

Atividades experimentais e computacionais no ensino de física: uma revisão da literatura

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior*, Italo Gabriel Neide**, Marco Antonio Moreira***

Resumo

Este é um estudo do tipo bibliográfico que tem como tema a integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física. Os objetivos deste artigo são de sintetizar e analisar características apontadas pelas publicações em relação às atividades experimentais e computacionais no Ensino de Física. Para isso, foi realizada uma pesquisa sobre as produções científicas entre os anos de 2007 a 2019 referentes ao tema supracitado, assim buscaram-se por teses, dissertações e artigos no Banco de Teses e Dissertações da CAPES, Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC) e Encontro de Pesquisas em Ensino de Física (EPEF). Após o levantamento, foi possível identificar que dos 399 trabalhos iniciais, somente 22 tratavam da temática pesquisada, porém apenas 13 foram sintetizados e analisados por se tratarem de dissertações e teses. A partir da análise das produções encontradas, foi possível inferir que o uso das atividades experimentais e as computacionais quando associadas, se complementam no sentido de auxiliarem nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como convergem na perspectiva de despertar o interesse do aluno e facilitar o entendimento de conceitos físicos.

Palavras-chave: atividade experimental; atividade computacional; ensino de Física.

* Universidade do Estado do Amapá/Colegiado de Ciências Naturais/ Brasil. E-mail: rosivaldo.junior@ueap.edu.br

** Universidade do Vale do Taquari/Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas. Brasil. E-mail: italo.neide@univates.br

*** Universidade do Vale do Taquari/Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas. Brasil. E-mail: moreira@if.ufrgs.br

Recebido em: 19/08/2020 – Aceito em: 10/12/2020

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i1.11576>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Introdução

É consenso entre a maioria das pesquisas em ensino de Física no Brasil apontar que a forma mecânica de se ensinar não desperta a motivação dos alunos e não produz um aprendizado eficaz, logo, deixa-os em uma situação de passividade e o professor como único detentor do conhecimento. Nessa linha, a simples transmissão de conhecimento já não é mais eficiente como uma metodologia adequada de ensino-aprendizagem (SANTOS; SOARES, 2011).

Nesse sentido, as atividades experimentais, aquelas desenvolvidas com objetos reais em laboratório ou em sala de aula, surgem como uma das tendências metodológicas com significativa relevância para o ensino e a aprendizagem em Física. Frente a essa questão, Michelotti, Lovato e Loreto (2020) afirmam que o ensino e a aprendizagem de forma prática se tornam muito mais prazerosos ao aluno, em que ele, juntamente com o professor, constrói os conceitos e definições sobre o tema estudado. Araújo e Abib (2003) corroboram que a experimentação tem um papel fundamental no processo de construção conceitual, visto que muitas vezes é necessário “desconstruir” conceitos desenvolvidos pelo senso comum, de modo que, é imprescindível que o educando visualize a situação, observe e analise os resultados para perceber e mudar o seu pensamento, não apenas acatar o que o professor diz.

Além das atividades experimentais, o uso dos recursos computacionais também aparece como outra estratégia de ensino que pode despertar o interesse do aluno. Nessa perspectiva, Moro e Rossatto (2019, p. 298) ratificam que “o uso das tecnologias digitais na educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno interativa e dialógica”.

São várias as vantagens de se trabalhar com os recursos computacionais, dentre elas: Araújo, Veit e Moreira (2008) destacam as potencialidades dos experimentos virtuais por proporcionarem uma maior interação do estudante com a atividade; Medeiros e Medeiros (2002) apontam que as atividades computacionais fornecem múltiplas representações simultaneamente de um determinado fenômeno físico; Brandão, Araújo e Veit (2008) mencionam que as visualizações de algumas situações físicas podem dar sentido aos conceitos que esteja sendo trabalhados pelo professor.

No entanto, Neide et al (2019) ressaltam que o uso dos recursos tecnológicos não substitui as atividades experimentais e não garante maior qualidade nas aulas; sua utilização é para agregar, auxiliar em situações em que não é possível desen-

volver apenas com atividades experimentais ou para reforçar um ensino baseado na narração.

Deste modo, sabe-se que as atividades experimentais e as computacionais muitas vezes são trabalhadas de formas isoladas para o professor se distanciar por alguns momentos do ensino tradicional. Salienta-se que essas estratégias podem ser trabalhadas de forma integrada, como Dorneles, Araújo e Veit (2007, p. 9) afirmam:

(...) acreditamos que as simulações computacionais e as atividades experimentais são recursos instrucionais que se complementam, pois quando utilizados integradamente aumenta-se o espectro de possibilidades de auxiliar os alunos a superarem suas dificuldades de aprendizagem no estudo de circuitos elétricos.

A utilização das atividades experimentais e computacionais quando associadas para o ensino de um determinado conteúdo pode propiciar uma evolução no aprendizado dos alunos. Nesse pensamento, Dorneles (2010) enfatiza que principalmente nas atividades em que os alunos usam o computador e o material experimental, concomitantemente, observa-se uma evolução nas respostas usadas por eles, podendo apresentar justificativa por meio de argumentos conceituais. Ainda nessa linha, o uso integrado das atividades experimentais e computacionais nas aulas de Física sobre eletromagnetismo pode contribuir para a aprendizagem. Essa estratégia de ensino atribui ao professor o papel de mediador e permite que o aprendiz estabeleça um elo com sua realidade e seja um sujeito ativo nos processos de ensino e de aprendizagem (GAMA JÚNIOR, 2018).

A despeito do tema desta pesquisa, Cardoso (2019) argumenta sobre um campo de possibilidades e das necessidades de mais estudos por meio de pesquisas quanto ao uso integrado de atividades experimentais e computacionais. Em seus resultados emergentes do mestrado, o referido autor sugere que a utilização dessas atividades pode ser desenvolvida em vários níveis de ensino. Ainda, Alves (2018) afirma que o uso integrado das atividades experimentais com as computacionais pode contribuir de maneira significativa nos processos de aprendizagem dos conteúdos, bem como aumenta a motivação e o interesse dos alunos.

Diante da válida discussão desta temática, em meio à carência de produções científicas no tocante às atividades experimentais e computacionais surgiram uma indagação quanto às produções relativas a estas ferramentas de ensino, em particular ao Ensino de Física, tendo em vista também a nossa inserção em um programa de doutorado. Outro fator que pode justificar o presente estudo, acerca do

uso combinado dessas atividades, remete à ideia de que ensinar Física somente de uma maneira é um equívoco, pois o professor necessita de mais de uma metodologia/ferramenta (MOREIRA, 2000).

Em vista disso, diante da importância desta temática, o presente artigo busca realizar um levantamento das produções científicas sobre a integração das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física; sintetizar e analisar características apontadas pelas publicações em relação às atividades.

Para o desenvolvimento deste artigo, esta pesquisa foi dividida em quatro seções: a primeira trata-se da introdução que contextualiza a temática da pesquisa; a segunda seção apresenta os procedimentos metodológicos; a terceira, a apresentação das produções científicas sobre a integração das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física e, na quarta, as considerações finais. Assim, na seção seguinte discutem-se aos procedimentos metodológicos, destacando o delineamento da pesquisa, juntamente com as fontes, quantitativo de produções e o tipo de análise dos resultados.

Procedimentos metodológicos

O presente estudo é de caráter qualitativo, pois, segundo Malhotra (2006), a pesquisa qualitativa se caracteriza como um método de pesquisa exploratória e não-estruturada, baseada em dados coletados que proporcionam percepções e compreensão do contexto do problema. No que se refere ao aspecto procedimental, esta pesquisa assume natureza bibliográfica que, em consonância com Gil (1999, p. 65), “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Esta pesquisa se identifica com trabalhos que se denominam como sendo do tipo Estado da Arte. A respeito deste tipo de estudo, Romanowski e Ens (2006, p. 39) afirmam que:

(...) os estudos de “estado da arte” que objetivam a sistematização da produção numa determinada área do conhecimento já se tornaram imprescindíveis para apreender a amplitude do que vem sendo produzido. Os estudos realizados a partir de uma sistematização de dados, denominada “estado da arte”, recebem esta denominação quando abrangem toda uma área do conhecimento, nos diferentes aspectos que geraram produções.

A coleta de dados foi realizada nas seguintes fontes: Banco de Teses e de Dissertações da CAPES, Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisas em Ensino de Física (EPEF), no espaço temporal de 2007 a 2019. A escolha por tais períodos se justifica pela expressiva quantidade de trabalhos na área de Ensino de Física e por abranger um intervalo de tempo considerável.

No primeiro momento, utilizando-se, para filtrar a busca, as palavras-chave “atividades experimentais - ensino de física” apareceram em 299 trabalhos publicados. Posteriormente, com as palavras-chave “atividades computacionais - ensino de física” detectou-se 100 trabalhos. Portanto, esses resultados somam 399 publicações, com relação indireta com a temática desta pesquisa.

Considerando os filtros anteriores, em um segundo momento, percebeu-se a necessidade de refinar ainda mais a busca, com as seguintes palavras-chave: “atividades experimentais - atividades computacionais - Ensino de Física”. Encontrou-se 41 publicações; entretanto, somente 22 dessas abordavam de fato a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física. Vale ressaltar que a seleção das produções científicas ocorreu mediante leitura dos títulos e dos resumos.

Dessa forma, considera-se que as 22 publicações representam uma significativa amostra para que sejam notados indícios de contribuições das atividades experimentais integradas a atividades computacionais nos processos de ensino e de aprendizagem em Física. Contudo, foi realizada uma síntese e análise de apenas de 13 trabalhos em nível de dissertação e tese, pois a pesquisa bibliográfica estava vinculada a uma dissertação de mestrado e a um projeto de doutorado.

Em relação aos dados, optou-se pela a análise de conteúdo, por ser a mais adequada para o referido trabalho, em se tratando de um estudo qualitativo e com viés bibliográfico. Nesta linha de raciocínio, Oliveira *et al* (2003, p. 5) afirmam que trata-se de “é um conjunto de técnicas de exploração de documentos, que procura identificar os principais conceitos ou os principais temas abordados em um determinado texto”. Adicionalmente, Bardin (1977, p. 31) reforça que “a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”. No caso específico desta pesquisa, a análise de conteúdo envolve uma análise dos significados e da temática em questão.



Durante a leitura, as produções foram analisadas de forma a destacar os objetivos principais de cada trabalho, como as atividades foram desenvolvidas e suas conclusões, e que após isso foi desenvolvida uma triangulação de dados para identificar potencialidades e dificuldades, assim como correlações e rupturas, apresentadas como resultados.

Das produções científicas sobre a integração das atividades experimentais e computacionais no ensino de física

Nesta fase do artigo, será feita uma síntese dos 13 trabalhos selecionados (quadro 1), incluindo teses e dissertações da temática em questão. Dessa forma, considera-se que esses trabalhos representam uma amostra considerável para que sejam notados indícios de contribuições das atividades experimentais integradas com atividades computacionais nos processos de ensino e de aprendizagem em Física. Cabe destacar que não se procurou categorizá-los quanto à metodologia de ensino de suas atividades, porém após realização da leitura, a maioria foi desenvolvida sob a perspectiva de metodologias ativas.

Quadro 1: Trabalhos que abordam a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física.

(continua...)

Título	Autor (es/as)	Tipo	Data	Lugar de realização
Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo.	Alfredo Müllen da Paz	Tese	2007	UFSC
Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral.	Pedro Fernando Teixeira Dorneles	Tese	2010	UFRGS
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	Dissertação	2011	UFRGS
O ensino de conceitos do eletromagnetismo, óptica, ondas e Física Moderna e Contemporânea por meio de situações na medicina.	Mara Fernanda Parisoto	Dissertação	2011	UFRGS
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.	Fernanda Tereza Moro	Dissertação	2015	UNIVATES

(conclusão)

O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica.	Ericarla de Jesus Souza	Dissertação	2015	UFS
O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética.	José Jorge Vale Rodrigues	Dissertação	2016	UNIVATES
O conceito de potência elétrica: uma intervenção pedagógica para o ensino médio.	Taís Pinto Rodrigues Saldanha	Dissertação	2016	UNIPAMPA
Elaboração de unidades didáticas como estratégias centrais para compreensão dos modelos científicos: uma proposta baseada em Vigotski para o estudo do movimento.	Leandro Antonio dos Santos	Dissertação	2016	UEPG
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.	Nayara França Alves	Dissertação	2018	UNIVATES
Formação de conceitos sobre condutividade térmica no curso normal: uma contribuição das tecnologias de informação e comunicação e atividades experimentais.	Diana Aparecida Kaefer Schons	Dissertação	2018	UFN
Atividades computacionais e experimentais como ferramentas de ensino da eletricidade.	Roniedison Scarpatti	Dissertação	2018	UNIVATES
Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de física: um estudo sobre associação de resistores.	Roberto Kennedy Cardoso	Dissertação	2019	UNIVATES

Fonte: Autores.

A tese de Paz (2007), de título *Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo*, buscou um modelo de ensino-aprendizagem que contemplasse as atividades experimentais aliadas aos recursos informatizados no ensino de Eletromagnetismo com alunos do ensino médio; foi esse o objetivo do trabalho.

A proposta de atividades foi baseada na transposição didática, por meio de um processo epistemológico específico da produção desses conceitos e o processo pedagógico próprio. Nesse contexto, Paz (2007) desenvolveu as atividades experimentais que abordaram temas referentes ao Eletromagnetismo. Em seguida, os estudantes construíram a simulação computacional a partir de um modelo pré-concebido. Não é demais ressaltar que Paz baseou o processo epistemológico nas concepções de Bachelard (1991).



Após a elaboração e aplicação das atividades experimentais acompanhadas das atividades simuladas, Paz (2007, p. 08) pôde validar sua tese a partir dos seguintes resultados:

Assim, utilizando-se este modelo, verificamos que o trânsito entre os planos tridimensionais e bidimensionais nas atividades sequenciais, assim como o tratamento das relações matemáticas entre as grandezas a partir das atividades virtuais, foram responsáveis pela superação dos obstáculos de aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo, validando nossa tese.

Posteriormente, outro trabalho que merece destaque é a tese *Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral*, de Dorneles (2010). Nele, o autor procurou investigar modos de integração das atividades computacionais e experimentais com intuito de torná-las complementares, auxiliando os discentes de uma turma de Licenciatura em Física a entenderem conceitos físicos a partir de uma aprendizagem significativa, além de compreenderem algumas ideias sobre modelos científicos.

Para as atividades de integração, desenvolvidas de modo investigativo, no primeiro momento, os alunos trabalharam com atividades de simulação computacional como complemento de uma aula teórica. Em seguida, montaram o experimento de bancada e exploraram o simulador sobre o experimento para responderem questões conceituais em guias (DORNELES, 2010). Tais atividades foram baseadas nas teorias de Ausubel (2000), Vygotsky (1988) e na visão epistemológica de Bunge sobre os modelos teóricos.

Nos resultados, Dorneles (2010) mostra que a integração das atividades computacionais e experimentais pode proporcionar aos discentes uma visão conceitual mais apropriada sobre a finalidade dos modelos teóricos em Física e sobre esses dois recursos nos processos de aprendizagem. Portanto, essa integração promove a interatividade e o engajamento do aluno no próprio aprendizado. Além do mais, transforma a sala de aula em um local favorável para uma aprendizagem significativa.

Dentre os trabalhos pesquisados, também aparece a dissertação de Heidemann (2011), intitulada *Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio*. O objetivo geral desse estudo foi investigar as razões que levam os professores da educação básica a rejeitarem as atividades experimentais e as atividades computacionais

e, em muitas situações, a utilizarem essas estratégias de forma ineficaz (HEIDEMANN, 2011).

Embora Heidemann (2011) não tenha desenvolvido atividades experimentais e computacionais com seu público alvo, fez uso de questionários que foram aplicados com o objetivo de identificar as crenças e as atitudes quanto ao uso combinado dessas duas estratégias de ensino. Nesse viés, essas atividades foram embasadas epistemologicamente nas concepções de modelagem científica de Mário Bunge (1974).

Os resultados e as conclusões de Heidemann (2011) mostraram que os professores atribuem grande relevância ao uso de atividades experimentais no ensino de Física, mas não atribuem a mesma relevância às atividades computacionais. Ou seja, os professores não apresentam um conhecimento real sobre o uso das referidas atividades, apresentando dificuldades em apontar suas limitações. Poucos deles notam que é necessário fazer uso de recursos didáticos adequados para que as atividades experimentais e as atividades computacionais de fato colaborem para a aprendizagem de Física. Em relação à integração das atividades experimentais com atividades computacionais, os resultados apontaram docentes defendendo que apenas um recurso é razoável para se ensinar Física, não concordando com o uso associado deles.

A dissertação de Parisoto (2011) intitulada *O ensino de conceitos do eletromagnetismo, óptica, ondas e Física Moderna e Contemporânea através de situações da medicina*, também tem relação teórica com esta pesquisa. O objetivo principal foi, a partir de diversos recursos didáticos como texto de apoio, atividades experimentais, simulações computacionais, mapas conceituais, diagramas de *V de Gowin* e situações-problema, promover a aprendizagem significativa de alunos de Licenciatura em Física. Tais ferramentas didáticas foram utilizadas também para pessoas que utilizam radiações ionizantes de tecidos biológicos em seu trabalho.

Na intervenção, um material de apoio foi elaborado para que os alunos pudessem acompanhar melhor a aula. Tal material foi dividido em quatro partes de forma cronológica: 1) organizador prévio; 2) gravação de uma situação problema; 3) aula expositiva intercalada com mapa conceitual, atividades experimentais, simulações, modelagem computacional, filmes, resolução de exercícios, apresentações e discussões; 4) gravação da mesma situação problema apresentada no início da aula. Em todas as etapas da pesquisa, foram utilizadas a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002), a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2005) e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990).



O estudo de Parisoto (2011) permitiu sugerir que o ensino de Física aplicada à medicina é pouco investigado; o uso das simulações computacionais associadas às atividades experimentais facilita a aprendizagem significativa; o professor precisa explicar o conteúdo antes de realizar as leituras orientadas e os estudos em grupo; quanto mais detalhado é o material, maiores são os indícios de aprendizagem significativa.

Outro trabalho interessante dentro da temática em discussão é a dissertação de Moro (2015), intitulada *Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio*. A autora procurou investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes sobre transferência de energia térmica, no 2º ano do ensino médio de uma escola da rede particular, no município de Erechim/RS.

Quanto à proposta de atividades, Moro (2015) desenvolveu primeiramente as atividades experimentais sobre condução, convecção e radiação no laboratório de Física e Química da escola. Posteriormente, buscando a integração, realizou duas simulações computacionais: *Energy-2D* e uma do *PhET Interactive Simulation*. Para embasar teoricamente o estudo, foi utilizada a aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e as discussões dos estudos deste desenvolvidas por Moreira (2001).

Os resultados da pesquisa apontaram evidências positivas de que, com o uso das atividades experimentais aliadas a computacionais, os alunos apresentaram mais interesse nas atividades, assim como se sentiram motivados. Então, Moro (2015, p. 129) concluiu que:

[...] foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber indícios que os estudantes estavam mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações, realizando as atividades com entusiasmo e demonstrando interesse. O interesse permaneceu posterior ao desenvolvimento desta intervenção. Cabe salientar que a escola, como atividade integrante do seu Projeto Político Pedagógico, propõe a cada ano, a Mostra Científica [...]

Adicionalmente, o trabalho de Souza (2015) intitulado *O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica*, soma-se nessa pesquisa. Nele, a autora buscou utilizar conjuntamente jogos educacionais, atividades experimentais e simulações computacionais usando o *software Modellus* como técnica de ensino-aprendizagem

de conteúdos de hidrodinâmica. Participaram da pesquisa alunos da segunda série do ensino médio de duas escolas públicas.

Uma sequência didática foi desenvolvida a partir de um material de apoio próprio. Como tema motivador, realizou-se um campeonato de aviões de papel em dois momentos: primeiro, na escola; por último, em uma disputa entre as escolas, na Universidade Federal de Sergipe. Ademais, o referencial teórico se baseia na Teoria dos Modelos Mentais de Johnson Laird (1983) e na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000).

Após análise da sequência didática, os resultados de Souza (2015) indicam que os jogos educacionais, as atividades experimentais e o *software* se complementam, proporcionando motivação aos estudantes, como também, em sua maioria, uma aprendizagem significativa e um aumento no interesse pela disciplina de Física.

A dissertação *O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética*, de Rodrigues (2016), também é fundamental para este estudo. Esse trabalho teve como objetivo geral investigar como atividades experimentais e computacionais integradas influenciam as atitudes e motivações de estudantes de cursos técnicos frente às aulas de indução eletromagnética.

No que se refere às atividades, Rodrigues executou as computacionais usando duas simulações do portal *PhET Interactive Simulations* e uma do Laboratório Virtual Física Vivencial, seguidas de três experimentais de bancadas. Tais atividades aconteceram no laboratório de Física do Instituto Federal de Tocantins. Este trabalho não se embasou em nenhuma teoria de aprendizagem para fundamentar e avaliar suas atividades práticas.

Rodrigues (2016) constatou, em suas atividades, que os alunos mostraram mais interesse pelas aulas e mais curiosos. Além disso, com as aulas envolvendo atividades experimentais e simulações computacionais, os discentes passaram a ser mais participativos, pois começaram a interagir, debater e levantar questionamentos. Quanto ao método POE (predizer, observar e explicar), aplicado tanto nos experimentos reais quanto para nas simulações computacionais, Rodrigues (2016, p. 140) destacou:

[...] percebeu-se por meio das respostas dos alunos nos guias POE e de suas respostas no questionário final, além das suas falas durante a realização das atividades, que a integração das atividades desenvolvidas foi uma ação diferenciada, oportunizando um encontro entre o virtual e o real com significado, resultando numa pré-disposição e motivação para participar das aulas.



Outra dissertação que merece ser analisada é a de Saldanha (2016), intitulada *O conceito de potência elétrica: uma intervenção pedagógica para o ensino médio*. Este trabalho descreve e avalia a aplicação de uma intervenção pedagógica que contempla atividades voltadas para a aprendizagem de conceitos relacionados ao estudo de circuitos elétricos, especialmente os de potência e energia elétrica, utilizando textos de introdução teórica, simulações computacionais, atividades experimentais e contextualizadas. A proposta foi desenvolvida em aulas da componente curricular de Física em uma turma de 3º ano do Ensino Médio Politécnico, da escola Luiz Maria Ferraz, Bagé/RS.

Assim, as atividades de Saldanha (2016) foram fundamentadas teoricamente na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (2000).

Os resultados evidenciam que os objetivos de aprendizagem propostos foram atingidos com a aplicação da Sequência Didática. Os alunos demonstraram reconhecer as grandezas físicas em um circuito elétrico, assim como as relações entre as mesmas foram capazes de entender o conceito de potência elétrica e demonstrar habilidades para efetuar o cálculo do consumo de energia elétrica, os quais viabilizaram reflexões a respeito da utilização dos equipamentos elétricos.

Em continuidade à apresentação dos trabalhos, Santos (2016) intitulou sua dissertação - *Elaboração de unidades didáticas como estratégias central para compreensão dos modelos científicos: uma proposta baseada em Vygotsky para o estudo do movimento*. Neste trabalho, o referido autor descreve o processo de pesquisa, de elaboração e de aplicação de quatro unidades didáticas voltadas para o estudo do movimento, para estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública paranaense.

As unidades didáticas compreendem a forma de simulações computacionais, atividades experimentais, exibições de documentários e exibições de vídeos. Adicionalmente, foram propostas discussões sobre a resolução de exercícios, pesquisa e debate. A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky (1988) foi o embasamento teórico deste trabalho.

Os resultados coletados permitiram a Santos (2016) inferir satisfação e evolução da aprendizagem; melhor compreensão dos modelos científicos como uma representação da realidade; maior entusiasmo, motivação e envolvimento dos alunos na execução das atividades em comparação às aulas convencionais; a Teoria de

Vygotsky demonstrou-se adequada, pois privilegiou a interação entre os estudantes e dos estudantes com o professor.

Em continuidade aos referenciais teóricos, Alves (2018) descreveu a seguinte dissertação – *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*. O objetivo geral foi analisar os indícios de aprendizagem significativa que emergiram após a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais reais e computacionais voltados ao ensino de Óptica Geométrica para alunos do 3º semestre do curso superior de Licenciatura em Física, da cidade de Macapá.

Alves (2018), em sua intervenção pedagógica, desenvolveu atividades experimentais reais e computacionais por meio do método Predizer, Observar e Explicar (POE), levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes sobre óptica geométrica. Além disso, suas atividades foram fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (2000).

Após o uso da integração das atividades experimentais e computacionais, a autora percebeu que os estudantes regiram de forma positiva apresentando aspectos motivacionais, interesse, engajamento, ocorrendo, ainda, a interação entre os pares, no caso, aluno-aluno e aluno-professora.

Em prosseguimento, vale discorrer sobre a dissertação de Schons (2018) - *Formação de conceitos sobre condutividade térmica no curso normal: uma contribuição das tecnologias de informação e comunicação e atividades experimentais*. Esta pesquisa buscou investigar as contribuições da utilização de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) e de Atividades Experimentais (AEx) na construção de conceitos que envolvem o tema Condutividade Térmica para estudantes de um Curso Normal, futuros professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Na proposta pedagógica, os recursos utilizados no desenvolvimento da unidade de aprendizagem foram: experimentos práticos, simulações computacionais, vídeos, slides, pesquisas científicas, mapa conceitual e infográficos. A teoria que embasou esse estudo quanto ao desenvolvimento da aprendizagem é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que se justifica por proporcionar aos sujeitos da pesquisa a possibilidade de reconstrução de conhecimentos físicos significativos.

Schons (2018), em sua análise de dados, sugere que a utilização da TAS, aliada ao uso das TIC e AEx, pode contribuir de maneira potencialmente significativa na

aprendizagem de conceitos que envolvem o tema Condutividade Térmica. Durante o trabalho, houve uma participação e um interesse significativo dos alunos e, com a análise do pré-teste e pós-teste, ficou evidente a apropriação dos conceitos sobre Calor, Temperatura, Equilíbrio Térmico e as Formas de Transferência de Calor pelos estudantes.

Por sua vez, Scarpati (2018) escreveu um trabalho sobre *Atividades computacionais e experimentais como ferramentas de ensino da eletricidade*. Quanto ao objetivo geral, buscou-se identificar em que aspectos o uso de simulações computacionais e atividades experimentais podem auxiliar no ensino de Eletricidade para alunos do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede pública estadual, na cidade de Linhares, ES.

Como já mencionada no próprio objetivo geral, a estratégia didática utilizada foi a das simulações computacionais e atividades experimentais, sendo a última como metodologia complementar, no ensino de Eletricidade; em especial, os circuitos elétricos. Importante ressaltar que o referido autor não se embasou em nenhuma teoria de aprendizagem para fundamentar suas atividades práticas.

Scarpati (2018) analisou os dados e pôde apontar o seguinte: os estudantes evidenciaram, durante a simulação computacional, a falta de alguns conceitos básicos relacionados às grandezas elétricas, principalmente à corrente elétrica; a atividade experimental, como complemento à simulação, pode ser usada para dirimir as dúvidas não sanadas por meio da simulação; o material utilizado mostrou-se eficiente, pois contribuiu para que houvesse ampliação dos conhecimentos dos estudantes de forma prática. Foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber evidências de que os estudantes estavam bem mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações.

Por fim, a dissertação de Cardoso (2019) aparece como trabalho mais recente dentro da temática de abordagem, intitulado *Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de física: um estudo sobre associação de resistores*. Dessa maneira, o objetivo principal foi investigar como usar atividades experimentais aliadas à construção de softwares no ensino de associação de resistores, numa turma de 3º ano do curso de informática integrado ao ensino médio no Instituto Federal do Maranhão, São Raimundo das Mangabeiras, MA.

Na sua intervenção didática, Cardoso (2019) desenvolveu atividades experimentais e, sob sua supervisão, os estudantes desenvolveram softwares para a aprendi-

zagem de resistores elétricos. Como suporte teórico à pesquisa, foram consideradas as ideias de interação social de Vygotsky (1988).

Por meio das análises das respostas dos discentes aos questionamentos das atividades experimentais e computacionais, Cardoso (2019) observou motivação por parte dos discentes e aprendizado sobre o conteúdo; foi possível interpretar que os alunos encontraram dificuldades durante a realização de algumas atividades, principalmente as computacionais; no entanto essas dificuldades os impulsionaram a aprofundarem o estudo do conteúdo. Os estudantes gostaram da metodologia adotada e se sentiram motivados a realizar as atividades, bem como as atividades em grupo contribuíram para a aproximação entre os discentes. Com isso, acredita-se que a utilização de atividades experimentais aliadas a atividades computacionais com desenvolvimento de softwares possa ser uma possibilidade diferenciada para o ensino de Física com que tenham conhecimento sobre programação.

Após a realização da síntese dessas 13 produções científicas, considera-se relevante enfatizar algumas análises sobre as mesmas.

Primeiro, sabe-se que o período de busca por esses trabalhos compreende entre 2007 e 2019, ou seja, um intervalo de 13 anos. Assim sendo, a quantidade de estudos, até o presente momento, sobre o uso associado das atividades experimentais e computacionais (22) não é tão recorrente quanto à utilização somente de atividades experimentais (299) ou computacionais (100). Mesmo sem um quantitativo expressivo de trabalhos, os autores que desenvolveram essas atividades de maneira associada tiveram resultados com evidências positivas e significativas nos processos de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, cabe destacar algumas evidências positivas: melhor visualização dos fenômenos físicos; entendimento do comportamento de variáveis; permite a modelagem matemática; adequado vínculo entre teoria e realidade; promove a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado; estudantes mais críticos e reflexivos; contribui para motivar os alunos a estudarem.

Além das evidências positivas, as dificuldades também emergiram: rompimento com o formalismo existente na estrutura curricular nas escolas; pequenas dificuldades de manuseio dos experimentos reais e computacionais; limite de validade das simulações computacionais; dificuldades de acompanhar muitos grupos.

Segundo, dentre os 13 trabalhos, apenas 2 teses de doutoramento abordaram as atividades experimentais integradas a computacionais no ensino de Física. Sendo



assim, considerando os resultados já mencionados no quadro 1, desde 2010 não se tem uma produção científica mais ampliada, aprofundada e densa, em formato de tese, dentro da temática deste artigo. Essa escassez de estudos seria uma justificativa para a realização de mais estudos em nível de doutorado, que normalmente apresenta uma robustez maior na pesquisa científica. Como o foco deste artigo é a integração das atividades experimentais e computacionais, entende-se que ocorreram dois níveis de integração: os mais complexos que trouxeram uma discussão dos trabalhos que de fato integraram os recursos, como os trabalhos de Alves (2018) e Rodrigues (2016), e os mais simples, que apenas aliaram, como o trabalho de Cardoso (2019).

Terceiro, foi possível observar que 11 produções desenvolveram suas atividades pedagógicas embasadas em alguma teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico e 2 trabalhos que não se embasaram em nenhuma linha de fundamentação, conforme quadro 2. Essa ausência de alguma teoria é um tanto quanto modesta, considerando que o ato de ensinar e/ou intervenção pedagógica de pesquisa não pode ocorrer sem uma metodologia bem definida ou sem um pressuposto teórico. Cabe ressaltar que ambos os trabalhos analisados fizeram uso das atividades experimentais e computacionais como ferramentas de ensino de algum conteúdo.

Quadro 2: Trabalhos que se embasaram em alguma Teoria de Aprendizagem ou referencial epistemológico ou sem nenhum embasamento.

Teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico ou sem embasamento.	Trabalhos	Quantidade
Aprendizagem Significativa.	Dorneles (2010), Parisoto (2011), Moro (2015), Souza (2015), Saldanha (2016), Alves (2018) e Schons (2018)	7
Bachelard.	Paz (2007)	1
Bunge.	Heidmann (2011)	1
Vygotsky.	Santos (2016) e Cardoso (2019)	2
Nenhuma teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico.	Rodrigues (2016) e Scarpati (2018).	2

Fonte: Autores.

O que mais chama a atenção é que 7 trabalhos (mencionados no parágrafo anterior) têm em comum a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel

(MOREIRA, 2011) como embasamento teórico para a organização das intervenções pedagógicas. Essas intervenções ocorreram de forma integrada ou aliada. Assim, quando devidamente planejada e acompanhada por um professor de forma crítica dos recursos tecnológicos e de atividades experimentais são exemplos de um material potencialmente significativo, e, quando inseridas numa sequência didática mais extensa, são denominadas de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Conforme Ausubel (2003, p. 1),

a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem. Exige, quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz.

Para Moreira (2011), as UEPS são propostas como recurso facilitador para a ocorrência da aprendizagem significativa, por meio de uma sequência didática que possui encaminhamentos lógicos e metodológicos para o desenvolvimento de uma prática de ensino capaz de atribuir significado àquilo que se aprende.

Importante salientar a diversidade dos níveis de ensino em que as atividades experimentais e computacionais foram desenvolvidas: envolveram alunos do ensino médio, ensino superior e da pós-graduação; em sua maioria, com alunos do ensino médio, 8 trabalhos. Além dessas possibilidades de diferentes sujeitos com público alvo, os 13 trabalhos abordaram também diversos temas, tais como: movimento, energia, óptica, eletromagnetismo, dentre outros.

Por fim, diante das produções científicas, pode-se inferir que as atividades experimentais e as atividades computacionais quando utilizadas de forma integrada no ensino de Física têm a possibilidade de se complementarem, pois uma tendência não necessariamente substitui a outra. A combinação dessas atividades pode contribuir para o aprendizado dos alunos. Abordá-las numa perspectiva que contemple as particularidades dos estudantes envolvidos possivelmente incentivará os discentes a participarem motivados das atividades (CARDOSO, 2019).

Assim, nos resultados dos trabalhos apresentados, foi possível notar a relevância de se desenvolver atividades experimentais e atividades computacionais, em virtude dessas tendências de ensino superarem obstáculos de aprendizagem em várias áreas da Física. Elas promovem a interatividade e o engajamento no ensino e no aprendizado, pois os discentes passam a ser mais participativos, interagindo, debatendo e propondo questionamentos.

Considerações finais

De acordo com as fontes pesquisadas, observa-se que esse pequeno quantitativo de 13 trabalhos publicados possibilita que muitos professores possam fazer uso dessa integração em diferentes ambientes de ensino e para diferentes públicos. Assim, à medida que professores-pesquisadores desenvolvam práticas de ensino com a temática contemplada neste trabalho, novas publicações poderão estar disponíveis à comunidade científica e a sociedade em geral servindo de amostragem para os pontos positivos e negativos dessas estratégias associadas.

Adicionalmente, as publicações em questão nos permitem realizar algumas considerações positivas e as limitações no ensino de Física: no que se refere aos processos de ensino e aprendizagem, caso o aluno tenha dificuldades de executar o experimento, por meio das atividades computacionais é possível a execução e a visualização mais rapidamente de um fenômeno físico; a atividade computacional pode limitar quando esta ferramenta não possibilita a manipulação do próprio equipamento; a atividade prática e a computacional se complementam para facilitar o entendimento de conceitos físicos; as tecnologias e as atividades experimentais proporcionam momentos que vão além da assimilação de conteúdo, uma nova relação entre professor, conteúdo e aluno, em que o aluno é ser ativo do processo de ensino e de aprendizagem; a aprendizagem por meio da integração das atividades experimentais e computacionais representa maiores possibilidades para que o professor possam sair das aulas baseadas no mecanismo de memorização mecânica.

Dessa forma, podemos perceber que as publicações encontradas apresentam desafios quanto aos processos de ensino e de aprendizagem em Física, uma vez que o uso integrado das atividades experimentais e computacionais pode promover momentos singulares para professores e alunos. Portanto, a literatura nos coloca diante de mais um novo desafio, que é a integração das atividades experimentais e as computacionais como estratégias nos processos de ensino e de aprendizagem em Física.

Experimental and computational activities in physics teaching: a literature review

Abstract

This is a documentary study that has as its theme the integration of experimental and computational activities in the teaching of Physics. The objectives of this study are to synthesize and analyze characteristics pointed out by publications in relation to experimental and computational activities in Physics Education. For this, a research was carried out on the scientific productions between the years 2007 to 2019 regarding the aforementioned theme, thus searching for theses, dissertations and articles in the CAPES Thesis and Dissertations Bank, Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Brazilian Physics Teaching Notebook (CBEF), National Physics Teaching Symposium (SNEF), National Research Meeting in Science Education (ENPEC), Research Meeting in Physics Teaching (EPEF). After the survey, it was possible to identify that of the 399 initial works, only 22 dealt with the researched theme, but only 13 were synthesized and analyzed because they are dissertations and theses. Thus, from the analysis of the productions found, it was possible to infer that the use of experimental and computational activities when associated, complement each other in the sense of assisting in the teaching and learning processes, as well as converging in the perspective of arousing the interest of the student. student and facilitate the understanding of physical concepts.

Keywords: experimental activity; computational activity; physics teaching.

Referências

- ALVES, N. F. **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, 196f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, junho 2003.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, A. M. Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. **Computers and Education**, v. 50, n. 4, p. 1128-1140, 2008.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.
- BACHELARD, G. **A Filosofia do não**. Lisboa: Editorial Presença, 1991.
- BAGGIO, G. H. C.; DECIAN, E.; CALHEIRO, L. B.; BOLFE, M. A.; SAUERWEIN, I. P. S.; CORREIA, D. Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.



BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 9, n. 1, 2008.

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1974.

CARDOSO, R. K. **Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de Física: um estudo sobre associação de resistores**. 2019, 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A integração entre atividades computacionais e experimentais: um estudo exploratório no ensino de circuitos cc e ca em física geral. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, 2007 – Florianópolis, SC.

HEIDEMANN, L. A. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**, 2011, 135f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS.

HOHENFELD, D. P.; PENIDO, M. C. **Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física**. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, 2009 – Florianópolis, SC.

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental Models**. Cambridge MA: Harvard University Press. 1983.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, 2002.

MICHELOTTI, A.; LOVATO, F. L.; LORETO, E. L. da S. Uma proposta de ensino do eletromagnetismo por meio de atividades experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 141-159, jan./jun., 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In.: Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000.

_____, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre, RS: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

_____, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011.

_____, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

_____, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MORO, F. T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015, 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, RS.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez, 2016.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; VETTORI, M. Atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2015.

MORO, F. T.; ROSSATTO, S. A. *APP GeoGebra Graphing Calc*: articulações da Matemática e tecnologias na Educação Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. Passo Fundo, v. 2, n. 2, p. 294-309, jul./dez, 2019.

NEIDE, I. G.; MAMAN, A. S.; DULLIUS, M. M.; BARGMANN, A. B.; QUARTIERI, M. T. Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 567- 588, ago, 2019.

OLIVEIRA, E. DE; ENS, R. T.; ANDRADE, D. B. S. F.; MUSSIS, C. R. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.9, p.11-27, maio/ago, 2003.

PARISOTO, M. F. **O ensino de conceitos do eletromagnetismo, óptica, ondas e Física Moderna e contemporânea através de situações na medicina**. 2011, 443f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

PAZ, A. M. da. **Atividades experimentais e informatizadas**: contribuições para o ensino de eletromagnetismo. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

PORTO, S. C. C. **Laboratório Virtual X Laboratório Material: investigando a natureza do entendimento construído em dois ambientes de aprendizagem**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – UFBA/UEFS.

RODRIGUES, J. J. V. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética**. 2016, 173f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, RS.

GAMA JÚNIOR, R. C. **A indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais**. 2018, 128f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 6, n.19, p.37-50, set./dez. 2006.

SALDANHA, T. P. R. **O conceito de potência elétrica: uma intervenção pedagógica para o ensino médio**. 2016, 160f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Bagé.

SANTOS, T. L. A. **Elaboração de unidades didáticas como estratégia central para a compreensão dos modelos científicos: uma proposta baseada em Vigotski para o estudo do movimento**. 2016, 243f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

SANTOS, C. P.; SOARES, S. R. Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: duas faces da mesma moeda. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 22, n. 49, p. 353-370, 2011.



SCARPATI, R. **Atividades computacionais e experimentais como ferramentais de ensino da eletricidade**. 2018, 119f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado.

SCHONS, D. A. K. **Formação de conceitos sobre condutividade térmica no curso normal: uma contribuição das tecnologias da informação e comunicação e atividades experimentais**. 2018, 116f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria.

SOUZA, E. J. **O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica**. 2015, 149f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e Matemática) – Universidade Federal Sergipe, São Cristóvão.

VERGNAUD, G. **La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques**. 10 (23): 133 -170. 1990.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

XAVIER, A. P.; VERTCHENKO, L.; AMANTES, A. Atividade prática associada à simulação computacional para o ensino de conceitos de hidrodinâmica. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.