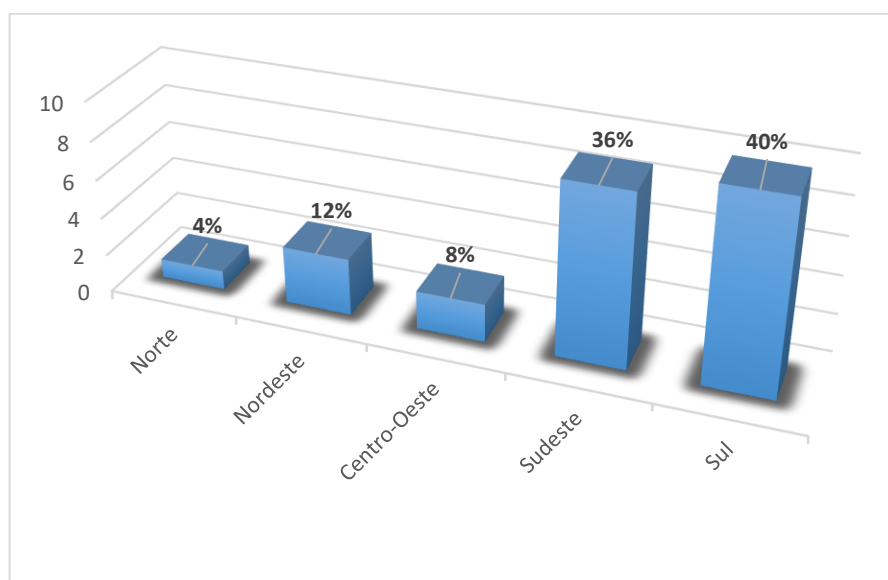
Fonte: Autora

À vista disso, é relevante a ampliação de estudos e de divulgações de produções, para que seja crescente o interesse por pesquisas acadêmicas relacionadas a temática. De fato, novas metodologias de ensino, além de necessárias, precisam ser devidamente avaliadas, no intuito de aprimorar e consolidar a utilização das mesmas no âmbito do ensino de física.

4.2 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A produção da literatura sobre a integração da prática experimental com as simulações computacionais, como mostra a figura 2, está concentrada nas regiões sul e sudeste, que somam 76% dos trabalhos, o que provavelmente se deve ao fato dessas regiões concentrarem boa parte das instituições de ensino superior do país. Observou-se ainda, um baixo registro nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste, o que revela uma carência de estudo na temática.

Figura 2 – Distribuição geográfica das produções relacionadas a integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.

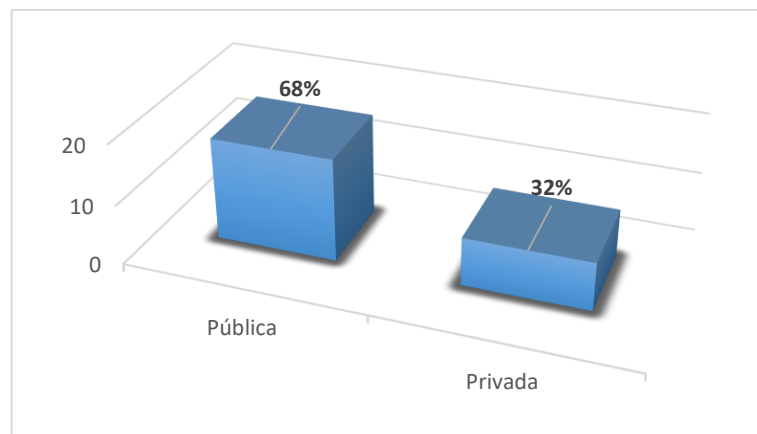


Fonte: Autora

4.3 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E NATUREZA DAS UNIVERSIDADES

A respeito da natureza das universidades, 68% das pesquisas são oriundas de instituições públicas e 32% de instituições privadas (figura 3), o que provavelmente se deve ao fato das instituições públicas contarem com condições favoráveis ao desenvolvimento dessas pesquisas, como docentes em regime de dedicação exclusiva, apoio financeiro, entre outros.

Figura 3 – Natureza das Universidades onde foram desenvolvidas as pesquisas relacionadas a integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.

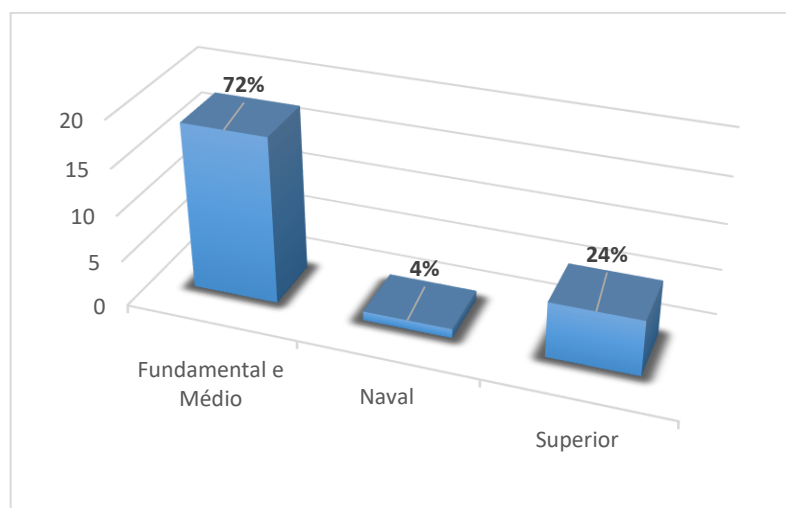


Fonte: Autora

4.4 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E OS NÍVEIS DE ENSINO

Para identificar o nível de escolaridade abordado em cada trabalho, levou-se em consideração os sujeitos participantes das pesquisas. Assim, foi possível verificar que 72% dos estudos são dedicadas aos níveis fundamental e médio (educação básica), onde o nível superior conta com apenas 24% das pesquisas analisadas, como apresentado na figura 4.

Figura 4 – Níveis de escolaridade abordados pelos autores nos trabalhos analisados referente a integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.



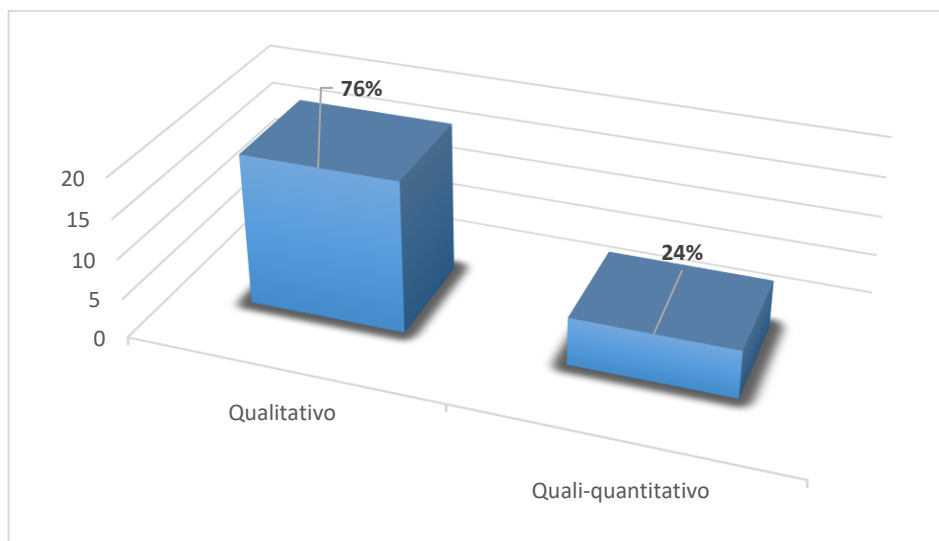
Fonte: Autora

O elevado número de trabalhos encontrados para os níveis de ensino Fundamental e Médio, possivelmente se justifica pela busca frequente de ferramentas acessíveis e de baixo custo que colaborem com o ensino e aprendizagem da educação básica.

4.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E O TIPO DE METODOLOGIA

A partir dos trabalhos analisados, é possível perceber que há um predomínio de produções que utilizam apenas a abordagem qualitativa (76%), e uma presença pouco expressiva (24%) dos que usam dos métodos mistos (quali-quantitativos), como mostra a figura 5. Com relação a forma de coleta de dados, prevaleceu a utilização de questionários e testes. Além disso, encontrou-se também: análise de material produzidos pelos alunos, questionamentos, observações, análise textual discursiva, diário de campo, fotos, avaliação, vídeo, áudio, entre outros.

Figura 5 – Tipo de metodologia utilizada pelos pesquisadores nos trabalhos analisados a respeito da integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.



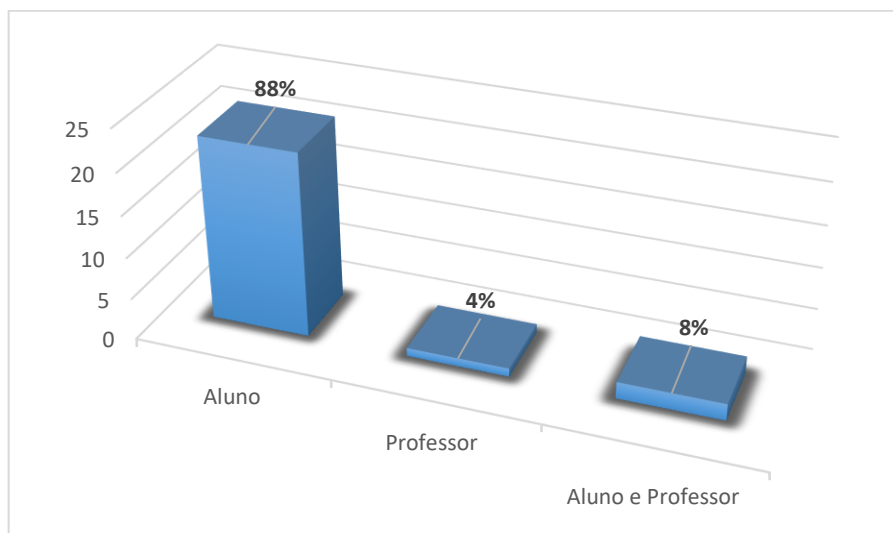
Fonte: Autora

4.6 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E O TIPO DE PARTICIPANTES

Foi possível identificar que 88% dos trabalhos tiveram como participantes somente o aluno e em apenas 8% das produções os participantes do estudo foram o professor e o aluno, o que reflete a tendência desse ensino (figura 6). Com isso,

observa-se a necessidade de produções que forneçam subsídios para contribuir com o educador na reorientação de suas práticas pedagógicas.

Figura 6 – Sujeitos participantes dos trabalhos analisados a respeito da integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.



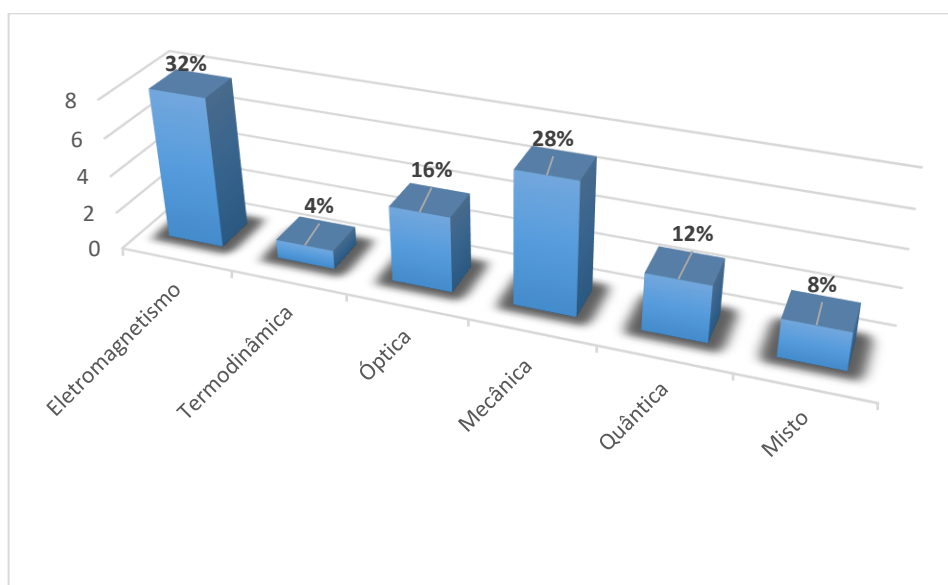
Fonte: Autora

É fundamental que o educador e todos os agentes envolvidos no processo educacional sejam incluídos em futuros estudos, pois são os educadores que fazem a aplicação das práticas metodológicas.

4.7 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O TEMA E OS RAMOS DA FÍSICA

No que diz respeito ao ramo da física investigado, a termodinâmica foi a área menos trabalhada com apenas 4% das produções, enquanto que a mecânica com 28% e o eletromagnetismo com 32% foram as áreas mais trabalhadas. Na categoria mista (8%), foram classificados os trabalhos que empregavam mais de uma área de conhecimento. Dentre estas áreas, os assuntos mais recorrentes nas produções científicas, foram eletricidade e cinemática, como apresentado na figura 7.

Figura 7 – Ramos da física abordados nos trabalhos analisados sobre a integração entre práticas experimentais e simulações computacionais no ensino de física.



Fonte: Autora

4.8 DESCRIÇÃO DOS CONTEÚDOS ENCONTRADOS NOS TRABALHOS SELECIONADOS

Em seu estudo, Alves (2019) sugeriu o uso das atividades experimentais integradas às atividades computacionais como recurso para avaliar os indícios de aprendizagem significativa. O autor concluiu que essas práticas desenvolvem aspectos motivacionais, além do interesse e engajamento dos alunos, onde contribuem para o desenvolvimento da construção de conhecimentos voltados para o ensino e aprendizagem da Física.

Gomes Filho (2019) propôs em seu trabalho, uma sequência didática para explorar as várias ferramentas de ensino e aprendizagem, tais como as atividades experimentais, a análise de figuras e tirinhas de física, os simuladores computacionais, os softwares e aplicativos para smartphones, além da leitura e debate de textos informativos. Para o autor, ao serem trabalhados de maneira planejada, esses recursos direcionam e aumentam a participação discente, além de fornecer contribuições para a capacidade de argumentação nas aulas de física.

Partindo dessa premissa, Scarpati (2018) trabalhou o uso articulado de simulações computacionais e atividades experimentais. O autor concluiu que a utilização dessas estratégias pedagógicas diferenciadas, contribuem de maneira

positiva para o ensino e aprendizagem da física. O mesmo foi realizado por Gama Júnior (2018), onde para o autor essa metodologia necessita ser organizada/planejada com a finalidade de possibilitar que os alunos expressem suas próprias opiniões e princípios, para favorecer a dinâmica em sala.

Em outro trabalho, Dutra (2017) propôs uma metodologia, por meio de uma sequência didática, com a integração da experimentação e simulação computacional, articulados ao uso operacional e pedagógico do Software Tracker. Os seus resultados apontaram que, as atividades que envolvem ambas as práticas, são potencialmente facilitadoras do processo de aprendizagem significativa no ensino da física.

Santos (2017) apresentou duas sequências didáticas, por meio do uso de simuladores e experimentos tradicionais. O autor avaliou como positivo a aplicação das sequências, devido ao alto índice de acertos aos questionários que foram aplicados e nas solicitações dos estudantes para que os demais assuntos da Física fossem abordados nos mesmos moldes.

Analisando o trabalho de Zevedo (2017) que propôs como produto educacional uma sequência de aulas que articulassem a modelização, experimentação e recursos computacionais, como meio de superar, em parte, a ineficiência no ensino e aprendizado da física, foi possível verificar que com as atividades os estudantes se sentiram parte integrante do processo e não somente agentes passivos do mesmo.

Nozela (2016) também propôs a união das simulações de fenômenos físicos com a modelagem matemática e a experimentação, para proporcionar melhorias no processo de ensino/aprendizagem. A autora pôde perceber nos alunos uma maior automotivação aos estudos, não só dos conceitos desenvolvidos, o que gerou uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Partindo dessa premissa, Rodrigues (2016) trabalhou as atividades experimentais integradas a atividades computacionais. Em seu estudo os alunos avaliaram tal procedimento de forma positiva, além do mais a atividade se mostrou como uma alternativa de ensino motivadora e instigante da curiosidade.

O mesmo foi trabalhado por Moura (2016) que propôs o uso das atividades experimentais e computacionais em conjunto. O autor reforçou a ideia da inserção de mais aulas práticas com a utilização de simuladores e de atividades experimentais, ambas de forma bem planejada.

Maciel (2015), por outro lado, elaborou uma Sequência Didática, utilizando simulações e experimentos, os resultados indicaram um avanço significativo em

relação aos conceitos adquiridos sobre a Física. Para o autor a sequência didática realizada influenciou positivamente no processo de ensino-aprendizagem.

Em seu estudo, Schneider (2015) propôs um conjunto de ações, como uma sequência didática, aplicada a física que utilizava de um ambiente digital, no caso a plataforma Moodle, contendo fóruns, simulados virtuais, simulações computacionais e por fim fez uso de um experimentos de baixo custo em laboratório. O autor verificou um ganho conceitual, dando indícios que o trabalho realizado contribuiu para o crescimento dos conhecimentos dos alunos.

Moro (2015) buscou identificar quais as implicações da integração das atividades experimentais e simulações computacionais na aprendizagem significativa dos estudantes. Ele demonstrou que a integração entre essas atividades pode contribuir para a ocorrência da aprendizagem significativa dos alunos.

Nessa premissa, Santos (2015) propôs um guia de atividades utilizando laboratórios reais e virtuais. Os resultados apontaram que a abordagem experimental, seja ela virtual ou real, apresenta uma vantagem significativa sobre as aulas teóricas, reforçando a importância de atividades experimentais em sala de aula.

Nascimento (2014), em seu estudo, utilizou de montagens experimentais com materiais de baixo custo e simulações computacionais, para auxiliar a compreensão dos conceitos da física. Os resultados coletados indicaram uma contribuição ao desenvolvimento de habilidades computacionais e experimentais por parte dos alunos, além de trazer vantagens aos professores.

Pedroso (2014) também realizou a articulação entre o laboratório real e virtual, em busca de uma aprendizagem significativa. Para o autor, a articulação entre o laboratório investigativo e as simulações computacionais podem promover a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício a uma aprendizagem mais significativa.

Ney (2014), em contrapartida, foi mais criativo e realizou a combinação de recursos educacionais, experimentos demonstrativos, vídeos, e simulações computacionais. O autor constatou que esses recursos contribuíram de igual maneira para a promoção do interesse, da atenção, da visualização e da participação dos alunos.

Em seu estudo Costa (2013) propôs a realização de um experimentação de bancada, apoiada por atividades pedagógicas de simulação e Modelagem

computacional. Para o Autor as atividades dão resultados positivos ao ensino e aprendizagem da física.

Hohenfeld (2013) trabalhou a articulação dos laboratórios didáticos convencionais com os computacionais, para analisar os significados construídos pelos alunos sobre a parte conceitual da física. Ele concluiu que as atividades colaboram para a construção de significados aos conceitos da física.

Heidemann (2011), por outro lado, investigou as causas que levam os educadores a desprezarem as atividades computacionais. Os resultados mostraram que os professores defendem o uso isolado desses recursos, pois para eles apenas um deles é suficiente para ensinar física.

Nessa premissa, Barrelo Junior (2010) propôs atividades de laboratório de investigação e experimentação de pensamento, por meio da aplicação de um conjunto de atividades experimentais com uma simulação de computador e um experimento. O pesquisador relata que a proposta de ensino foi validada e contribuiu sobremaneira para tornar a física mais atraente aos alunos.

Em seu trabalho Dorneles (2010) propôs integrar as atividades computacionais com as experimentais para minimizar os fatores negativos de ambas as atividades. Os resultados mostraram que houve melhorias significativas no desempenho dos alunos.

Moraes (2010) analisou o processo de ensino-aprendizagem em uma aula de física com a utilização das atividades computacionais integradas as experimentais, para estabelecer uma opção ao ensino da física. Novamente, para o autor, o ensino e aprendizagem com essas práticas foi satisfatório.

Por fim, destaca-se o trabalho realizado por Mendes (2009), que propôs a integração entre teoria, simulação computacional (através do software Modellus) e atividades experimentais. Os resultados alcançados por ele indicaram que a combinação entre atividades experimentais e simulações computacionais é mais efetiva no processo de ensino e aprendizagem do que o uso separado dessas ferramentas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo proporcionou uma revisão bibliográfica (estado da arte) sobre a produção científica a respeito da integração entre as atividades experimentais e simulações computacionais para o ensino da física no Brasil, no período compreendido entre 2009 e 2019 (intervalo de dez anos).

De modo geral, ao levantar o questionamento de como deve ser realizada a ação pedagógica na física, muitos teóricos procuram por novas ferramentas metodológicas, com o intuito de melhorar o processo de ensino/aprendizagem. Nesse contexto, a partir dos trabalhos analisados aqui, pode-se dizer que a utilização combinada das atividades experimentais e computacionais se mostra como uma opção promissora, uma vez que todos os autores avaliaram de forma positiva o uso dessa metodologia de ensino.

Por outro lado, apesar de muitos relatos na literatura científica, o uso dessas ferramentas ainda é um tema em discussão, em boa parte pelo fato das mesmas serem pouco utilizadas em sala de aula, como reportado nos trabalhos avaliados. Além disso, no Brasil, a pesquisa no ensino de física ainda precisa de mais atenção, uma vez que o levantamento bibliográfico mostrou um número relativamente baixo de teses e dissertações a respeito da temática.

Neste contexto, é relevante repensar o papel da experimentação e da simulação no ensino de física, e procurar formas de concretizar em aprendizagem significativa as suas potencialidades. Pois, essas ferramentas proporcionam ambientes potencialmente favoráveis as discussões dos modelos físicos, sendo relevantes aliados na construção dos conceitos por parte dos alunos, em seus diversos níveis de escolaridade.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, George Luis. **MODELIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E RECURSOS COMPUTACIONAIS: possíveis articulações para o estudo de movimentos em Aulas de Física**. 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

ANDRADE, Tiago Yamazaki Izumida; COSTA, Michelle Budke. O laboratório de ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos-SP. **Química Nova na Escola**, vol. 38, n. 3, p. 208-214, agos. 2016.

ALVES, Nayara França. **A INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa**. 2018. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2018.

BARRELO JUNIOR, Nelson. **Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática em Física Moderna**. 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BATA, Ismael Freire; MATOS, Robert Saraiva. Possíveis soluções para a problemática do ensino de Física: metacognição, artefatos experimentais e simulações computacionais. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 4, n. 2, p. 75-83, jul.-dez., 2014.

BRASIL, Camila Litchina. **Experimentação e simulação computacional no ensino de estados físicos da matéria e transições de fase na educação básica**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

COSTA, Mário Jorge Nunes. **Realização de prática de física em bancada e simulação computacional para promover o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa**. 2013. 2020 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Werner da; GHIGGI, Caroline Maria. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, pp. 70-85, 2015.

DEPONTI, Maria Aparecida Monteiro; BULEGON, Ana Marli. Uma revisão de literatura sobre o uso da metodologia sala de aula invertida para o ensino de física. **VIDYA**, v. 38, n. 2, 2018.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física Geral**. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DUTRA, Elci Rodrigues de Almeida. **A utilização de experimentos e simulações no ensino de física com o uso do software tracker**. 2016. 64 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

GAMA JÚNIOR, Rosivaldo Carvalho. **A indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2018.

GOMES FILHO, Luiz Carlos. **Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas**. 2019. 145 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HOHENFELD, Dielson Pereira. **A natureza quântica da luz nos laboratórios didáticos convencionais e computacionais no ensino médio**. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

MACIEL, Gleiton Santos. **Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de física quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de Planck com LEDs aplicado ao ensino médio**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado Ensino em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

MENDES, Janduí Farias. **O uso do software na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa**. 2009. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MORO, Fernanda Teresa. **Atividades experimentais e imulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

MOURA, Wlademir Cardoso. **Propostas de ensino de Física em óptica geométrica usando uma simulação do PHET e óptica física através de experimentos**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

MORAES, Rodrigo Xavier. **Aulas de física usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando a dinâmica das rotações**. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2010.

NASCIMENTO, Adriano Mamedes Silva. **Utilização de experimentos de baixo custo e de simulações computacionais no ensino de física em escolas públicas.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

NEY, Jeferson. **A UTILIZAÇÃO COMBINADA DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS, VÍDEOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DA FÍSICA: um estudo exploratório no contexto de aulas expositivas.** 2014. 139 f. Dissertação (Mestrado Ensino em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

NOZELA, Carina de Freitas Velloso. **Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta)materiais refrativos.** 2016. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

PEDROSO, Luciano Soares. **Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de eletromagnetismo.** 2014. 225. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

RODRIGUES, José Jorge Vale. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética.** 2016. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

SANTOS, André Luis de Paula dos. **A utilização de experimentos tradicionais e simuladores computacionais sobre astronomia como inspiradores à aprendizagem do tema gravitação.** 2017. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.

SANTOS, José Carlos dos. **EXPERIMENTOS REAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS: Proposta para o Ensino de Eletricidade no Nível Médio.** 2015..209 f.. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SCARPATI, Roniedison. **Atividades computacionais e experimentais como ferramentas de ensino da eletricidade.** 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2018.

SCHNEIDER, Wanderson Pereira. **Uma sequência didática para cinemática escalar, usando experimento e simulação computacional.** 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, 2015.

SANTOS, William de Sant'Anna dos. **Métodos ativos de aprendizagem aplicados em aulas de física do ensino médio.** 2017. 95f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017.