



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO EM CIÊNCIAS E
SAÚDE**

KIZZY FREITAS MOREIRA SARAIVA

**A RELEVÂNCIA DOS EXPERIMENTOS E SIMULADORES NO ENSINO DE
FÍSICA: UMA ABORDAGEM PRÁTICA PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA E
TERMOMETRIA**

**Palmas - TO
2024**

Kizzy Freitas Moreira Saraiva

A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: Uma abordagem prática para o ensino de Calorimetria e Termometria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Tocantins (UFT), como requisito à obtenção do grau de Mestre (a) em Ensino em Ciências e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Janeisi de Lima Meira

**Palmas - TO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S243r Saraiva, Kizzy Freitas Moreira.
A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: uma abordagem prática para o ensino de calorimetria e termometria. / Kizzy Freitas Moreira Saraiva. – Palmas, TO, 2024.
93 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ensino em Ciências e Saúde, 2024.
Orientador: Janeisi de Lima Meira
1. Ensino de Física. 2. Experimentos de baixo custo. 3. Simuladores e experimentos no ensino de Física. 4. Uso de plataformas digitais no ensino de Física. I. Título

CDD 372.35

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

KIZZY FREITAS MOREIRA SARAIVA

A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: Uma abordagem prática para o ensino de Calorimetria e Termometria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde. Foi avaliado para a obtenção do título de Mestre (a) em Ensino em Ciências e Saúde e aprovada (o) em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Janeisi de Lima Meira, UFT (Orientador)

Prof. Dr^a. Lisiane Costa Claro, PPG ECS / UFT

Prof. Dr. Weimar Silva Castilho, IFTO

*“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original.”
Albert Einstein (1879-1955).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me sustentar e me guiar em todos os momentos da minha vida e por me permitir finalizar mais essa etapa importante da minha vida.

Ao meu esposo Diego, por estar sempre ao meu lado desde 2011, me incentivando, me apoiando e sonhando esse sonho comigo.

Aos meus filhos, Miguel e Rafael, por serem minha fonte de inspiração para sempre ser melhor e buscar o melhor para nós.

Aos meus pais, Julião e Deusa, que são os pilares da minha família, pelo incentivo desde os tempos de criança. Meu pai concluiu o seu curso superior com 50 anos, minha mãe passou em um concurso com 40 anos e sempre foram motivo de orgulho e inspiração para minha carreira profissional e minha vida pessoal.

As minhas irmãs Daiane e Allanne que me apoiam e me ajudaram nesse caminho tão árduo.

Ao meu orientador, Prof. Janeisi de Lima Meira, que foi um presente de Deus na minha vida, sempre muito parceiro, assertivo em todas as suas sugestões, que compreendeu meu processo, minha luta diária sendo professora, mãe, dona de casa, fazendo mestrado e ainda estudando para concurso, fui muito incentivada por ele a estudar e com muito esforço consegui ser aprovada no concurso público para professora do Estado do Tocantins.

Aos meus colegas que me acompanharam nessa caminhada, principalmente a Nádia, Luana e Diego.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde (PPGECS), na pessoa da coordenadora, a professora Dra. Erika Maciel e a todos os professores pertencentes a ele.

Ao professor Weimar Castilho, que lá em 2010, durante a minha licenciatura em Física, foi meu professor e orientador e desde então se tornou um amigo, apesar de ter se passado 10 anos, continuou me incentivando a entrar no mestrado e através dele que conheci o programa e sou muito grata.

À professora Dra Lisiane Costa Claro, que esteve presente desde a qualificação do projeto, e que agora, aceitou o pedido de participar da minha banca de defesa. E agradeço às suas aulas, que levo para a minha vida profissional e que a tenho como um exemplo.

RESUMO

Esta pesquisa destaca a importância de integrar atividades experimentais e simuladores, como a plataforma digital “Vascak”, nas aulas de Física, visando superar as dificuldades que os alunos enfrentam na compreensão dos conceitos dessa disciplina. Trata-se de uma pesquisa aplicada com abordagem quantiquantitativa, cujo objetivo foi investigar as contribuições da utilização de métodos experimentais e de simuladores em aulas de Física no Ensino Básico. Para isso, foram desenvolvidos roteiros de atividades experimentais abordando calorimetria e termometria, os quais foram aplicados a 43 alunos de duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio Batista, da rede particular de ensino em Palmas – TO. Tendo em vista as dificuldades de aprendizagem da Física, este trabalho optou pelo uso de metodologias que utilizassem a prática aliada à vivência cotidiana, a partir de atividades com experimentos e simulações. Para compreender a opinião dos alunos foram aplicados questionários antes e depois das atividades desenvolvidas. Como resultado percebemos que a utilização de experimentos de baixo custo e dos simuladores da plataforma *Vascak* desempenharam papel fundamental no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem e na interação dos estudantes. Além disso, muitos deles conseguiram aplicar os conceitos discutidos em sala de aula em soluções escolares, e também em contextos residenciais, o que demonstra uma aprendizagem significativa promovendo o espírito científico. A integração de experimentos práticos e simulações computacionais não apenas facilitou a compreensão de conceitos complexos, mas também despertou um entusiasmo perceptível entre os alunos, que se mostraram mais curiosos e participativos.

Palavras-chaves: Plataforma digital. Ensino de Física. Experimentos e Simulações. *Vascak*.

ABSTRACT

This research highlights the importance of integrating experimental activities and simulators, such as the digital platform “*Vascak*,” in Physics classes to overcome the difficulties students face in understanding the concepts of this subject. It is an applied research with a quantitative and qualitative approach, aimed at investigating the contributions of using experimental methods and simulators in Physics classes in Basic Education. For this purpose, experimental activity guides were developed, covering calorimetry and thermometry, and were applied to 43 students from two 9th-grade classes at Colégio Batista, a private school in Palmas, TO. Given the learning difficulties in Physics, this study opted for methodologies that combined practice with everyday experiences, through activities involving experiments and simulations. To understand students' opinions, questionnaires were administered before and after the activities. As a result, we found that the use of low-cost experiments and the simulators from the *Vascak* platform played a fundamental role in enhancing the teaching and learning process and fostering student interaction. Furthermore, many of the students were able to apply the concepts discussed in the classroom to school solutions and even in household contexts, demonstrating meaningful learning and promoting scientific thinking. The integration of practical experiments and computer simulations not only facilitated the understanding of complex concepts but also sparked noticeable enthusiasm among the students, who became more curious and engaged.

Key-words: Digital platform. Physics education. Experiments and Simulations. *Vascak*.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Imagem 1 - Representação da propagação por condução térmica	52
Imagem 2 - Representação da propagação por convecção térmica	53
Imagem 3 - Esquema de montagem experimento de condução térmica	54
Imagem 4 - Print da tela do experimento virtual usando simulador	54
Imagem 5 - Esquema de montagem experimento de convecção térmica	56
Imagem 6 - Esquema de montagem experimento de convecção térmica	56
Imagem 7- Página do experimento virtual sobre convecção térmica	57
Imagem 8 - Representação da dilatação térmica	58
Imagem 9 - Esquema de montagem experimento de dilatação térmica	59
Imagem 10 - Esquema de montagem experimento de dilatação térmica	60
Imagem 11 - Página do experimento virtual sobre convecção térmica	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -
Respostas ao questionário antes da realização dos experimentos e simulações.....46

Tabela 2 -
Respostas ao questionário após da realização dos experimentos e simulações.....63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UFT	Universidade Federal do Tocantins
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PSSC	Physical Science Study Committee
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
GEF	Grupo de Experiências de Física
UNESP	Universidade Estadual Paulista
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
UFT	Universidade Federal do Tocantins
PPGECS	Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Memorial	18
1.2. Justificativa	21
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo Geral	22
1.3.2. Objetivos Específicos	22
1.4. Estrutura da dissertação	23
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1. O ensino de Física no Brasil: considerações sobre métodos de ensino	24
2.2. Resultados da revisão bibliográfica	29
2.3. Teoria da aprendizagem significativa	33
2.4. A experimentação e simulação no ensino de Física na educação básica	35
3. PERCURSO METODOLÓGICO	44
3.1. Caracterização da pesquisa	44
3.2. Aspectos éticos	45
3.3. Benefícios	45
3.4. Objetos do conhecimento a serem utilizados	47
3.5. Caracterização do local e sujeitos da pesquisa	47
3.6. Procedimentos metodológicos	48
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
4.1. Análise do questionário aplicado antes da realização dos experimentos e simulações	50
4.2. Experimentos e simulações aplicados	56
4.2.1. Experimentos e simulações sobre transferência de calor por condução e convecção térmica	57
4.2.2. Experimento e simulação sobre dilatação térmica	63
4.3. Análise do questionário aplicado após a realização dos experimentos e simulações	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE	82
APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO: ANTES DA ATIVIDADE PRÁTICA	82
APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO: PÓS ATIVIDADE PRÁTICA	84
APÊNDICE III - DECLARAÇÃO DO (A) PESQUISADOR (A) RESPONSÁVEL	86
APÊNDICE IV - TERMO DE ANUÊNCIA	87
APÊNDICE V - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE (RESPONSÁVEL)	88
APÊNDICE VI - TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDA-TCLE (PARTICIPANTE)	90

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, é comum que os alunos do Ensino Fundamental apresentem dificuldades em aprender Física e questionem a relevância do estudo dessa disciplina para as suas vidas. Isso ocorre devido muitos estudantes não conseguirem estabelecer conexão entre conceitos abstratos apresentados em sala de aula e fenômenos físicos presentes no seu cotidiano, nos próprios itens de seu convívio e uso diário, por exemplo, em telefone celular, computadores, eletrodomésticos e outros.

A Física é uma das disciplinas mais importantes do Ensino Básico, pois possibilita o entendimento dos fenômenos naturais que ocorrem ao nosso redor (e na natureza de modo geral). No entanto, muitas vezes, os alunos encontram dificuldades em compreender conceitos físicos abstratos, tornando o processo de ensino-aprendizagem desafiador. Nesse sentido, a utilização de práticas experimentais e de simulação em aulas de Física pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa, pois permite aos alunos visualização e compreensão dos fenômenos físicos de forma mais concreta.

Destaca-se que, segundo Santos e Dickman (2019), a ausência de práticas em laboratório e de uso de tecnologias no ensino de Física na Educação Básica, particularmente no Ensino Médio contribui para tornar a disciplina desestimulante e sem sentido para os estudantes, levando a altos índices de reprovação, pois a ausência de práticas experimentais prejudicam a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes. Souza e Castro (2018) asseveram que atividades experimentais permitem aos alunos visualizar e compreenderem melhor os fenômenos físicos, além de contribuírem para o desenvolvimento de habilidades e competências científicas. Também, a utilização de tecnologias, como softwares de simulação, pode tornar o ensino mais dinâmico e interativo, facilitando a compreensão dos conceitos e despertando o interesse dos alunos (GOMES *et al*, 2019).

Nesse sentido, é fundamental que os professores de Física da Educação Básica incluam práticas em laboratório e uso de tecnologias no planejamento de suas aulas, a fim de tornar o ensino mais atraente e significativo para os estudantes. Para isso, é necessário que os professores estejam capacitados e atualizados em

relação às novas tecnologias e metodologias de ensino, além de estarem atentos às características e necessidades de seus alunos.

Entende-se que a utilização de práticas que envolvam essas ferramentas possibilite melhoria do ensino de Física na Educação Básica e consequente aumento do interesse e da compreensão dos estudantes em relação a essa disciplina.

De acordo com Santos e Dickman (2019) o ensino de Física na Educação Básica muitas vezes se resume à apresentação de conteúdos teóricos e resolução de exercícios, sem a realização de atividades experimentais em laboratório ou o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Gomes *et al* (2009) relatam que a falta de atividades experimentais podem deixar a Física desestimulante e sem sentido para os estudantes, contribuindo para altos índices de reprovação e desmotivação.

Apesar de haver críticas quanto à eficácia das atividades experimentais realizadas por meio de roteiros fechados, isto é, roteiros que controlam e guiam todas as ações dos alunos, há consensos de que professores e alunos concordam que essas atividades práticas facilitam a compreensão das leis e das teorias da Física, além de desenvolver habilidades e competências diferentes daquelas obtidas com as aulas teóricas. Além disso, os alunos podem conhecer procedimentos específicos de atividades práticas, experimentar processos e métodos científicos e ver aplicações práticas dos conteúdos estudados em sala de aula (Souza; Castro, 2018).

Geralmente, o ensino de Física no Ensino Médio é voltado para preparar os alunos para a realização de provas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), resultando em aulas massivas com excessiva utilização de fórmulas. Diante disso, o aluno se preocupa apenas em passar no final do ano letivo e, posteriormente, procurar ajuda extra nos cursinhos preparatórios para aprovação no vestibular ou em concursos. Taha (2015) enfatiza a importância da atividade prática no ensino de Ciências para que o aluno visualize o que está sendo falado na teoria.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) também nos apresenta a importância da utilização da experimentação no ensino de Ciências, contudo ressalta que elas não podem se restringir apenas às práticas em laboratórios, devem possibilitar aos alunos analisar, investigar e propor soluções sobre determinado assunto, além de fazer com que eles consigam relacionar o que

está sendo estudado com o que ocorre ao seu redor, na sua vida cotidiana. Adotar essas práticas busca desenvolver competências que permitam ao aluno compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Dessa forma, o cotidiano dos alunos deve ser sempre referenciado nas aulas de Ciências, pois uma teoria desconexa da prática pode fazer com que os alunos percam o interesse em aprender. Behrens (2010) destaca a necessidade de os professores refletirem e realinhar sua prática pedagógica no sentido de criar possibilidades para instigar a aprendizagem do aluno, invertendo a lógica hegemônica da cultura escolar abstrata passando da ênfase do ensinar para a ênfase do aprender.

As estratégias metodológicas utilizadas pelo professor, bem como seu fazer didático-pedagógico, constituem canais fundamentais para conquistar a atenção, cativar o entusiasmo, o afeto e melhorar o relacionamento do aluno com a disciplina (Nascimento *et al.*, 2015). Como o professor é uma peça muito importante nesse processo, devido às constantes mudanças no mundo tecnológico, ele deve se manter em processo contínuo de formação e atualização, bem como estar preparado para situações que possam ocorrer durante seu ato de ensinar. Paulo Freire (1996) destaca a necessidade da pesquisa na prática de ensinar, enfatizando que não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino.

O uso de simulações e experimentos deve ser permeado por um objetivo de conhecimento, e não apenas pelo fato de simplesmente fazer sua inserção, por meio de curiosidade aleatória, na vida escolar dos alunos. Diante disso, o problema a que se propôs este projeto é pesquisar a importância do uso de experimentos e simulações no ensino de Física, para que a prática educativa seja ressignificada, ultrapassando o modelo de ensino embasado em aulas teórica para uma atividade que faça sentido para o aluno, levando-o a visualizar e compreender os conteúdos de forma prática e lúdica.

Com o intuito de investigar a importância do uso de experimentos e simulações no ensino de Física, esta pesquisa se propôs a responder à seguinte questão: como os alunos percebem a utilização de experimentos e simulações nas aulas de Física e de que forma o seu uso pode contribuir para o aprendizado de Física no Ensino Básico?

A hipótese lançada no presente estudo é a de que o uso de experimentos e simulações no ensino de Física possibilitam ressignificação da disciplina para os

discentes, permitindo que visualizem conceitos, geralmente estudados no âmbito teórico, para a sua prática cotidiana. E, dessa forma, sejam estimulados a conhecer mais a disciplina, entendendo a Física como parte de sua vida, para além da obrigação voltada apenas para decorar fórmulas.

Para alcançar a hipótese as atividades aplicadas foram focadas na visualização de conceitos abstratos e na aplicação dos mesmos em situações cotidianas, permitindo que os alunos fizessem conexões diretas entre teoria e prática. Ao final, questionários e discussões ajudaram a medir a mudança na percepção dos alunos e a validar a hipótese de que a Física se torna mais significativa e relevante quando ensinada de forma interativa e contextualizada.

1.1 Memorial

A partir deste ponto, adentraremos em um percurso pessoal e intransferível. A fim de estabelecer uma conexão mais próxima com o leitor, a pesquisadora compartilhará sua trajetória de forma mais íntima, utilizando a primeira pessoa do singular. Essa escolha visa proporcionar uma visão mais rica e humanizada da pesquisa, permitindo que o leitor compreenda melhor os contextos e as experiências que moldaram este trabalho.

Nasci na cidade de Minaçu, estado de Goiás, conhecida como a cidade do amianto, em 5 de abril de 1990. Sou a filha caçula de um total de seis filhos. Morei lá até os meus 17 anos.

Minha vida acadêmica começou aos quatro anos de idade, quando meu irmão começou a estudar (na idade correta, cinco anos) e eu não quis ficar para trás. Pedi muito para que meus pais me colocassem na escola junto com ele, e assim foi. Recebi acompanhamento durante um ano para ver se me adaptava e, depois, consegui caminhar por conta própria.

Sempre fui uma aluna muito dedicada, muito disso se deve ao fato de meu pai ser professor de Matemática e minha mãe sempre trabalhar na escola (como secretária e monitora). Eles nos incentivavam bastante, pois o estudo sempre foi colocado em primeiro lugar. O sonho deles era que todos os seus filhos se graduassem na universidade. Meus pais vieram de famílias carentes, e sempre tiveram que trabalhar pesado na roça para ter o mínimo de alimento.

Em 2006, me formei no Ensino Médio. Como é de praxe em cidades do interior, os pais costumam mandar seus filhos estudarem "fora". Meus irmãos mais velhos já haviam saído para estudar e sobrou eu e minha irmã mais velha, que fez pedagogia na cidade e já havia passado em um concurso público. Outras duas irmãs já tinham saído para cursar faculdade em Palmas, no estado do Tocantins, a cidade grande, mais próxima. Então, pela logística, ficou mais fácil também ir para Palmas. Com a mudança de cidade, houve um afastamento da casa dos pais, sendo assim, minhas irmãs se tornaram mães para mim aqui, me dando todo o suporte necessário.

Em 2008, comecei a cursar Educação Física em uma faculdade particular, porém, não me encontrei no curso. Em 2010, fui em busca de outras oportunidades acadêmicas e me deparei com o curso de Licenciatura em Física, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO). Foi quando tudo na minha vida mudou.

Neste novo curso, ofertado por instituição pública federal, passei a apenas estudar e participar de programas do IFTO para me manter. Um dos programas que me ajudou muito a me tornar a professora que sou hoje foi o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). O subprojeto ao qual fui vinculada tinha como proposta elaborar e aplicar experimentos de baixo custo em escolas estaduais de Palmas. Nesse período, comecei a gostar muito dessa área. Com a ajuda do meu orientador de TCC e também coordenador do PIBID, o professor Weimar Castilho, escrevi muitos artigos e pude viajar para vários lugares, como Brasília-DF, Goiânia-GO, Lajeado-RS, São Luís-MA, Florianópolis-SC, Foz do Iguaçu-PR, entre outros. Durante todo o curso, fui incentivada por ele a cursar um mestrado e seguir na vida acadêmica.

Contudo, em 2013, quando me formei, optei por começar minha vida profissional em escolas. No ano seguinte, me casei, e, em 2015, veio meu primeiro filho, Miguel, que, além de ser lindo, é muito inteligente. Vi a necessidade de continuar trabalhando e o sonho de fazer um mestrado ficou adormecido. Em 2020, nasceu meu segundo filho, Rafael, um menino alegre, lindo e também muito inteligente, que, com apenas um mês de vida, já enfrentou uma pandemia de abrangência mundial.

Nesse período entre 2013 e 2020, continuei estudando, fiz quatro especializações e mais duas licenciaturas, uma em Matemática e outra em Pedagogia.

Foi só em 2022 que me senti completamente estagnada tanto na minha vida profissional quanto na minha vida acadêmica e percebi a necessidade urgente de fazer um mestrado, sonho que foi plantado no meu coração desde 2013 pelo professor Weimar. Sendo assim, o procurei e pedi ajuda na escrita do projeto, pois estava há muito tempo fora da academia. Em uma de nossas conversas, ele me falou sobre o Programa de Pós-graduação em Ensino em Ciências e Saúde (PPGECS) da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Fiz o processo seletivo em junho de 2022 e, para a minha grata surpresa, fui aprovada. Ganhei outro presente: meu orientador, o professor Janeisi de Lima Meira, que sempre foi um pilar essencial nessa minha caminhada. Lembro que, na nossa primeira reunião, ele entendeu o meu contexto — mãe, professora de escola particular — e sempre me incentivou, alertando que não seria fácil esse caminho.

Em 2023, abriu o concurso público para professor do estado do Tocantins, outro sonho que me fascinava desde a época da faculdade, que seria me tornar efetiva. Detalhe: nesse mesmo período, precisava elaborar meu projeto e qualificar minha dissertação. Tanto a prova quanto a qualificação ocorreram no mês de junho. Foi aí que o professor Janeisi se mostrou mais que um orientador: um ser humano cuidadoso e preocupado com o próximo. Ele me tranquilizou e me incentivou a estudar para o concurso, sem me fazer cobranças excessivas em relação ao projeto de dissertação, deixando-me à vontade, mas sem perder o rigor na correção. Fui aprovada tanto na qualificação quanto no concurso. Me tornando professora efetiva de Matemática do estado do Tocantins.

E, agora, apresento meu terceiro "filho": minha dissertação de mestrado concluída. Tudo isso se deve a todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica. Sempre fui agraciada com bons professores, que são responsáveis pela profissional que sou.

Vou seguir em frente. Quero fazer outros concursos, buscar ingressar no doutorado e sempre me espelhar em todas as pessoas excepcionais que passaram pela minha vida, começando pelos meus pais e chegando aos professores pelos quais hoje tenho profunda admiração.

A escolha da instituição na qual desenvolvemos a pesquisa tem um motivo especial: sou professora no Colégio Batista de Palmas há 10 anos, instituição que me permitiu iniciar minha carreira profissional como professora, que hoje acolhe meus filhos como estudantes e onde pretendo permanecer por mais alguns anos.

1.2 Justificativa

A Física é uma disciplina que frequentemente é percebida como difícil e distante do cotidiano dos estudantes. Para tornar o aprendizado de conceitos físicos mais prático, alguns pesquisadores desenvolveram práticas e plataformas que permitam fazer experimentos e simulações em sala de aula.

Dessa forma, a justificativa para a realização deste estudo consiste na busca pela investigação da utilização de métodos experimentais e de simulação em aulas de Física no Ensino Básico, buscando mostrar as potencialidades desses métodos visando a melhoria da compreensão dos conceitos físicos orientando alunos a relacionar esses conceitos com seu cotidiano. Além disso, o estudo pretende analisar a literatura sobre o tema e confrontá-la com a aplicação prática dos métodos em sala de aula, por meio da análise dos resultados obtidos a partir da aplicação de questionários, roteiro de experimentos e simulações e observações em sala de aula.

Para Rosito (2008) a experimentação é essencial para um ensino eficaz de Ciências. Isso ocorre, em parte, porque atividades práticas permitem uma interação mais intensa entre professor e alunos, criando frequentemente oportunidades para um planejamento colaborativo e para o uso de estratégias de ensino que favoreçam uma melhor compreensão dos processos científicos.

Quanto à importância da utilização de simuladores nas aulas de Física, Silva, Sousa e Lopes (2023) afirmam que os simuladores virtuais, quando empregados como recursos didáticos para despertar o interesse dos alunos e fortalecer a compreensão de conceitos das ciências da natureza, especialmente na Física, tornam-se uma estratégia relevante. Nos últimos anos, muitos simuladores foram desenvolvidos, tornando-se ferramentas amplamente conhecidas, principalmente porque alguns deles estão disponíveis online e são gratuitos.

Diante disso, a pesquisa assumiu uma abordagem quantiquantitativa, a fim de buscar uma compreensão mais aprofundada sobre a utilização desses métodos no ensino de Física, no Ensino Básico, em uma escola de Palmas -TO. Dessa forma, este estudo visa contribuir com a melhoria do ensino de Física, tornando-o mais interessante para os estudantes, além de fornecer subsídios para o aprimoramento das práticas pedagógicas dos professores.

Além disso, o uso de experimentos e simuladores nas aulas de Física para o Ensino Fundamental tem relevância social, pois torna o aprendizado mais acessível e significativo, ajudando a desmistificar a disciplina e a despertar o interesse científico desde cedo, o que pode contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes. Organizacionalmente, promove um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo, favorecendo a colaboração entre alunos e facilitando o trabalho dos professores na transmissão de conceitos complexos. Academicamente, essas práticas enriquecem o processo de ensino, melhorando a compreensão dos conteúdos, favorecendo a retenção do conhecimento, e preparando os alunos para desafios futuros em suas trajetórias educacionais.

1.3 Objetivos

Neste subtítulo serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos, a partir dos quais a pesquisa se estruturou.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é investigar as contribuições da utilização de métodos experimentais e de simuladores em aulas de Física no Ensino Básico.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Desenvolver roteiros com o uso de atividades experimentais e simulações em aulas de Física, analisando a percepção dos alunos sobre sua aprendizagem e o mundo que o cerca;

2. Verificar como a utilização de métodos experimentais e de simulação em aulas de Física contribui para que os alunos relacionem o estudo teórico da Física com seu cotidiano;

1.4 Estrutura Da Dissertação

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos estruturados para proporcionar uma compreensão aprofundada do tema.

O primeiro capítulo introduz o estudo e estabelece seus objetivos e justificativas.

No segundo capítulo, é apresentado o percurso metodológico que propiciou a coleta de dados, bem como os aspectos éticos, benefícios, objetos do conhecimento a serem utilizados, lócus da pesquisa, os critérios de inclusão e exclusão.

O terceiro capítulo foca nas bases literárias, explorando o impacto da experimentação e simulação nas aulas de Física no aprendizado dos estudantes do Ensino Fundamental, além de analisar os benefícios e desafios do uso dessas ferramentas pedagógicas.

O quarto capítulo consiste em discussões aprofundadas e análises dos dados coletados durante as aulas experimentais e simulações ministradas aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, do Colégio Batista de Palmas.

Por fim, são apresentadas as conclusões finais, enfatizando as contribuições significativas deste estudo para o campo acadêmico e para a prática educacional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica realizada antes da aplicação dos experimentos e simulações.

O primeiro tópico abordará sobre o percurso histórico do ensino de Física no Brasil. O segundo tópico apresenta os resultados encontrados por autores que utilizaram a experimentação e simulação em suas pesquisas, o terceiro tópico aborda a teoria da aprendizagem significativa e, por fim, o quarto tópico trás a importância do uso da experimentação e simulação no ensino de Física.

2.1 O ensino de Física no Brasil: considerações sobre métodos de ensino

Segundo Brejon (1988) a história da educação no Brasil pode ter sido iniciada em 1549, com a chegada de Tomé de Souza, o primeiro governador-geral. Com ele, vieram seis jesuítas, responsáveis pelo ensino, que tinham como objetivo a educação e a evangelização de todos os segmentos da sociedade. O modelo de educação implementado pelos jesuítas era o *modus parisiense* de ensinar, no qual os estudantes eram agrupados em classes, de acordo com o nível de conhecimento apresentado (Rosa *et al.*, 2012).

Alves (2005) destaca que algumas características do modelo jesuítico ainda podem ser observadas na educação moderna, como a divisão do trabalho didático, a criação de espaços especializados para o ensino, o ensino seriado, a especialização dos professores e a diferenciação dos níveis e dos conhecimentos. De acordo com Bezerra *et al* (2009) a inserção do ensino de Física no Brasil ocorreu ainda durante o período Colonial.

Durante duzentos anos, a educação no Brasil ficou sob orientações dos jesuítas, até que, em 1759, com a expulsão da Companhia de Jesus das terras brasileiras, pelo marquês de Pombal, ocorreu uma mudança nos métodos e processos de ensino. O marquês entendia que a educação deveria estar a serviço dos interesses civis e políticos de Portugal, o que desestruturou todo o sistema de ensino dos jesuítas, causando um período de caos na educação do país (Rosa *et al.*, 2012).

Conforme Diogo e Bobara (2007) durante aquele período, até a chegada da família Real portuguesa em 1808, o ensino de Humanidades prevaleceu quase que

exclusivamente, com poucas iniciativas ou tentativas de introduzir o ensino de Ciências Naturais.

A partir da chegada da família Real, o Brasil inicia uma efervescência cultural e científica, no intuito de preparar o país para recepção da corte, e, então, “[...] com o intuito de preparar a colônia para recepcionar a corte, gerando empregos para seus súditos, fundou diversas escolas e instituições cujos currículos continham noções de Física e de outras Ciências Naturais” (Diogo; Bobara, 2007, p. 3).

No Brasil Império, a educação teve como cerne o Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro, baseando-se no modelo francês de ensino, com escolarização seriada, em que se estruturaram os estudos das ciências físicas e naturais, dentre outros. Contudo, apenas no final do período Imperial é que a educação nacional se tornou alvo de uma ampla reforma, com a organização proposta por D. Pedro II, em 1889, propondo um amplo sistema nacional de instrução pública, e a criação de um setor voltado a atender essa área, que atualmente é o Ministério da Educação (Rosa *et al.*, 2012).

Na primeira república, ocorreram reformas que não trouxeram, de todo, um progresso efetivo comparado ao período Colonial e do Império. O caráter preparatório que fundou o ensino secundário no período da primeira república diminuiu, na verdade, as disciplinas científicas no currículo, entre elas a Física. Para Diogo e Bobara (2007) nesse período tinha-se um ensino de Física superficial e generalista, e não se tinha o ensino experimental necessário à disciplina.

Para os referidos autores, “[...] esse panorama continuou praticamente estagnado até o início da década de 20, do século passado” e “[...] ao fim da primeira república o ensino de Física e de Ciências Naturais, ainda se mantinham fiéis às características que apresentavam desde o período colonial” (Diogo; Bobara, 2007, p. 5).

Já no século XX, durante a Era Vargas, com a mudança do contexto político e econômico brasileiro (processo de industrialização e adequação ao capitalismo urbano em substituição ao modelo agrário), essencialmente com as reformas promovidas por Francisco Campos em 1931, tem-se, conforme Almeida Júnior (1980), o ensino da Física voltado exclusivamente para a preparação do exame de admissão no Ensino Superior, sendo seus métodos de ensino ainda obsoletos, puramente expositivos, superficiais e generalistas.

As reformas posteriores, como a Reforma Capanema, na década de 1940, mantiveram o ensino de Física propedêutico, enciclopédico, criando uma dualidade no sistema educacional e ciclos de ensino clássico e científico, ambos voltados, em suas características, para o ensino superior. Contudo, conforme apontam Diogo e Bobara (2007) não havia quase diferença alguma entre os ensinos clássico e científico, continuando e se mantendo a tradição do ensino enciclopédico e humanístico. Permanecia, assim, o ensino sem presença de disciplinas voltadas à experimentação ou prática dessas disciplinas científicas.

Para Almeida Júnior (1980) somava-se ao quadro a precária formação de professores de Física no período, que não atingia número suficiente para suprir as demandas do País. Muitas vezes profissionais de outras áreas, engenheiros, médicos e outros ministravam essa disciplina. Para o autor, havia, graças a isso, a dificuldade ou impossibilidade de se trabalhar a Física de forma experimental, dada a somatória da falta de professores habilitados com escolas que muitas vezes não tinham condições estruturais para tais atividades.

A partir dos anos 1960, o ensino de Física passou a ser uma preocupação e alvo de investigação, principalmente após a implementação do projeto Physical Science Study Committee (PSSC) nos Estados Unidos e, em seguida, na América Latina, incluindo o Brasil. Naquele período, o entusiasmo pelo avanço da ciência e tecnologia levou à promoção do ensino de Ciências, especialmente de Física, com o objetivo de inserir jovens em carreiras científicas (Rosa *et al*, 2012).

Ao comentar sobre o PSSC, Moreira (2000, p. 95) discorre que

[...] os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, "hands on", história da Física), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural.

Importante constatar que Moreira (2000) menciona ainda que o PSSC pouco refletiu, em termos efetivos, aprendizagens em sala de aula. Isso porque as demandas apresentaram soluções apenas ao final da década de 1960. Dentre as críticas estão a falta de equipamentos, bem como a formação precária de professores, além de forte crítica à visão tecnicista e pouco crítica dada aos docentes.

De acordo com Romanelli (1987, p. 171), a Lei 4.024, promulgada em 20 de dezembro de 1961, é reconhecida como a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, também conhecida como LDB. A elaboração dessa lei não foi rápida, uma vez que levou 13 anos desde sua entrada na Câmara Federal, em 1948, até sua promulgação.

Ao tratar das disciplinas científicas, a Lei 4.024/1961 refletiu a mentalidade da época, que via o conhecimento científico como uma forma de aumentar o progresso e o desenvolvimento da nação. Segundo Diogo e Bobara (2007) houve uma ampliação do currículo de Ciências, com a inclusão da disciplina Iniciação à Ciência desde a primeira série do curso ginásial, e um aumento no número de aulas de Física, Química e Biologia. O objetivo era incorporar o método científico como parte integrante do desenvolvimento das disciplinas, em conformidade com as melhorias já mencionadas. O ensino assumia, portanto, características de uma ciência positivista.

Entretanto, Diogo e Bobara (2007) ressaltam que, somados aos obstáculos anteriormente mencionados, a influência dos exames vestibulares e sua exigência de conhecimentos ao nível de memorização também contribuíram para aumentar a resistência às mudanças e melhorias desejadas. Como resultado, o ensino de Física continuou a enfrentar obstáculos que já existiam desde a época colonial, como a forte influência dos exames de admissão ao ensino superior, o ensino superficial, expositivo e focado na memorização.

O início da Década de 1970 foi, para o Brasil, seguindo-se o modelo de outros países, a era da busca pela modernidade e desenvolvimentismo, com foco da educação voltado para as Ciências. Cabe lembrar que o período era marcado pela ditadura militar e incentivo de políticas mundiais, particularmente dos EUA.

Nas palavras de Gouveia (1992, p. 72), o Brasil, em busca de atingir o nível de outras potências ocidentais, como país considerado emergente, buscou na educação a alavanca para o progresso, e discorre que, para isso

Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em xeque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e, também, se sanar os possíveis enganos cometidos.

Outra característica da educação na ditadura militar foi o caráter profissionalizante da educação, mas deteve como fator positivo o início dos cursos de pós-graduação em Física na Universidade de São Paulo e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Isso permitiu o início da preparação para pesquisadores refletirem acerca da prática educacional do ensino de Física no País (Rosa *et al*, 2012).

Importante mencionar que nessa época houve um movimento em busca da superação desse cenário desfavorável, que culminou na realização do primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) em 1970, na cidade de São Paulo - SP. Esse evento proporcionou um espaço para discussão, divulgação de pesquisas, relatos e propostas de experiências no ensino de Física, permanecendo até os dias atuais.

Já a década de 1980, foi marcada pela busca do conhecimento voltado para a tecnologia, unindo-se a ciência e a tecnologia de forma umbilical. No entanto, Rosa *et al* (2012) observam que, no Brasil, o ensino de Ciências não logrou êxito em fazer tal relação, mantendo-se, em sala de aula, o ensino tradicional, escolástico, com método unicamente expositivo, sem correlação prática experimental e mesmo com as concepções modernas de educação que a nova etapa exigirá.

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), marcou a década de 1990, cuja proposta foi inserir no contexto educacional a ideia do exercício da cidadania e da preparação para o trabalho, sendo de caráter eminentemente técnico. Contudo, ainda mantinha a diretriz relativa ao caráter propedêutico do ensino (Brasil, 1999, p. 29).

Além dessa lei de diretrizes e base, foi elaborado os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que considera que o ensino de Física, na etapa do Ensino Médio, deve desenvolver competências e habilidades nos alunos, tais como a capacidade de investigação, o conhecimento e a utilização de conceitos físicos, a compreensão da Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos tecnológicos, a construção e investigação de situações-problema e a articulação do conhecimento físico com outras áreas do saber científico (Brasil, 2002).

Em suma, a LDB e o PCN buscaram uma remodelagem do ensino de Física, focado na cidadania e na prática de trabalho futuro, bem como aqueles que pretendem promover um ensino por meio da pesquisa. Contudo, há ainda grande abismo entre o apregoado ensino e a sua forma, geralmente expositiva, e um

processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, pautado em metodologias que sejam atrativas ao público atual, bem como possibilitem uma compreensão cognição mais complexa da Física, permitindo o aluno, passar de um sujeito classicamente passivo, para ativo na construção do conhecimento.

É fato que o ensino de Física nas escolas enfrenta diversos problemas, como a falta de professores formados em Física, a falta de tempo para planejamento e a dificuldade dos professores em pesquisar e implementar novas estratégias de ensino. Além disso, a falta de estrutura nas escolas, como a ausência de laboratório de Física, informática e materiais didáticos, também prejudicam o ensino dessa disciplina e cria empecilhos para que o seu ensino consiga atingir, de forma mais ampla, o que se buscou desde o SNEFF, nos idos dos anos 1970.

2.2 Resultados da revisão bibliográfica

A seleção do referencial teórico foi realizada com base em uma revisão bibliográfica de pesquisas que versam sobre o uso de métodos experimentais e simulações no ensino de Física, a fim de fundamentar teoricamente, principalmente no que tange as atividades a serem propostas, utilizando-se publicações disponíveis em bases de dados e bibliotecas digitais especializadas em Física, como SciELO, Web of Science, Google Scholar e Base de dados da CAPES.

Os termos de busca utilizados para busca do referencial teórico foram:

1. “prática docente” and “ensino de Física” and Brasil.
2. “ensino de física” and experimentos and Brasil.
3. “ensino de física” and simulações and Brasil.

Foram encontrados 23 artigos e alguns deles serão apresentados no decorrer desse tópico.

A pesquisa realizada por Iachel *et al* (2009) aborda a montagem de lunetas de baixo custo como experiência motivadora para o ensino de Astronomia. A pesquisa foi realizada com 23 professores de escolas públicas do Ensino Médio na cidade de Bauru (SP), tendo como ideia principal a realização da “Oficina de Lunetas”. Os autores perceberam durante a realização da oficina a “importância em suprir o professor em exercício de subsídios práticos para que a abordagem da

astronomia em sala de aula torne-se viável durante a sua prática pedagógica " (Iachel, *et al*, 2009, p.4).

Lima e Macedo (2019) realizaram uma pesquisa sobre a produção de kit didático com materiais de fácil acesso para aulas de eletromagnetismo, esse kit foi utilizado em aulas da 3ª série do Ensino Médio em duas escolas públicas da cidade de Picos-PI. Como atividade prática, foram realizados os experimentos "Eletroscópio caseiros", "Mapeamento de campo elétrico" e "Motor elétrico". A coleta de dados desse artigo, se deu através da observação enquanto os alunos realizavam as práticas experimentais, registro fotográfico e um questionário, para analisar se o mesmo auxiliou na fixação do conteúdo e na motivação para as aulas de Física. Como resultado, os autores observaram que

A partir dessa investigação, constatou-se que a prática experimental através de um kit didático proporciona um ambiente satisfatório para a aprendizagem, pois incentiva a curiosidade e promove excelentes discussões em sala de aula na medida em que propicia ao aluno a associação do conteúdo visto em sala de aula com os experimentos que compõe o kit. Assim, a utilização do kit didático estimulou o caráter investigativo dos discentes corroborando para a tão almejada alfabetização científica (Lima; Macedo, 2019, p.76).

Ainda seguindo a linha da experimentação, Preussler, Costa e Mählmann (2017), abordam a importância da experimentação no ensino de Física. No artigo são apresentadas experiências vividas por eles, como bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), do subprojeto de Física da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), onde eram aplicados experimentos nas turmas de 2ª série do Ensino Médio em uma escola da rede pública de ensino de Santa Cruz do Sul. Os experimentos aplicados tratam os assuntos de sensação térmica, dilatação de sólidos e líquidos, propagação de calor por convecção, quantidade de calor e mudanças de fase. Como resultado, Preussler, Costa e Mählmann (2017, p.10), concluíram que "a execução de atividades experimentais proporciona leveza e aumento de interesse nos conteúdos e no desenvolvimento das aulas", bem como

Obteve-se um ótimo retorno por parte dos alunos, principalmente nas atividades onde os alunos eram responsáveis pelas etapas dos experimentos. Nos experimentos que os alunos realizaram a montagem, percebeu-se que os mesmos estavam muito mais atentos, participativos e questionadores, enriquecendo estas atividades e trazendo resultados

melhores do que as atividades experimentais de observação. Constatou-se que quanto maior o envolvimento do estudante, melhor é seu aprendizado, pois ele aprende a tirar suas próprias conclusões, a questionar e a refletir sobre os conteúdos, relacionando teoria e prática (Preussler, Costa e Mählmann, 2017, p.10).

Araújo *et al* (2015) apresenta em seu artigo o uso do Software Educacional PhET como ferramenta didática nas aulas de Física, para o ensino de eletricidade. A pesquisa foi realizada em uma escola pública da cidade de Pereiro-CE, com uma turma de 3ª série do Ensino Médio do curso Técnico em Redes de Computadores, com 34 alunos. Foi aplicado um questionário antes da atividade prática, com o objetivo de descobrir quais conhecimentos prévios os alunos possuíam sobre o conteúdo a ser utilizado nas simulações. Foi realizado também um diário de campo. E por fim, foi utilizada uma entrevista, para diagnosticar se o estudante de fato alcançou uma aprendizagem significativa. Como resultado, Araújo *et al* (2015, p.158) afirma que

Percebemos que podemos usar os recursos do portal *Phet* como uma ótima ferramenta didática, pois observamos que durante todo o processo de intervenção os alunos ficaram curiosos com esse tipo de recurso, o que os levou a uma evolução da aprendizagem dos conteúdos estudados.

Ainda sobre a pesquisa de Araújo *et al* (2015, p.158), o autor afirma que “acreditamos que o uso deste Portal pode ajudar de forma significativa para a melhor percepção dos demais conteúdos de Física, além de aumentar o interesse e motivação dos alunos”.

Na pesquisa realizada por Silva, Sousa e Lopes (2023), expõe o potencial de utilização de simuladores virtuais em sala de aula para o ensino de Física. O objetivo da pesquisa foi aplicar questionários para 52 professores que estavam cursando Especialização em Ensino de Ciências. Os questionários apresentavam perguntas sobre a utilização de simuladores em suas aulas, como: “Já utilizaram em suas aulas?”, “Como foi a experiência?” e se “É importante a sua utilização?”, entre outras. Como resultado, eles obtiveram o percentual de 40% de professores que já utilizam simuladores em suas aulas, se mostrando um número muito baixo. Desses professores, em sua maioria, utilizam o PhET, por se tratar de um simulador de fácil manuseio e acesso, os mesmos argumentaram que a experiência foi benéfica, apresentado maior entusiasmo da parte dos alunos, justificando assim a importância

da inserção de simuladores nas aulas de Física. Como resultado para a pesquisa, Silva, Sousa e Lopes (2023, p.9) afirmam que

Os simuladores são uma alternativa atrativa e importante para auxiliar no ensino de disciplinas que precisam de experimentação e requerem abstração para compreensão, como a Física. Observa-se que existe um grande desafio a utilização desses recursos nas escolas, pois requerem dos professores e das escolas condições que nem sempre estão presentes.

Seguindo na mesma linha de pesquisa, Araújo *et al* (2021) discorre sobre o uso de simuladores virtuais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. O artigo realiza uma revisão bibliográfica exploratória-descritiva a partir de dados extraídos do Portal de Periódicos Capes, Google Acadêmico, Scopus e PhET. Apontou-se uma grande variedade de simuladores disponíveis para aplicação no ensino de Física, entre eles estão: Vascak (Física na escola), Virtual Lab Física, LabVirt Física, Modellus e PhET. Sendo assim, os resultados mostraram que

Há uma grande variedade de simuladores disponíveis para o Ensino Fundamental, distribuídos por temas que são trabalhados no currículo. Além disso, verificou-se que a proposta do uso do *PhET* no ensino de Física está de acordo com o que defendem os teóricos destacados, considerando a evolução conceitual e a aprendizagem significativa da criança frente às constantes transformações socioculturais (Araújo, *et al*, 2021, p.21).

A revisão dos estudos sobre a experimentação e o uso de recursos didáticos no ensino de Ciências revela diversas estratégias eficazes para engajar alunos e promover a compreensão de conceitos complexos. A pesquisa de Iachet *et al* (2009) destaca que a montagem de lunetas de baixo custo é uma experiência motivadora para o ensino de Astronomia, demonstrando a importância de fornecer subsídios práticos aos professores para tornar o ensino mais viável. Lima e Macedo (2019) mostram que o uso de kits didáticos para experimentos de eletromagnetismo não apenas facilita a aprendizagem prática, mas também estimula a curiosidade e a discussão, contribuindo para a alfabetização científica dos alunos. Preussler, Costa e Mählmann (2017) confirmam que atividades experimentais nas aulas de Física, onde os alunos são responsáveis pelas etapas dos experimentos, aumentam o interesse e a participação, resultando em melhor aprendizado. Araújo *et al* (2015) e Silva, Sousa e Lopes (2023) evidenciam o potencial dos simuladores virtuais, como

o PhET, para a melhoria do ensino de Física, destacando que, apesar do entusiasmo gerado, sua adoção ainda enfrenta desafios devido à falta de familiaridade e infraestrutura. Por fim, Araújo *et al* (2021) ressaltam a ampla gama de simuladores disponíveis para o Ensino Fundamental e sua relevância para a aprendizagem significativa, alinhando-se às necessidades educacionais contemporâneas. Em conjunto, esses estudos evidenciam que recursos didáticos variados, desde kits experimentais a simuladores virtuais, são essenciais para criar um ambiente de aprendizado mais interativo e eficaz.

2.3 Teoria da aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa é um conceito desenvolvido por David Ausubel, que busca promover uma compreensão profunda e duradoura do conhecimento por parte dos estudantes. Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Enfatizando a importância de conectar o conhecimento prévio dos alunos com os novos conteúdos, promovendo assim a construção de significado.

A teoria de Ausubel enfoca a aprendizagem cognitiva, que ocorre por meio do armazenamento organizado de informações na mente do indivíduo que está aprendendo. No entanto, é crucial considerar o contexto social, cultural e econômico em que o aluno está inserido, criando condições que permitam uma aprendizagem significativa. Isso significa que a interação com outras pessoas em um contexto social é fundamental, levando em conta seus significados individuais, em vez de simplesmente aplicar leis abstratas gerais de aprendizagem. Além disso, é essencial oferecer condições para que o indivíduo participe ativamente do processo de aprendizagem e colabore conscientemente com as necessidades sociais que ele passa a perceber (Moreira; Masini, 2001).

Pelizzari *et al* (2001), nos apresenta que a aprendizagem mecânica ou repetitiva envolve a aquisição de informações de forma isolada, sem uma associação significativa com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Nesse tipo de aprendizagem, os significados são incorporados de forma arbitrária. Por outro lado, a aprendizagem significativa adota uma abordagem em que a pessoa que está

aprendendo se torna o construtor de novas estruturas de seu próprio conhecimento, relacionando-as ao conhecimento prévio já existente na sua estrutura cognitiva.

Ausubel ainda afirma que

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige que um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz (Ausubel, 2002, p. 17).

Ainda de acordo com Pelizzari *et al* (2001) a aprendizagem significativa está intrinsecamente ligada à abordagem de aprendizagem por descoberta, que se concentra na forma como os conteúdos são apresentados aos alunos. Nesse contexto, é importante que os conteúdos não sejam entregues de forma finalizada ou acabada, pois o aluno precisa articular o conhecimento prévio com as novas informações de maneira substantiva em sua estrutura cognitiva, permitindo que ele encontre novos caminhos para a resolução de problemas. Uma das principais vantagens da aprendizagem significativa é o armazenamento e a lembrança duradoura do conhecimento adquirido de maneira significativa. Isso aumenta a capacidade do aluno de aprender outros conteúdos de forma simplificada e facilita a aprendizagem no futuro.

Nas palavras de Moreira e Masini (2001, p.19) “a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto relacionar-se a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva” (Moreira; Masini, 2001, p. 19), sendo reafirmado por Pelizzari

Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, mas esquece após a avaliação (Pelizzari, *et al.*, 2002, p. 38).

Portanto, o papel do professor é fundamental na promoção da aprendizagem significativa, atuando como mediador e facilitador do processo de construção de significado pelos alunos. Investir na formação de professores e em pesquisas sobre metodologias que promovam a aprendizagem significativa é essencial para melhorar a qualidade da educação. Conforme destacado por Novak (1998), o professor deve organizar e apresentar os conteúdos de forma clara, estabelecer conexões com os

conhecimentos prévios dos alunos, propor desafios e problemas estimulantes, fornecer feedback construtivo e promover a reflexão e a metacognição.

Para o professor de Física, se torna ainda mais importante oferecer significado dos conteúdos aos alunos, pois assim, os alunos se sentirão mais motivados e interessados em aprender o conteúdo e não apenas decorar, conseguirão visualizar onde ele poderá ser aplicado em seu cotidiano.

2.4 A experimentação e simulação no ensino de Física na Educação Básica

As diferentes metodologias auxiliam no processo de ensino aprendizagem da Física e podem romper a barreira do ensino tradicional e as dificuldades ocasionadas pelo desinteresse dos alunos em relação a essa disciplina. No espaço da sala de aula quando estudada em um contexto eminentemente teórico, a Física pode parecer desinteressante, sendo mais um dentre o emaranhado de disciplinas que oferecem apenas uma repetição para memorização de fórmulas e realização de exercícios relacionados a elas, sem uma contextualização e visualização, por parte do aluno, dos conceitos em seu cotidiano.

O filósofo e sociólogo Edgar Morin destaca a importância de estabelecer uma relação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática no contexto dos estudantes. Segundo Morin (2003, p. 97), é necessário "estimular uma curiosidade que leve os alunos a querer saber não só as teorias e conceitos, mas também como eles se aplicam ao mundo que os rodeia e a si mesmos".

No ensino da Física, o estímulo que cita Morin (2003) é fundamental, pois é uma disciplina que pode ser demonstrada de forma prática em experimentos e simulações que revelam diversos aspectos da vida do estudante. O autor assevera que essa relação entre teoria e prática deve ser estabelecida desde o início do processo de aprendizagem, para que os estudantes possam entender a relevância dos conceitos teóricos e como eles podem ser úteis em sua vida cotidiana. O filósofo ainda defende que os estudantes devem ser incentivados a questionar e a explorar diferentes perspectivas, para que possam construir um conhecimento mais amplo e integrado.

No atual contexto do ensino de Física na Educação Básica, a utilização de atividades experimentais ainda é uma prática pouco comum na maioria das escolas. Quando ocorrem, geralmente se limitam à manipulação de materiais e aparatos,

oferecendo uma observação superficial dos fenômenos físicos, o que não proporciona condições para o desenvolvimento do processo investigativo.

Nesse sentido, práticas que privilegiem a investigação experimental e científica devem ser estimuladas por meio de roteiros abertos, que permitam maior flexibilidade para que os alunos possam explorar suas próprias ideias e hipóteses. Esses roteiros devem ser estruturados de modo a alterar significativamente o papel do professor e do aluno no processo educativo, tornando o professor um orientador que lança desafios, promove debates e instiga no aluno o desejo de buscar explicações conduzindo a partir da construção própria do saber. É fundamental que o saber do professor seja superior ao conhecimento que se espera que ele transmita, de forma que possa conduzir o aluno a um processo de descoberta e construção do conhecimento científico (Pereira; Aguiar, 2006).

Para Rosito (2008, p. 197)

A experimentação é fundamental para um bom ensino de Ciências. Em parte, isto se deve ao fato de que o uso de atividades práticas permite maior interação entre o professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um bom planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que possam levar a melhor compreensão dos processos das ciências.

O que se pretende com um experimento é permitir que o aluno passe da postura eminentemente passiva da sala de aula tradicionalmente cartesiana para um participante e integrante da aula, permitindo-lhe a interação com o experimento, com os demais discentes e com o docente, buscando, em conjunto, a solução para problemas. Contudo, Oliveira, Sotelo, Costa e Rocha Filho (2010, p. 32) afirmam que

A simples realização de atividades experimentais não garante a aprendizagem, pois atividades práticas podem ser utilizadas de forma pouco eficaz, em termos educacionais, como apresentação de teorias estabelecidas ou comprovação de verdades científicas. Nesses casos, aluno e professor apenas reproduzem sequências de procedimentos com o objetivo de obter os mesmos resultados de seus antecessores, sem incentivo à discussão, crítica ou autonomia.

Os experimentos visam permitir que o aluno atue, haja, utilize a maior quantidade de sentidos para entender a questão. Longe de pretender tornar o discente em um cientista, o experimento pode proporcionar-lhe as condições

necessárias para que possa questionar as ideias do senso comum e construir conceitos relacionados ao conhecimento científico. Nas palavras de Suart e Marcondes (2008, p.53), “as atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno”.

Sá *et al* (2007, p.3) tece um importante comentário sobre as práticas experimentais no ensino de Física

Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, os estudantes e os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. Os professores deixam de ser os únicos a fornecer conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação. Contudo, a realização deste tipo de atividade se torna mais significativa, proveitosa e motivadora para os alunos se for contextualizada com o dia a dia.

Para isso, é necessário que o estudante aprenda a planejar e a conduzir suas próprias ações, de acordo com o plano de atividade planejado, permitindo que aluno e professor participem ativamente de todas as etapas do experimento, desde o planejamento até a elaboração das conclusões. As atividades experimentais, mesmo quando demonstrativas, contribuem significativamente para a motivação do aluno, que é uma das principais dificuldades enfrentadas pelo professor de Física.

Para elucidar, serão apresentados alguns experimentos que foram realizados seguindo a temática de Física Térmica. Eles foram retirados do site do Grupo de Experiências de Física (GEF) da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Transferência de calor e equilíbrio térmico – O experimento consiste em aquecer um pouco de água dentro de um recipiente e depois colocá-lo para esfriar dentro de uma vasilha contendo água na temperatura ambiente. Após ter colocado o recipiente com água quente dentro da vasilha, toca-se na água que estava nessa vasilha na temperatura ambiente. Percebe-se que esta água está se aquecendo; que o calor da água aquecida e do recipiente que a contém começaram a propagar para a água que está ao seu redor. Ou seja, está ocorrendo transferência de calor da água e do recipiente que estão numa temperatura mais alta para a água de menor temperatura. E essa transferência de calor ocorrerá até que os dois volumes de água e o recipiente aquecido atinjam o equilíbrio térmico. Durante a execução do experimento, também há transferência de calor para o ar que está em volta do

experimento. Entretanto, o equilíbrio térmico entre os dois volumes de água é atingido bem mais rápido do que entre os volumes de água e o ar. Assim, focalizamos nossa atenção somente no equilíbrio entre os dois volumes de água. Esse simples experimento, auxilia no entendimento de equilíbrio térmico, onde ao final do experimento os dois recipientes com água estarão na mesma temperatura, facilitando ao estudante a visualização do fenômeno, onde ele poderá tocar na água e verificar que ao passar do tempo, ambas estarão na mesma temperatura.

Propagação de calor por convecção – A ideia é mostrar que ocorre convecção em um líquido dentro de um copo quando ele é aquecido. Para isso coloca-se um pouco de leite no fundo de um copo d'água e aquece-se o fundo do copo com uma fonte de calor. Aquela porção de leite que está no fundo do recipiente e, conseqüentemente mais próximo da fonte que o aquece, é aquecido primeiro. O leite aquecido fica mais leve que uma mesma quantidade de água não aquecida que está acima dele. Isso faz com que a parte aquecida suba e a parte não aquecida desça. Como o leite contrasta com a água, então dá para ver o leite se movimentando junto com a água enquanto se mistura com ela. Observando o movimento do leite, temos uma noção de como a água sofre convecção enquanto é aquecida. Demonstrando assim, que o ar quente tende a subir e o ar frio tende a descer, causando assim a propagação de calor por convecção, apresentado mais uma vez, a importância da “visualização” do fenômeno acontecendo para melhor entendimento.

Dilatação e contração – A ideia é verificar a variação do volume do ar contido dentro de uma lata através do deslocamento de água numa mangueira ligada à lata. Quando a lata é aquecida, o ar de dentro dela também é. O ar ao ser aquecido dilata (aumenta seu volume) precisando ocupar um espaço maior. Existe uma proporção entre o deslocamento da água na mangueira e a variação do volume do ar. O inverso pode ser feito esfriando a lata (colocando gelo em volta, por exemplo) e observando a água na mangueira.

Dissipação de energia térmica - A ideia é mostrar que um objeto não mudará de estado físico se houver dissipação de energia térmica. Para isso usa-se dois copos descartáveis de plástico. Chega-se os copos próximo à uma fonte de calor (pode ser uma chama de uma vela). Primeiro um vazio e depois o outro com água. Observa-se que o copo vazio derrete rapidamente, enquanto que o com água não derrete. No segundo caso, a energia térmica que passa da fonte de calor para o

plástico do fundo do copo com água é dissipada para a água. Quando começa a formar bolhas no fundo do copo, nos lugares onde estão as bolhas não há dissipação de energia térmica e o plástico derrete, formando furinhos no lugar onde estão as bolhas. A água dissipa o calor que o copo recebe e por isso o copo com água não derrete, com exceção dos pontos onde as bolhas se formaram.

Todas as experiências citadas são de fácil aplicação e manuseio, se tornando grandes aliadas durante a explicação do conteúdo.

A experimentação no ensino de Física é fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão profunda dos conceitos científicos. Ao permitir que os estudantes realizem experimentos práticos, a teoria abstrata ganha um contexto concreto, facilitando a assimilação do conteúdo. Essa metodologia ativa também promove o engajamento dos alunos, pois eles se tornam participantes ativos no processo de aprendizagem, em vez de meros receptores passivos de informações. Além disso, a prática experimental pode ser uma ferramenta poderosa para estimular a curiosidade e o interesse pela Ciência, incentivando a formulação de hipóteses, a observação minuciosa e a análise de resultados.

Outro aspecto importante da experimentação no ensino de Física é o desenvolvimento de habilidades práticas e técnicas. Durante os experimentos, os alunos manuseiam equipamentos, coletam dados e aprendem a interpretar informações quantitativas e qualitativas, o que é essencial não apenas para o entendimento da Física, mas também para a formação de um pensamento científico rigoroso. Essas habilidades são transferíveis para outras disciplinas e para a vida cotidiana, ajudando a formar cidadãos mais críticos e informados. A experimentação também promove a colaboração e o trabalho em equipe, uma vez que muitas atividades práticas exigem cooperação e comunicação eficaz entre os membros do grupo. Dessa forma, a experimentação não só enriquece o aprendizado de física, mas também contribui para o desenvolvimento integral dos alunos.

Os experimentos podem ser incluídos em vários objetos do conhecimento, e em sua maioria, com materiais de baixo custo, quando não são viáveis, o professor poderá optar por utilizar as simulações, assunto que será abordado a seguir.

Na atualidade, ampliaram-se sobremaneira os ciberespaços, com a utilização de tecnologias das mais diversas para o ingresso no mundo virtual. Assim, a tecnologia ganha destaque na interlocução entre o professor e os alunos,

principalmente pela portabilidade dessas tecnologias e pelo interesse que o público, especialmente os jovens têm nessa forma de interação.

A condução do processo pedagógico deve levar em conta essa nova realidade. Desse contexto, Stori e Higa (2008), indicam que a utilização de celulares como um recurso de estímulo aos recursos didáticos em sala de aula, possibilita, inclusive, o estímulo de áreas diversas do cérebro, com novas conexões sinápticas que auxiliam, sobremaneira, o processo de aprendizagem significativa.

Conforme citado por Sbrano e Magina (2018) essas tecnologias oferecem aos alunos a possibilidade de explorar fenômenos físicos de forma visual e interativa, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conceitos estudados. Além disso, o uso dessas ferramentas contribuem para o desenvolvimento de habilidades digitais essenciais para a sociedade atual.

Essa prática pode tornar a aprendizagem mais significativa, para Ausubel (1980, p. 10), a aprendizagem significativa resulta em uma aquisição duradoura de memórias entrelaçadas que são incorporadas pelos alunos em suas estruturas cognitivas.

Nas palavras de Carvalho e Oliveira (2021), o uso de simulações computacionais pode incentivar uma participação mais envolvida dos alunos durante o processo de aprendizagem. Isso se deve ao fato de que, dependendo da maneira como são utilizadas, as simulações podem permitir aos estudantes observar modelos e fenômenos físicos, desenvolver conceitos teóricos, coletar dados experimentais e testar suas hipóteses para validá-las.

Mirando e Bechara (2004, p 02) reafirmam a importância do uso de simulações, pois a habilidade do aluno de trabalhar independentemente na busca pelo entendimento da situação apresentada, fazendo suas próprias perguntas e buscando respostas para uma determinada situação física através de um processo reflexivo autônomo. Isso difere das atividades automáticas ou meramente repetitivas que muitos estudantes geralmente aceitam em atividades semelhantes às já vistas antes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), afirma que

Aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis

das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (Brasil, 2017, p. 474).

Portanto, os aparelhos celulares devem ser utilizados como estratégia que possibilite levar ao aluno maiores estímulos para a aprendizagem da Física, dentro de seu caráter experimental, conectando a teoria ensinada em sala com a tecnologia que faz parte da vida do estudante.

Para Cavalcanti (2006, p. 2), o uso de tecnologias como os celulares e a informática nas aulas de Física, junto ao “uso de programas de simulação, proporciona realizar experimentos que só seriam viáveis em laboratório, além de reproduzir com precisão situações reais, oportunizando ao professor e ao aluno um trabalho rico em possibilidades”.

As simulações com o uso de celulares atingiram níveis extremamente elevados, permitindo que, com adaptadores de baixo custo, seja possível a visualização de ambientes virtuais em simulações de uma realidade. Para Silva, Sousa e Lopes (2023, p. 1),

Os simuladores virtuais quando utilizados como recursos didáticos visando estimular o interesse dos alunos e reforçar a aprendizagem de conceitos das ciências da natureza, e em particular da Física, torna-se uma estratégia relevante. Muitos simuladores têm sido desenvolvidos nos últimos anos, tornando-os ferramentas conhecidas, principalmente porque alguns deles funcionam on-line e são gratuitos.

Baseando-se nos autores, vimos que a utilização de simuladores virtuais no ensino de Física representa alternativa que expande, com baixo custo, as possibilidades didáticas em sala de aula. Os autores listam características e vantagens do uso de simuladores em sala de aula:

- Interagir com situações cotidianas simuladas cuja reprodução em laboratório seria trabalhosa e/ou demorada, como por exemplo, processos térmicos que são lentos;
- Reproduzir situações que envolvem itens caros e, por vezes, indisponíveis aos ambientes escolares, como circuitos eletrônicos;
- Realizar experimentos que não são possíveis de serem realizados na superfície da terra, como ambientes com aceleração da gravidade diferente;
- Depara-se com situações seriam perigosas de serem realizadas na prática, mas como são realizadas com segurança de realização via software;
- Realizar procedimentos nos quais, sem o devido treinamento e atenção, o aluno poderia danificar os insumos e/ou componentes com muita facilidade;

- Simular conceitos ou situações abstratas, de difícil construção por parte do aluno, como por exemplo, na área de física: campos magnéticos, elétricos e gravitacionais;
- Permite ao aluno refazer o experimento muitas vezes e em locais diversos da sala de aula, uma vez que o software pode ser acessado de diversos locais e formas, possibilitando o treinamento e favorecendo a aprendizagem;
- Preparar um experimento de forma mais rápida, uma vez que há casos nos quais o tempo necessário para elaboração do experimento real é consideravelmente superior ao tempo gasto para iniciar uma simulação virtual. (Silva, Sousa e Lopes, 2023, p. 4-5).

Dessa forma, ainda que a tecnologia seja um tanto quanto nova, é possível que os problemas de falta de espaço, de materiais e de investimento das escolas quanto a possibilitar experimentos em Física possam ser suplantados por uma tecnologia utilizada pela maioria dos alunos, mesclando o seu uso também para atividades de aula. Além da facilidade, a utilização de uma ferramenta que faz parte do cotidiano dos estudantes alia ainda a simpatia dos discentes, o que certamente facilitará seu aprendizado em sala de aula.

A utilização de simuladores no ensino de Física tem se mostrado uma ferramenta crucial para a compreensão de conceitos complexos que muitas vezes são abstratos e de difícil visualização. As simulações permitem que alunos interajam com modelos virtuais de fenômenos físicos, o que facilita a visualização de princípios teóricos em ação. Por exemplo, ao explorar leis de movimento, os alunos podem alterar variáveis como força, massa e tempo e observar diretamente os efeitos dessas mudanças. Essa interatividade não só torna o aprendizado mais dinâmico, mas também reforça o entendimento ao oferecer uma representação visual das fórmulas e teorias normalmente vistas apenas no papel.

Além disso, as simulações têm o potencial de superar limitações práticas encontradas em experimentos físicos reais. Em um laboratório tradicional, recursos financeiros, espaço e tempo frequentemente restringem a variedade e a complexidade dos experimentos que podem ser realizados. No entanto, com simulações, essas barreiras são minimizadas. Alunos podem realizar uma ampla gama de experimentos em um curto período e sem necessidade de equipamentos caros ou risco de acidentes. Isso democratiza o acesso à experimentação, permitindo que todos os alunos, independentemente de suas circunstâncias, possam explorar conceitos de Física de maneira profunda e significativa.

Embora os simuladores computacionais sejam ferramentas altamente eficazes no processo de ensino-aprendizagem da Física, é essencial considerar suas possíveis desvantagens para uma aplicação pedagógica equilibrada e efetiva. A seguir, apresento uma análise crítica dos principais pontos negativos associados ao uso desses simuladores:

Abstração Excessiva: Simuladores frequentemente simplificam os conceitos físicos para facilitar a compreensão dos fenômenos estudados. No entanto, essa simplificação pode ocultar detalhes essenciais dos fenômenos físicos, levando a uma compreensão incompleta. O perigo é que os alunos podem adquirir uma visão superficial, sem captar as nuances e complexidades dos conceitos físicos subjacentes.

Dependência Tecnológica: O uso de simuladores requer acesso a equipamentos e softwares específicos. Em contextos educacionais com limitações tecnológicas, como escolas com restrições de acesso a computadores adequados ou conexões de internet de baixa qualidade, a aplicação desses simuladores pode ser inviável. Mesmo quando os estudantes possuem dispositivos móveis, como celulares, esses podem não ter a capacidade necessária para rodar programas avançados ou acessar simuladores online, exacerbando as desigualdades no acesso à tecnologia educacional.

Interatividade Limitada: Alguns simuladores têm limitações na exploração das variáveis de um experimento, o que pode restringir a capacidade dos alunos de investigar profundamente e experimentar com diferentes condições. A falta de uma exploração completa pode limitar a compreensão prática e crítica dos conceitos estudados, resultando em uma aprendizagem menos robusta.

Risco de Superficialidade: Se os simuladores não forem integrados de maneira adequada ao currículo, há o risco de que sejam utilizados apenas como recursos visuais ou complementares, sem promover um aprofundamento significativo dos conceitos. Isso pode levar a uma abordagem superficial, onde os alunos não desenvolvem uma compreensão profunda e contextualizada da Física.

Foco em Resultados Imediatos: Muitos simuladores apresentam resultados de forma instantânea e com alta precisão. Isso pode criar expectativas irreais entre os estudantes sobre o processo científico, que frequentemente envolve tentativa e erro, ajustes e incertezas. A dependência de resultados imediatos pode

desviar a atenção dos alunos do entendimento do processo científico real, que é fundamental para a prática da Física.

Embora essas desvantagens não desqualifiquem o uso de simuladores no ensino de Física, elas destacam a necessidade de um equilíbrio cuidadoso. É crucial integrar simuladores com métodos de ensino tradicionais e outras formas de experimentação prática para garantir uma compreensão profunda e abrangente dos conceitos físicos. Ao adotar uma abordagem equilibrada, que combine simulações com atividades práticas e discussões teóricas, é possível maximizar os benefícios dos simuladores enquanto minimiza suas limitações.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico desta pesquisa foi dividido em seis seções. A primeira consiste na caracterização da pesquisa, a segunda elenca os aspectos éticos, a terceira apresenta os benefícios da pesquisa, a quarta os objetos de conhecimento escolhidos, a quinta caracteriza o local e os sujeitos da pesquisa e por fim, os procedimentos metodológicos utilizados no decorrer da pesquisa.

3.1. Caracterização da pesquisa

Este trabalho trata de uma pesquisa aplicada, pois de acordo com Silva e Menezes (2005, p. 20) a pesquisa aplicada “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”.

Quanto a forma de abordagem do problema, classifica-se como qualitativa, ainda nas palavras de Silva e Menezes (2005, p. 20), pesquisa qualitativa “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, [...] cujo processo e seu significado são os focos principais de abordagem”.

No que se refere à abordagem do método de pesquisa adotada, este estudo utilizou uma abordagem quanti-qualitativa. Tal método é contextualizado e coloca o pesquisador no mundo em busca de transmitir um conhecimento construtivista baseado em perspectivas sólidas. Para desenvolver uma teoria padrão por meio de investigação meticulosa, deve-se concentrar em narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos teóricos ou estudos de caso (Creswell, 2002; Flick, 2004).

No que diz respeito aos seus objetivos está definida como uma pesquisa exploratório-descritiva. A pesquisa exploratória “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses” e a descritiva “visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática” (Silva; Menezes, 2005, p. 21).

Em relação aos procedimentos técnicos, define-se por levantamento, que ocorre “quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer” (Silva; Menezes, 2005, p. 21).

3.2. Aspectos éticos

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) via Plataforma Brasil, sendo aprovado no dia 22/09/2023, CAAE: 73226323.0.0000.5519. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (participante) (APÊNDICE III) e por serem menores de idade, os responsáveis pelos participantes assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (responsável) (APÊNDICE II) concordando com a realização da pesquisa e tendo ciência de seus objetivos, conforme Resolução 466/12 e 510/2016 (Brasil, 2012).

3.3. Benefícios

De forma imediata, a aplicação de experimentos e simulações afetou a forma como os alunos de uma escola da rede particular de Palmas – TO, escolhida para a pesquisa, perceberam o ensino de Física, fazendo com que tenham uma maior motivação durante as aulas.

Entendemos que pode servir como modelo a ser replicado por outras instituições de ensino públicas e privadas, dado o baixo custo envolvido com a aplicação dos experimentos e simulações.

3.4. Instrumentos utilizados na pesquisa

Questionário: Foram utilizados dois questionários para os estudantes, um antes da pesquisa e outro após a realização dos experimentos e simulações. Aplicar questionários antes e depois de experimentos e simulações em Física é uma prática essencial para avaliar a eficácia do ensino. O questionário pré-experimento ajuda a identificar o conhecimento prévio dos alunos e suas expectativas, permitindo ao professor ajustar o planejamento para abordar lacunas na compreensão. Já o

questionário pós-experimento mede o impacto da atividade prática sobre a aprendizagem, permitindo avaliar se os conceitos foram compreendidos e retidos. Além disso, o feedback dos alunos ajuda a identificar pontos fortes e áreas de melhoria na execução dos experimentos, promovendo uma reflexão contínua sobre a eficácia das abordagens pedagógicas e o engajamento dos alunos. Assim, esses questionários são ferramentas valiosas para aprimorar o processo de ensino e garantir que as atividades práticas sejam tanto educativas quanto motivadoras.

Observação: Essa prática fornece dados empíricos sobre como essas ferramentas são efetivamente integradas e percebidas nas aulas. Através da observação direta, é possível identificar como os alunos interagem com os experimentos e simulações, suas reações e dificuldades, e a eficácia desses recursos na promoção da compreensão dos conceitos físicos. Além disso, a observação permite analisar a dinâmica da sala de aula, como o engajamento dos alunos e a resposta das estratégias de ensino aplicadas pelos professores. Esses insights são fundamentais para ajustar e melhorar as práticas pedagógicas, garantindo que as ferramentas experimentais e simulativas não apenas ofereçam um aprendizado mais significativo, mas também atendam às necessidades e desafios reais enfrentados no ambiente educacional.

Roteiro de atividades referente aos objetos de conhecimento: A utilização de uma sequência estruturada de experimentos e simulações em uma pesquisa sobre o ensino de Física é fundamental para garantir a consistência e a profundidade da aprendizagem dos alunos. Ao seguir uma sequência planejada, os pesquisadores podem assegurar que os conceitos sejam introduzidos de forma lógica e progressiva, permitindo que os alunos construam conhecimento de maneira coerente e integrada. Essa abordagem facilita a avaliação dos efeitos cumulativos dos diferentes experimentos e simulações, proporcionando uma visão mais clara de como cada atividade contribui para a compreensão geral dos conceitos físicos. Além disso, uma sequência bem definida ajuda a identificar quais aspectos dos experimentos e simulações são mais eficazes e quais podem precisar de ajustes, permitindo uma análise mais precisa do impacto das atividades no desempenho dos alunos e na qualidade do ensino.

3.5. Objetos do conhecimento a serem trabalhados

Termometria:

- Definições básicas de Termometria
- Escalas termométricas
- Dilatação térmica dos sólidos

Calorimetria:

- Definições básicas de Calorimetria
- Propagação de calor

3.6. Caracterização do local e sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2023, no Colégio Batista de Palmas, uma escola da rede privada, situada na quadra 704 Sul.

No primeiro semestre do referido ano, foi realizada uma visita à escola para apresentação do projeto à direção e coordenação pedagógica e assim viabilizar sua realização.

A escola oferece turmas da Educação Infantil até o 9º ano dos anos finais do Ensino Fundamental , nos turnos matutino e vespertino, totalizando cerca de 500 alunos.

O Colégio Batista adota como abordagem para a ação pedagógica a visão sócio interacionista, onde o desenvolvimento do estudante é constituído por meio das interações sociais que ele tem com o meio e com o outro, também utiliza-se práticas que envolvem as metodologias ativas de aprendizagem.

Quanto à infraestrutura da escola, trata-se de um amplo ambiente, com vários espaços para socialização, bem arborizado. Contudo, a escola não possui um laboratório para práticas experimentais.

As turmas em que a pesquisa foi desenvolvida, são turmas de 9º ano, uma no período matutino (9º ano), que continha 30 alunos, dos quais 3 não aceitaram participar da pesquisa, e outra turma no período vespertino, com 15 alunos e todos

participaram da pesquisa -, para análise dos dados coletados optou-se por fazer a junção das turmas. A idade dos alunos varia entre 14 e 15 anos.

3.7. Procedimentos metodológicos

O primeiro passo desta pesquisa se trata da aprovação no CEP, bem como o aceite da Instituição de Ensino (IE) em que se pretende desenvolver os experimentos e simulações. Após as aprovações, seguiu-se as etapas descritas.

Revisão da literatura: A seleção do referencial teórico foi realizada com base em uma revisão bibliográfica de pesquisas que versam sobre o uso de métodos experimentais e simulações no ensino de Física, a fim de fundamentar teoricamente, principalmente no que tange as atividades a serem propostas, utilizando-se publicações disponíveis em bases de dados e bibliotecas digitais especializadas em física, como SciELO, Web of Science, Google Scholar e Base de dados da CAPES.

Os termos de busca utilizados nessas plataformas foram:

1. “prática docente” and “ensino de Física” and Brasil.
2. “ensino de física” and experimentos and Brasil.
3. “ensino de física” and simulações and Brasil.

Desenvolvimento e aplicação dos experimentos e simulações: Foram desenvolvidos e aplicados experimentos e simulações em aulas de Física, referente aos objetos de conhecimento previstos na BNCC para alunos do Ensino Fundamental, anos finais. Os experimentos e simulações que adotamos foram elaborados a partir de pesquisas bibliográficas e adaptações de experimentos já existentes, com o objetivo de torná-los acessíveis e de fácil aplicação em sala de aula. As aulas foram ministradas pela mestranda e as simulações foram realizadas com o uso da plataforma digital *Vasck* e experimentos de baixo custo. A aplicação de experimentos e simulações, por sua vez, se deu em duas etapas: (a) a primeira com temáticas relativas à Termometria, sendo precedidas de uma aula expositiva, seguida da explicação teórica dos conceitos sendo realizado concomitantemente práticas experimentais e simulações; (b) a segunda etapa teve a mesma sequência da primeira, com o conteúdo de calorimetria. Esses experimentos passaram a

compor um manual com roteiros de experimentos, que servirão como base para que outros professores utilizem, por se tratar de experimentos de baixo custo, poderão ser aplicados em diferentes realidades.

O software Vascak¹ é um aplicativo desenvolvido pelo professor russo, Doutor Vladmir Vascak, também conhecido como “Física na escola”. Este software é programado em linguagem HTML5 e oferece simulações físicas de diversas áreas, sendo eles referentes à mecânica, campo gravitacional, vibrações mecânicas e ondas, termodinâmica e Física molecular, eletrostática, corrente elétrica, semicondutores, condutividade elétricas de líquidos e gases, campo magnético, corrente alternada, óptica, relatividade restrita, física atômica e física nuclear. Uma das principais vantagens do software reside na enorme variedade de materiais disponíveis, que pode ser acessada inclusive por navegadores móveis, tornando sua utilização mais fácil para os usuários envolvidos no projeto.

Antes das atividades práticas, foi realizada uma aula teórica, na sala de aula, acerca dos objetos do conhecimento escolhidos. As atividades experimentais foram realizadas no ambiente externo da escola, onde se localiza a cantina. Já as referentes às simulações foram realizadas na sala de aula, onde os alunos foram orientados anteriormente a trazer seus aparelhos celulares ou tablets.

Aplicação de questionários: foram aplicados questionários aos alunos (Apêndices I e II), antes e depois da aplicação das atividades experimentais e simulações, buscando identificar se houve melhoria na compreensão dos conceitos físicos e se os alunos conseguiram relacionar esses conceitos com seu cotidiano. Além disso, foram realizadas observações em sala de aula, com o objetivo de verificar o comportamento dos alunos diante dos métodos utilizados. Os questionários são compostos por perguntas fechadas e abertas, a fim de possibilitar análise qualitativa e quantitativa das respostas dos estudantes.

Análise dos resultados: os dados coletados foram analisados quantitativamente, com o uso de tabelas e gráficos, e qualitativamente, por meio de interpretação textual das respostas dadas nos questionários e das observações feitas durante a realização das atividades nas aulas. Foi avaliada a evolução dos alunos na compreensão dos conceitos de Física, bem como a relação desses conceitos com o cotidiano, acerca do avanço na aprendizagem com a aplicação das atividades experimentais e simulações.

¹ <https://www.vascak.cz/#>

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados e análises dos questionários e atividades práticas realizadas. Ele se divide em três tópicos, o primeiro apresenta as respostas e análises do questionário aplicado antes da realização dos experimentos e simulações. O segundo tópico trata do roteiro dos experimentos e simulações realizadas, bem como a análise acerca da percepção e relação dos alunos durante a montagem, execução e discussão dos experimentos e simulações. Por fim, o último tópico apresenta as respostas e análises do questionário aplicado após as atividades práticas.

4.1. Análise do questionário aplicado antes da realização dos experimentos e simulações

Antes de iniciar as aulas práticas (experimentos e simulações) com os estudantes, optou-se por aplicar um questionário (apêndice I) com perguntas objetivas para verificar a experiência anterior deles com a realização de experimentos e simulações nas aulas de Ciências, visto que a Física foi introduzida no 9º ano do Ensino Fundamental, em virtude de que a disciplina de Ciências passou a ser dividida em Física, Química e Biologia.

Esses questionários foram analisados de maneira quantitativa, com o auxílio do *Google Forms*, e confrontado com a teoria estudada, as respostas dos alunos foram apresentadas em forma de tabelas e gráficos.

Como se trata de turmas com uma pequena quantidade de alunos, a turma do 9º A (matutino) possuía 27 alunos participantes, e do 9º B (vespertino) possuía 15 alunos participantes, decidiu-se por apresentar os dados das duas turmas juntas, uma vez que as respostas dadas por ambas as turmas apresentaram similaridade.

Abaixo, na tabela 1, são apresentados os dados obtidos do questionário aplicado antes da realização dos experimentos e simulações, a escala utilizada em cada pergunta foi escolhida pela autora, a fim de apresentar o maior número de possibilidades que os estudantes poderiam responder em cada uma.

Tabela 1 - Respostas antes da realização dos experimentos e simulações

QUESTIONÁRIO 1					
1 – A Física como disciplina é?	Muito fácil	Fácil	Difícil	Muito difícil	
	1	11	30	0	
2 – Qual(is) sua(s) dificuldade(s) nas aulas de Física?	Cálculos	Teoria	Interpretação	Cálculos e interpretação	Fórmulas
	6	7	10	16	7
3 – Você consegue fazer ligação da Física ensinada na escola com seu cotidiano?	Sim			Não	
	18			24	
4 – Assuntos abordados em sala de aula são:	Sim			Não	
	49			3	
Despertam curiosidade?	40			2	
Motivam nos estudos?	35			7	
5 – Você fez uso de experimentos nas aulas de Ciências durante o Ensino Fundamental 2?	Muito	Razoável		Pouco	Não foram usados
	0	8		18	16
6 – Você fez uso de softwares/aplicativos nas aulas de Ciências durante o Ensino Fundamental 2?	Muito	Razoável		Pouco	Não foram usados
	2	3		13	24

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A pergunta 1, “A Física como disciplina é?”, revelou que 71% dos alunos consideram difícil, 26% fácil e 3% muito fácil. Esse resultado está de acordo com Mirando e Bechara (2004), onde afirmam que “uma característica da Física que a torna de entendimento difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos, às vezes contra intuitivos, exigindo uma capacidade de abstração que os estudantes ainda não as atingiram” (Miranda; Bechara, 2004, p. 2).

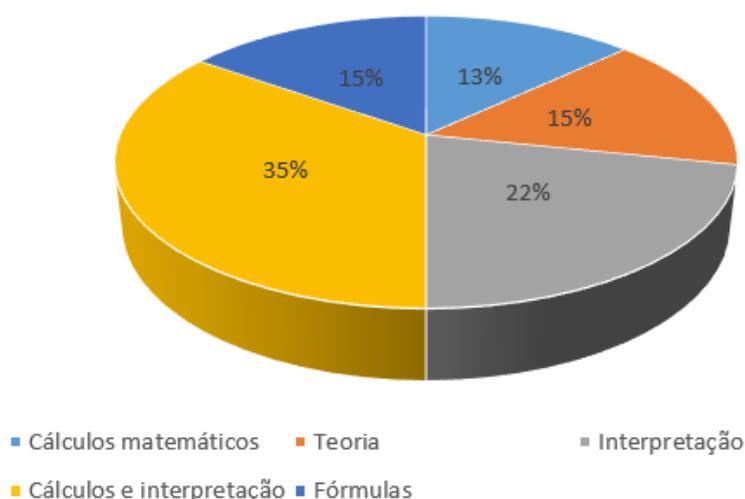
A Física é frequentemente considerada uma disciplina difícil pelos alunos, e essa percepção pode ser atribuída a vários fatores. Primeiramente, a Física exige uma compreensão sólida de conceitos abstratos e matemáticos. Muitos estudantes encontram dificuldades em associar as fórmulas matemáticas aos fenômenos físicos que elas descrevem. Essa abstração, demanda um pensamento lógico e espacial desenvolvido, o que pode ser um desafio para aqueles que ainda não possuem essas habilidades plenamente formadas.

Além disso, a Física é uma Ciência que constantemente busca explicar fenômenos invisíveis aos olhos humanos. O estudo de partículas subatômicas, campos eletromagnéticos e ondas, por exemplo, envolve conceitos que estão além da percepção cotidiana. Esse caráter intangível frequentemente cria uma barreira psicológica para os alunos, que podem se sentir desmotivados a entender algo que não conseguem ver ou tocar.

Outro fator significativo é a falta de conexão percebida entre a teoria e a prática. Muitos currículos escolares priorizam problemas teóricos e fórmulas matemáticas, mas não enfatizam suficientemente as aplicações práticas e experimentos. Essa abordagem pode fazer com que a Física pareça uma disciplina sem relevância para a vida real, dificultando a motivação dos alunos para aprender.

Para a pergunta 2, “Qual(is) sua(s) dificuldade(s) nas aulas de Física?”, cujas respostas também foram apresentadas no gráfico 1, os alunos poderiam selecionar mais de uma opção. Assim, 13% responderam que tinham dificuldade nos cálculos matemáticos. De acordo com Cavalcante (2010, p.15) “a falta de conhecimentos básicos em leitura e interpretação de textos, e dificuldades com a matemática básica, são fatores que prejudicam a aprendizagem do estudante logo no primeiro contato com a Física”. Além disso, 15% afirmaram que a maior dificuldade estava na teoria, 21% interpretação dos problemas, 4% relataram dificuldades tanto em cálculos matemáticos quanto na interpretação, e 15% indicaram que sua maior dificuldade estava em aprender as fórmulas. Araújo *et al* (2015, p. 149) apresentam que a disciplina de Física, por muitas vezes, é “vista como uma disciplina que exige uma grande memorização de teorias, leis e fórmulas matemáticas, forçando o aluno a uma aprendizagem por memorização”, ocasionando assim em um dificuldade e aversão exacerbada com a disciplina.

Gráfico 1: Respostas referente à pergunta 2 do questionário I
Qual(is) sua(s) dificuldade(s) nas aulas de Física?



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A dificuldade dos alunos em Física é uma preocupação constante no ambiente educacional. Muitas vezes, essa disciplina é percebida como árida e abstrata, o que desestimula os estudantes. Nas aulas tradicionais, e até mesmo nas expositivas, o foco geralmente recai sobre cálculos e teoria, deixando de lado o aspecto prático, fundamental para a compreensão de conceitos físicos. Contudo, acreditamos que essa dificuldade pode ser superada por meio da realização de atividades que envolvam experimentos.

Os experimentos desempenham um papel crucial na aprendizagem da Física, pois permitem que os estudantes visualizem e compreendam os fenômenos de maneira concreta. Quando um aluno realiza um experimento, ele observa diretamente o comportamento dos sistemas físicos, o que seguramente cria um vínculo mais forte entre a teoria e a prática. Esse entendimento surge porque o experimento transforma um conceito abstrato em uma experiência tangível, tornando o aprendizado mais significativo.

Além disso, os experimentos fomentam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Diferentemente das aulas expositivas, onde o aluno assume uma postura passiva, no trabalho experimental ele se torna o protagonista. Ele é desafiado a formular hipóteses, realizar medições, analisar resultados e tirar conclusões. Esse tipo de envolvimento promove um entendimento mais profundo e duradouro da aprendizagem.

Outro aspecto positivo do uso de experimentos em aulas de Física é o desenvolvimento de habilidades complementares, como o pensamento crítico e a resolução de problemas. Ao lidar com situações práticas, os alunos são incentivados a aplicar não apenas os conhecimentos teóricos, mas também a sua criatividade e capacidade de improvisação. Essas competências são valiosas não só no contexto acadêmico, mas também na vida cotidiana e futura carreira profissional.

Na pergunta 3, “Você consegue fazer ligação da Física ensinada na escola com seu cotidiano?”, entre os alunos participantes dessa pesquisa, 42% dos alunos responderam que sim e 58% afirmaram que não conseguem fazer essa assimilação entre o que é explicado em sala de aula (teoria) com o mundo que os cerca. Neste sentido, Pietrecola (2001, p.31) afirma que “é necessário mostrar na escola as possibilidades oferecidas pela Física e pela Ciência em geral, como formas de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca”. Vale ressaltar que o experimento precisa permear o cotidiano do aluno, bem como o contexto da sala de

aula, apresentando ao aluno onde se aplica, levando em consideração o conceito estudado e a prática, fazendo com que o aluno adquira sentido no que está sendo investigado.

Os alunos que responderam sim à pergunta 3, afirmaram, em sua maioria, que conseguiam fazer ligação da teoria com o seu cotidiano através de: temperatura (foi o conceito mais citado), ao empurrar uma cadeira, carro andando, descendo uma rampa, tempo de duração de uma viagem, dilatação da geladeira, conversão de temperaturas, gravidade, velocidade do carro, 3ª Lei de Newton: Ação e reação, unidades de medida, objetos caindo, quando se está andando em um carro tem Física em tudo (muito citado), ao subir em uma árvore, e o processo de convecção do ar condicionado. Pode-se observar que todas as indicações perpassam pelo espaço escolar, ou seja, a partir daquilo que estudaram na escola conseguiram associar e assim responderam, sendo esses conhecimentos prévios, que os alunos conseguiram trazer para a sala de aula e associar com os conceitos físicos. A importância da utilização dos conhecimentos prévios do aluno é reafirmada por Pellizzari e Kriegl (2002, p.37)

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.

Relacionado à pergunta 4, “Assuntos abordados em sala de aula são?”, 92% dos alunos relataram que consideram os temas abordados nas aulas de Física agradáveis. Esse alto índice sugere que a maioria dos estudantes encontra prazer e interesse intrínseco nas matérias discutidas. Contudo, é importante considerar os 8% que não acham as aulas agradáveis, indicando uma necessidade potencial de diversificação dos métodos de ensino para atender a diferentes perfis de alunos.

Além disso, 95% dos estudantes responderam que os tópicos de Física despertam curiosidade. Este dado é particularmente relevante, pois a curiosidade intelectual é um forte indicador de engajamento e disposição para aprender. A natureza exploratória e muitas vezes experimental da Física tende a oferecer inúmeros pontos de interesse e descoberta, capturando a atenção dos alunos.

No entanto, quando se trata de motivação para os estudos, o percentual de aprovação cai para 83%. Embora ainda seja uma maioria expressiva, os 17% que relatam falta de motivação apontam para possíveis barreiras que precisam ser superadas. Isso pode incluir métodos de ensino menos dinâmicos, falta de aplicação prática dos conhecimentos ou até mesmo dificuldades pessoais dos estudantes com o conteúdo.

Portanto, enquanto os dados indicam que a maioria dos estudantes encontra prazer e curiosidade nos assuntos de Física, há também um espaço considerável para melhorias. Adaptar as estratégias pedagógicas para aumentar a motivação e incluir mais elementos interativos e contextualizados pode ajudar a transformar o aprendizado de Física em uma experiência ainda mais rica e inclusiva para todos os alunos.

Quanto à pergunta 5, “Você fez uso de experimentos nas aulas de Ciências durante o Ensino Fundamental 2?”, apenas 19% dos alunos afirmaram que utilizaram experimentos de maneira razoável. Em contrapartida, 42% dos estudantes indicaram que o uso de experimentos foram escassos, e um alarmante 39% afirmaram que esses recursos não foram utilizados.

Essa estatística revela uma preocupação fundamental sobre a qualidade da educação científica oferecida. Os experimentos são ferramentas essenciais para a compreensão prática de conceitos teóricos. Eles permitem que os alunos observem diretamente os fenômenos naturais, reforcem o aprendizado teórico e desenvolvam habilidades críticas e analíticas aperfeiçoando seu espírito científico.

O fato de 42% dos alunos afirmarem que os experimentos foram utilizados de forma esporádica e 39% não terem tido essa experiência pode estar ligado a vários fatores. Entre eles, a falta de infraestrutura adequada nas escolas, a formação limitada de professores acerca do uso de métodos experimentais, ou mesmo uma abordagem curricular que não prioriza a prática experimental.

A ausência de experimentação pode resultar em um aprendizado mais superficial e desinteressante, afastando os alunos das Ciências e subestimando seu potencial investigativo. Além disso, limita a capacidade dos alunos de desenvolverem competências essenciais como a resolução de problemas, o espírito científico e o pensamento crítico.

Na pergunta 6, “Você fez uso de softwares/aplicativos nas aulas de Ciências durante o Ensino Fundamental?”, apenas 4% dos entrevistados indicaram um uso

significativo dessas ferramentas e 7% afirmaram uma utilização razoável, ficando evidente que a integração tecnológica nesta disciplina ainda é incipiente para a maioria dos estudantes.

A elevada porcentagem de 59% de alunos que nunca utilizaram tais recursos reflete uma lacuna no processo educacional, considerando o potencial dos aplicativos e softwares de simulação e experimentação virtual para enriquecer o aprendizado. A introdução dessas tecnologias pode tornar conceitos abstratos mais concretos e fomentar o interesse pela Ciência, fomentando o uso de metodologias de ensino mais envolventes e interativas. Os 30% que mencionaram um uso esporádico revelam uma presença pontual da tecnologia nas aulas.

Quanto a essa realidade, Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p.992) afirmam que

As aulas de Física nas escolas, de um modo geral, consistem em resoluções de listas de exercícios e, muitas vezes, apenas a leitura de textos que se apresentam nos livros didáticos adotados. Diante da realidade enfrentada no ensino da Física, urge a necessidade da busca de novas práticas, que aliem o conteúdo com o dia-a-dia dos estudantes.

Assim, vimos que o uso de práticas experimentais e simulações é de suma importância no ensino de Física, não podendo ser colocadas em segundo plano. De acordo com Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p. 1005) “[...] pode-se inferir que as atividades experimentais e as simulações computacionais podem constituir-se em um material potencialmente significativo para o trabalho do professor, visando à aprendizagem significativa dos estudantes.”

4.2. Experimentos e simulações aplicados

Neste tópico serão apresentadas as atividades experimentais e simulações aplicadas durante a pesquisa. Elas se dividem em dois subtópicos, o primeiro relacionado ao objeto de conhecimento de calorimetria e o segundo sobre termometria.

Cada tópico possui o roteiro com uma breve explicação dos conceitos a serem trabalhados e de como se dá a montagem dos experimentos, bem como a análise da participação dos alunos durante a execução das atividades práticas.

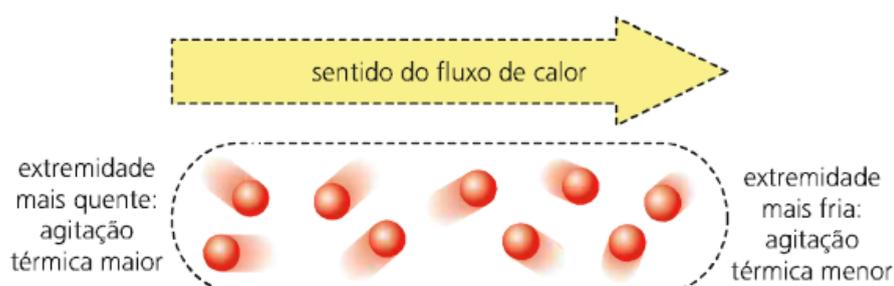
4.2.1. Experimentos e simulações sobre transferência de calor por condução e convecção térmica

Os experimentos que serão apresentados consistem em observar a condução de calor, com o uso de material bom condutor e como acontece a convecção térmica.

De acordo com Yamamoto e Fuke (2016), “calor é a energia térmica em trânsito devido a diferença de temperatura existente, fluindo espontaneamente do sistema de maior para o de menor temperatura”. Há três tipos de processos de transmissão de calor, condução, convecção e irradiação (que não será trabalhado nos experimentos).

Para Yamamoto e Fuke (2016) o processo de transmissão de calor denominado condução térmica “é a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite de partícula para partícula. Nessa forma de propagação, ocorrem colisões entre as partículas (como átomos e moléculas), alterando sua agitação térmica”. A imagem 1, a seguir, apresenta um esquema desse processo de transmissão de calor.

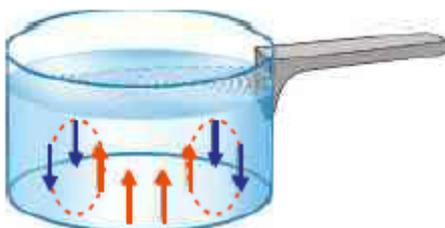
Imagem 1 - Representação da propagação por condução térmica



Fonte: YAMAMOTO E FUKU (2016)

A propagação de calor por convecção térmica é definida por Yamamoto e Fuke (2016) como “a energia térmica que se transmite mediante o transporte de matéria. Nessa forma de propagação, acontece o deslocamento de partículas de uma posição para outra, portanto observável somente em meios fluidos”. A imagem 2, abaixo, apresenta um esquema sobre o processo de transmissão de calor por convecção, onde as setas azuis representam o “frio” e as setas vermelhas o “quente”.

Imagem 2 - Representação da propagação por convecção térmica



Fonte: YAMAMOTO E FUKE (2016)

Com a imagem 2, pode-se concluir que a água próxima ao fundo da panela aquece primeiro por condução e, ao se dilatar, sua densidade diminui. Isso faz com que a parte inferior, mais quente, suba, enquanto a parte superior, menos quente, desce. Esse movimento cria correntes de convecção na água.

Experimento sobre condução térmica

Para o experimento que realizaremos sobre condução térmica, são necessários os seguintes materiais: fio de cobre de 15 cm, fio de alumínio de 15 cm, 1 vela, 1 caixa de fósforo, copo descartável e percevejos.

Para a montagem do experimento, os estudantes se dividiram em grupos com 5 integrantes e foram orientados a fazerem um furo no fundo do copo descartável para encaixar o fio de cobre. Em seguida, pedimos para que pingassem gotas de vela no fio, com distâncias iguais e fixassem sob elas os percevejos, posteriormente, fazer o mesmo processo com o fio de alumínio e comparar o tempo que os percevejos demoram para cair em cada um, a imagem 3, abaixo, apresenta o experimento montado.

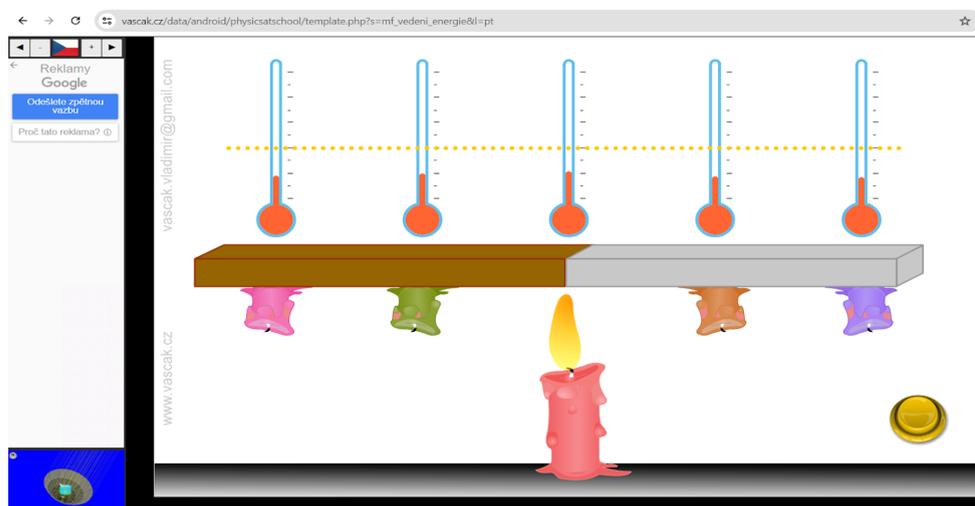
Imagem 3 - Esquema de montagem experimento de condução térmica



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023)

Após a execução do experimento, os alunos fizeram uso da versão virtual, pois essa mesma atividade pode ser feita com o auxílio de recursos tecnológicos, como simuladores. A imagem 4, abaixo, apresenta a tela do simulador utilizado para demonstrar o conteúdo de condução térmica.

Imagem 4 - Print da tela do experimento virtual usando simulador



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_vedeni_energie&l=pt

Para usar o simulador, basta clicar no botão amarelo para acender a vela e observar o que acontece com as velas que estão fixadas na barra (a parte marrom representa o cobre e a cinza o alumínio).

Após a execução do experimento e da simulação sobre condução térmica, os alunos observaram de perto como o calor se propaga através de diferentes materiais. Durante o experimento, cada grupo recebeu barras de metal com diferentes condutividades térmicas. A atividade foi projetada para ilustrar como alguns materiais conduzem calor mais eficientemente do que outros.

Inicialmente, os alunos manifestaram curiosidade ao observar as mudanças de temperatura nas barras. Foi interessante ver suas expressões de surpresa quando perceberam que o cobre, por exemplo, aqueceu muito mais rapidamente do que o alumínio. A simulação complementou o experimento ao fornecer uma modelo visual detalhada, onde puderam observar os dois materiais ao mesmo tempo sendo aquecidos pela mesma fonte.

Os alunos demonstraram grande engajamento e uma compreensão do princípio da condução térmica. Eles foram capazes de relacionar a teoria aprendida em sala de aula com o que observaram no experimento e simulação. Muitos comentaram que atividades práticas como essa tornam o aprendizado mais tangível e interessante, ajudando-os a internalizar conceitos abstratos. A interação direta com os materiais e a visualização das simulações proporcionou uma experiência de aprendizado eficaz, que reforçou o conhecimento teórico e despertou um maior interesse na Física. Sendo assim, a aprendizagem significativa foi utilizada, onde os alunos associaram um conhecimento prévio a um novo conhecimento, tornando assim, significativo.

Experimento sobre convecção térmica

O experimento consiste em representar as correntes de convecção que se formam com o leite, onde o leite esquenta e sobe, e a água que está em cima, desce.

Para o primeiro experimento que realizamos sobre convecção térmica, foi necessário os seguintes materiais: 1 vela, 1 caixa de fósforo, copo descartável, copo de vidro, leite, água e canudo. Para a montagem, precisou colocar água até o meio de um copo de vidro (transparente), com a ajuda de um canudo, sugue o leite do copo com a boca, tampe a saída do canudo e despeje-o no fundo do copo. Coloque então o copo sob a vela acesa e observe o que acontece com o leite. A imagem 5, abaixo, apresenta os estudantes executando o experimento. Neste momento, observa-se que os estudantes estão trabalhando em parceria.

Imagem 5 - Esquema de montagem experimento de convecção térmica



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023)

Outro experimento sobre convecção térmica, apresentado na imagem 6, utilizou os materiais: balão, água, vela e fósforo. Para sua montagem, basta encher o balão com água e colocá-lo sobre a vela. O objetivo desse experimento é mostrar que dentro do balão ocorre com a água a convecção e isso impedirá que o balão estoure com facilidade.

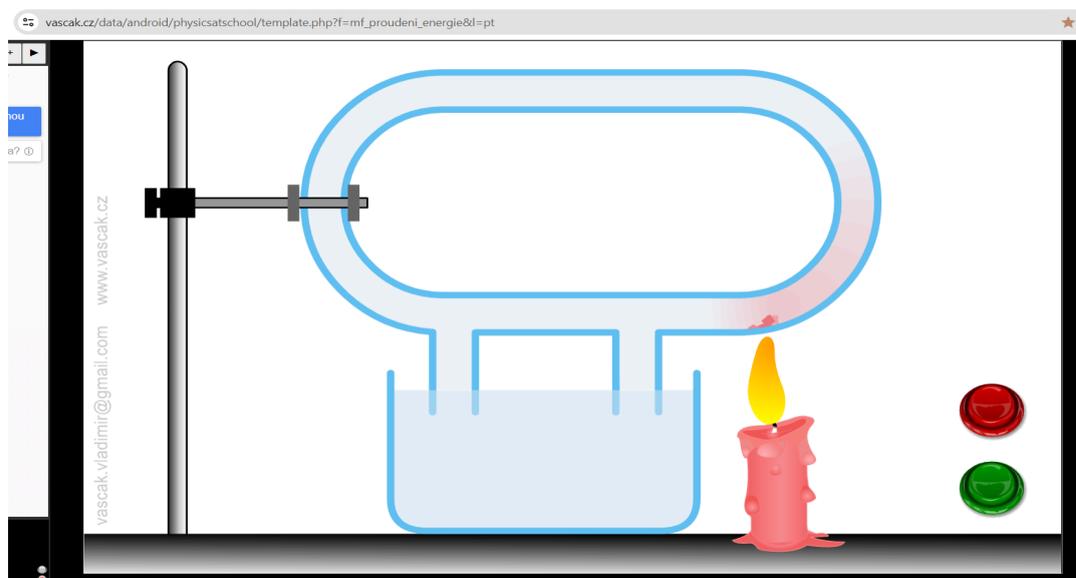
Imagem 6 - Esquema de montagem experimento de convecção térmica



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023)

Após a execução dos experimentos, os alunos fizeram o uso da versão do simulador, a imagem 7, a seguir, apresenta a tela do simulador utilizado para demonstrar o conteúdo de convecção térmica.

Imagem 7- Página do experimento virtual sobre convecção térmica



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_vedeni_energie&l=pt

Para que a vela comece a esquentar o tubo e o ar quente subir, basta clicar no botão verde, caso queira reiniciar o processo, use o botão vermelho.

Durante a execução dos experimentos sobre convecção térmica, os alunos acompanharam atentamente, tirando anotações e discutindo entre si as observações. Notou-se um envolvimento ativo durante a demonstração, o que denota um interesse pelo tema.

Ao final do experimento, abrimos espaço para perguntas e discussões. A maioria dos alunos demonstrou compreensão do princípio físico subjacente, reconhecendo como a diferença de temperatura gera movimento no fluido devido às variações de densidade. Essa percepção foi reforçada pela simulação, que proporcionou uma visualização clara dos processos teóricos.

Além disso, o experimento facilitou a conexão de conceitos abstratos com exemplos práticos, como correntes oceânicas e o funcionamento de sistemas de aquecimento. Essa aplicação prática contribuiu significativamente para a aprendizagem, pois os alunos conseguiram relacionar o conteúdo teórico com o mundo real.

Em suma, a execução do experimento e a simulação sobre convecção térmica não só capturaram a atenção dos alunos como também serviram de ponte entre teoria e prática. Notamos um avanço na compreensão dos conceitos físicos e

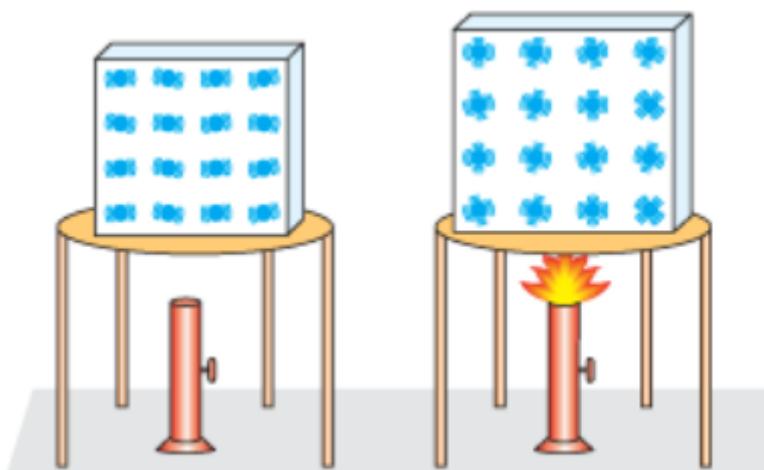
um aumento no interesse pelo estudo dos fenômenos naturais, o que demonstra que essas atividades são peças-chave no processo educativo. Contribuindo então, para uma aprendizagem mais significativa.

No próximo tópico serão apresentados os experimentos referentes a termometria, bem como, seu roteiro e análises.

4.2.2. Experimento e simulação sobre dilatação térmica

Para Yamamoto e Fuke (2016), “todos os corpos apresentam variação nas suas dimensões quando se aquecem ou se resfriam, e é essa variação de dimensões que chamamos dilatação”. A imagem 8, abaixo, apresenta um esquema da dilatação térmica, onde inicialmente, do lado esquerdo, aparentemente as moléculas estão com uma menor agitação, com o aumento da temperatura, elas se agitam e se chocam, ocasionando assim em um aumento no comprimento do material.

Imagem 8 - Representação da dilatação térmica



Fonte: YAMAMOTO E FUKE (2016)

Para realização do primeiro experimento, que consistiu em mostrar a dilatação térmica em gases, utilizando materiais simples, como um balão de festa, uma garrafa pet de 500ml, uma vasilha com água quente e outra com água fria.

Sua montagem também é simples, para isso, basta colocar o balão na “boca” da garrafa, depois coloque a garrafa na vasilha com água quente e

posteriormente na água fria e observe o que acontecerá, a imagem 9, a seguir, apresenta a montagem e execução do experimento.

Imagem 9 - Esquema de montagem experimento de dilatação térmica



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023)

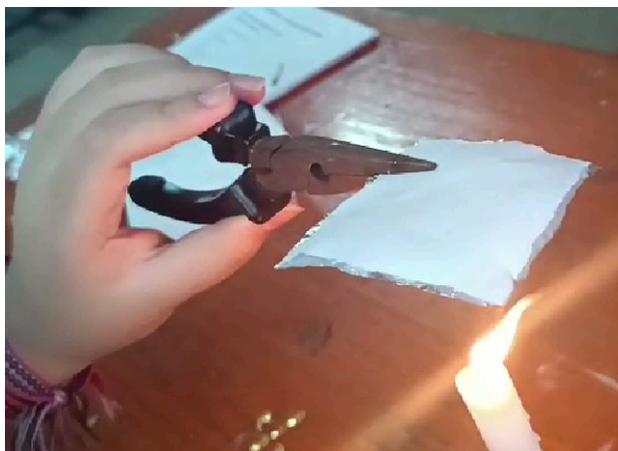
Para o experimento demonstrado acima, optou-se pela realização apenas pela pesquisadora, visto que usava uma grande quantidade de água quente, havendo assim a preocupação com a proteção e segurança dos alunos podendo se machucar de alguma forma ao manusear, principalmente, o recipiente com água quente.

Esse experimento despertou bastante interesse dos alunos, a dilatação é um assunto muito abordado na teoria, porém eles relataram que conseguiram visualizar com facilidade, quando a garrafa era colocada na água quente, o balão inflava e ao ser colocado na água fria, murchava.

O segundo experimento realizado sobre dilatação térmica, consistiu em representar a dilatação térmica em sólidos, com materiais de baixo custo como: papel sulfite, papel alumínio, vela (fonte de calor), fósforo e alicate.

Sua montagem consiste em cortar o papel sulfite e alumínio do mesmo tamanho e com o auxílio de um alicate (para não queimar os dedos) segure os dois juntos e coloque sobre a fonte de calor (vela). A imagem 10, abaixo, apresenta a montagem e realização do experimento.

Imagem 10 - Esquema de montagem experimento de dilatação térmica

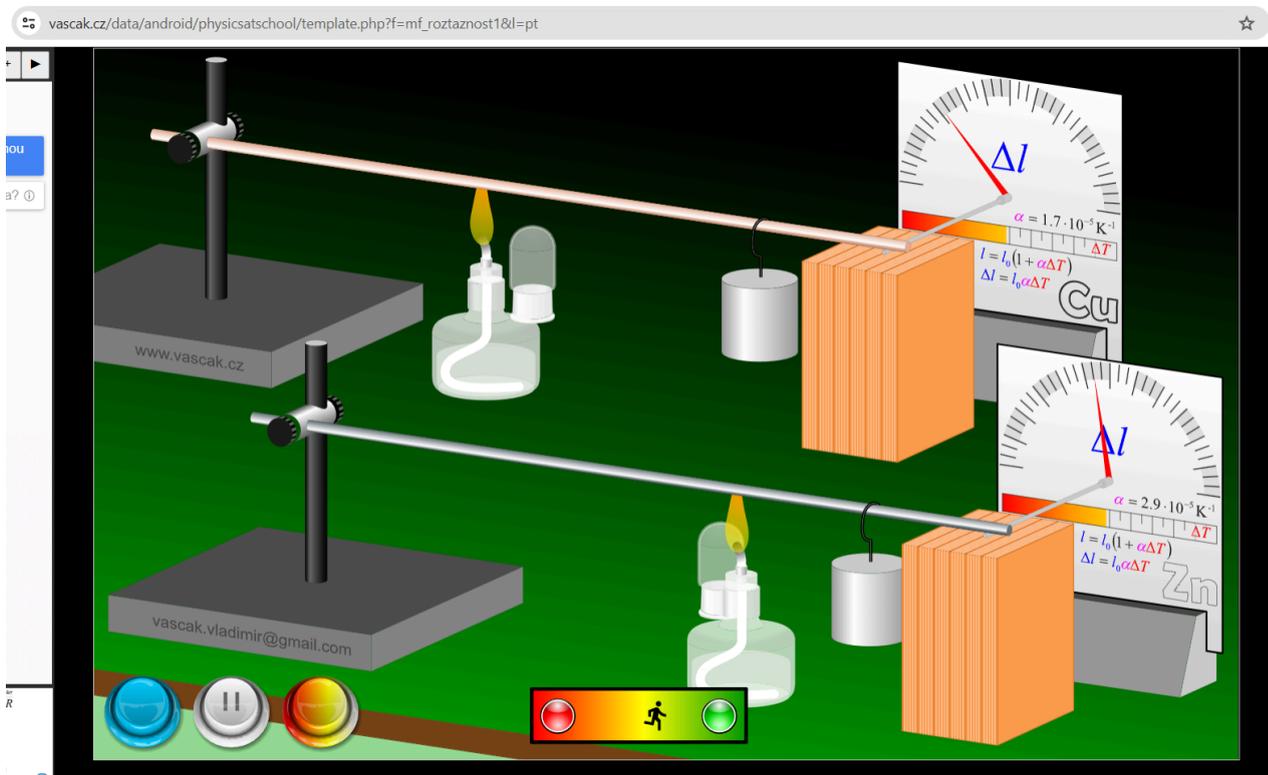


Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023)

Para esse experimento os alunos apresentaram uma maior dificuldade de visualizar a dilatação, pois com a demora no aquecimento do alumínio e algumas vezes queimando o papel sulfite, não alcançaram totalmente o objetivo final do experimento.

Após a execução dos experimentos sobre dilatação térmica, realizou-se a simulação, a imagem 11, a seguir, apresenta a tela do simulador demonstrando como se comporta a situação real acerca do conteúdo de dilatação térmica, para observar a dilatação do cobre e do alumínio, basta clicar no botão laranja e para resfriar as barras, no botão azul.

Imagem 11 - Página do experimento virtual sobre convecção térmica



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=mf_roztaznost1&l=pt

Em suma, durante a realização das práticas experimentais e simulações propostas, pode-se perceber que os alunos se encontravam com maior participação na sua realização, pois realizaram as atividades demonstrando interesse, fazendo perguntas de como ocorria o fenômeno, discutiam entre si os resultados obtidos com a experiência, e também teciam comentários se os resultados não ocorresse da mesma maneira como está descrito na teoria, o que está em consonância com o que afirma Araújo e Abid (2003, p.190), as práticas experimentais têm o poder de

Estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem e também, propicia a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência.

Os alunos foram os responsáveis por toda montagem (orientando-se pelo roteiro disponibilizado anteriormente) e análise dos experimentos, ressaltando a importância do que nos diz Oliveira (2010, p.150) “na atividade de investigação o

aluno deve projetar e identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de procedimentos automáticos para chegar a uma solução”, sendo de suma importância a orientação do professor durante o processo.

A partir das atividades propostas os estudantes se tornaram ativos no seu processo de aprendizagem, haja vista que para Silva (2016, p.31) a experimentação “tira o aluno do papel de sujeito passivo, que executa a experiência como se estivesse seguindo uma receita de bolo, possibilitando-o planejar, discutir, dentre outros fatores importantes, o que não se observa em uma abordagem tradicional”.

Além disso, conseguiram realizar ligação entre o conhecimento prévio adquirido e os experimentos e simulações realizados, corroborando com nossa vivência Leão e Goi (2021, p.331) esclarecem que para ocorrer um ensino por investigação que atinja o objetivo almejado, isto é, a aprendizagem, os conhecimentos prévios devem ter um papel importante, pois de acordo com os autores “são fundamentais na construção de novos significados, portanto pode-se admitir que diante de um novo conteúdo o aluno elabora uma representação, utilizando os conhecimentos prévios para atribuir a esse conteúdo algum grau de significado”.

Após a aplicação das atividades experimentais, os alunos ficaram questionando quando aconteceria novamente, pois essa prática inovadora para eles despertou muito interesse e engajamento, o que vêm em consonância com a colocação de Silva *et al* (2021, p.119) que são “favoráveis à motivação da aprendizagem dos alunos e a formação de conceitos pode despertar o interesse pela observação, investigação da natureza e até para a resolução de problemas”, ainda de acordo com o autor, “para que isso ocorra, o papel do professor é fundamental como agente motivador e mediador instigando o aluno na construção do conhecimento”. Nesta direção, a professora atuou como mediadora, deixando que a atividade de montagem até a execução dos experimentos fossem realizadas pelos próprios alunos.

Assim, verificar, na prática, como essas abordagens práticas são tão simples, podem transformar o aprendizado e engajar os estudantes se tornando extremamente gratificante, como foi a vivência aqui apresentada. A integração de experimentos práticos e simulações computacionais não apenas facilitou a compreensão de conceitos complexos, mas também despertou um entusiasmo perceptível entre os alunos, que se mostraram mais curiosos e participativos. A

interação direta com os fenômenos físicos, propiciada pelos experimentos, aliada à visualização detalhada proporcionada pelas simulações, ofereceu uma experiência de aprendizado mais rica e significativa.

4.3. Análise do questionário aplicado após a realização dos experimentos e simulações

Após as aulas práticas (experimentos e simulações) com os estudantes, optou-se por aplicar um questionário com perguntas objetivas e subjetivas para verificar sobre a percepção deles com a realização de experimentos e simulações nas aulas ministradas pela pesquisadora, com o intuito de comprovar o que foi analisado durante a observação dos alunos na realização das atividades práticas.

Esses questionários foram analisados de maneira quanti-qualitativa, confrontando com as análises realizadas durante as práticas experimentais e simulações.

Os alunos foram identificados por números, como algumas respostas se repetem, foi realizada a escolha de uma resposta que atenda a todas as outras.

Abaixo, na tabela 2, estão apresentados os dados obtidos do questionário aplicado após a realização dos experimentos e simulações.

Tabela 2 - Respostas ao questionário após da realização dos experimentos e simulações

QUESTIONÁRIO 2					
1 – As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela disciplina?	Muito Ruim	Ruim	Normal	Bom	Muito bom
	1	2	2	11	26
2 – A professora apresentou o conteúdo com clareza?	0	0	2	7	33
3 – A professor aliou o assunto à atividade experimental e de simulação?	0	0	5	8	29
4 – As aulas experimentais e de simulação despertaram seu interesse em aprender Física?	2	2	8	5	25
5 – Você acredita que a utilização do experimento e da simulação facilitam a aprendizagem de Física?	0	0	3	7	32
6 – Você gostou de estudar Física atravéspor meio das atividades experimentais e simulações?	0	0	1	5	36

Fonte: Adaptado de Autora (2023)

As respostas do questionário após a atividade prática, demonstraram que as aulas experimentais desempenharam um papel crucial no processo de

ensino-aprendizagem, especialmente em disciplinas que exigem compreensão prática, como as Ciências em geral. Pode-se perceber a enorme diferença entre as respostas, na questão 1 “As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela disciplina?” 62% dos alunos consideraram a experiência acima de boa. Esse dado sugere que a maioria dos alunos se sentiram mais envolvidos e motivados quando tiveram a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em situações práticas. A realização de experimentos pode tornar o aprendizado mais tangível e relevante, ajudando os alunos a consolidar conhecimentos de forma mais eficaz.

Além disso, 26% dos alunos avaliaram as aulas experimentais como boas, o que indica que, para uma parcela significativa, essas atividades ainda contribuem positivamente para o interesse pela disciplina. Somando esses três grupos, temos um total de 88% dos alunos que percebem as aulas experimentais de maneira favorável, o que destaca a importância dessas atividades no currículo educacional.

Entretanto, existem grupos menores que não compartilham a mesma visão, cerca de 4% dos alunos classificaram a experiência como normal ou ruim, e 2% a consideraram muito ruim. Esses dados não devem ser ignorados, pois podem apontar para possíveis áreas de melhoria. Pode-se questionar se esses alunos enfrentaram dificuldades específicas ou se as aulas não atenderam suas expectativas de maneira eficaz. Questões como a qualidade dos equipamentos, a clareza das instruções e o suporte da professora durante as atividades práticas podem ser fatores a serem investigados.

Considerando a predominância de avaliações positivas, conclui-se que, em geral, as aulas experimentais são uma ferramenta valiosa para despertar o interesse dos alunos pela disciplina. No entanto, é fundamental continuar aprimorando essas práticas para garantir que todos os alunos possam se beneficiar ao máximo dessas experiências. Ajustes baseados no feedback dos alunos - especialmente daqueles que não acharam as aulas satisfatórias - podem ajudar a criar um ambiente de aprendizagem ainda mais inclusivo e eficaz.

Para a questão 2 “A professora apresentou o conteúdo com clareza?” 78% dos alunos responderam que foi muito bom, 17% afirmaram que consideraram bom e 4% normal. O que apresenta que de modo geral, todos os alunos aprovaram.

A clareza do professor ao explicar os conteúdos e experimentos de Física é essencial para o aprendizado dos alunos. A Física muitas vezes lida com conceitos abstratos e fenômenos complexos, que podem ser difíceis de compreender sem

uma orientação adequada. Quando o professor é claro em suas explicações, ele facilita a compreensão dos princípios, tornando o aprendizado mais acessível e menos intimidador.

Além disso, uma explicação clara ajuda a evitar erros na execução dos experimentos, garantindo que os alunos sigam os passos corretos e obtenham resultados precisos. Isso não só reforça o conhecimento teórico, mas também desenvolve habilidades práticas e metodológicas importantes para qualquer cientista em formação.

A clareza também promove a confiança dos alunos. Quando eles entendem exatamente o que precisam fazer e porquê estão fazendo, sentem-se mais seguros para explorar e formular perguntas. Essa confiança é crucial para estimular a curiosidade e o interesse pela disciplina.

Com relação à questão 3 “O professor aliou o assunto à atividade experimental e simulação?” A análise dos dados fornecidos revela uma percepção majoritariamente positiva sobre a prática do professor em aliar o assunto abordado a atividades experimentais e simulações. Com 69% dos participantes afirmando que essa abordagem foi “muito boa”, percebe-se uma aprovação ampla dessa metodologia. Esse alto percentual sugere que tanto a escolha dos temas como a execução das atividades práticas e simulações foram eficazes em facilitar o aprendizado e engajar os estudantes.

Além disso, 19% dos respondentes classificam a prática como “boa”, esta parcela pode indicar que, apesar de alguns elementos podem ser aperfeiçoados, a estratégia do professor de integrar teoria e prática foi avaliada como eficaz e relevante para o processo educacional.

Finalmente, temos os 12% que acharam a abordagem “normal”. Esse grupo pode representar uma variedade de opiniões: desde aqueles que não viram valor adicional nas atividades experimentais e simulações até aqueles que esperavam uma aplicação ainda mais integrada e profunda desses recursos. Identificar as razões específicas dessa avaliação pode oferecer insights valiosos para ajustes e melhorias futuras.

Na pergunta 4 “As aulas experimentais e de simulação despertaram seu interesse em aprender Física?” revelou um cenário bastante positivo, com 60% dos participantes respondendo que a experiência foi “muito boa”. Este dado sugere que as práticas de ensino que envolvem experimentos e simulações têm um forte

impacto no envolvimento dos alunos com a Física. Esses métodos provavelmente tornam os conceitos abstratos mais tangíveis e acessíveis, facilitando a compreensão e despertando o interesse.

Adicionalmente, 12% indicaram que as aulas foram boas, reforçando ainda mais a percepção de que tais abordagens desse tipo são significativas. Isso indica que o ensino experimental e simulado não só é benéfico, mas também agradável, contribuindo para um aprendizado mais dinâmico e interativo.

No entanto, temos 20% dos alunos que classificaram a experiência como "normal". Este grupo pode representar aqueles que, embora não tenham se sentido particularmente impactados, também não foram negativamente influenciados. Para esses alunos, as aulas experimentais e de simulação talvez não tenham sido inovadoras ou envolventes o suficiente para destacar-se em sua experiência educacional.

Por fim, 8% dos alunos consideraram as aulas "ruins" ou "muito ruins". Esse percentual, embora pequeno, não deve ser ignorado. Ele sugere que há uma minoria para quem esses métodos não foram significativos, seja por falta de clareza na execução, ausência de recursos adequados, ou mesmo por uma predisposição pessoal para preferir métodos tradicionais de ensino.

Esses dados indicam que, apesar da alta taxa de aprovação, há espaço para melhorias. É essencial investigar os motivos pelos quais uma parte dos alunos não tiveram uma experiência positiva e buscar formas de tornar as aulas experimentais e de simulação mais inclusivas e eficazes para todos. Adaptar essas práticas para abordar diferentes estilos de aprendizado e garantir que todos possam se beneficiar pode aumentar ainda mais o interesse e a compreensão da Física entre os alunos. Pois de acordo com Santos e Dickman (2019, p.11)

Há experimentos simples em todas as áreas da Física, muitos deles com caráter lúdico, que podem transformar o ambiente de sala de aula, despertando o interesse dos alunos e motivando-os a aprender por meio de discussões a respeito do fenômeno apresentado.

Na questão 5 "Você acredita que a utilização do experimento e simulação facilitam a aprendizagem de Física?" 76% dos respondentes consideraram esse recurso "muito bom", 17% classificam como "bom" e apenas 7% avaliam como

"normal". Esses números destacam uma tendência positiva quanto ao impacto dessas ferramentas educacionais.

O uso de experimentos e simulações oferece várias vantagens que justificam a alta aprovação. Primeiramente, esses métodos permitem a visualização de conceitos abstratos de forma tangível. Muitas vezes, a Física lida com fenômenos que não são facilmente observáveis a "olho nu", por exemplo, as correntes de convecção. As simulações ajudam a materializar essas ideias, facilitando a compreensão.

Além disso, a possibilidade de manipulação direta nos experimentos incentiva o aprendizado ativo. Os alunos deixam de ser meros receptores de informação e passam a ser protagonistas no processo, podendo observar os efeitos de variáveis alteradas em tempo real. Esta interatividade não só reforça o aprendizado, mas também desperta maior interesse e curiosidade cientificamente, elementos essenciais para um engajamento duradouro.

No entanto, é importante considerar que 7% dos entrevistados acham esses métodos apenas "normais". Isso pode indicar uma resistência aos novos métodos ou uma preferência por abordagens tradicionais. Além disso, a eficácia de experimentos e simulações pode variar dependendo da qualidade do material utilizado e da competência dos educadores em integrar estas ferramentas de forma eficaz no plano de ensino.

Em síntese, a elevada aceitação das simulações e experimentos na aprendizagem de Física sugere que essas ferramentas são, de fato, significativas para a maioria dos estudantes. Contudo, estratégias diversificadas de ensino devem ser mantidas para atender a diferentes estilos de aprendizagem e maximizar o potencial educacional.

Corroborando como o que afirma Reis e Martins (2016, p. 463) "as atividades experimentais configuram-se como um recurso didático relevante a ser explorado no ensino da Física, pois podem promover o envolvimento dos alunos, auxiliando na compreensão dos conteúdos da Física, uma ciência experimental".

Já na questão 6 "Você gostou de estudar Física por meio das atividades experimentais e simulações?" 86% dos alunos afirmam que foi "muito bom" e 12% considerando "bom", é claro que a metodologia tem forte aprovação. Apenas 2% classificaram como "normal", o que indica que a abordagem experimental e simulada é amplamente vista como benéfica.

Uma das razões pelas quais os alunos tendem a gostar dessa metodologia é a possibilidade de visualizar conceitos abstratos de maneira prática e palpável. As atividades experimentais permitem uma interação direta com os fenômenos físicos, o que pode tornar o aprendizado mais significativo e memorável. Simulações, por sua vez, oferecem a oportunidade de explorar situações complexas ou perigosas de forma segura e controlada, enriquecendo a compreensão teórica com uma prática virtual.

Além disso, a abordagem experimental pode incentivar a curiosidade e o pensamento crítico. Quando os alunos conduzem experimentos, eles não apenas aprendem sobre os resultados, mas também sobre o processo científico em si. Isso inclui a formação de hipóteses, a condução de testes e a análise de dados – habilidades cruciais para qualquer campo científico.

Porém, é importante problematizar que, embora a maioria dos alunos tenha avaliado positivamente, nem todos tiveram a mesma experiência, 2% consideraram a metodologia como "normal".

A pergunta 7 foi subjetiva, solicitando que o aluno “Descreva qual foi a atividade que você mais gostou? Por quê?” abaixo serão apresentadas algumas respostas dos alunos.

“O experimento em que o calor do arame foi passado pelo fio e descolou as tachinhas presas pela vela; Porque deu para ver claramente o calor passando de tachinha em tachinha” (estudante 5).

“O da garrafa na água quente e depois na água fria, foi a que mais me chamou atenção, era a mais interessante” (estudante 10).

“Sobre as dilatações por meio da temperatura, por conta que os experimentos foram ótimos e bem explicativos” (estudante 26).

“A do balão que não estoura, pois achei divertida a atividade em relação à matéria” (estudante 31).

“Eu não tenho um favorito, gostei de todos” (estudante 38).

Todos foram muito interessantes” (estudante 42).

As respostas dos alunos à pergunta 7, que solicitava a descrição da atividade favorita, revelam variados interesses e experiências pedagógicas entre os

participantes da turma. Cada resposta oferece uma perspectiva individual que contribui para uma compreensão mais ampla de como os alunos se engajam com as atividades propostas e quais métodos se mostram mais eficazes na retenção e aplicabilidade do conhecimento.

A escolha dessas atividades destaca a importância de visualizações claras de conceitos científicos complexos, como a apresentada que tratou da transferência de calor, sugerindo que atividades práticas que permitem a visualização de processos abstratos podem ser extremamente eficazes para alguns alunos.

Essas respostas sublinham a importância de instruções bem elaboradas e demonstrações que ilustram eficazmente os conceitos aos alunos. A clareza nas explicações é crucial para a compreensão dos fenômenos científicos e pode tornar a aprendizagem mais significativa.

A diversão associada à aprendizagem pode aumentar o engajamento dos alunos, facilitando a assimilação de conceitos complexos de forma lúdica. Este feedback é um lembrete da importância de incluir elementos de diversão e surpresa nas atividades educacionais para manter o interesse dos alunos.

Neste sentido, as respostas dos alunos refletem uma diversidade de preferências e sugerem que uma combinação de clareza nas explicações, visualizações diretas dos fenômenos, diversão e variação de metodologias podem enriquecer a experiência educacional para diferentes tipos de aprendizes.

A questão 8, de natureza livre, os estudantes poderiam comentar livremente “Se houver, cite pontos positivos e negativos dos experimentos”, as respostas dos alunos foram as seguintes:

“São diversos pontos que têm a se falar a respeito disso, mais um dos positivos, é que os alunos adquirem mais conhecimento a respeito do assunto que está sendo tratado em aula. O que influencia de certa maneira a nossa vida acadêmica” (Estudante 2).

“Todos os experimentos eram bons, não eram perigosos e bem divertidos” (estudante 7).

“Ponto positivo: Com os experimentos, além de estimular mais o aprendizado, a visão que dá ao aluno é de que física pode ser algo fácil e divertido de se estudar” (estudante 15).

“Os pontos positivos são que foi muito legal e interessante, e é uma forma mais dinâmica de aprendizado” (estudante 16).

“De poder ver o experimento funcionando e ver que aquilo realmente acontece” (estudante 20).

“Puxa nossa atenção e nos deixa mais interessados pela matéria de física” (estudante 28).

“Auxilia no aprendizado e nos divertimos enquanto aprendemos” (estudante 35).

Deixa a aula mais dinâmica e facilita aprendizagem” (estudante 41).

Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, tanto estudantes quanto professores têm papéis ativos e colaborativos. Os professores atuam como facilitadores, guiando os alunos na formulação de perguntas, na busca de soluções e na reflexão crítica sobre os resultados. Esse modelo promove uma troca constante de ideias e conhecimentos, tornando o processo educacional dinâmico e interativo. Assim, a responsabilidade pelo aprendizado é compartilhada, incentivando os estudantes a se tornarem agentes ativos em sua própria educação.

Essa abordagem transforma os alunos de receptores passivos de informação em participantes ativos no processo de construção do conhecimento. Eles são incentivados a explorar, questionar e experimentar, desenvolvendo habilidades essenciais como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade e o espírito científico. Assim, ao serem desafiados a buscar respostas e a entender o mundo ao seu redor, os estudantes se tornam mais engajados e motivados, o que pode aumentar significativamente a retenção e a aplicação do conhecimento adquirido.

Contudo, para que a investigação seja verdadeiramente significativa, é crucial que as atividades estejam contextualizadas com o dia a dia dos alunos. Vimos também que relacionar os temas estudados com situações reais e cotidianas facilita a compreensão e torna o aprendizado mais relevante. Quando os alunos veem a aplicabilidade prática do que estão aprendendo, eles se sentem mais motivados a participar e a se aprofundar nos assuntos. Dessa forma, a contextualização não só enriquece a aprendizagem, mas também fortalece a conexão dos estudantes com o conhecimento, promovendo um ensino mais eficaz e sustentável.

Os experimentos e simulações desempenharam um papel crucial nas aulas, proporcionando uma aprendizagem prática e envolvente que significativamente

aumentou o engajamento dos estudantes. A aplicação de experimentos práticos e das simulações não apenas facilitou a compreensão dos conceitos físicos, mas também despertou o interesse dos alunos pela disciplina. Essa abordagem dinâmica torna a Física mais acessível e estimulante, ao transformar conceitos abstratos em experiências tangíveis. A prática diferenciada, promovida pelo uso de experimentos, destaca a importância de um ensino ativo e inovador, demonstrando como a metodologia prática pode tornar a aprendizagem mais significativa e despertar um interesse duradouro pela Ciência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo revelaram que a partir dos experimentos, os estudantes participantes demonstraram interesse crescente nas aulas e assim aprenderam os conceitos físicos envolvidos nas atividades de experimentação.

A utilização de experimentos de baixo custo e dos simuladores do software Vascak desempenharam papel fundamental no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem e na interação dos estudantes. Além disso, muitos deles conseguiram aplicar os conceitos discutidos em sala de aula em soluções escolares, e também em contextos residenciais, o que demonstra uma aprendizagem ativa e significativa.

Com base nos resultados deste estudo, a partir da experimentação desenvolvida, é possível afirmar que o uso de recursos tecnológicos pode, efetivamente, contribuir para a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem. A variedade de abordagens didático-pedagógicas oferecidas pela tecnologia amplia o acesso à informação e promove a construção do conhecimento criativo pelos estudantes.

Contudo, é preciso ressaltar a necessidade de mais estudos científicos que investiguem o ambiente escolar, aprofundando o impacto em diferentes faixas etárias e contextos educacionais. Estudos futuros poderiam explorar também como essas metodologias interativas influenciam o desenvolvimento de habilidades críticas, criativas e científicas, além de proporcionar um leque mais amplo de aplicações e melhorias no ensino de física.

Frente aos desafios do ensino de Ciências na Educação Básica é importante debater sobre diferentes abordagens para seu ensino, considerando qual proposta ou projeto melhor se adapta à aprendizagem nos diferentes contextos e se isso resultará em uma compreensão mais aprofundada dos conceitos. É necessário que essa aprendizagem seja significativa, fazendo conexão com a vida do aluno dentro e fora da escola.

Decorre disso, que os experimentos e simuladores didáticos emergem como ferramentas poderosas para alcançar os objetivos do ensino de Física, ganhando destaque em pesquisas recentes.

Acreditamos firmemente que a prática experimental, seja ela material ou virtual, é fundamental para o aprendizado de Ciências, especialmente em Física,

pois permite aos alunos conectar teoria e vida cotidiana de maneira prática e pedagógica.

Para aumentar o engajamento dos alunos, é essencial tornar os experimentos mais relevantes para sua realidade, incorporando recursos e instrumentos tecnológicos. Além disso, a linguagem utilizada em sala de aula deve ser adequada ao contexto do aluno, facilitando a construção de novos conceitos.

Portanto, é necessário fortalecer a relação entre os experimentos e as teorias de aprendizagem para garantir uma abordagem mais eficaz. Muitas pesquisas carecem dessa conexão, embora busquem promover a aprendizagem dos alunos sem uma compreensão clara do tipo de aprendizagem envolvida. Esperamos que este trabalho tenha destacado a importância dos experimentos didáticos no ensino de Física e seu potencial para facilitar a aprendizagem significativa dos alunos.

Portanto, entendemos que a pesquisa atingiu os objetivos propostos, ao investigar as contribuições da utilização de métodos experimentais e de simulação em aulas de Física na Educação Básica. Através de uma análise detalhada, foi possível observar que essas abordagens não só facilitam a compreensão dos conceitos teóricos pelos alunos, como também estimulam o interesse e a participação ativa nas atividades didáticas.

Os experimentos práticos permitiram aos estudantes visualizar e manipular fenômenos físicos, reforçando o aprendizado e promovendo uma aprendizagem mais significativa. Já as simulações trouxeram um ambiente seguro e controlado para explorar cenários complexos e abstratos, muitas vezes difíceis de reproduzir em laboratório. Esses métodos combinados demonstraram ser ferramentas pedagógicas eficazes, contribuindo para um ensino de Física mais dinâmico e envolvente, capaz de atender às necessidades educacionais contemporâneas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. **A evolução do ensino de Física no Brasil**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.1, n.02, p. 45-58, 1979

ARAÚJO, E. S. *et al.* O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v.12, n. 3, p. 1-25, 2021.

ARAÚJO, F. V.; NOBRE, F. A. S.; ANDRADE JUNIOR, J. A.; DANTAS, C. R. S. Uma Aplicação do Software Educacional PhET Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade. Informática na educação: teoria & prática. Porto Alegre, v. 18, n. 2, 2015.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução: Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune and Stratton. 1963.

BEHRENS, Marilda Aparecida. Reflexões sobre o Ensino e Aprendizagem de Física. In: BEHRENS, Marilda Aparecida (Org.). **O Ensino de Física em Debate**. São Paulo: Moderna, 2010. p. 19-44.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional. Lei nº 9.394**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

CAVALCANTI, Fernando F. **O uso das simulações computacionais no ensino da Física**. 2006.

CHIQUETTO, Marcos José. O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva. **Revista e-curriculum**, v. 7, n. 1, 2011.

DIOGO, Rodrigo Claudino; GOBARA, Shirley Takeco. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 17, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GASPAR, Alberto. **História da Física**. São Paulo: Moderna, 2014.

GOMES, F. C. S. *et al.* A importância do ensino experimental de Física no Ensino Médio: uma análise da realidade de uma escola da rede pública estadual de Teresina-PI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009.

GOMES, R. N.; SANTOS, W. L. P.; FERNANDES, M. C. Ensino de física no ensino médio: como avaliar o sucesso de uma metodologia alternativa. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 15, n. 3, p. 575-591, 2009.

GOUVEIA, M. S. F. (1992). **Cursos de ciências para professores de 1º grau: elementos para uma política de formação continuada**. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação – Metodologia de Ensino) - Universidade Estadual de Campinas.

LOPES, J. S.; SILVA, A. G. da S.; DE SOUZA, G. F. de S. Ensino de Física com uso de simuladores virtuais: potencial de utilização em sala de aula. **HOLOS**, [S. l.], v. 1, n. 39, 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14365>. Acesso em: 22 abr. 2023.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.1, p. 94-99. São Paulo: 2000.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: E.P.U., 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003.

NASCIMENTO, G. S. *et al.* A Contribuição dos Experimentos de Física no Ensino Médio: Uma Análise a Partir da Perspectiva dos Alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 2, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1106-11172011000200&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 18 abr. 2023.

NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Routledge (1998).

PELLIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, Curitiba, v.2, n.1, p. 39-42, jul.2001-jul.2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2023.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, p. 65-81, 2006.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* v.19, n.1, p.93-114, 2002.

ROSA, Cleci Werner da *et al.* O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2012.

SÁ, e. f. *et al.* As Características das atividades Investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso Especialização em Ensino de Ciências. 2007. Trabalho apresentado ao 7. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007. Disponível em < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf> > Acesso em 07 Set 2016

SANTOS, F. S.; DICKMAN, A. O ensino de Física na Educação Básica: reflexões a partir da experiência do PIBID. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 233-256, 2019.

SANTOS, L. C.; DICKMAN, L. S. Uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de física: uma revisão de literatura. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 215-229, 2019.

SOUZA, A. S.; CASTRO, N. C. As atividades experimentais no ensino de Física: uma revisão bibliográfica. **Revista Conexão Ciência**, v. 3, n. 1, 2018.

SOUZA, L. R. R.; CASTRO, N. D. O uso de recursos audiovisuais e experimentais no processo de ensino aprendizagem em física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 34-45, 2018.

STORI, A., HIGA, I. **Ensino-Aprendizagem da Lei de Faraday no Ensino Médio utilizando um software didático**. 2008.

TAHA, Hussein A. **Física 1: Mecânica**. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

UNESP. Experimentos de Física para o Ensino Fundamental com materiais do dia-a-dia. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/> Acesso em 01 de jun. de 2023.

YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F. Física para o ensino médio, vol. 2 : termologia, óptica, ondulatória. 4. ed. São Paulo : Saraiva, 2016.

CARVALHO, P. S.; OLIVEIRA, A. C. S. Uso de simulações computacionais em aulas de Física: um estudo sobre a sua influência no processo de aprendizagem dos estudantes com deficiência. #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 10, n. 1, 2021.

MIRANDA, R. M; BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de mecânica em um curso de licenciatura em Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 9, 2004, Jaboticatubas, MG. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po51-35.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2024.

APÊNDICE

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO: Antes da atividade prática

Prezados Discente,

Agradecemos a colaboração em responder esse questionário, peço que leia com atenção e responda de forma séria e sincera, não é necessário se identificar.

1. Física como disciplina é:
- () Muito Fácil;
 - () Fácil;
 - () Difícil;
 - () Muito Difícil.

1033482240. Qual sua dificuldade nas aulas de Física?

- () Cálculos matemáticos;
- () Teoria;
- () Interpretação;
- () Cálculos e Interpretação;
- () Fórmulas.

1033482400. Você consegue fazer ligação da Física ensinada na escola com o seu cotidiano?

- () Sim. Cite exemplos:

- () Não.

1033482480. Assuntos abordados em sala de aula:

Agradáveis () Sim ou () Não;

Despertam curiosidade () Sim ou () Não;

Motivam nos estudos () Sim ou () Não.

1033482560. Uso de Experimentos nas aulas de Física:

() Muito;

() Razoavelmente;

() Pouco;

() Não são usados.

1033483120. Uso de recursos Audiovisuais nas aulas de Física:

() Muito;

() Razoavelmente;

() Pouco;

() Não são usados.

APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO: Pós atividade prática

Prezados Discente,

Agradecemos a colaboração em responder esse questionário, peço que leia com atenção e responda de forma séria e sincera, não é necessário se identificar.

Sexo: () Masculino () Feminino

Para as respostas use escala de 1 a 5:

1 – Muito ruim

2 – Ruim

3 – Normal

4 – Bom

5 – Muito bom

1) As aulas experimentais e de simulação estimularam o seu interesse pela matéria?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

2) O professor apresentou o conteúdo com clareza?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

3) O professor aliou o assunto à atividade experimental e de simulação?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

4) As aulas experimentais e de simulação despertaram seu interesse em aprender física?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

5) Você acredita que a utilização do experimento e da simulação facilita a aprendizagem de Física?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

6) Você gostou de estudar Física por meio das atividades experimentais e de simulação?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

7). Descreva qual foi a atividade que você mais gostou? Por quê?

8) Se houver, cite os pontos positivos e os negativos dos experimentos.

9) Há algum outro conteúdo de Física que você gostaria de ver apresentado pelo método experimental ou de simulação? Especifique.

APÊNDICE III - DECLARAÇÃO DO (A) PESQUISADOR (A) RESPONSÁVEL

Eu, Kizzy Freitas Moreira Saraiva, declaro, abaixo assinado, pesquisadora, responsável envolvida no projeto intitulado: **A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: uma abordagem prática para o ensino de calorimetria e termometria**, declaro estar ciente de todos os detalhes inerentes à pesquisa e **COMPROMETO-ME** a acompanhar todo o processo, prezando pela ética tal qual expresso na Resolução do Conselho Nacional de Saúde – CNS nº 466/12 e suas complementares, assim como atender os requisitos da Norma Operacional da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP nº 001/13, especialmente no que se refere à integridade e proteção dos participantes da pesquisa. **COMPROMETO-ME** também a anexar os resultados da pesquisa na Plataforma Brasil, garantindo o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais. Por fim, **ASSEGURO** que os benefícios resultantes do projeto retornarão aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa.

Palmas-TO, _____ de _____ de 2023.

Informações da pesquisadora:

Nome: Kizzy Freitas Moreira Saraiva

Tel: (63) 98435-7390

E-mail: kizzy.saraiva@mail.uft.edu.br

Formação: Licenciatura em Física e Matemática.

APÊNDICE IV - Termo de Anuência

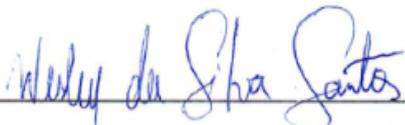
TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Declaro para os devidos fins, que a pesquisadora KIZZY FREITAS MOREIRA SARAIVA, portadora do RG nº 11372131, CPF 03349680119, matrícula nº 2022238081, vinculada ao Programa de Mestrado de Ensino em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Tocantins, UFT-TO, está autorizada a realizar aulas utilizando experimentos e simuladores e aplicar questionários com as turmas de 9º ano (A e B) do COLÉGIO BATISTA DE PALMAS, com a finalidade de realizar a pesquisa **“A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: uma abordagem prática para o ensino de calorimetria e termometria”**.

Outrossim, tenho conhecimento da pesquisa a ser realizada e fui, previamente, informado(a) de como serão utilizados os dados colhidos nesta instituição, bem como de que os participantes do estudo também terão acesso às informações, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Ressalto que a instituição onde será realizada a pesquisa, possui infraestrutura necessária e apta ao desenvolvimento da pesquisa e para atender eventuais problemas dela resultantes.

Palmas — TO, 08 de agosto de 2023



Wesley Santos
Diretor Geral
Colégio Batista de Palmas

Wesley da Silva Santos
Diretor Geral

APÊNDICE V - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Responsável)

Prezados responsáveis,

Eu, Kizzy Freitas Moreira Saraiva, professora de Física do Colégio Batista de Palmas, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da UFT, gostaria de informar que as turmas de 9º ano do Ensino Fundamental (A e B) do **Colégio Batista de Palmas (CBP)** irão participar de uma pesquisa intitulada: **“A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: uma abordagem prática para o ensino de calorimetria e termometria”**. O (ALUNO) está sendo convidado a participar de forma voluntária da referida pesquisa, em que se pretende realizar experimentos e simulações na disciplina de Física. A pesquisa tem o objetivo de investigar a utilização de métodos experimentais e de simulação em aulas de Física no Ensino Básico e sua contribuição para a aprendizagem dos alunos.

No decorrer da realização desta pesquisa, será aplicado um questionário. Após a realização dos experimentos. Os nomes dos alunos não serão mencionados de forma alguma na pesquisa, nos materiais que forem gerados dela e a nenhuma outra pessoa, a não ser os pesquisadores e os responsáveis pelos alunos quando solicitarem. Serão utilizados somente os resultados dos questionários obtidos durante a realização da pesquisa.

Ao permitir a participação na pesquisa, não haverá nenhum custo financeiro, e nem haverá quaisquer vantagens financeiras. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para permitir ou recusar-se a permitir. Poderá retirar seu consentimento a qualquer momento. O seu consentimento é voluntário e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pela pesquisadora. A pesquisadora tratará da identidade do aluno com padrões profissionais de sigilo. Ele não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Este estudo apresenta dano mínimo, isto é, o mesmo dano existente em atividades rotineiras como conversar, emitir opinião, ler etc.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de aproximadamente cinco anos e, após esse período, serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias: uma cópia será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, (**NOME DO RESPONSÁVEL**), portador(a) do documento de identidade (**NÚMERO**), fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. Declaro que concordo em permitir a utilização dos dados coletados por meio dos questionários do aluno(a) (**NOME DO ALUNO(A)**) para esse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Palmas, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE VI - Termo de Compromisso Livre e Esclarecida-TCLE (Participante)

Prezado participante,

Eu, Kizzy Freitas Moreira Saraiva, professora de Física do Colégio Batista de Palmas, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da UFT, gostaria de informar que as turmas dos 9º anos do ensino Fundamental (9º A e B) do Colégio Batista de Palmas participarão de uma pesquisa intitulada: **“A relevância dos experimentos e simuladores no ensino de Física: uma abordagem prática para o ensino de calorimetria e termometria”**. O (ALUNO) está sendo convidado a participar de forma voluntária da referida pesquisa, que tem o objetivo de: **investigar a utilização de métodos experimentais e de simulação em aulas de Física no Ensino Básico e sua contribuição para a aprendizagem dos alunos**.

No decorrer da realização desta pesquisa, será aplicado um questionário. Após a coleta dos dados, os nomes dos alunos não serão mencionados de forma alguma na pesquisa, nos materiais que forem gerados dela e a nenhuma outra pessoa a não ser os pesquisadores e você, se vier a solicitar. Serão utilizados somente os resultados dos questionários obtidos durante a realização da pesquisa.

Ao aceitar participar da pesquisa, não haverá nenhum custo financeiro, e nem vantagens financeiras. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre a recusar-se a permitir. Você tem o direito de desistir se assim o quiser. O seu consentimento é voluntário e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador.

A pesquisadora irá tratar a identidade do aluno com padrões profissionais de sigilo. O aluno não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Este estudo apresenta dano mínimo, isto é, o mesmo dano existente em atividades rotineiras como conversar, ler, etc.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável, por um período de aproximadamente 5 anos, e após esse período serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, e uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, **(NOME DO PARTICIPANTE)**, portador(a) do documento de identidade **(NÚMERO)**, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. Declaro que concordo em participar da coleta dos dados por meio dos questionários para esse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Palmas, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador