



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELECTUAL DA UNICAMP

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/1544>

DOI: 0

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2024 by IFSP. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>

Simulações Computacionais no Ensino de Física: um Estado da Arte em teses e dissertações de 1973 a 2021.

1

Computer Simulations in Physics Teaching: a State of the Art in theses and dissertations from 1973 to 2021

Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de Física: un Estado del Arte en tesis y disertaciones de 1973 a 2021.

Marcelo Esteves de Andrade¹
Alessandra Aparecida Viveiro²
João Vilhete Viegas D'Abreu³

Resumo: Nesse trabalho são apresentados resultados de uma pesquisa tipo Estado da Arte, em dissertações e teses, que versam sobre a utilização de Simulações Computacionais no Ensino de Física, desde o ano de 1973 até o ano de 2021. As buscas foram feitas em três bancos de dados, encontrando 293 trabalhos relacionados a esta temática. Para analisar as principais tendências relativas ao uso de Simulações no Ensino de Física, as pesquisas foram classificadas em relação aos seguintes elementos: ano de defesa, instituição e localização regional, nível acadêmico, nível escolar, subárea da Física, e plataforma/software utilizadas. A partir desses aspectos foi possível realizar uma descrição geral e panorâmica sobre o uso de Simulações Computacionais no Ensino de Física. Com a identificação e descrição das tendências predominantes, espera-se que o presente estudo contribuía com a produção na área auxiliando pesquisas futuras sobre o tema.

Palavras-chave: Simulações Computacionais. Ensino de Física. Estado da Arte.

Abstract: This work presents the results of a state-of-the-art research, in dissertations and theses, which deal with the use of Computer Simulations in Physics Teaching, from the year 1973 to the year 2021. The searches were carried out in three databases, finding 293 works related to this theme. To analyze the main trends related to the use of Simulations in Physics Teaching, the researches were classified in relation to the following elements: year of defense, institution and regional location, academic level, school level, subarea of Physics, and platform/software used. From these aspects it was possible to make a general and panoramic description about the use of Computer Simulations in Physics Teaching. With the identification and description of the prevailing trends, it is expected that the present study would contribute to the production in the area, helping future research on the subject.

Keywords: Computer Simulations; Teaching Physics; State of Art.

1 Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Unicamp. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica. <https://orcid.org/0000-0002-5222-3981>. E-mail: marcelo.andrade@ifes.edu.br

2 Doutora em Educação para as Ciências pela UNESP. Professora da Faculdade de Educação da Unicamp. <https://orcid.org/0000-0002-3175-7132>. E-mail: alessandraviveiro@gmail.com

3 Doutor em Engenharia Elétrica pela Unicamp. Professor do Núcleo de Informática aplicada a Educação da Unicamp. <https://orcid.org/0000-0003-2781-4306>. E-mail: joao.vilhete@gmail.com



Resumen: En este trabajo se presentan resultados de una investigación tipo Estado del Arte, en disertaciones y tesis, que abordan la utilización de Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física, desde el año 1973 hasta el año 2021. Las búsquedas se realizaron en tres bases de datos, encontrando 293 trabajos relacionados con esta temática. Para analizar las principales tendencias relativas al uso de Simulaciones en la Enseñanza de la Física, las investigaciones fueron clasificadas en relación a los siguientes elementos: año de defensa, institución y ubicación regional, nivel académico, nivel escolar, subárea de la Física y plataforma/software utilizados. A partir de estos aspectos fue posible realizar una descripción general y panorámica sobre el uso de Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. Con la identificación y descripción de las tendencias predominantes, se espera que el presente estudio contribuya con la producción en el área, ayudando a futuras investigaciones sobre el tema.

Palabras-clave: Simulaciones Computacionales; Enseñanza de Física; Estado del Arte

Submetido 02/12/2023

Aceito 05/02/2024

Publicado 09/02/2024

Introdução

Desde o início da pesquisa em Ensino de Física no Brasil a nível de pós-graduação, no início da década de 1970, é possível identificar a presença de trabalhos que descreviam situações envolvendo Simulações Computacionais (SC). Um desses trabalhos é a dissertação defendida no Instituto de Física da UFRGS, em 1973, intitulada “Uso de um minicomputador como recurso de ensino em simulação de experiências” (AXT, 1973), de autoria de Rolando Axt, sob a orientação do professor John David Rogers. A pesquisa relatou o desenvolvimento e utilização de uma simulação numa disciplina de Física Geral em nível superior.

Dos vários trabalhos de revisão sobre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino de Física (TDIC) encontrados na literatura, muitos apontam que as SC têm sido o recurso digital mais utilizado (Araújo e Veit, 2004; Martins e Garcia, 2011; Macedo *et al*, 2014, Pastorio e Sauerwein, 2017). Araújo e Veit (2004), realizaram uma revisão em periódicos nacionais e internacionais sobre TDIC no Ensino de Física, do ano de 1990 até 2003. Os autores destacam que aproximadamente 48% dos trabalhos estavam relacionados ao uso e aplicação das SC. Martins e Garcia (2011), analisaram a produção sobre TDIC no Ensino de Física em cinco periódicos nacionais dos anos de 2000 até 2010. Dos 32 artigos encontrados, 50% também estavam ligados ao uso de atividades com SC. Macedo *et al* (2014) investigaram a produção sobre TDIC no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), nos trabalhos apresentados de forma oral, de modo que dos 32 trabalhos encontrados nesta linha, 12 deles descreviam situações envolvendo a criação e uso de SC.

Pastorio e Sauerwein (2017), realizaram uma revisão em cinco periódicos nacionais, no período de 2000 a 2014, buscando pesquisas relacionadas ao uso do computador no Ensino de Física. Dos 164 artigos encontrados e analisados, aproximadamente 54% dos trabalhos também estavam relacionados ao uso das SC. Leão e Souto (2015), ao pesquisarem o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), que é uma plataforma digital gerenciada pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) que disponibiliza uma vasta gama de recursos digitais para serem utilizados em todas as áreas do conhecimento, apontou a existência de aproximadamente 1300 recursos digitais para o Ensino de Física nesta base, entre simulações, áudios, vídeos, hipertextos, mapas e software educacionais. Do total desses recursos, 52% constituem de simulações de situações físicas. A partir dos relatos dessas investigações, é possível perceber que as SC têm sido um recurso amplamente utilizado no Ensino de Física,

quando se trata da inserção das TDIC no contexto escolar.

Medeiros e Medeiros (2002) destacam o grande potencial que as SC possuem no desenvolvimento de atividades que sejam mais dinâmicas e que permitam um maior envolvimento dos estudantes com os conhecimentos que são ensinados. Estes autores apontam que, uma vez que a Física muitas vezes trata de conceitos e objetos abstratos, as SC possibilitam o trabalho com os conteúdos de Física de uma forma mais concreta a partir da visualização de fenômenos que seriam muito difíceis de ser observados e analisados de forma real.

Essas atividades também permitem que os estudantes se engajem em tarefas com alto nível de interatividade, pois as SC permitem a manipulação de variáveis, modificação de parâmetros e algumas até mesmo a construção dos modelos matemáticos que regem o fenômeno simulado. Além disso, segundo os autores, elas permitem que os estudantes gerem e testem hipóteses, coletem uma grande quantidade de dados, e analisem estes dados a partir de tabelas e gráficos gerados nas próprias simulações.

Arantes, Miranda e Studart (2010) também apontam as diversas possibilidades que as simulações abrem no trabalho do professor em sala de aula. Elas podem ser usadas na introdução de um novo tópico, podem auxiliar a construção de conceitos, ou até mesmo como aplicação dos conhecimentos trabalhados num certo tópico, e que os professores podem usá-las como complemento a aula, em atividades em grupo ou como tarefa extraclasse.

Porém, Medeiros e Medeiros (2002) também alertam para o fato de que as SC devem ser usadas de uma forma crítica, não apenas como um modismo ou forma de entreter os estudantes. Para que isso aconteça é necessário que os professores tenham conhecimento das limitações no uso das simulações. Os autores destacam o fato de que qualquer simulação por sua vez representa um modelo simplificado da realidade. Sistemas reais são por sua vez muito complexos, e os modelos explicativos que são utilizados para ensinar diversos tipos de conteúdos estão baseados em simplificações e idealizações da realidade. As SC são feitas a partir destes modelos, e possuem contextos de validade limitado. Esses aspectos têm que estar muito claros para o professor e também para os estudantes ao se trabalhar com SC.

Dadas as potencialidades do uso das SC e o fato delas se destacarem como um dos principais recursos das TDIC empregados no Ensino de Física, um estudo como o apresentado aqui se justifica no sentido de buscar entender o que as pesquisas relatam sobre sua utilização. Desta forma, a investigação apresentada neste artigo buscou responder a seguinte

questão de pesquisa: Quais as principais características e tendências das pesquisas que versam sobre Simulações Computacionais no Ensino de Física, relatadas em dissertações e teses, defendidas entre 1973 e 2021?

Aspectos Metodológicos

Para responder a questão de pesquisa proposta optou-se pela realização de um estudo nos moldes do que é conhecido na literatura como Estado da Arte, a partir de teses e dissertações. Teixeira e Megid Neto (2017) destacam que a quase totalidade das investigações no campo da educação no Brasil é produzida nos programas de pós-graduação, de modo que as pesquisas nestas fontes refletem diretamente a produção acadêmica. Assim, as dissertações e teses se constituem como os documentos primários dessas pesquisas e portanto são mais apropriados para os estudos de Estado da Arte, contendo o relato completo e aprofundado de como a pesquisa foi desenvolvida e também dos seus resultados.

Para Ferreira (2002), os trabalhos de Estado da Arte, têm um caráter bibliográfico, e buscam mapear e analisar uma dada produção acadêmica, com o intuito de entender quais aspectos têm sido destacados nas diferentes épocas e contextos, como também em que condições estas pesquisas foram realizadas.

De acordo com Rocha (1999) este tipo de estudo também permite o estabelecimento de relações com produções anteriores, de modo que ajudam na consolidação de uma determinada área do conhecimento dando subsídios para o direcionamento de práticas pedagógicas que por sua vez podem dar os parâmetros para a formação de profissionais na área em questão.

Teixeira e Megid Neto (2006), também reconhecem a importância dos trabalhos de Estado da Arte, mostrando que eles possibilitam a produção de um balanço do conhecimento a partir da exploração de um determinado conjunto de pesquisas sobre um determinado tema de interesse, num dado recorte temporal. Isso permite identificar as tendências da produção e entender aspectos que ainda não foram abordados, como também enxergar as possíveis limitações dos estudos apresentados, o que abre as portas para a pesquisa de novos objetos de investigação.

No caso desta pesquisa, o foco foi buscar teses e dissertações sobre SC no Ensino de Física. A busca foi realizada em três diferentes bancos de dados, o banco de teses e dissertações da CAPES, a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), que é uma ação do Instituto Brasileiro de Informação Ciência e Tecnologia (IBICT) que faz parte do Ministério da Ciência,

Tecnologia e Inovação, e o banco do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), que é um projeto desenvolvido pelo grupo FORMAR-Ciências da Faculdade de Educação da Unicamp. Após a busca nesses três bancos e o cruzamento dos trabalhos obtidos em cada um deles, foram encontradas 293 teses e dissertações que atendiam aos objetivos da pesquisa, e que constituíram o *corpus* documental para a análise. A próxima etapa da pesquisa consistiu na definição dos descritores que serviriam de base para a realização do processo de classificação das teses e dissertações. De acordo com Megid e Carvalho (2018), os descritores são utilizados para classificar e analisar as características, gerais ou específicas, do conjunto de documentos que são objetos da pesquisa, eles são importantes em estudos de Estado da Arte, pois servem para indicar os aspectos que serão considerados na descrição dos documentos, assim como na análise de suas características e tendências. Foi definido previamente um grupo de sete descritores para classificar as dissertações e teses sobre SC no Ensino de Física, são eles: ano de defesa; instituição de Ensino Superior; estado/região; nível acadêmico (Mestrado Acadêmico/Mestrado Profissional/Doutorado); nível de ensino (Ensino Fundamental/ Ensino Médio/ Ensino Superior); subárea da Física; plataforma/software de Simulação. Após a definição dos descritores foram lidos os títulos, resumo, palavras-chave e partes dos textos das dissertações e teses, no intuito de realizar a classificação de cada pesquisa quanto aos descritores estabelecidos. Os dados obtidos foram sistematizados em gráficos e tabelas, de modo a evidenciar as distribuições e principais tendências relativas a cada uma das categorias.

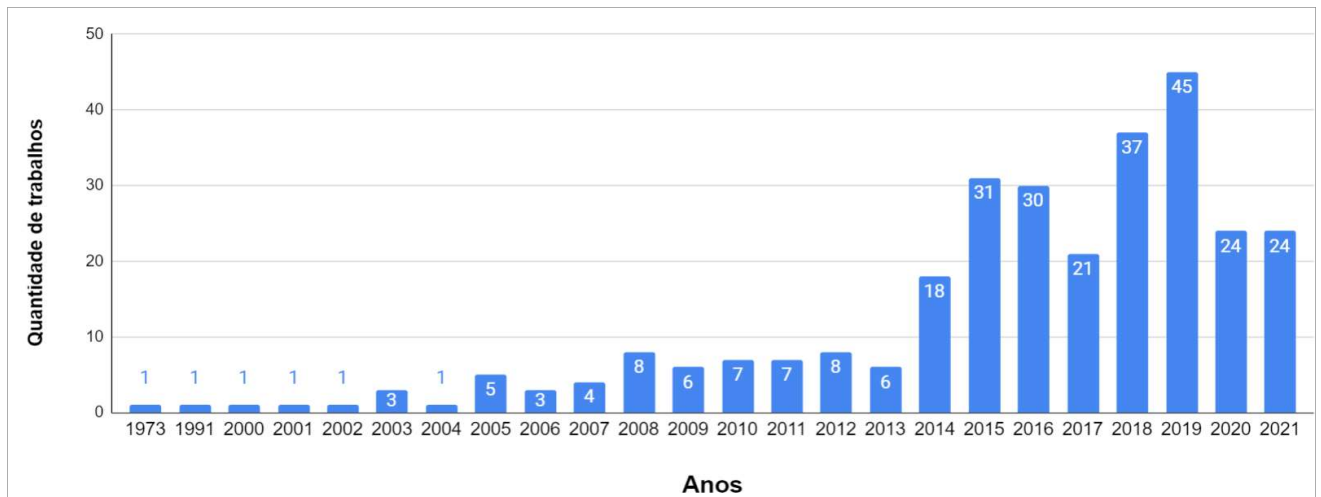
Resultados

Ano de defesa das teses e dissertações

Apesar de ter encontrado um número expressivo de trabalhos que versam sobre SC no Ensino de Física, a grande parte das dissertações e teses foram produzidas em anos recentes. No gráfico 1 a distribuição dessas pesquisas é mostrada por ano de defesa. Desde o primeiro trabalho encontrado, que foi defendido no ano de 1973, e o começo dos anos 2000, verifica-se apenas algumas pesquisas isoladas, no intervalo de 30 anos, que vai de 1973 a 2003, aparecem apenas 8 trabalhos. Neste período, o acesso aos computadores e a internet era restrito, e existiam poucas plataformas e sites que disponibilizavam SC. É possível perceber que a quantidade de pesquisas começa a crescer a partir da segunda metade da primeira década dos anos 2000.

Outras pesquisas de Estado da Arte, relacionadas ao Ensino de Física, também mostram resultados similares. É o caso dos estudos feitos por Salem (2012), Rodrigues (2019) e Moraes (2021).

Gráfico 1: Distribuição temporal das teses e dissertações sobre Simulações Computacionais



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Segundo essas autoras, esse crescimento pode ser explicado pela própria expansão dos programas de pós-graduação no país no final da década de 1990 e início dos anos 2000. Conforme cita Barbosa (2020), com a criação da Área 46 na CAPES, voltada para o Ensino de Ciências, o número de programas teve um aumento e consequentemente a produção como um todo na área também. Apesar desse crescimento no início dos anos 2000, é na segunda metade da década de 2010 que de fato acontece um aumento expressivo no número de pesquisas. Das 293 dissertações e teses encontradas, 212 foram defendidas a partir do ano de 2015, o que representa 72% em relação ao total da produção.

Dois fatores podem explicar este aumento. O primeiro deles é que, nesse período, os equipamentos e recursos digitais tais a internet já eram mais acessíveis, de modo que em muitas escolas, já havia a presença deles, o que por sua vez possibilitava que os professores desenvolvessem atividades com o uso das ferramentas digitais na sala de aula. O segundo fator, foi a criação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), que começa as suas atividades em 2013 e tem seus primeiros trabalhos sendo defendidos em 2015. Esse programa impactou a produção em Ensino de Física no país o que por sua vez se refletiu também nos trabalhos sobre SC.

Instituição e localização regional

Foram identificadas 77 instituições com produções sobre SC no Ensino de Física, sendo que destas, apenas 6 produziram 10 ou mais trabalhos concentrando em torno de 30% da produção. Temos a UFRGS com 30 trabalhos, a UFES com 13 trabalhos, UFMT e UFF com 12 trabalhos, UFSCar com 11 e UFSC com 10. A UFRGS se destaca produzir trabalhos de pós-graduação em Ensino de Física desde a década de 1970, com vários trabalhos voltados para o uso das TDIC. Ela também teve o pioneirismo na implantação do primeiro Mestrado Profissional em Ensino de Física no país, que contava com uma linha de pesquisa voltada para as TDIC e também com disciplinas sobre esta temática. Esses elementos se refletiram na quantidade de dissertações e teses desenvolvidas relacionadas as Simulações Computacionais.

Quanto a localização das instituições onde os trabalhos foram produzidos, a distribuição por estado e por região do país é apresentada no quadro 1. Das 293 teses e dissertações, encontradas 91 são oriundas da região Sudeste, 67 da região Sul, 73 da região Nordeste, 39 da região Norte e 23 são da região Centro oeste e Distrito Federal.

Quadro 1 – Distribuição por Região e Estado das dissertações e teses sobre Simulações Computacionais

Região	Estado	Quantidade de Trabalhos	Quantidade de Trabalhos
Norte	Acre	5	39 (13,3%)
	Amapá	0	
	Amazonas	9	
	Pará	8	
	Rondônia	9	
	Roraima	3	
	Tocantins	5	
Nordeste	Alagoas	6	73 (25%)
	Bahia	9	
	Ceará	17	
	Maranhão	4	
	Paraíba	7	
	Pernambuco	9	
	Piauí	3	
	Rio Grande do Norte	13	
	Sergipe	5	
Centro-Oeste/DF	Distrito Federal	8	23 (7,8%)
	Goiás	3	
	Mato Grosso	11	
	Mato Grosso do Sul	1	
	Espírito Santo	19	



Sudeste	Minas Gerais	16	91 (31%)
	Rio de Janeiro	28	
	São Paulo	29	
Sul	Paraná	9	67 (22,9%)
	Rio Grande do Sul	48	
	Santa Catarina	9	
Total		293 (100%)	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

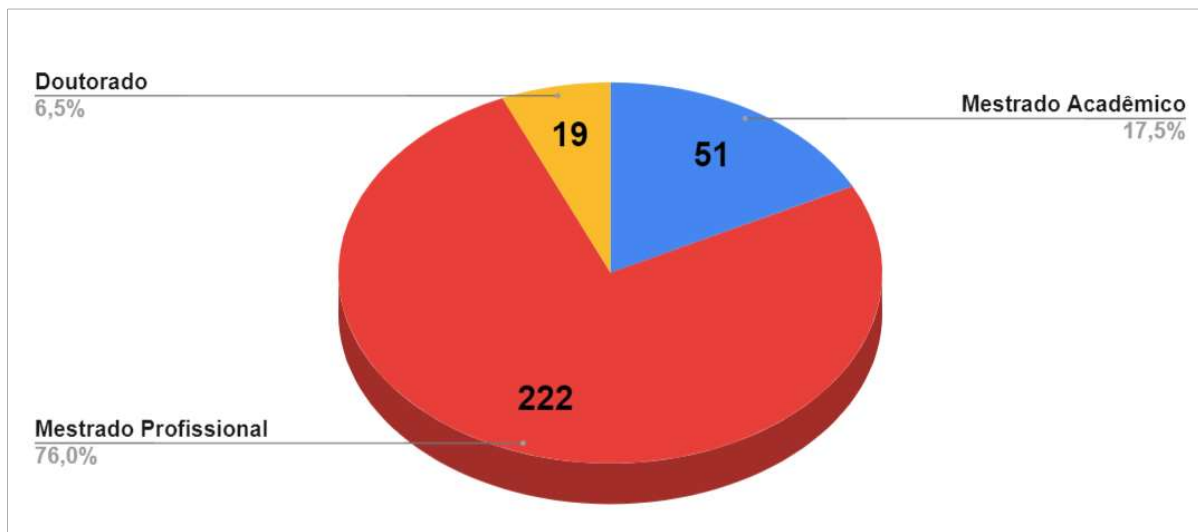
A região sudeste apresenta o maior quantitativo de pesquisas, abarcando 31% do total da produção. Esse resultado também aparece nas pesquisas de Estado da Arte citadas anteriormente, porém aqui, já se percebe uma participação maior de outras regiões como por exemplo a região Nordeste, ocupando a segunda posição. O estudo de Salém (2012), que analisou 1330 teses e dissertações sobre Ensino de Física de 1972 a 2009, mostrou que 87% dos trabalhos eram oriundos da região Sul e Sudeste, sendo que a região Nordeste apareceu com 8%, a Região Centro-Oeste com 5% e a região Norte com 2% da produção. Na presente pesquisa a região Nordeste aparece com 25%, a região Norte com 13,3% e a região Centro-Oeste e DF com 7,8%, mostrando que, no que diz respeito a trabalhos sobre SC no Ensino de Física, há uma tendência de crescimento na participação dessas regiões.

Nível acadêmico

Em relação ao nível acadêmico de pós-graduação de cada trabalho, os dados foram divididos em três: Mestrado Acadêmico; Mestrado Profissional; Doutorado. As informações e os percentuais de cada nível podem ser vistos no gráfico 2. Das 293 pesquisas temos que 51 são de Mestrado Acadêmico 17,5%, 222 são de Mestrado Profissional 76%, e 19 são teses de Doutorado, 6,5%. Os estudos de Barbosa (2020) e Rodrigues (2019), mostravam uma tendência de crescimento na participação na produção dos mestrados profissionais, porém ainda com uma superioridade dos mestrados acadêmicos.

Nos dados encontrados, as primeiras dissertações de Mestrado Profissional aparecem no ano de 2005, mas é só em 2010 que elas superam as de Mestrado Acadêmico e então essa passa ser a tendência.

Gráfico 2: Distribuição das teses e dissertações por nível acadêmico



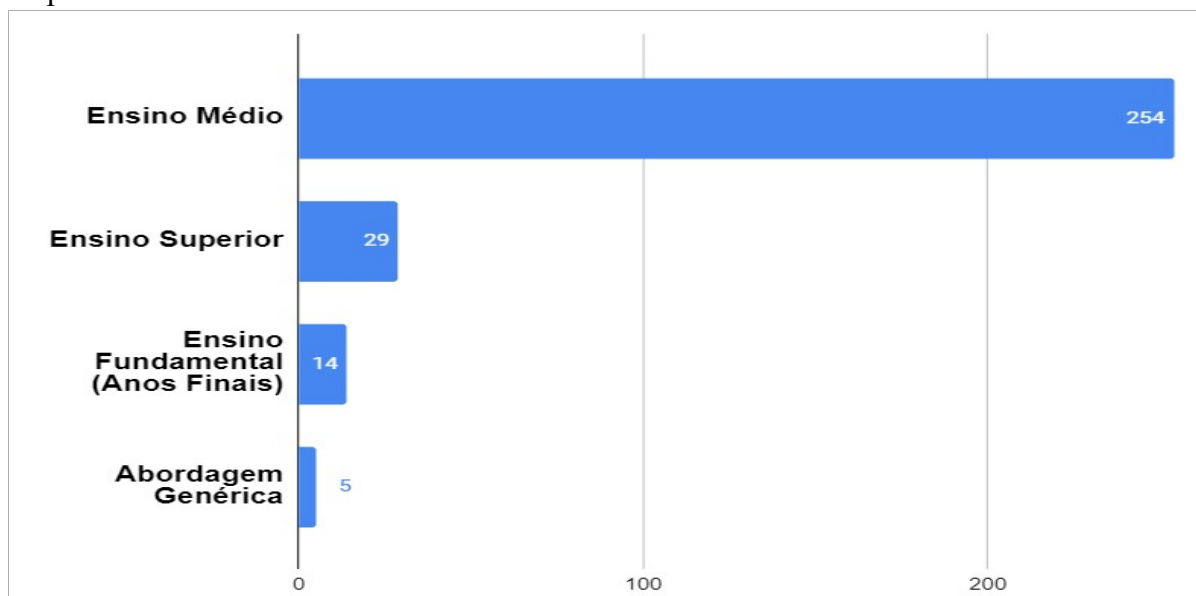
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Conforme já citado, com a criação MNPEF a produção nesta modalidade tem um aumento expressivo, o que por sua vez se reflete também nos trabalhos sobre SC. É possível que haja também uma relação entre o tipo de pesquisa que se realiza no contexto dos mestrados profissionais em ensino e as características das SC. Nesses programas tem-se uma pesquisa do tipo aplicada, voltada para as questões relativas a sala de aula, desenvolvimento de produtos e aplicação de sequências didáticas. As SC por sua vez se configuram como ferramentas digitais de fácil utilização, o que por sua vez motiva os docentes a utilizarem essas ferramentas em suas aplicações.

Nível Escolar

Também foi realizada a classificação das teses e dissertações quanto ao nível escolar envolvido na pesquisa. O gráfico 3 mostra as quantidades de cada um dos níveis encontrados.

Gráfico 3: Níveis de ensino presente nas 293 dissertações e teses sobre Simulações Computacionais



Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

É possível perceber que a grande maioria dos trabalhos estão voltados para o Ensino Médio, com 254 pesquisas nesse nível, o que representa aproximadamente 87% da produção encontrada. Foram encontrados 29 trabalhos voltados para o Ensino Superior, o que corresponde a 9,8% do total, e apenas 14 trabalhos voltados para o Ensino Fundamental, o que representa 4,8% do total. No caso do Ensino Fundamental todos as 14 pesquisas foram desenvolvidas nos anos finais, de forma que foram encontrados trabalhos desenvolvidos nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Também aparecem 5 trabalhos classificados como Abordagem Genérica, onde nenhum dos níveis apresentados foi privilegiado. O número de incidências supera o quantitativo total de trabalhos pois em alguns deles a pesquisa foi desenvolvida em dois níveis diferentes.

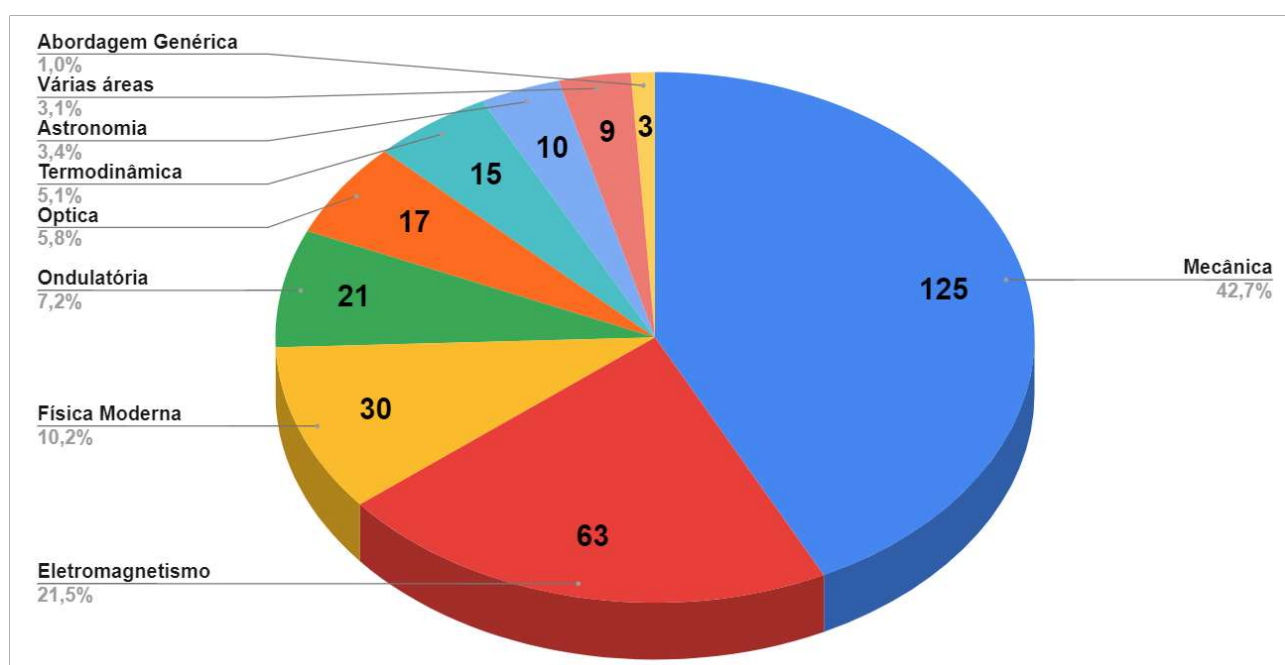
Estes resultados são similares aos encontrados por Rodrigues (2019), ao realizar uma pesquisa de Estado da Arte, também em dissertações e teses, sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea. Na referida pesquisa, também não foram encontrados trabalhos voltados para o Ensino Fundamental anos iniciais. A autora enfatiza a importância do desenvolvimento de mais trabalhos no Ensino Fundamental, tanto nos anos iniciais como nos anos finais, para o fortalecimento da área de Ensino de Física. Nesse contexto, as SC se configuram como uma interessante ferramenta para a inserção da Física nesse nível de ensino. Além das possibilidades interativas desse recurso se destaca também o caráter lúdico que pode ser trabalhado com as

SC, pois muitas delas podem ser exploradas em formas de jogos e desafios, o que pode auxiliar na aprendizagem dos conhecimentos físicos para crianças.

Subárea da Física

Buscou-se também classificar as pesquisas quanto a subárea da Física trabalhada a partir das SC. Este descritor permitiu identificar quais tópicos curriculares da Física estão sendo privilegiados quando o assunto é o uso de SC. Esta distribuição pode ser vista no gráfico 4.

Gráfico 4: Distribuição das teses e dissertações quanto à subárea da Física



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Dois tópicos aparecem com os percentuais mais significativos, a Mecânica, com 42,7% de participação, e o eletromagnetismo com 21,5%. Juntos eles representam quase dois terços das incidências. A Física Moderna aparece com 10,2%, seguido da Ondulatória com 7,2%, a óptica com 5,8% e a termodinâmica com 5,1%. Também foram encontrados trabalhos relacionados a Astronomia, que por sua vez não se caracteriza como uma subárea de Física, mas aparece no contexto das pesquisas em Ensino de Física. Também aparecem 3,1% de trabalhos que envolveram várias subáreas da Física e também algumas pesquisas caracterizadas como Abordagem Genérica, não sendo relacionadas a nenhum tópico curricular específico. Estes resultados são similares aos encontrados por Araújo e Veit (2004) ao realizarem uma

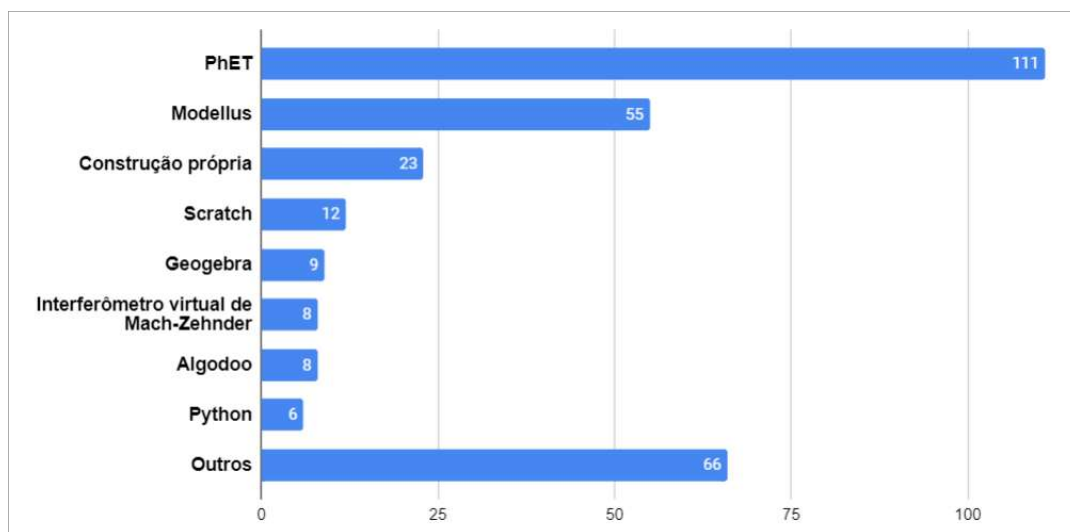
revisão sobre TDIC no Ensino de Física em periódicos nacionais e internacionais. No estudo em questão a Mecânica aparece em 54% dos trabalhos relacionados a SC. Pastorio e Sauerwein (2017) também chegaram a resultados similares, ao revisar artigos voltados para o uso do computador no Ensino de Física. Dos 126 trabalhos analisados por esses autores, aproximadamente 42% estava ligado a tópicos referente a Mecânica.

A Mecânica tem uma importância histórica interessante no desenvolvimento da Física, desde os tempos de Galileu e Newton, e ela sempre teve um destaque também no Ensino de Física, ocupando praticamente um terço da grade de Física para o Ensino Médio. Porém, é preciso que os outros tópicos também sejam privilegiados dando aos estudantes uma visão mais ampla da Física. Mais uma vez as Simulações Computacionais aparecem como ferramentas potenciais para isso. Conforme citam Medeiros e Medeiros (2002), muitos fenômenos da Física, são de difícil visualização e reprodução, como os de Termodinâmica e Física Moderna por exemplo. Nesses casos as SC podem de alguma forma auxiliar no ensino de determinados tópicos e conteúdos.

Plataforma/Software

As 293 teses e dissertações foram também classificadas quanto a plataforma ou software utilizado na pesquisa. O gráfico 5 mostra esta classificação. Em alguns casos, houve a combinação de mais de uma plataforma ou software. É possível perceber que duas plataformas digitais se destacam, a plataforma Phet, com 111 trabalhos e o programa Modellus, com 55 trabalhos. Juntas elas correspondem a aproximadamente 57% do total de trabalhos.

Gráfico 5: Plataformas e Softwares relacionados as Simulações Computacionais



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A plataforma do projeto PhET, (Physics Education Tecnology), desenvolvido pela Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, é uma ação que foi idealizada em 2002 pelo Físico Carl Wieman, Prêmio Nobel, com o intuito de criar simulações de Física e também de outras ciências como Química e Biologia e também de matemática, e disponibilizá-las gratuitamente. As simulações são desenvolvidas a partir da pesquisa em ensino e buscam ser ambientes onde os estudantes podem aprender através da exploração. Silva e Mercado (2019), afirmam que este é um dos repositórios mais difundidos de simulações de Física, disponibilizando as SC de forma gratuita, e cobrindo praticamente todos os conteúdos básicos da Física clássica e moderna, com tradução para diversos idiomas. As simulações disponibilizadas na plataforma são desenvolvidas e testadas com estudantes antes de serem publicadas, e a equipe de produção do PhET busca realizar avaliações da eficiência de seu uso, o que faz com que as simulações produzidas e disponibilizadas nesse repositório sejam cada vez mais utilizadas por professores de Física do mundo inteiro.

O software Modellus, que aparece na segunda posição, foi desenvolvido pelo professor Vitor Duarte Teodoro, da Universidade de Lisboa, também com o fim de simular fenômenos físicos. Diferente da plataforma PhET, o Modellus se caracteriza como uma interface para que professores e estudantes possam criar suas próprias simulações a partir da modelagem

matemática das equações que regem os fenômenos físicos. Ao construir este modelo matemático, o usuário tem a sua disposição diversos elementos de animação que são associados ao modelo de forma a poder ser executado uma simulação. De acordo com Neide *et al* (2019), o software Modellus permite a mediação entre o processo de modelagem matemática e a aprendizagem dos estudantes, onde eles podem operar com funções da Física de forma simples e visual, o que o torna em um interessante recurso tecnológico para o Ensino de Física em diversos níveis. Por ser um programa livre ele é facilmente acessado por professores e estudantes e não necessita de que esteja conectado a internet para seu funcionamento. Ele foi concebido de forma que os estudantes pudessem inserir nele equações da Física e a partir daí construir animações que representam o comportamento do dado fenômeno, simplificando assim a parte que envolve a programação da simulação de modo que os estudantes possam se concentrar na análise e interpretação dos eventos observados. Estes fatores possivelmente atraem professores a utilizarem o programa Modellus quando se trata de construir simulações.

No restante dos trabalhos, identificou-se uma grande diversidade de programas de simulação, tais como Scratch, Geogebra, Interferômetro Virtual de March-Zender, Algodoo, Python, como também 23 pesquisas que relatam a construção de um software para a simulação dos fenômenos físicos. É possível perceber que existe atualmente uma grande disponibilidade de recursos, com diferentes características, voltados para o uso das SC no Ensino de Física. Porém, é preciso lembrar, como salientam Araújo e Veit (2004), que o desenvolvimento de materiais e recursos, não é suficiente para causar uma transformação no Ensino de Física, é preciso que o uso dos recursos, esteja integrado aos conhecimentos pedagógicos que a pesquisa em ensino tem desenvolvido. Segundo os autores, não é adequado utilizar os recursos digitais desassociados de referenciais teóricos e metodológicos sobre aprendizagem.

Considerações Finais

Este estudo, teve como objetivo apresentar um panorama geral sobre a utilização das SC no Ensino de Física, a partir das pesquisas presentes em teses e dissertações. Dada a quantidade expressiva de trabalhos encontrados, pode-se afirmar que as SC têm sido um recurso bastante utilizado no Ensino de Física. Percebe-se um aumento significativo na quantidade de trabalhos nos últimos anos, e que a região Sudeste concentra a maior parte da produção, 31% do total. Porém, diferente de trabalhos anteriores de Estado da Arte na área de Ensino de Física,

a distribuição das pesquisas é menos discrepante, e outras regiões do país já aparecem com participação expressiva, que é o caso da região Nordeste com 25% dos trabalhos.

É possível perceber que a utilização das SC se concentra majoritariamente no nível escolar Médio. Como uma ferramenta de grande potencial para auxiliar no processo de ensino dos tópicos da Física, faz-se necessário sua inserção também em outros contextos, como o Ensino Superior e também no Ensino Fundamental. A plataforma PhET e o software Modellus se destacam como as principais ferramentas no uso das simulações computacionais, porém também se percebe uma grande quantidade de outros softwares para simulação, o que mostra um esforço geral no sentido de se criar materiais e recursos digitais voltados para o Ensino de Física

A grande parte dos trabalhos encontrados são dissertações de Mestrado Profissional, representado 76% do total. Os trabalhos de Mestrado Profissional se configuram como pesquisas do tipo aplicada, e em geral apresentam aplicações de sequências didáticas realizadas em sala de aula. Esse é um fator interessante pois mostra que existe uma quantidade razoável de pesquisas tendo como campo de investigação a sala de aula. Por outro lado são poucos os trabalhos que se aprofundaram no entendimento sobre como as SC podem auxiliar os processos de ensino.

Espera-se com este estudo ampliar a divulgação das pesquisas envolvendo o uso das SC no Ensino de Física, de modo a permitir que pesquisadores e professores possam se beneficiar desses resultados, uma vez que as simulações são ferramentas tão difundidas e utilizadas no Ensino de Física. Como prosseguimento dessa pesquisa, faz-se necessário um aprofundamento na análise dos trabalhos encontrados de modo a discutir as bases teóricas e metodológicas utilizadas, com o intuito de dar maior clareza quanto as possibilidades e limitações do uso das SC nos diferentes ambientes educacionais de modo a ampliar a integração das TDIC ao Ensino de Física

Referências

- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUART, N. Objetos de Aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PheT. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p.5-18, set-dez. 2004.



AXT, R. **Uso de um minicomputador como recurso de ensino em simulação de experiências.** Dissertação (Mestrado em Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

BARBOSA, T. A. P. **História e Filosofia das Ciências associadas à experimentação no Ensino de Ciências: perspectivas e tendências de pesquisas no Brasil de 1972 a 2018.** Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, p.257-272, ago. 2002.

LEÃO, M. F.; SOUTO, D. L. P. Objetos educacionais digitais para o ensino de física. **Revista Tecnologias na Educação**, Belo Horizonte, n. 13, p. 01-12, 2015.

MACÊDO, J. A. D. *et al.* Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. Ensino de Física e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: Uma Análise da Produção Recente. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2001, Manaus. **Atas** [...] Manaus: 2011.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p.77-86, jun. 2002.

MEGID NETO, J.; CARVALHO, L. M. Pesquisas de Estado da Arte: fundamentos, características e percursos metodológicos. In: ESCHENHAGEN, G. M. L.; VÉLEZCUARTAS, G. MALDONADO, C.; PINO, G.G (Edits.). **Construcción de problemas de investigación: diálogos entre el interior y el exterior.** Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana / Universidad de Antioquia, 2018, p. 97-113.

MORAES, L.E. **Física ambiental em espaços não formais de educação: um estudo da percepção de professores brasileiros.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

NEIDE, I. G., *et al.* Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, 567-587, 2019.

PASTORIO, D. P.; SAUERWEIN, R.A. Uma revisão da literatura sobre o computador no ensino de Física. **Enseñanza de Las Ciencias**, Sevilha, n. ext. p. 1337-1342, 2017.

ROCHA, E. A. C. **A pesquisa em educação infantil no Brasil: trajetória recente e perspectiva de consolidação de uma pedagogia da educação infantil.** Florianópolis: UFSC, Centro de Ciências da Educação, Núcleo de Publicações, 1999.

RODRIGUES, C. N. T. **Tendências da produção acadêmica sobre Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio: análise de dissertações e teses brasileiras (1972-2015).** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

SALEM, S. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de Física no Brasil.** Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.



SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 17, n. 1, p. 49-77, 2019.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 261–282, 2006.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. A Produção Acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n.2, p. 521-549, 2017.