



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO EM CIÊNCIA E SAÚDE
MESTRADO ACADÊMICO

ELISÂNGELA GONÇALVES TAVEIRA

**O SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE NO ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO DE
CASO SOBRE O CIRCUITO ELÉTRICO**

PALMAS/TO

2024

ELISÂNGELA GONÇALVES TAVEIRA

**O SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE NO ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO DE
CASO SOBRE O CIRCUITO ELÉTRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Tocantins – PPGECs/UFT, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino em Ciências e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Janeisi de Lima Meira

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Wanderley de Oliveira

PALMAS/TO

2024

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

T232s Taveira, Elisângela Gonçalves.
O sistema tutorial inteligente no ensino da física: um estudo de caso sobre o circuito elétrico. / Elisângela Gonçalves Taveira. – Palmas, TO, 2024.
82 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

Coorientador: Antônio Wanderley de Oliveira

1. Ensino de Física. 2. Experimentação em circuitos elétricos. 3. Simulador
PHET. 4. Sistema Tutorial Inteligente. 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).

**O SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE NO ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO DE
CASO SOBRE O CIRCUITO ELÉTRICO**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas - TO, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino em Ciência e Saúde e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela banca examinadora.

Aprovado em: _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Janeisi de Lima Meira (Orientador)
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Prof. Dr. Antônio Wanderley de Oliveira (Co-orientador)
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Profa. Dra. Lisiane Costa Claro (Membro Interno)
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Prof. Dr. Weimar Silva Castilho (Membro Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins (IFTO)

Dedico este trabalho a Deus, reconhecendo Sua constante presença como meu apoio, meu guia, até aqui e minha fonte de força quando acreditava que não poderia continuar. Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, meu amigo Evaldo e ao meu filho Enzo, cuja crença inabalável para este trabalho e apoio incondicionais foram fundamentais. Agradeço a todos que estiveram ao meu lado nesta jornada, contribuindo direta ou indiretamente para esta conquista acadêmica.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a beleza libertadora do intelecto para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”

(Albert Einstein, 1933)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida.

À minha família, que sempre esteve presente. Por eu ser hoje o reflexo do amor e esforço dos meus pais, a razão de eu ser e de existir: Antônio e Maria, meu amigo Evaldo e meu filho Enzo pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Aos meus irmãos Alexandra Gonçalves Taveira, Luiz Fernandes Gonçalves Taveira, Luciley Gonçalves Taveira e Rosângela Gonçalves Taveira pela amizade e atenção dedicadas quando sempre precisei.

Ao meu professor orientador Prof. Dr. Janeisi de Meira Lima e co-orientador Prof. Dr. Antônio Wanderley de Oliveira pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

A todos os meus amigos do curso durante a pós-graduação, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com espírito colaborativo.

Também quero agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Saúde (PPGECS), e ao seu corpo docente, que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

A Secretaria de Educação do Tocantins (SEDUC-TO) e ao Colégio Estadual Professora Joana Batista Cordeiro (Jovem em Ação), que permitiram a realização deste trabalho.

RESUMO

A experimentação pode ser um dos caminhos que proporciona os alicerces para a motivação e o interesse na disciplina de Física, de modo a influenciar positivamente a aprendizagem. Por este fato, é importante ser praticada e desenvolvida nas escolas. Este estudo objetiva demonstrar a melhoria do processo de aprendizagem por meio de práticas de experimentação em circuitos elétricos no contexto das aulas práticas de Física, por meio do Sistema Tutorial Inteligente (STI) e o Physics Education Technology Project (PHET). O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública do município de Arraias, Tocantins, em duas turmas das 3^a séries (33:01 e 33:02) com o total de 26 estudantes do Ensino Médio da disciplina de Física, no laboratório de informática e em sala de aula. Foram realizadas demonstrações de experimentos alternativos (maquete), com o Simulador PhET, e também por meio de questionários que foram aplicados antes e após a demonstração experimental. A coleta de dados favoreceu uma análise dos conhecimentos prévios dos estudantes assim como a formação de novas opiniões e contribuição no ensino aprendizagem. Os experimentos provocaram nos estudantes o desenvolvimento da capacidade de ver, de deslumbrar-se diante do mundo, de fazer perguntas e de pensar, ao fazer com que as atividades experimentais se configurem não como um “objeto” de ensino, mas como parte integrante da construção do conhecimento.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Simulador PHET. Sistema Tutorial Inteligente.

ABSTRACT

Experimentation can be one of the paths that provides the foundation for motivation and interest in the Physics subject, in order to positively influence learning. For this reason, it is important to be practiced and developed in schools. This study aims to demonstrate the improvement of the learning process through experimental practices in electrical circuits in the context of practical Physics classes, through the Intelligent Tutorial System (ITS) and the Physics Education Technology Project (PETP). The work was developed in a public school in the city of Arraias, Tocantins, in two classes from the 3rd grades (33:01 and 33:02) with a total of 26 high school students studying Physics, in the computer laboratory and in classroom. Demonstrations of alternative experiments (model) were carried out with the PETP Simulator, and also through questionnaires that were administered before and after the experimental demonstration. Data collection favored an analysis of students' prior knowledge as well as the formation of new opinions and contributions to teaching and learning. Experiments provoke in the student the development of the ability to see, to wonder at the world, to ask questions and to think, by making experimental activities configured not as an “object” of teaching, but as an integral part of the construction of knowledge.

Keywords: Physics Teaching. PHET simulator. Intelligent Tutorial System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sequência das ações de intervenção	40
Figura 2: Circuito elétrico com duas lâmpadas	43
Figura 3: Circuito elétrico com duas lâmpadas em paralelo	44
Figura 4: Maquetes produzidas em sala de aula pelos estudantes	45
Figura 5: Simulação do Circuito em série e em paralelo no SIT	46
Figura 6: Tela de Montagem do Simulador PHET	47
Figura 7: Fachada do Colégio Prof. ^a Joana B. Cordeiro	49
Figura 8: Fachada Lateral do Colégio Prof. ^a Joana B. Cordeiro	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Questionário 1	52
Quadro 2: Questionário 2	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRIC	-	Associação Brasileira de Incentivo à Ciência
AVA	-	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BNCC	-	Base Nacional Curricular Comum
CEP	-	Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP	-	Norma Operacional da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
JBC	-	Colégio Estadual Prof. ^a Joana Batista Cordeiro
EJA	-	Educação de Jovens e Adultos
FGTS	-	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
MEI	-	Microempreendedor Individual
MNPEF	-	Mestrado em Profissional em Física
PCN+	-	Planos Curriculares Nacionais
PHET	-	Simulador Physics Education Technology Project
PPGES	-	Programa de Pós-graduação em Ensino e Saúde
PPP	-	Projeto político pedagógico da escola
PROUNI	-	Programa Universidade para Todos
PUC/GO	-	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
SEDUC-TO	-	Secretaria de Educação do Tocantins
STI	-	Sistema Tutorial Inteligente
TALE	-	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	-	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC's	-	Tecnologias da Informação e Comunicação
TSI	-	Tecnologias da Sociedade da Informação
UFG	-	Universidade Federal de Goiás
UFT	-	Universidade Federal do Tocantins
UNITINS	-	Universidade Estadual do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Memorial	17
1.2 Problema de pesquisa	21
1.3 Objetivos da pesquisa	21
<i>1.3.1 Objetivo Geral</i>	21
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	22
2 DIÁLOGOS TEÓRICOS	23
2.1 Ensino de Física por meio de experimentação	24
2.2 Sistema Tutorial Inteligente	27
2.3 Simulador PHET no Ensino de Física	32
3 PERCURSO METODOLÓGICO	35
3.1 Caracterização da Pesquisa	35
3.2 Critérios de inclusão e exclusão	38
3.3 Procedimento de Coleta de Dados	38
3.4 Roteiro de execução	40
<i>3.4.1 Etapas de aplicação</i>	40
<i>3.4.2 Aula prática: Criando e Montando um Circuito Elétrico</i>	42
3.5 Contexto da Pesquisa	48
4 DA ANÁLISE E DOS RESULTADOS	52
4.1 Análise do Questionário aplicado antes da realização dos experimentos	52
4.2 Análise do Questionário aplicado após a realização dos experimentos	54
4.3 Divulgação dos resultados	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE I	65

APÊNDICE II	
66	
APÊNDICE III	68
APÊNDICE IV	70
APÊNDICE V	
72	
APÊNDICE VI	74
APÊNDICE VII	
75	
APÊNDICE VIII	77
ANEXO I	
78	
ANEXO II	80

1 INTRODUÇÃO

A pandemia da Covid-19, ocasionou a necessidade do Ensino Remoto Emergencial, devido ao isolamento físico necessário para evitar a transmissão do vírus, o que permitiu o emprego crescente de recursos digitais no contexto educacional, tendo sido amplamente explorado por diversas instituições, incluindo o ambiente escolar para professores e estudantes. Nesse contexto, um dos recursos que se destaca é o Sistema Tutorial Inteligente (STI), que oferece ferramentas pedagógicas capazes de otimizar o processo de ensino e aprendizagem de forma significativa.

Ramos (2018) aborda a autonomia na aprendizagem sob uma perspectiva construtivista, ao enfatizar a formação de competências para o protagonismo social. Este enfoque promove uma compreensão profunda da temática.

Entre as ações pedagógicas atuais, faz-se o uso de recursos computacionais que devem estar em consonâncias com os objetivos de formação escolar e que possibilitem o desenvolvimento do sujeito aprendente, principalmente no apoio aos avanços cognitivos (Ramos, 2018. p 3).

Conforme Ramos (2018), é importante considerarmos os recursos computacionais como ferramentas eficientes no que se refere ao processo de ensino e aprendizagem. Este pensamento do autor parece ser motivador, especialmente, pelo avanço desta máquina no meio social, tornando-a de fundamental importância às práticas humanas.

Frente a isso, a simulação de situações de estudos emergem como uma estratégia eficaz no ensino de ciências, como destacado por Bosko e Guillich (2018). Esta abordagem estimula o estudante de forma objetiva, promovendo um aprendizado mais aprofundado e envolvente.

O aumento do uso de recursos digitais evidencia a disseminação expandida das comunicações online e do uso generalizado de computadores. No entanto, a eficácia dos desdobramentos do uso tecnológico quanto ao ensino e à aprendizagem ainda carece de rigorosa investigação científica. Além disso, é importante notar as incertezas que permeiam as mentes dos gestores públicos em relação à integração destes recursos na pedagogia, uma perspectiva alinhada com a visão de Silveira (2019).

Bancos, grandes empresas e instituições disponibilizam acesso e serviços digitais os quais facilitam a vida da população. Mesmo assim, de forma conservadora, as instituições educacionais vivem uma dupla realidade, na qual a grande maioria dos estudantes em escolas públicas é excluída dos recursos tecnológicos devido às políticas públicas insuficientes e a realidade precária de infraestrutura física das escolas públicas estaduais e municipais (Silveira, 2019, p. 207).

Dessa forma, o pensamento de Silveira (2019) retoma o papel da tecnologia enquanto recurso mediador das práticas sociais. Isso porque a existência de aplicativos de tecnologia móvel parecem estar difundidos em todos os contextos sociais. Em outras palavras, a tecnologia como ferramenta de impulsão do processo de evolução da humanidade tornou-se legítimo em virtude de todos os aspectos observados no decorrer do tempo. A evolução da tecnologia, mudou os modos de viver e conviver, na sociedade e obrigou-nos a compreender que o papel do professor não dista desta tecnologia. A evolução tecnológica promove modificações, de tempos em tempos, não apenas para suprir a demanda de novos produtos a serem consumidos pelos mais variados grupos sociais, mas também explicitar a necessidade de a educação estar acompanhado todo esse processo frenético e diverso. Dessa forma, é necessário compreender a tecnologia como um recurso pedagógico que deve ser utilizado para o desenvolvimento de habilidades e competências do estudante, o que vai ajudá-lo a compreender o mundo fora dos muros escolares (Brasil, 2017).

É possível inserir nestas discussões o uso do smartphone no contexto escolar, isso porque ainda existe um grande número de estudantes que não sabem manusear as ferramentas da tecnologia móvel em decorrência de desdobramentos da falta de políticas públicas ou mesmo ineficientes que não favorecem a sua mobilização, nem em casa, nem em parte das escolas públicas no país. Limitando, inclusive, o (quase) uso coletivo. Evidentemente, não ignoramos a adesão de grande parte dos jovens ao mundo digital. Todavia, estamos considerando aqui aquela parcela desprovida desses recursos, a qual costuma aparecer frequentemente no contexto de coleta dos dados desta pesquisa.

Oliveira e Kalhil (2019) em seus estudos afirmam que o emprego de simuladores é viável em todas as disciplinas, mas requer uma formação para os docentes para que o uso seja o mais adequado. Para os autores, é necessário que a formação do docente de hoje seja questionadora e esteja distante do ideal positivista da Ciência consagrada nos séculos anteriores. Para isso, entendendo que o uso de simuladores seja uma possibilidade de modernização do ensino de Física, considerando-a um componente curricular dinâmico e interdisciplinar. Somado a isso, o uso desse tipo de recurso é menor em comparação aos laboratórios físicos, que demandam um investimento financeiro maior.

O uso de simuladores transcende limitações e se adapta a diversas áreas do conhecimento e permite englobar uma variedade de disciplinas escolares. Esses ambientes controlados desempenham um papel fundamental na prevenção de acidentes durante experimentos, eliminando a barreira do receio e estimulando a curiosidade dos estudantes.

A simulação é uma estratégia pedagógica que permite a aproximação de conceitos abstratos usando simulações, de modo a proporcionar uma experiência. Isso é particularmente relevante para o ensino de Física, uma ciência que lida com fenômenos naturais muitas vezes imperceptíveis e intangíveis.

Frente a este contexto inovador e que busca articular com situações do cotidiano dos estudantes, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a melhoria do processo de aprendizagem por meio de práticas de experimentação em circuitos elétricos no contexto das aulas práticas de Física, por meio do Sistema Tutorial Inteligente (STI) e o Physics Education Technology Project (PhET), a fim de melhorar a aprendizagem, promovendo a conexão entre teoria e vida cotidiana. A base experimental consiste no desenvolvimento de uma sequência didática, que contou com os recursos didáticos de uma tábua de madeira e o simulador escolhido foi o Simulador PHET Colorado, desenvolvido e fornecido pela Universidade do Colorado, nos Estados Unidos. Os estudantes serão os protagonistas do próprio aprendizado, desempenhando o papel central, enquanto o professor atuará como mediador e facilitador do processo pedagógico.

Estamos entendendo sequência didática a partir das colaborações de Zabala (1998), ao problematizar os materiais didáticos como ferramentas atuantes na prática educativa. De acordo com o autor, a sequência didática é um procedimento linear de atividades que, de maneira organizada e sistematizada, pode trabalhar um determinado assunto. Portanto, é necessário levar em consideração a sequencialização das atividades propostas, de modo a entender que esta organização é fundamental para o entendimento do conteúdo.

Essa abordagem, ao combinar a tecnologia de simulação avançada com a participação ativa dos estudantes, transformou o processo de aprendizagem em um ambiente altamente interativo e educacionalmente enriquecedor. Isso, por sua vez, gerou ganhos positivos ao processo de ensino e de aprendizagem de Física, tornando-a um componente curricular mais próximo da realidade dos estudantes.

Neste contexto, esta pesquisa avalia o desempenho de duas turmas da terceira série do ensino médio em atividades experimentais relacionadas a circuitos elétricos em série e paralelo. Para o desenvolvimento das atividades, utilizamos maquetes, empregando uma fonte de tensão contínua, tais como pilhas, baterias e carregadores de celular, além de pequenas lâmpadas como componentes. Investigamos se a aplicação de recursos didático-pedagógicos fornecidos pelo STI tem um impacto positivo no aprimoramento do processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes da educação básica. O estudo em questão foi desenvolvido no

Colégio Estadual de tempo integral Professora Joana Batista Cordeiro, situado no município de Arraias, Tocantins.

Almejamos aprimorar práticas pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem de Física, considerando a complexidade e abstração inicial dos conceitos envolvidos. Por meio de experimentos utilizando o Simulador PHET Colorado e seguindo as etapas sugeridas, buscamos promover a motivação e interação dos estudantes, ao mesmo tempo em que eles desenvolvessem uma sólida compreensão de conceitos relacionados a circuitos elétricos.

Com base no exposto, este trabalho propõe uma experiência que integra componentes reais e virtuais, ao permitir aos estudantes assimilar o conteúdo de circuito elétrico e circuitos paralelos, em complemento às aulas teóricas expositivas a partir da elaboração de maquetes, realizados experimentos práticos e oferecidas aulas virtuais utilizando o simulador PHET Colorado, disponível no âmbito do STI.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos estrategicamente delineadas para uma compreensão aprofundada do tema. No primeiro capítulo, abordamos a introdução e apresentamos os objetivos do estudo. O segundo capítulo apresentará um roteiro abrangente para a constituição e elaboração dos protocolos de pesquisa, incluindo o levantamento de dados e os critérios de inclusão ou exclusão. Além disso, analisamos e selecionamos metodologias adequadas à proposta apresentada. O terceiro capítulo se concentra nas bases literárias, permitindo-nos compreender como a experimentação nas aulas de Física pode impactar no aprendizado de estudantes do Ensino Médio, além dos prós e contras do uso de tecnologias da informação como ferramenta pedagógica. No quarto capítulo, conduzimos discussões aprofundadas e análises dos dados coletados ao longo das aulas com experimentações oferecidas aos estudantes das terceiras séries do Ensino Médio no Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro, localizada em Arraias, Tocantins. Finalmente, no quinto capítulo, destacamos as considerações finais, enfatizando as valiosas contribuições desta pesquisa para o campo acadêmico e a educação.

1.1 Memorial

Nesta seção, será apresentado o percurso memorialístico da pesquisadora, autora deste trabalho. Para tanto, vamos pedir licença ao leitor para discorrer os seguintes parágrafos na primeira pessoa do singular, com o objetivo de aproximar leitor e autora da pesquisa aqui apresentada, considerando também que são relatos pessoais e intransferíveis da vida da pesquisadora.

Nasci no município de Arraias, Estado do Tocantins, em uma fazenda chamada “Alto Alegre”, em 02 de março de 1979. Sou a segunda filha entre o total de 05 irmãos. Morei por lá durante 02 anos, juntamente com meus pais Antônio Gonçalves Taveira e Maria Tavares Taveira, ambos lavradores com ensino fundamental incompleto. Minha irmã mais velha, Alexandra Gonçalves Taveira, e eu fomos tentar a vida em outra fazenda, chamada “Barra”.

Nos anos 1980, fomos para a fazenda “Dedo Cortado”, onde nasceram os meus outros três irmãos, Luiz Fernandes Gonçalves Taveira, Luciley Gonçalves Taveira e Rosângela Gonçalves Taveira. Nesta fazenda, meus pais vivem até hoje, o que já faz 42 anos.

Como viviam em situações precárias e não tinha escola na fazenda, meus pais levaram a Alexandra, o Luiz e eu para morar na cidade em casa de parentes e amigos, na cidade de Arraias, no Tocantins. Eu já tinha completado 7 anos, no ano de 1986, quando fui morar na casa da minha tia Lucina, irmã do meu pai. Ela tinha duas filhas gêmeas e precisava de uma pessoa para cuidar das crianças. Na verdade, *uma criança cuidando de outras*. Na minha tia, limpava a casa, lavava as fraldas, cuidava das crianças e estudava no período da tarde.

Estudava à tarde, porque minha tia era educadora pedagógica dos anos iniciais no período noturno na mesma escola em que eu estudava. Ainda, no primeiro ano do ensino fundamental, a professora de Artes pediu para pintar com a mão direita. Como sou canhota, eu tive que aprender a escrever e a desenhar com a mão direita, porque a professora era muito rígida e a mesma não atentou às minhas limitações. Eu chorava bastante em razão dessa situação, o que me levava a não escrever direito, porém, com o tempo, fui conseguindo me adaptar aquela realidade.

Estudei o ensino fundamental e médio em escolas públicas. Tinha dificuldade na disciplina de Língua Portuguesa, tanto que reprovei no sétimo ano, pela falta de apenas um décimo. Naquele tempo, não havia incentivo à leitura e, conseqüentemente, o interesse pela mesma.

Terminei o ensino médio em 1998 no Colégio Estadual Professora Joana Batista Cordeiro (JBC), no município de Arraias. No mesmo ano, prestei vestibular na Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), também em Arraias, para o curso de Licenciatura em Matemática. Após ser aprovada, comecei o curso em 1999, o tendo frequentado por alguns meses. A matrícula custava R\$50,00, sendo que o salário mínimo, naquela época, era de R\$136,00. Nesta ocasião, fazia trabalhos domésticos para ter alguma renda para me manter. Por motivos financeiros, não consegui dar continuidade aos estudos naquela época.

Continuava morando com minha tia, mas trabalhava em supermercados, fazia faxinas nos fins de semana e estudava à noite, já que meu sonho era fazer Licenciatura em Física e descobrir os fenômenos relacionados aos raios e trovões. Consegui, aos poucos, juntar dinheiro e, com isso, fui morar em Goiânia, no Estado de Goiás. Chegando lá, antes de fazer um novo vestibular, frequentei um curso técnico em Radiologia, no Colégio Oswaldo Cruz, pelo período de 1 ano e 8 meses quando terminei. Este curso foi muito importante para que eu pudesse entender meu gosto pelas Ciências da Saúde, porém ainda de maneira bastante embrionária.

Vi que não ia poder trabalhar e estudar em tempo integral, já que esta era a forma de oferta do curso de Graduação em Física na Universidade Federal de Goiás (UFG). Minha realidade financeira não me permitia pagar aluguel e as demais despesas sem que estivesse trabalhando. Então, fui prestar vestibular na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO) para Licenciatura em Física para pleitear uma vaga pelo “Programa Universidade para Todos” PROUNI, do governo federal e, graças a Deus, consegui. Durante o meu tempo como acadêmica, trabalhei em lojas, shopping e em escolas por contrato temporário.

Minha graduação foi de 2006 a 2012. Neste período, tive aulas práticas, as quais fizeram todo o diferencial na minha formação inicial. Por intermédio do curso de Física, tive condições de entender coisas para além do ensino médio, como por exemplo “quem chega primeiro o raio ou o trovão?”. Esta era uma dúvida que eu tinha desde criança, tendo conseguido descobrir na faculdade enquanto estudava “Fundamentos da Física”, de Halliday, Walker e Resnick, que muito me ajudaram durante todo o curso.

A minha formação inicial foi decisiva para o meu auto-entendimento como profissional. Foi neste período que descobri que nasci para a docência e que ensinar Física era uma paixão. Além disso, sempre me senti atraída pelas discussões acadêmicas e pelos debates organizados na universidade. Entendia que o conhecimento científico era de suma importância para a formação do professor e para que ministrasse uma boa aula.

Retornei para Arraias, no Tocantins, no início de 2012, porque estava grávida e continuei trabalhando como contrato temporário no município de Campos Belos, em Goiás, no Colégio Mariano Barbosa, durante a gestação. O trajeto de Arraias para Campos Belos é de 22 km que eram percorridos diariamente. Tinha uma carga horária de 60 horas semanais, haja vista que o salário de contrato temporário é bem inferior em relação ao de efetivo, especialmente no Goiás. Portanto, lecionava nos períodos da manhã, tarde e noite, nos ensinamentos fundamental, médio e nas turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Tinha estudantes de todas as classes sociais, mas todos com o mesmo objetivo: estudar. Entendo que

a Física é uma ciência interdisciplinar, pois está em todo lugar, o que me faz amá-la. Logo, não tive frustração na sala de aula, porque além de amar, eu gosto do que faço, procuro me qualificar e tento aprender a melhorar com os erros.

Após minha licença de seis meses, perdi meu contrato temporário. Com isso, fiz o cadastro de Microempreendedor Individual (MEI) para continuar contribuindo com o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS). Para garantir minha renda, comecei a vender roupas e cosméticos afim de gerar minha renda e assim sustentar minha família.

Com o intuito de ampliar e qualificar minha formação acadêmica, em 2014, ingressei em uma especialização em Práticas Pedagógicas em Educação no Campo, na Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* Arraias, tendo concluído em 2016. Entendo que esta formação continuada me ajudou imensamente a compreender que a minha dedicação à vida acadêmica seria algo inevitável. Naquele curso, fiz meu trabalho de conclusão Intitulado “Possíveis contribuições da horta comunitária no município de Arraias - TO”. Com a realização da pesquisa, consegui entender melhor a dinâmica sustentável de uma horta comunitária, observando a vida no campo.

Com a especialização concluída, passei a trabalhar como docente contratada pela Secretaria de Educação do Tocantins (SEDUC-TO), no colégio que serve como campo de pesquisa para esta dissertação. A partir do investimento na formação continuada, passei a entender a importância de se qualificar para fazer um bom trabalho na sala de aula. O contato com a prática pedagógica me possibilitou o entendimento de outras coisas em relação à educação, por exemplo, a necessidade de entender as demandas do estudante para, a partir disso, repensar meu planejamento docente, e não o contrário.

Sou professora voluntária da Associação Brasileira de Incentivo à Ciência (ABRIC) desde junho de 2021 até o momento. Pensando nas novas gerações, procuro mostrar que a ciência existe e que deve ser parte de cada um fazê-la.

Com uma vida social engajada em prol da inclusão de todos na educação, optei por tentar o ingresso em um programa de mestrado. Com isso, em 2021, me tornei mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde (PPGCS) pela UFT, *campus* de Palmas. Com isso, minha vida acadêmica mudou completamente. Isso porque o mestrado transformou minha mente e, com isso, passei a ter melhores condições para repensar minha prática pedagógica. Graças ao mestrado, tive condições de investir na minha vida de pesquisadora e, a partir disso, publiquei alguns capítulos de livros voltados ao ensino sob a perspectiva da experimentação .

No mestrado, fui bolsista CAPES, o que muito me ajudou no engajamento da pesquisa. Isso porque, recebendo a bolsa, conseguia me dedicar um tempo maior à pesquisa, considerando que o valor me auxiliava nas despesas particulares e também aquelas referentes à pesquisa. Neste contexto, como bolsista, tive a experiência de participar na organização de eventos acadêmicos, o que muito me ajudou a desenvolver o gosto pela vida acadêmica.

Desde 2017, estou como professora no Colégio Estadual Professora Joana Batista Cordeiro (JBC). O colégio não tem laboratório de ciências, mas, mesmo assim, ministro as minhas aulas da melhor forma possível. Os livros didáticos não condizem com a realidade dos estudantes. Isso me motiva a buscar alternativas pelos meios digitais e, graças ao mestrado, percebo que todos têm o direito à ciência, cujo canal de acesso se dá pela educação.

O ingresso no mestrado me permitiu evoluir profissionalmente e entendo que é preciso investir na pesquisa para que nossos estudantes sejam mais curiosos e, dessa maneira, consigam atingir níveis cada vez mais elevados de conhecimentos. A Física, enquanto componente curricular, muito pode colaborar para a formação de um estudante mais crítico, reflexivo e socialmente engajado.

A seleção dessa instituição de ensino como cenário de pesquisa decorre da minha atuação profissional como professora, possibilitando o contato com a vivência dos estudantes. Além disso, essa unidade educacional tem participado, nos últimos 7 anos, do projeto de escolas de Tempo Integral do Tocantins, conhecido como "Escola Jovem em Ação", conforme já dito, o que torna o ambiente mais propício para o desenvolvimento de nossa proposta pedagógica. Esse programa de escola em tempo integral inclui em sua estrutura curricular disciplinas diversificadas e atividades experimentais que abordam a pedagogia da presença, com foco no desenvolvimento de projetos de vida dos estudantes.

1.2 Problema de pesquisa

Diante da minha trajetória profissional e acadêmica elegi a problemática da experimentação a partir do seguinte problema de pesquisa: Quais contribuições a aprendizagem de Física pode ter por meio da utilização do sistema tutorial inteligente (STI)?

1.3 Objetivos da pesquisa

1.3.1 Objetivo Geral

Demonstrar a melhoria do processo de aprendizagem por meio de práticas de experimentação em circuitos elétricos no contexto das aulas práticas de Física, por meio do Sistema Tutorial Inteligente (STI) e o *Physics Education Technology Project* (PHET).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Propor a experimentação utilizando o Sistema Tutorial Inteligente (STI) usando o Simulador PHET Colorado nas aulas práticas de Física como atividades alternativas.
- Mostrar a relevância da experimentação no ensino de física.
- Apresentar os resultados obtidos no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, motivando-os para seu projeto de vida.

2 DIÁLOGOS TEÓRICOS

O ensino de Física emerge como um conjunto de saberes de relevância incontestável, em que a panóplia de componentes e objetos para discussão é rica e vasta. Dentro deste contexto, os desafios enfrentados pelos professores de Física, particularmente nas escolas com infraestruturas precárias, a ausência de laboratórios e recursos para a realização de experiências práticas, resultam em lacunas notáveis na aprendizagem dos estudantes, tornando a conexão entre a teoria e a realidade cotidiana uma tarefa esquivada.

O processo de ensino e aprendizagem está intrinsecamente ligado a diversos fatores, tais como o conteúdo, abordagem e metodologia. Conforme observado por Tavares (2010), a conquista de uma aprendizagem verdadeiramente significativa requer não apenas o cumprimento de um papel social e político, mas também um compromisso ativo por parte dos gestores e educadores da instituição (Brasil, 2017).

A maneira pela qual um conteúdo é apresentado em sala de aula exerce uma influência crucial sobre a capacidade dos estudantes de apreenderem aquelas informações. A aprendizagem significativa floresce quando os professores compreendem profundamente o propósito do ensino (Ausubel, 2003).

Vale ressaltar que a adaptação do conteúdo às capacidades de aprendizagem de cada estudante revoluciona a dinâmica da sala de aula, mesmo quando o conteúdo é altamente conceitual. Diante disso, a abordagem pedagógica é um fator determinante no processo de ensino e aprendizagem (Brasil, 2017).

Quando se desenvolvem práticas pedagógicas que permitem aos estudantes atuarem como construtores ativos do seu próprio conhecimento promove-se uma aprendizagem com experiências multifacetadas que ocorrem por meio da interação com colegas, familiares, ou de maneira autônoma, bem como sob a orientação do professor. Na maioria das vezes, isso é possibilitado, quando o docente emprega metodologias que acabam tornando o conteúdo das aulas menos abstratos para o estudante. Esta troca de conhecimento e experiências contribui substancialmente para a construção da identidade individual de cada estudante (Neves *et al.*, 2018).

Esta identidade é moldada por ensinamentos e descobertas, sendo que o ensino desempenha um papel fundamental neste processo educacional. Nesta perspectiva, a educação tem se beneficiado das ferramentas tecnológicas, que se tornaram recursos essenciais no ambiente de ensino, enriquecendo significativamente a experiência em sala de aula (Brasil, 2017).

2.1 Ensino de Física por meio de experimentação

O ensino de Física enfrenta desafios significativos, com muitos estudantes demonstrando resistência a esse componente curricular, o que impacta negativamente o ambiente de aprendizado. De acordo com Lopes e Pastorio (2023), o insucesso na aprendizagem da Física pode ser atribuído a métodos de ensino desatualizados e à falta de recursos pedagógicos modernos.

Essa realidade vai contra a orientação dos Planos Curriculares Nacionais (PCN+), segundo os quais o ensino de Física deve deixar de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou excessivamente abstratas. Consequentemente, isso colabora para deixar as aulas pouco atrativas para o estudante, resultando em baixo aproveitamento, tal como relata Berwig (2018).

Após a Segunda Guerra Mundial, o cenário do desenvolvimento tecnológico experimentou avanços significativos. Um dos domínios que sofreu uma transformação substancial foi a Educação, com a integração de ferramentas tecnológicas nas metodologias de ensino, especialmente nas disciplinas como a Física (Oliveira; Kalhil, 2019).

Essa evolução tecnológica teve impactos profundos na sociedade e na educação. É imperativo que a disciplina de Física não fique à margem dessas mudanças e os professores assumem um papel crucial na disseminação e na adoção dessas novas tecnologias de ensino e aprendizagem no ambiente escolar (Brasil, 2017).

Frente a esses novos desafios inovadores, os sistemas tecnológicos educacionais emergiram como elementos destacados na paisagem educacional, servindo como pilares fundamentais em diferentes modalidades de ensino. É notável que qualquer ferramenta que promova o aumento do conhecimento seja um contribuinte valioso para o processo de ensino e aprendizagem (Sarmiento; Giannella, 2021).

Quando passamos a entender que o uso tecnológico pode ser visto como ferramenta relevante ao ensino, é possível mencionar Sarmiento e Giannella (2021), o qual argumenta que o computador é um poderoso instrumento de aprendizagem. Isso porque é capaz de se tornar um parceiro essencial na busca de conhecimento, quando empregado como um instrumento auxiliar no desenvolvimento cognitivo do estudante.

O raciocínio dos autores, quando redirecionado ao uso da tecnologia móvel, assim como os computadores, pode gerar ganhos ao processo de ensino e aprendizagem. Isso porque os simuladores virtuais desempenham um papel crucial ao fornecer um ambiente em que

estudantes e professores podem colaborar ativamente, facilitando a construção conjunta de conhecimento (Sarmiento; Giannella, 2021).

O conhecimento sistematizado da tecnologia móvel na sala de aula permite que os estudantes desenvolvam sua própria interpretação de conceitos físicos, ao tornarem o processo de ensino e aprendizagem mediado por computador uma ferramenta pedagógica inestimável para aprimorar a percepção do estudante (Brasil, 2017).

As referidas ferramentas, por sua vez, são recursos pedagógicos que muito colaboram para o entendimento do conteúdo ministrado, uma vez que potencializam a aprendizagem. Estas, por sua vez, encontram-se os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que, costumeiramente, estão mais presentes em instituições de ensino superior, raramente em escolas. Esses ambientes transcendem as abordagens tradicionais de ensino, apresentando características que têm o potencial de enriquecer a prática educacional. Eles incorporam vários princípios pedagógicos (Anjos, 2015).

Conforme a perspectiva de Bianconcini (2003), os Ambientes Virtuais de Aprendizagem oferecem suporte às atividades educacionais, servindo como mediadores eficazes entre professores e estudantes. Esses sistemas permitem a integração de uma ampla gama de mídias e recursos, facilitando interações mais dinâmicas.

Pereira (2007) aponta que esses ambientes são mecanismos e recursos tecnológicos que exploram o ciberespaço para disseminar conteúdo e promover uma interação mais intensa entre todos os participantes do processo educacional. É importante incentivar e possibilitar o acesso do estudante a estes ambientes, os quais acabam representando o mundo físico.

No entanto, é importante reconhecer que, apesar de seus benefícios, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem também apresentam desafios. Entre os principais problemas identificados estão as questões adaptativas e a necessidade de uma maior sincronia entre professores e estudantes (Sarmiento; Giannella, 2021).

Pensar o processo de ensino e aprendizagem como um mecanismo atrativo, estimulante e que esteja em consonância com a realidade sociocultural dos estudantes tem sido um desafio complexo para os estudiosos que se empenham constantemente em desenvolver estratégias que possibilitem essa prática. A transição do tradicionalismo para uma abordagem educacional emancipadora é uma dificuldade enfrentada em todas as áreas do conhecimento (Freire, 2001).

A dificuldade de transição do tradicionalismo para uma proposta mais ativa também se manifesta no âmbito da disciplina de Física, como observado por Marco Antônio Moreira em sua obra "O ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e perspectiva" (2000). Até a metade do

século XX, o ensino de Física era predominantemente baseado em textos e livros didáticos, o que muito colaborou para uma ideia abstrata do referido componente curricular.

É importante ressaltar a relevância dos livros didáticos na formação dos estudantes da educação básica. No entanto, a discussão deve se concentrar em como torná-los instrumentos de emancipação não apenas durante as aulas, mas também na vida dos estudantes. Pensamos o ensino de Física para além dos muros da escola, considerando que esta seja, na verdade, um saber do homem, o que a torna presente em todos os âmbitos sociais (Sarmiento; Giannella, 2021).

Na década de 1980, uma nova concepção sobre o ensino começou a emergir nos debates, destacando a relação entre ensino e pesquisa como uma alternativa pedagógica (Moreira, 2000). As pesquisas do final do século refletem a diversidade das investigações do campo da Física, incluindo não só a resolução de problemas, mas as representações mentais dos estudantes e concepções epistemológicas dos professores, assim afirma Moreira:

A questão da aprendizagem nos leva a outro paradigma, o da pesquisa em ensino de Física, que começou a emergir com mais clareza nos anos setenta, com o estudo das chamadas concepções alternativas, consolidou-se na década de oitenta com as pesquisas sobre a mudança conceitual e encontra-se em plena ciência normal neste fim de século, com investigações bastantes diversificadas (Moreira, 2000, p. 95).

Com base nas afirmações do autor, torna-se evidente que o campo da Física abrange diversos aspectos, incluindo o ensino deste componente curricular no cotidiano, desenvolvimento de equipamentos acessíveis, a interseção com ciência, tecnologia e sociedade, bem como suas correntes mais contemporâneas. Essa ampla abordagem demonstra uma resposta deliberada à complexidade do campo (Brasil, 2017).

Sobre a aplicação dos saberes no mundo concreto, de conhecimento como alternativa ao ensino, Moreira (2000) acredita que pode ser válido, contudo, ele nos leva a refletir sobre o que basicamente seria um segundo paradigma no qual o ensino de Física enfrentaria. Nesse caso, são as limitações que cada uma dessas vertentes estariam sujeitas ao serem aplicadas em sala de aula, assim como salienta o autor.

Creio que cada uma destas vertentes tem seu valor, mas também suas limitações e até mesmo prejuízos para o ensino de física, na medida em que forem exclusivas. Julgo que é um erro ensinar física sob um único enfoque, por mais atraente ou moderno que seja (Moreira, 2000, p. 95).

Conforme o autor descreve, surge uma imperativa necessidade de reexaminar o ensino da Física com uma abordagem pluralista. Isso significa valorizar e integrar os

diferentes aspectos do conhecimento, seja o ensino baseado nesta disciplina no cotidiano ou em uma perspectiva histórica. O uso exclusivo de qualquer uma dessas abordagens resulta na diminuição do conjunto de conhecimento (Moreira, 2000).

O ensino da Física deve abraçar a diversidade de abordagens. O ensino a partir da realidade do cotidiano é valioso, pois permite aos estudantes relacionar o aprendizado com sua vida diária conhecimento (Moreira, 2000). Por outro lado, ensinar a partir de uma perspectiva histórica não implica ignorar a tecnologia ou a pesquisa. Ambas as abordagens têm seu lugar.

Ao considerar essa retrospectiva sobre a disciplina e o seu ensino, é válido afirmar que um físico, independentemente de sua área de atuação, incluindo o ensino na educação básica, deve ser um profissional com sólida base de conhecimento, constantemente atualizado. Este deve ser capaz de dialogar em diversas áreas e abordar problemas tanto novos quanto consolidados. É crucial que esteja sempre em busca de novos avanços científicos e tecnológicos (Moreira, 2000).

2.2 Sistema Tutorial Inteligente

O STI foi criado em 1982, justamente para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais efetivo ao partir da individualidade de cada estudante. O STI é comum na área de inteligência artificial, pois é um recurso pedagógico que busca auxiliar nas atividades educativas de maneira eficiente (Damasceno, 2020).

As tecnologias computacionais demonstram que, quando as técnicas são agregadas ao ensino, utilizando estratégias variadas, são de extrema importância à construção do conhecimento. O STI pode ser entendido como um software destinado ao sistema educacional, o qual desempenha papel fundamental na educação, embora tenha algumas limitações, tal como dificuldade de manuseio por parte dos estudantes, por exemplo (Sarmiento; Giannella, 2021). Portanto, salienta Boechat (2012), que as tecnologias digitais propiciam acesso às informações, com novas possibilidades e dinâmicas de ensino.

O STI é um sistema complexo que envolve vários tipos diferentes de especialidades: conhecimento sobre o assunto, conhecimento do estudante, conhecimento pedagógico, entre outros; e em constante evolução (Frasson, 1997). Eles se caracterizam por agregar técnicas de inteligência artificial no seu projeto de desenvolvimento e servem como auxiliar dos processos de ensino e aprendizagem. São ferramentas interdisciplinares que investigam como

elaborar sistemas educacionais que fornecem regras adaptadas às necessidades dos estudantes, como muitos educadores fazem (Conati, 2009).

Os seus desenvolvedores acreditam em uma abordagem cooperativa entre estudantes e sistema (Giraffa, 1998), muito embora seu objetivo seja complementar ou fornecer uma tutoria humana, com a vantagem de acompanhar o estudante em cada etapa do aprendizado (Oliveira, 2005).

Viccari (1989, p. s/p) ressalta que:

Um tutor inteligente necessita explorar os conteúdos, possuir vários planos de ensino e um modelo para guiar a apresentação do conteúdo, ser sensível às necessidades do utilizador adequando-se às necessidades individuais, dominar o máximo possível o assunto que ensina, possuir conhecimento para tentar resolver situações não previstas nas regras existentes e aprender com tais situações, possuir características de ensino assistido, possuir mecanismos para a depuração inteligente e a orientação na detecção e eliminação de falhas, permitir a simulação automática e conduzida de problemas, além de possuir memória retroativa que descreva o raciocínio utilizado pelo aluno e pelo tutor durante a exploração de determinado conteúdo.

No contexto de Sistemas de Tutoria Inteligente (STI), destaca-se a flexibilidade na apresentação do conteúdo, bem como a capacidade de fornecer soluções personalizadas às demandas dos estudantes. Além do ensino, esses sistemas também têm a capacidade de coletar informações relevantes sobre o estudante, permitindo uma abordagem de aprendizado altamente individualizada. Evidências sugerem que os STI são instrumentos altamente eficazes na melhoria do desempenho e da motivação dos estudantes (Lima, 2003).

Dillenbourg (1993) acredita que os ambientes inteligentes e virtuais de aprendizagem incluem uma situação problema e um ou mais agentes que ajudam o estudante na execução da tarefa e no monitoramento do seu aprendizado, por meio da aplicação de técnicas de inteligência artificial.

O desenho pedagógico é uma ação necessária no ambiente educacional para guiar o estudante na aquisição de habilidades e conhecimentos, independentemente da modalidade educacional que seja adotada no processo de ensino e aprendizagem. É justamente por isso que se considera o desenho pedagógico como um mapa, um guia, um roteiro ou mesmo um manual, que estabelece metas para alcançar os fins almejados pela instituição.

Nesse caso, pensar a tecnologia enquanto ferramenta componente deste desenho pedagógico é uma alternativa pertinente junto a atual conjuntura social. Isso porque os recursos tecnológicos passam a ser vistos como essenciais ao ensino, sobretudo ao ensino de Física. Podemos mencionar diferentes práticas pedagógicas, dentre as quais podemos citar

além do STI a gamificação como constituintes importantes à produção do desenho pedagógico, pois tornam-se recurso pertinente às atuais demandas sociais.

A gamificação é uma tendência muito forte dos nossos tempos, principalmente como recurso de aprendizagem no meio educacional. Gartner (2011) sustenta que essa tendência se apoia nas características dos jogos: possui regras, desafios, chances, pontos e recompensas. Logo, a lógica seria usar as ferramentas dos jogos como ‘gatilho’ da vontade e da curiosidade do estudante em explorar e aprender mais sobre determinado assunto.

Nos dizeres de Zichermann e Cunningham (2011, p. 11), essa gamificação é como um processo relacionado com o pensamento do jogador e as técnicas do jogo para atrair os usuários e resolver problemas”. De modo que, o estudante é estimulado a solucionar o problema prático, ou mesmo, realizar testes para chegar ao pensamento teórico, entre outros, tornando a absorção do conhecimento muito mais intuitiva.

Marín (2015) argumenta que esse processo de gamificação propicia o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem efetivos, os quais facilitam a coesão, integração, a motivação pelo assunto e aumenta a criatividade dos indivíduos. Logo, o uso do processo dentro do ensino é uma ferramenta poderosa e que não deve ser ignorada, principalmente no cenário atual.

Para a implantação de princípios de gamificação em um ambiente de aprendizagem tecnológica (Zichermann, Cunningham, 2011; Marín, 2015; NMC, 2015), é necessário pensar em alguns pontos. No que compete ao STI, é válido considerar alguns pontos:

- Implantar um sistema de progressão que permita ao estudante identificar suas realizações e aprendizado;
- Classificação ou ranqueamento é outro ponto importante da gamificação, pois permite ao estudante refletir sobre sua participação ativa na interação com a ferramenta tecnológica de aprendizado;
- O ambiente virtual de aprendizagem deve oferecer uma abordagem baseada em objetivos, regras, desafios e recompensas ao se concluir cada etapa;
- Deve-se oferecer um ambiente de bônus, gratificações e recompensas que aumentem a motivação do estudante.

Com as novas abordagens pedagógicas como a aprendizagem personalizada e a gamificação, é preciso que os envolvidos no processo de ensino repensem as experiências de ensino oferecidas. Além disso, que considerem os ambientes virtuais de aprendizagem baseados nessas perspectivas como meios do estudante adquirir e absorver o conhecimento,

conjuntamente com apreensão de habilidades desenvolvidas por influência da tecnologia e das necessidades de aprendizagem dos estudantes (Marques, 2012)

A aprendizagem online é uma experiência de formação por meio da TIC, em que as barreiras de tempo e espaço tendem a ser anuladas. Com a expectativa de novas tecnologias emergentes, o método de aprendizagem online também se torna onipresente, ao permitir que a pessoa se forme de qualquer parte do mundo através de um dispositivo tecnológico (Brasil, 2017).

Não só a pedagogia empregada, mas a análise da aprendizagem online do estudante, as ações e os processos envolvidos na sua formação são realizados em um ambiente virtual que tem como ferramenta a web de infraestrutura. Ressalta-se que, independentemente da tecnologia aplicada à experiência de ensino online, se deve deixar claro sobre os conhecimentos e habilidades que se almeja transmitir ao estudante, bem como as estratégias técnicas que o orientarão durante o processo didático (Cabero, 2007).

Tais técnicas, no contexto da modernidade, permitem desenvolver novas habilidades, principalmente os aspectos multidisciplinares do conhecimento, é uma necessidade sócio-histórica. Além disso, a troca intercultural também está intimamente conectada com as competências digitais desde os saberes locais, quanto os globais (Marques, 2012).

Os meios de ensino desempenham um papel fundamental na capacitação das pessoas para enfrentar as demandas de seu contexto atual e futuro, estabelecendo as bases para o desenvolvimento de habilidades de aprendizado ao longo da vida. No âmbito das competências digitais, tem havido um extenso debate visando à sua definição. O Parlamento Europeu conceitua as competências digitais como o "uso seguro e crítico das Tecnologias da Sociedade da Informação (TSI) para trabalho, lazer e comunicação" (Parlamento Europeu, 2004, p. 01). Entre as competências essenciais para a geração de informações destacam-se a avaliação, o armazenamento e a produção de conhecimento.

Trabalhar com as TSI é essencial para preparar indivíduos com amplo conhecimento prévio, capacitando-os a responder eficazmente às exigências do ambiente em constante evolução. Ela estabelece as bases para o desenvolvimento de habilidades de aprendizado contínuo ao longo de suas vidas. Dessa forma, opera na concepção de habilidades a partir da realidade da globalização, o que a aproxima do atual perfil de sociedade que temos.

Por outro lado, as competências definidas para os professores pela UNESCO (2008) são os considerados novos elementos de competência digital que constituem uma competência metodológica seguinte:

- Utilizar as TICs;

- Facilitar a busca, análise e avaliação de informação;
- Auxiliar a tomada de decisão na solução de problemas;
- Contribuir para a criatividade, colaboração e produtividade.

O *Institute for Prospective Technological Studies* desenvolveu um projeto de pesquisa sobre competências digitais e considerou que ela não é apenas a demonstração de domínio técnico de uma ferramenta tecnológica, mas sim de uma ciência e entendimento do escopo de seu uso nos mais variados cenários, como comunicação, aprendizagem e resolução de problemas, entre outros (Ala-Mutka, 2011).

Comungam desse mesmo entendimento autores como Zuñiga, Edel e Lau (2016) e propõem que a competência digital é composta de cinco dimensões, com as quais é possível que a pessoa possa desempenhar de maneira eficiente suas funções na sociedade do conhecimento, são elas:

- **Âmbito de aprendizagem:** Abarca a transformação da informação em conhecimento e aprendizagem.
- **Competência:** capacidade de aprender e gerar conhecimento, produtos e processos.
- **Ambiente de informação:** abrange a obtenção, evolução e tratamento da informação em meios virtuais.
- **Competência:** Capacidade de obter, evoluir e organizar informações;
- **Âmbito da comunicação:** Abrange a comunicação interpessoal e a social.
- **Competência:** Capacidade de se comunicar, se relacionar e colaborar nos meios virtuais;
- **Âmbito da cultura:** Abraça as práticas sociais e culturais da sociedade do conhecimento e da cidadania.
- **Competência:** Atuar de forma responsável, segura e cívica.
- **Âmbito da tecnologia:** Abrange a alfabetização tecnológica e o domínio dos meios digitais.
- **Competência:** Utilizar e gerenciar dispositivos e meios de trabalho virtuais.

Com efeito, a competência é evidenciada quando os atributos das dimensões são dominados na aprendizagem, na informação, na comunicação, na cultura e na tecnologia. O desenvolvimento das competências digitais é um processo gradativo, inicia com o conhecimento técnico, pela consciência e chegando no estratégico, no qual a autorregulação é constante em todos os momentos.

Ao partirmos da ideia de que desenvolver um ensino a partir do aporte tecnológico é uma realidade dos países desenvolvidos, é possível entender a pertinência desta pesquisa. Isso porque o uso de simuladores pode representar um avanço para o ensino de Física em instituições públicas de ensino básico no Brasil. Portanto, o ensino de Física é historicamente desenvolvido a partir de uma ideia abstrata, em que os conteúdos são de difícil visualização no âmbito das práticas sociais, sendo esta uma concepção que deve ser combatida no atual contexto social em que estamos (Ala-Mutka, 2011).

No contexto deste trabalho, podemos dizer que os autores ora mencionados estão articulados com esta proposta, pois advogamos pelo uso do Simulador PHET Colorado como algo de grande importância para o desenvolvimento das habilidades necessárias por parte de um estudante de ensino médio. Por meio da tecnologia, aplicada à realidade da sala de aula, tornou-se possível compreender as nuances para um ensino de Física mais atrativo e aproximado da realidade de vida dos estudantes envolvidos (Ala-Mutka, 2011).

2.3 Simulador PHET no Ensino de Física

Trabalhar com simuladores é uma estratégia pedagógica que visa ampliar as competências digitais de forma mais intensa no contexto escolar. Nesse caso, espera-se que o estudante tenha condições de refletir para além do manuseio da ferramenta tecnológica. Logo, esta estratégia metodológica apresenta condições de formar um estudante crítico junto à realidade em que está inserido.

Com o uso da tecnologia nas escolas por meio dos computadores é possível usar *softwares* com simulações interativas na exposição do conteúdo. As simulações se configuram como importante recurso de materiais didáticos, por meios desse material o estudante tem a dispor uma excelente ferramenta para auxílio da aprendizagem. Ferreira (2016) certifica que essas simulações interativas têm uma maneira diversificada na apresentação de conhecimentos científicos, tornando o professor um agente facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

O desenvolvimento da competência digital forma uma das competências chaves do século XXI, sendo essenciais para o enfrentamento de desafios futuros da sociedade. Cabello, Cuerva, Puerta e Serrano (2013) acreditam que essa competência é necessária para que as pessoas possam participar ativamente na sociedade, para a tomada de decisões, para a resolução de problemas, para participarem da comunidade e para aprenderem a gerar produtos criativos e eficientes.

Em resposta a essa demanda, pesquisadores vêm desenvolvendo um desenho de ambiente virtual de aprendizagem que seja adaptável, que promova desafios, que coloque problemas para serem solucionados e que motive os estudantes com oportunidades para que demonstrem suas capacidades, recebendo os *feedbacks* necessários. Logo, a tecnologia é apenas o meio em que se opera uma estratégia educacional baseada nos princípios do uso de simuladores.

O simulador inclui conteúdos classificados de acordo com as dimensões da competência digital, permitindo definir a criação de novos caminhos de desempenho que um estudante interessado em estudar no ambiente virtual deverá completar com o intuito de desenvolver a sua competência.

Ao considerar o projeto de um Sistema Tutorial Inteligente, é possível elencar os principais elementos abaixo:

- Rota de desempenho: é um problema que o usuário analisa e que está associado à competência digital;
- Conteúdo: é a explicação temática de uma competência digital por meio do objeto audiovisual. Apresenta-se quando o participante não passa no desafio diagnóstico. A revisão dos conteúdos permite ao usuário ganhar pontos;
- Desafio "n" tentativas (pós-teste): é um teste que propõe o problema que o participante não resolveu no desafio diagnóstico e que deve ser resolvido a partir do uso de uma ferramenta tecnológica. Caso passe na segunda tentativa, ganha um prêmio;
- Remediação: é o *feedback* recebido pelo usuário não tendo aprovado o desafio "n" tentativa de solucionar o problema. Além disso, o sistema apresenta o conteúdo que oferece a resposta correta na resolução do problema.

Sendo assim, o meio de aprendizagem virtual deve ser estimulante, ter espelhamento com os recursos reais, possibilitar que o usuário explore diversos caminhos, além de premiar os sucessos dentro do software.

O Simulador PHET Colorado é conceituado como um programa de acesso gratuito voltado à matemática e ciências. Fornecem ainda atividades interativas, conexões entre o mundo real e imaginário por meio de simulações, que são planejadas e bem desenvolvidas. O bom uso das tecnologias em sala de aula é um dos grandes desafios na educação, pontua Carraro e Pereira (2014).

Mediante isso, atesta Carraro e Pereira (2014, p. 12) que:

O uso dos simuladores virtuais do PHET como recursos didáticos no ensino de Física pode contribuir significativamente para a

aprendizagem dos conteúdos físicos, pois age como facilitador e motivador no processo de ensino e aprendizagem. Busca-se colocar o estudante mais ativo no processo de ensino de forma que observe os modelos físicos, avance na construção de conceitos, leis e teorias, colete dados das simulações, elabore hipóteses e teste a validade das mesmas, confronte o seu conhecimento prévio com o conhecimento científico, questione, estabeleça relação entre a teoria e prática na compreensão dos fenômenos físicos presentes no seu dia a dia.

Essa inserção das novas tecnologias apresenta novas abordagens para o ensino. Essas simulações devem ser vistas como complemento de experimentos, não como fonte de substituição das aulas. Os simuladores utilizados nas aulas de física têm como principal vantagem realizar a ligação entre o ensino tradicional e os demais experimentos de laboratório (Coelho, 2002). Complementa Carraro e Pereira (2014) que os ambientes de simulação permitem ainda com que o estudante deixe de ter uma postura passiva para construtor de seu próprio conhecimento.

Em síntese, pensar o Simulador PHET Colorado no Ensino de Física nos exige um olhar voltado para o todo. Em outras palavras, é necessário que o professor tenha em mente que o trabalho em sala de aula é, antes de tudo, um processo. Logo, para que o uso de simuladores nas aulas de Física possa fazer o efeito esperado, é importante que o docente crie situações para que este recurso tecnológico possa apresentar os efeitos esperados junto à aprendizagem dos estudantes.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

3.1 Caracterização da Pesquisa

Nesta seção, a pesquisadora se propõe a apresentar os elementos que caracterizam seu trabalho, com o objetivo de responder à indagação inicial que está assim enunciada: "Em que sentido a utilização do sistema tutorial inteligente nas aulas práticas de Física, no ensino médio, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes do Colégio Estadual Professora Joana Batista Cordeiro, localizada no município de Arraias – TO?".

A priori, é pertinente ressaltar que este trabalho foi devidamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), com a finalidade de garantir que todo o procedimento de investigação fosse respeitasse todos os protocolos éticos. Antes da aplicação dos anexos junto aos participantes de pesquisa, tivemos a aprovação da então proposta sob o CAAE: 61341522.8.0000.5519.

Este estudo tem natureza descritiva e abordagem quanti-qualitativa, classificando-se, portanto, como uma pesquisa descritiva. De acordo com Silva e Menezes (2000, p. 21), este tipo de pesquisa assume a forma de levantamento e utiliza técnicas padronizadas de coleta de dados, como a observação sistemática, para descrever e expor as características de um fenômeno específico em relação a outras variáveis.

Prodanov e Freitas (2013) argumentam que a pesquisa descritiva consiste em observar, registrar, analisar, classificar, interpretar e ordenar dados a partir da população escolhida e suas características. Este tipo de pesquisa busca compreender a atuação prática, frequência de um determinado evento, relações, causas e características, exigindo a padronização da coleta de dados, assemelhando-se a um estudo de caso profundo e exaustivo (Gil, 2008).

Em relação à abordagem do método de pesquisa, este estudo adotou uma abordagem quanti-qualitativa. Essa abordagem é uma atividade situada que posiciona o observador no mundo, buscando comunicar um conhecimento fundamentado em perspectivas construtivistas para desenvolver uma teoria padrão a partir de uma investigação minuciosa, ao focar em narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos de teorias ou estudos de casos (Creswell, 2002; Flick, 2004).

De acordo com Nassaji (2015), este método é holístico e frequentemente envolve uma coleta rica de dados de diversas fontes para compreender participantes individuais ou coletivos, incluindo suas opiniões, perspectivas e atitudes. A coleta de dados foi realizada

quanti-qualitativamente. O método de análise foi predominantemente qualitativo, pois envolveu uma exploração indutiva dos dados para identificar temas, padrões ou conceitos recorrentes no âmbito da temática discutida.

Godoy (1995) destaca características essenciais da pesquisa quanti-qualitativa, incluindo o uso do ambiente natural como fonte direta de dados, o pesquisador como instrumento fundamental, a natureza descritiva, o foco no significado atribuído às coisas e à vida pelas pessoas e uma abordagem indutiva. A escolha da abordagem quanti-qualitativa neste estudo é congruente com os objetivos da pesquisa, que buscam adquirir conhecimento sobre um fenômeno específico no contexto do incentivo ao uso de tecnologias da informação no ensino de Física no Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro, em Arraias, Tocantins. Neste sentido, trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, ao analisar o impacto da adoção de tecnologias como os simuladores PHET Colorado na prática pedagógica do ensino de Física, adotando a perspectiva de um estudo de caso.

O estudo de caso é um dos métodos de pesquisa mais antigos das ciências do conhecimento e pode ser usado em duas situações distintas: para coletar e documentar dados sobre um fenômeno específico, com ou sem interesse nas circunstâncias, ou para observar um fenômeno específico. Dessa forma, o referido tipo de pesquisa nos ajuda a entender, descrever e caracterizar uma determinada realidade, a qual poderá servir como modelo para o entendimento de realidades semelhantes (Remeneyi et al., 2002).

Goode e Hatt (1972) definem o estudo de caso como uma forma de organização dos dados sociais que mantém a unidade do objeto de estudo, seja um indivíduo, um grupo, uma instituição, uma comunidade ou um fenômeno. Logo, trata-se de uma espécie de representação de um determinado recorte social, o que nos permite pensar as especificidades ali identificadas (Collis; Hussey, 2005).

Segundo Gil (1991) a análise de uma situação ou fenômeno em um contexto específico viabiliza uma melhor compreensão e pode servir como base para investigações posteriores, mais sistêmicas e precisas. O caso passa a ser visto como um conjunto de fenômenos comportamentais que muito nos ajuda no entendimento do perfil do participante da investigação.

Yin (2005) destaca cinco componentes essenciais em um estudo de caso: como e por que o estudo foi conduzido, hipóteses, universo de análise, definição de questões de pesquisa, lógica das proposições e critérios de interpretação dos resultados. Seria interessante apontar essas características do teu estudo, se houver tempo antes da banca, se não colocar após a banca.

Apesar da flexibilidade do estudo de caso, algumas etapas importantes podem ser identificadas, conforme Gil (1991), incluindo a delimitação da unidade de estudo, definição da teoria ou literatura base, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e redação da conclusão.

Entendemos também que o referido tipo de investigação desempenha um papel crucial na pesquisa, uma vez que envolve a síntese de ideias de diversos autores sobre o mesmo tema, com base em leituras, pesquisas e revisão de bibliografias e/ou documentos. A revisão da literatura abrange a análise de pesquisas anteriores relacionadas à temática e a discussão do referencial teórico relevante (Mazzoti; Gewandsznajder, 2000).

Enquanto os autores teórico-críticos usam a literatura para discutir conceitos e justificar categorias de análise, contextualizando o problema e focalizando-o na introdução, os construtivistas sociais formulam suas teorias de forma indutiva com base na análise de dados. A revisão de literatura ajuda a direcionar a pesquisadora para as questões teórico-metodológicas pertinentes ao tema, tornando-se parte integrante do estudo.

Com o intuito de compreender melhor nossa proposta de pesquisa, desenvolvemos um protocolo de pesquisa, também conhecido como "projeto de pesquisa", no qual buscamos explicitar as etapas e ações a serem implementadas na revisão integrativa e demais etapas a serem percorridas. Ele inclui procedimentos, instrumentos e regras gerais a serem seguidas não apenas na coleta, mas também no uso dos instrumentos, servindo como um método confiável de pesquisa (Collis; Hussey, 2005). Esse protocolo oferece uma visão geral da pesquisa, incluindo suas questões, a literatura relevante, procedimentos de campo, questões do estudo e um relatório dos procedimentos (Yin, 2005).

Para conduzir este estudo, elaboramos uma estratégia de sequência didática que os estudantes seguiram antes e depois de realizar a simulação. Além disso, foram aplicados dois questionários aos estudantes, um antes e outro depois da simulação, para avaliar sua percepção em relação ao conteúdo e as atividades aplicadas em sala de aula.

A simulação escolhida, originária do simulador PHET Colorado, é denominada "Kit para montar um circuito: AC" e é composta por lâmpadas, bateria, fio, receptor e interruptor. Como mencionado no segundo capítulo, essa simulação foi usada em laboratórios de informática, em que os estudantes podem explorar e desenvolver suas habilidades. No entanto, neste estudo, a simulação é mediada pela professora-pesquisadora durante a projeção, permitindo que os estudantes explorassem e realizassem atividades sob a supervisão da profissional. Ressaltamos que a sequência foi desenvolvida nas aulas da professora autora dessa pesquisa, portanto, da professora pesquisadora.

É importante observar que a maioria das escolas públicas não possuem laboratórios de informática, muito menos de ciências e que sejam adequados para realizar essas simulações. Portanto, durante o processo de investigação, procuramos entender como a abordagem das simulações pode ser adaptada em diferentes contextos, inclusive em escolas com recursos limitados para melhorar a aprendizagem de Física.

3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Na realização do levantamento, sistematização e seleção do material bibliográfico e documental, foram aplicados critérios rigorosos para a seleção e exclusão destes materiais. Os seguintes procedimentos foram seguidos:

Critério de Inclusão:

- ✓ Dados relacionados ao Sistema Tutorial Inteligente (STI);

Critérios de Exclusão:

- ✓ Ausentes nas aulas;
- ✓ Não aceitação da participação da pesquisa de pais e ou estudantes.

3.3 Procedimento de Coleta de Dados

Durante o processo de coleta de dados secundários e primários, o método de estudo de caso valeu-se de algumas técnicas próprias da investigação quanti-qualitativa, tendo a pesquisadora detalhado o formato dessa coleta, sua estrutura e os meios técnicos utilizados (Vasquez; Angulo, 2003). Com o intuito de gerar bastante dados, foram aplicadas atividades e entrevistas semiestruturadas. Todas foram essenciais para a coleta de dados relacionados aos objetivos específicos definidos.

A pesquisa e análise documental foram realizadas com o objetivo de identificar e caracterizar o escopo da pesquisa com dados secundários, que incluíram informações públicas, dados obtidos de sítios na internet e artigos científicos. Também foram consultados relatórios e dados públicos disponibilizados por instituições, como o Ministério da Educação e similares.

Verificamos aspectos da literatura relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, métodos pedagógicos e a integração de tecnologias da informação como

recurso para o ensino e aprendizagem, com o objetivo de descrever esses elementos no estudo e analisá-los posteriormente.

Os estudantes responderam aos questionários semiestruturados. Nesta etapa, analisamos o fenômeno em estudo e refletimos acerca da problemática da pesquisa. Fizemos ainda entrevistas com os estudantes das turmas da terceira série do Ensino Médio do Colégio Joana Batista Cordeiro. A amostra incluiu vinte e 28 estudantes, com idades entre 16 e 28 anos, que frequentavam regularmente as aulas em duas turmas do ensino médio.

A seleção dos entrevistados foi baseada em adesão voluntária daqueles que se sentiam confortáveis em participar da pesquisa e que possuíam conhecimento suficiente sobre o tema de estudo (Barreta, 2008). Os entrevistados foram abordados pessoalmente, com uma apresentação prévia do trabalho e solicitação de autorização para a realização da pesquisa.

As entrevistas foram realizadas individualmente, com base em questionários semiestruturados, com participação voluntária, que cada estudante optasse por participar ou não e se retirasse a qualquer momento. As entrevistas ocorreram em sala de aula, divididas em duas etapas, uma antes e outra após uma aula prática, cuja duração era de 50 minutos cada uma. Vale lembrar que os estudantes entrevistados foram os mesmos durante todo o percurso da pesquisa, uma vez que o comparativo nos permite entender as projeções de evolução destes.

Mantivemos o anonimato dos estudantes, atribuindo os comentários a um indivíduo genérico, sem identificação pessoal. As entrevistas foram predominantemente conduzidas na modalidade presencial. Os entrevistados não precisaram de preparação prévia ou de atividades adicionais, como comentários escritos.

Os resultados obtidos foram quanti-qualitativos, e a pesquisadora buscou relacionar os dados coletados com a percepção dos estudantes e as impressões e impactos que eles experimentaram, a fim de dar um caráter exploratório à pesquisa.

Elaboramos dois questionários: o Questionário 1 (Anexo I), relacionado ao tema "Circuitos Elétricos", com o objetivo de mapear o conhecimento prévio dos estudantes, e o Questionário 2 que avaliou a percepção dos estudantes sobre a utilização do experimento como facilitador da aprendizagem da disciplina de Física.

A fase de coleta e análise de dados é crucial para a documentação e edição dos dados (Flick, 2004). Após o preenchimento dos questionários, obtivemos um material exploratório que foi processado e interpretado a partir dos resultados brutos, de modo a permitir que, ao final da coleta, esses dados pudessem ser analisados e adquirissem significado.

Na elaboração deste trabalho, utilizamos o questionário como instrumento de coleta de dados, contendo questões estruturadas sobre o tema da aula, as impressões dos estudantes e suas percepções sobre a aprendizagem após a experiência, observações durante as aulas e experimentos. Essas informações foram compartilhadas para enriquecer o estudo com provas observacionais (Yin, 2001).

3.4 Roteiro de execução

Para a condução deste estudo, foi elaborada uma estratégia de sequência didática, composta por um roteiro de etapas que os estudantes seguiram antes e depois da simulação. Dois questionários foram preparados e aplicados aos estudantes, tanto antes quanto depois da simulação, para possibilitar a comparação de suas percepções em relação ao conteúdo e às atividades em sala de aula.

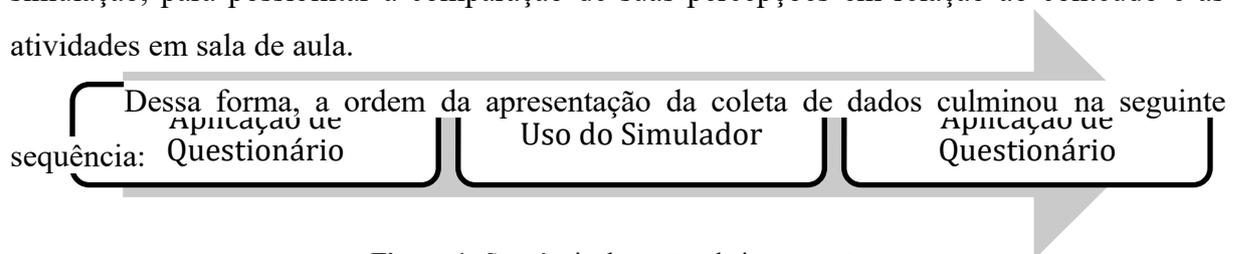


Figura 1: Sequência das ações de intervenção

Fonte: Autoria Própria

É importante observar que este trabalho envolve simulações mediadas pela professora-pesquisadora durante a projeção, pois permitiu que os estudantes explorassem e realizassem as simulações com orientação educacional. Embora a maioria das escolas públicas não tenha acesso a laboratórios de informática adequados para executar essas simulações, aquelas com recursos disponíveis devem aproveitar essa abordagem para enriquecer o aprendizado do conteúdo.

A seguir, apresentaremos uma descrição detalhada das etapas do estudo, incluindo instruções passo a passo para a instalação e funcionamento da simulação. Isto abrangerá os ambientes e o funcionamento da simulação.

3.4.1 Etapas de aplicação

Foram utilizadas duas etapas de coleta de dados neste estudo, as quais estão caracterizadas abaixo:

ETAPA 1: Inicialmente, a professora-pesquisadora adotou uma abordagem interativa para sondar o conhecimento prévio dos estudantes sobre Eletricidade. Esta exploração incluiu discussões sobre a Eletricidade em relação aos sistemas elétricos residenciais, interruptores e dispositivos eletrônicos domésticos. Além disso, os estudantes foram introduzidos a diferença fundamental entre circuitos elétricos em paralelo e circuitos elétricos em série. Essa discussão foi estendida às potenciais aplicações desses conceitos no contexto escolar e em suas vidas diárias. O objetivo foi despertar a curiosidade científica e exploratória dos estudantes, incentivando sua abordagem investigativa para compreender o assunto do experimento. Essa abordagem contribuiu significativamente para a absorção e compreensão do conteúdo apresentado. Este momento foi executado a partir de um prévio diálogo entre estudantes e professora-pesquisadora, considerando mapear o conhecimento prévio dos estudantes sobre Eletricidade.

Em seguida, o pré-teste, constituído por 4 questões discursivas, foi aplicado de maneira individual, por acreditarmos que, dessa forma, os resultados seriam mais fidedignos. Após a explanação inicial da professora-pesquisadora, as turmas 33:01 e 33:02 participaram separadamente de discussões em sala de aula, nas quais aplicamos o Questionário 1 (vide ANEXO I). Este questionário estava relacionado ao tema de Circuitos Elétricos e tinha o propósito de avaliar o conhecimento prévio dos estudantes.

O intuito era criar um estímulo prévio para que os estudantes pudessem relacionar o conceito apresentado em sala de aula com suas experiências pessoais e cotidianas. Naturalmente, os estudantes estabeleceram conexões entre o conteúdo abordado e suas vivências, permitindo-lhes verificar a validade de suas correlações. Esta abordagem incentiva os estudantes a utilizar o método científico de forma orgânica e sequencial, o que beneficia seus estudos futuros e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Logo após o momento dedicado a responder o questionário passamos para o uso do simulador. Inicialmente, foi feita uma apresentação deste para os estudantes, já que a grande maioria não conhecia essa ferramenta. Nesse momento, a professora-pesquisadora apresentou o simulador e, com a projeção do datashow, mostrou as ferramentas contidas naquele recurso tecnológico. Por não terem conhecimento prévio sobre o manuseio do simulador, os estudantes apresentaram algumas dificuldades, mas no sentido de reconhecer as ferramentas disponíveis.

ETAPA 2: Em duas aulas subsequentes, sob a supervisão da professora-pesquisadora, os estudantes foram desafiados a realizarem dois experimentos práticos: um no Simulador PHET Colorado, ao utilizarem o STI, e outro envolvendo a construção de uma maquete. O objetivo era elucidar de forma explicativa e demonstrativa a aplicação dos conceitos relacionados aos Circuitos Elétricos. Essa abordagem permitiu que os estudantes aplicassem os conceitos teóricos adquiridos anteriormente e testassem as hipóteses que haviam desenvolvido nas etapas anteriores. Esta fase proporcionou uma oportunidade crucial para obter uma compreensão mais substancial acerca dos Circuitos Elétricos.

Essas etapas, meticulosamente planejadas, visam enriquecer a experiência de aprendizado dos estudantes, estimulando sua curiosidade, envolvimento prático e desenvolvimento de habilidades científicas essenciais. Esse processo fortalece a compreensão profunda do tema e prepara os estudantes para abordagens futuras em suas trajetórias acadêmicas. Isso, por sua vez, está na mesma direção com o que recomenda a BNCC, uma vez que as habilidades e competências se fazem essenciais à construção de um estudante mais crítico, reflexivo e socialmente engajado (Brasil, 2017).

3.4.2 Aula prática: Criando e Montando um Circuito Elétrico

Nesta etapa, inicia-se a Sequência Didática, momento de suma importância para a aplicação desta pesquisa. Foram previstas 12 aulas para esta intervenção, tendo as noções básicas de circuito elétrico como ponto de partida. Estas aulas foram distribuídas da seguinte maneira: 3 aulas práticas para confecção das maquetes; 2 aulas desenvolvidas em laboratório; e 7 aulas em sala em as quais foram desenvolvidas sobre o conteúdo e exercícios de fixação.

Objetivo: Mostrar para os estudantes as diferenças entre uma ligação de um resistor em série e em paralelo. Com experimentos alternativos e o Sistema Tutorial Inteligente.

Circuito em série: nos circuitos em série, a corrente elétrica percorre um único "caminho" passando por todas as lâmpadas. Quanto mais lâmpadas estiverem instaladas em série, menos intensa será a luz emitida por cada uma delas, pois a energia fornecida pelo gerador é dividida entre elas (Carraro; Pereira, 2014).

Ao observar o esquema abaixo, podemos concluir que ao retirarmos uma das lâmpadas interrompemos a passagem da corrente elétrica:

Figura 2: Circuito elétrico com duas lâmpadas



Fonte: <https://www.eletoencode.com.br/ligacoes-em-serie-e-em-paralelo/>

O tema selecionado é Circuitos Elétricos, um conceito fundamental na Física, responsável pela condução de eletricidade. Este tópico está incorporado na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), na unidade temática "Eletricidade: Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo", com o objetivo de desenvolver a habilidade: (EM13CNT107) - "Construir circuitos elétricos usando pilhas/baterias, fios e lâmpadas ou outros dispositivos, e compará-los com circuitos elétricos residenciais".

Além disso, esse tema desempenha um papel essencial na sociedade, impulsionando o progresso e o sucesso econômico, uma vez que envolve a criação de circuitos elétricos e a distribuição de energia elétrica. Nossa abordagem se concentra na exploração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em sala de aula, ao promover discussões que serão detalhadas nas próximas seções.

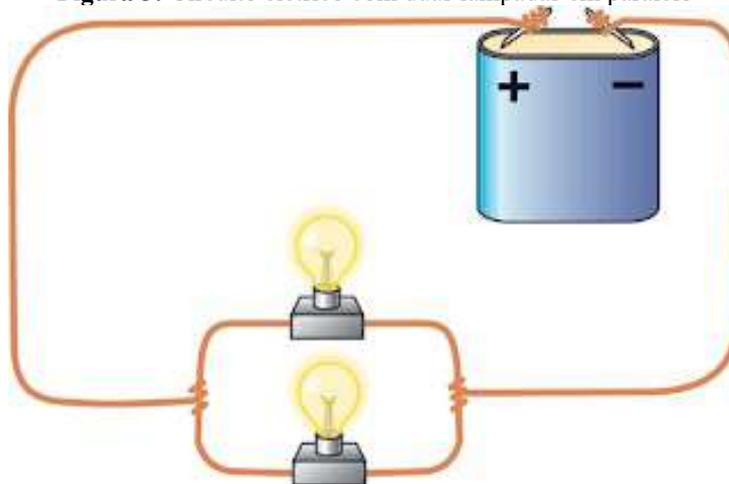
Especificamente, optamos pelo uso de simuladores como o PHET Colorado para aplicar o conteúdo. Com essa ferramenta, é possível abordar conceitos elétricos e simular a construção de circuitos elétricos de forma segura, sem riscos significativos para a saúde dos envolvidos.

Este trabalho tem como foco principal a compreensão conceitual, evitando a excessiva formalização matemática do ensino de Física. Ao adotar recursos didático-pedagógicos como o Simulador PHET Colorado, cria-se um ambiente de aprendizado mais envolvente, onde o estudante se vê como um participante ativo e pode desenvolver curiosidade pelo conteúdo apresentado em sala de aula, melhorando também a relação entre professor e estudante.

Escolhemos este tema com o propósito de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo conceitos físicos por meio de explicações fenomenológicas e o uso de simuladores virtuais. Acreditamos que atividades envolvendo TICs e simuladores virtuais têm um impacto significativo no desenvolvimento educacional.

Circuito em paralelo: Ao observar a figura 3, podemos concluir que se retirarmos uma das lâmpadas não interrompemos a passagem da corrente elétrica:

Figura 3: Circuito elétrico com duas lâmpadas em paralelo



Fonte: <https://megashock6.webnode.page/cursos/eletricista-predial-e-residencial-de-baixa-tens%C3%A3o/a2-circuito-eletrico/>

Após a exposição teórica dos princípios elétricos, incluindo a distribuição de corrente, circuitos elétricos em série e em paralelo, bem como a identificação das questões e dúvidas associadas a esses conceitos em sala de aula, foi proposta a realização de um experimento para os estudantes, com base nos conhecimentos adquiridos.

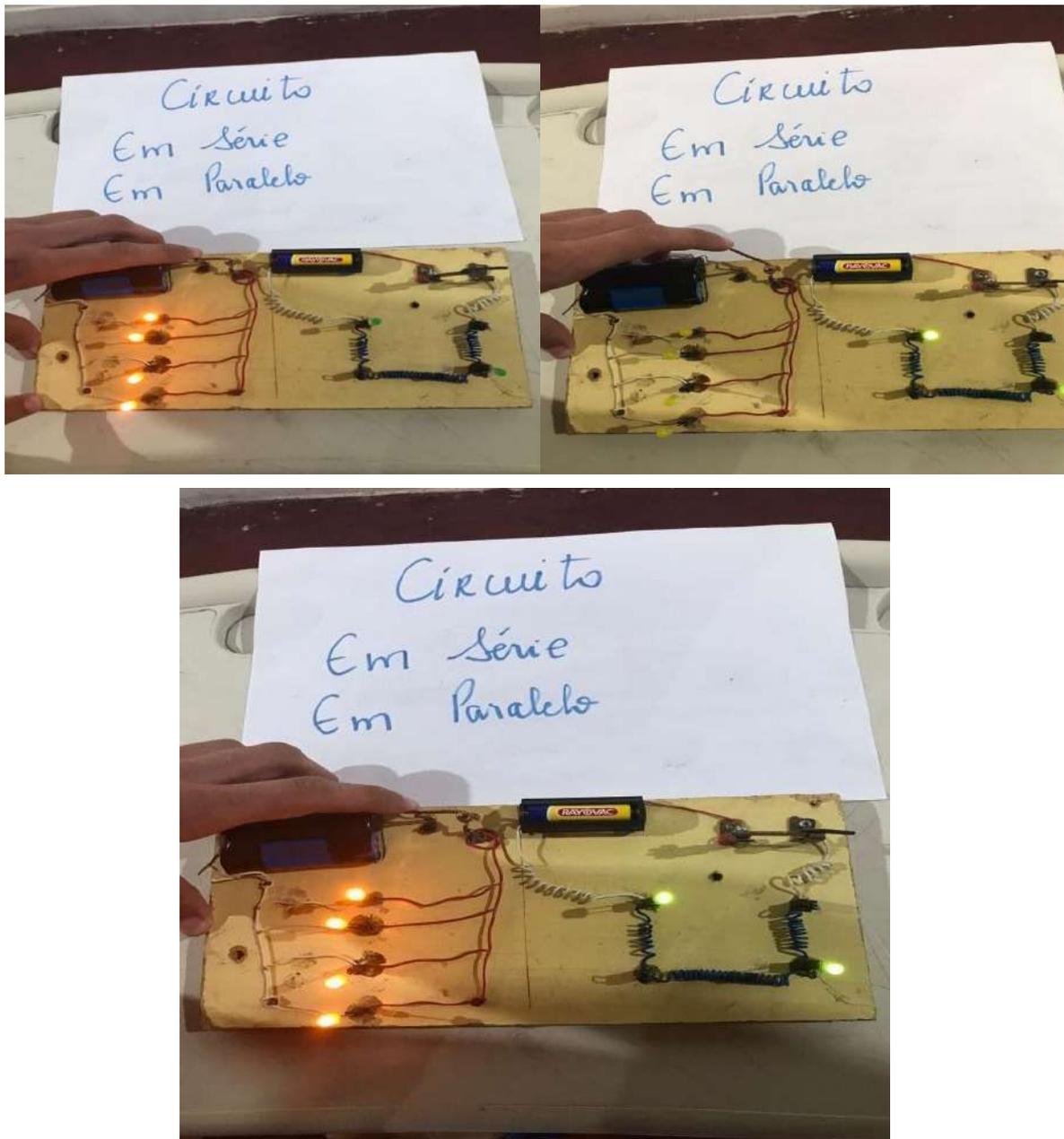
Sob a orientação da professora-pesquisadora de Física, foram fornecidos os materiais necessários para a construção de uma maquete, que incluía uma base de madeira, fios, lâmpadas, pilhas, interruptores e receptores. Eles foram desafiados a montar tanto um sistema

de circuito em série quanto um sistema de circuito em paralelo, a fim de identificar as diferenças entre esses sistemas por meio de experimentação prática.

Essas experimentações práticas permitem que os estudantes compreendam de forma mais profunda e analítica os conceitos elétricos e as diferenças práticas entre os dois tipos de circuitos, contribuindo para um nível avançado de compreensão do assunto. Logo, a partir disso, foi possível coletar dados mais próximos da realidade, resultando em uma pesquisa mais fidedigna.

As práticas obtidas pelos estudantes podem ser vistas nas imagens (observadas na Figura 4) produzidas pela autora, que identificam as maquetes. Nestas, os estudantes reproduziram experimentos em que o circuito elétrico se operacionalizou em lâmpadas paralelas, bem como em lâmpadas isoladas. Com isso, puderam compreender as noções de eletricidade de maneira mais concreta, cada vez mais distante daquela concepção abstrata de Física que monopolizou o ensino no século passado e ainda se manifesta de forma hegemônica na prática de muitos professores.

Figura 4: Maquetes produzidas em sala de aula pelos estudantes



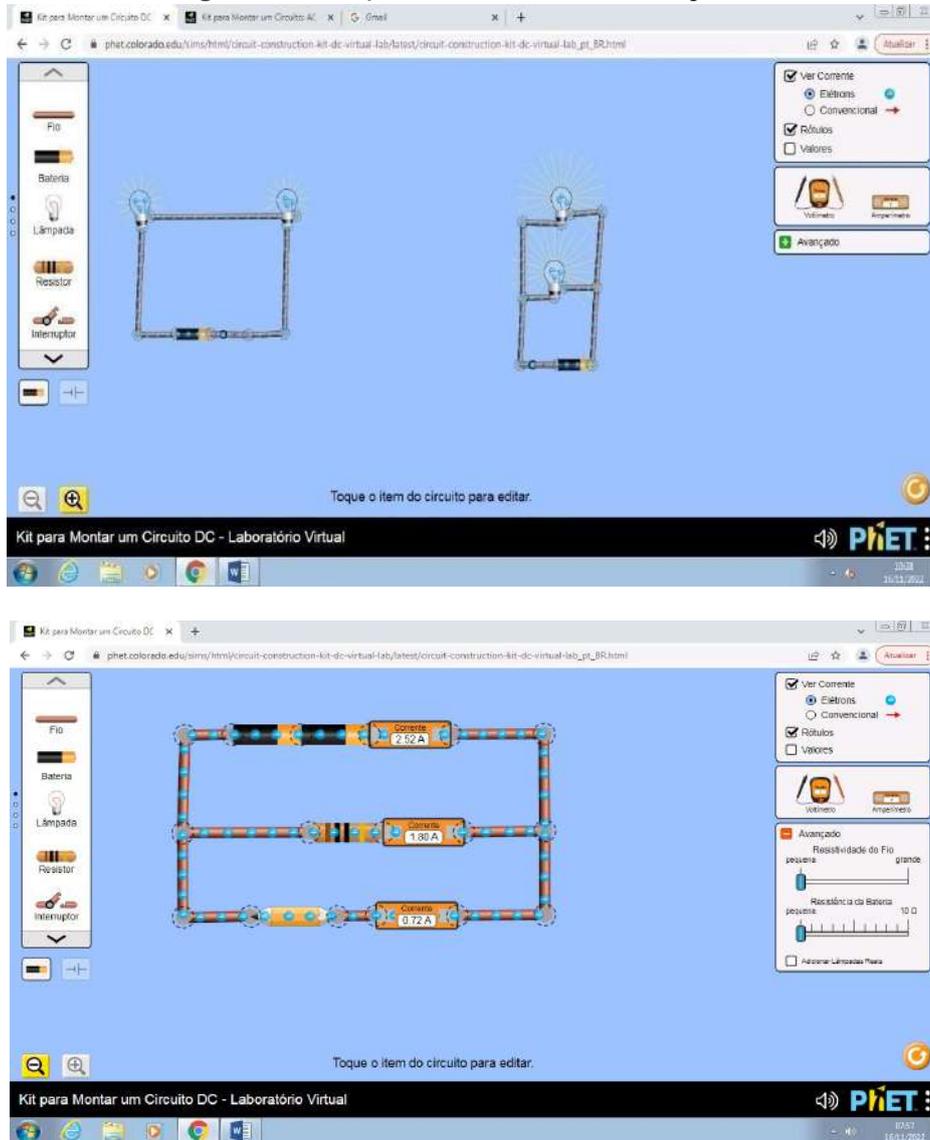
Fonte: A autora

Em seguida, foi solicitado aos estudantes que explicassem a experiência da maquete utilizando o STI, disponível no ambiente virtual PHET. Nesse ambiente seguro, os estudantes tiveram a liberdade de explorar o sistema e montar uma variedade de circuitos em série e em paralelo.

No ambiente virtual, eles tinham acesso aos ícones, representando os componentes do laboratório, como lâmpadas, baterias, fios, receptores e interruptores. Sua tarefa consistia em criar circuitos em série e em paralelo, que poderiam ser testados no ambiente virtual.

Nas imagens capturadas pela autora (Figuras 5 e 6), é possível identificar produtos virtuais produzidos pelos estudantes no Simulador PHET Colorado:

Figura 5: Simulação do Circuito em série e em paralelo no SIT¹



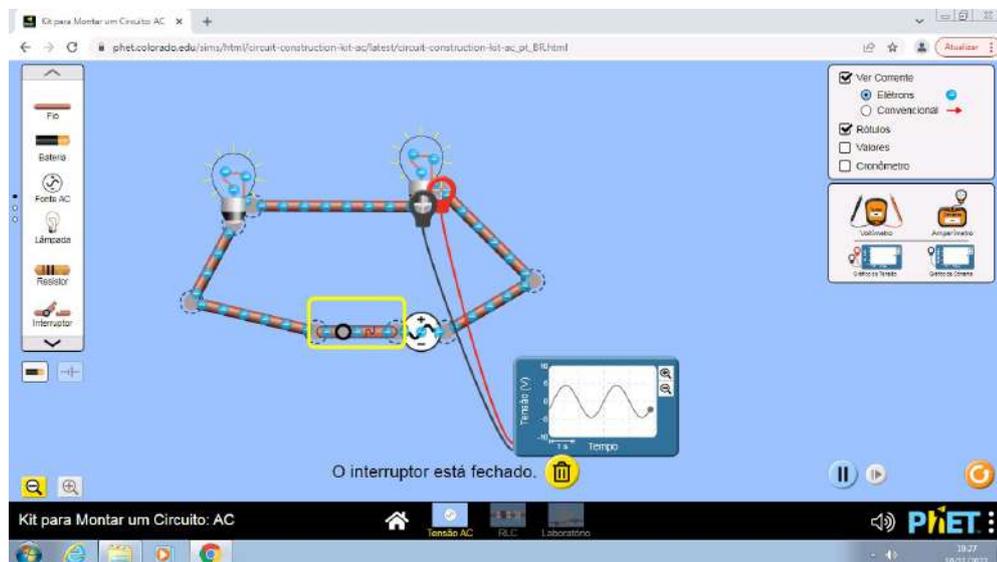
Fonte: A autora

Do ponto de vista da aprendizagem, o simulador ajuda o estudante a desenvolver o raciocínio lógico, considerando que o circuito elétrico ilustrado coopera para um olhar prático das atividades que envolvem a eletricidade. Este olhar, por sua vez, é fundamental para o entendimento do percurso, firmando-se como indispensável à aplicação e execução da proposta.

Figura 6: Tela de Montagem do Simulador PHET²

1 Link de acesso: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc

2 Link de acesso: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac



Fonte: A autora

A interface de montagem do PHET colabora para o entendimento do funcionamento desta ferramenta. Para o estudante, é importante ter condições de visualizar o ambiente interno do simulador, ao considerar que este é constituído por uma série de ferramentas funcionais do ponto de vista prático desta tecnologia.

De acordo com Boechat (2012), o PHET se constitui como um simulador muito importante para o entendimento dos conceitos físicos que se mostram ainda bastante abstratos para o estudante. Compreender a montagem desse simulador ajuda na orientação do seu entendimento, uma vez que as ilustrações atuam no entendimento imagético do cognitivo do estudante.

ETAPA 3: Em uma aula subsequente, os estudantes responderam o Questionário 2 (ver ANEXO II) relacionado às atividades experimentais realizadas nas aulas anteriores. O objetivo era realizar uma análise abrangente da participação dos estudantes, do processo de ensino e aprendizagem e da correção ou validação de seus conhecimentos prévios a partir daquilo que foi vivenciado com a experimentação (Ausubel, 2003).

Portanto, esperamos que estas estratégias tenham surtido efeito positivo no que compete ao entendimento da Física por parte do estudante. Para isso, operamos na ideia de redução do teor abstrato que contextualizou a referida disciplina por longos anos.

3.5 Contexto da Pesquisa

Na presente pesquisa, conduzimos um estudo de caso quanti-qualitativo e descritivo, focando a coleta de dados por meio de questionários aplicados a estudantes antes e após a realização de experimentos demonstrativos. Para tanto, envolvemos o Simulador PHET Colorado, no laboratório de informática e em sala de aula, por meio de socialização entre os estudantes.

Todas as etapas deste estudo foram estruturadas com base no nível de conhecimento e capacidade de raciocínio prévios dos estudantes matriculados nas duas turmas das 3^a séries do Colégio Joana Batista Cordeiro.

O Colégio Estadual Joana Batista Cordeiro, situado no município de Arraias, sudeste do estado de Tocantins, desempenhou e ainda desempenha um papel significativo na formação social da comunidade local. Além disso, atraiu durante muitos anos estudantes de cidades vizinhas que buscavam uma educação de qualidade. Conforme Cordeiro (1989), o prédio atualmente ocupado pelo colégio anteriormente abrigava o Instituto Nossa Senhora de Lourdes, dirigido pela congregação das irmãs dominicanas nas décadas de 1950 a 1980.

Figura 7: Fachada do Colégio Prof.^a Joana B. Cordeiro



Fonte: A autora

Figura 8: Fachada Lateral do Colégio Prof.ª Joana B. Cordeiro



Fonte: A autora

Após a década de 1980, o Instituto Nossa Senhora de Lourdes passou a ser Colégio Estadual Professora Joana Batista Cordeiro. Na segunda metade da década atual, efetivou-se como uma escola de tempo integral denominada Jovem em Ação Professora Joana Batista Cordeiro. O percurso dessa instituição de ensino é meticulosamente delineado no Projeto Político Pedagógico da Escola (PPP).

Entre as décadas de 1950 e 1980, o Instituto Nossa Senhora de Lourdes operava no mesmo edifício que hoje abriga o Colégio, sob a direção da Congregação das Irmãs Dominicanas. Esta transição reflete uma transformação na história educacional do município.

O Instituto foi inaugurado em 11 de fevereiro de 1958. Sua criação foi uma iniciativa do Deputado Federal Dr. João D'Abreu, que lutou junto à União, no Rio de Janeiro, para trazer benefícios à região do norte goiano, juntamente com o Prefeito do Município de Arraias daquela

época, o Senhor Gustavo Balduino Santa Cruz (Cordeiro-A, 2023, p. 10).

Durante esse período, o Instituto Nossa Senhora de Lourdes desempenhou um papel crucial como referência educacional na região, especialmente no norte de Goiás. Esse status era devido a sua proximidade de distritos como Novo Alegre e Combinado. Posteriormente, essas áreas também se beneficiaram com a fundação das escolas João de Abreu e os institutos de ensino do 1º grau de Novo Alegre (Cordeiro, 1989).

É importante destacar que, durante o período em que o Instituto Nossa Senhora de Lourdes operou, o ensino era privado, o que limitava o acesso à educação a uma pequena elite, ou seja, a uma parcela restrita da sociedade. Essa exclusividade estava em consonância com o próprio Projeto Político-Pedagógico da escola da época.

Essas circunstâncias históricas podem ser analisadas criticamente, considerando seu impacto no acesso à educação e na estrutura social da época. Esta narrativa esclarece a importância do Instituto Nossa Senhora de Lourdes na formação educacional da região, mas também ressalta as limitações inerentes a um sistema educacional privado voltado para a elite.

No início, o ensino oferecido pela aquela instituição era privado. Por esta razão, pais e/ou filhos (alunos do Instituto) que não tinham recursos financeiros para pagar as mensalidades, prestavam serviços de manutenção e limpeza do espaço físico da referida escola. Na esfera cultural, Arraias e municípios vizinhos foram beneficiados com a criação deste Instituto. Arraias tornou-se o berço da educação, pois o ensino que oferecia era de qualidade e referência para a região (Cordeiro-A, 2023, p. 10).

O Colégio de Tempo Integral Jovem em Ação Joana Batista Cordeiro atualmente adota um modelo pedagógico de tempo integral, que estende a jornada escolar para 5400 horas/aulas, distribuídas ao longo das três séries do ensino médio. O principal objetivo deste modelo é viabilizar metodologias que aprimorem os indicadores de aprendizagem dos estudantes em todas as suas dimensões humanas. Isso permite que os estudantes desenvolvam uma visão de futuro sólida e se tornem capazes de transformar a realidade em que estão inseridos. Eles cultivam habilidades essenciais, como iniciativa, liberdade, compromisso e responsabilidade, capacitando-os a tomar decisões autênticas, solidárias e competentes (Cordeiro, 2023).

Reconhecemos a importância de adaptar o ensino às novas tecnologias digitais, com o intuito de equalizar a disparidade entre os avanços da sociedade em rede e das grandes empresas, e a realidade dos estudantes da educação básica, com foco especial no ensino

médio. Além disso, destacamos a relevância do ensino de Física para o desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes.

Este trabalho se justifica, portanto, pela necessidade de uma análise reflexiva sobre a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) com o apoio do Simulador PHET Colorado como recurso pedagógico no processo de ensino/aprendizagem. Conforme argumentado por Gatti (2019), a escola, inserida nessa cultura tecnológica, deve ser responsável por formar indivíduos capazes de exercer seus direitos de forma ampla. Além disso, a autora reforça a função social das escolas ao desenvolver as potencialidades físicas dos estudantes, transformando-os em cidadãos participativos, criativos e autônomos na sociedade em que vivem.

Não é possível que a escola se descole ou se distancie dessa realidade. Lidar com a informação é também tarefa da escola, haja visto o advento das notícias falsas que circulam livremente pela rede, formar cidadãos que atuem de forma crítica e consciente na sociedade da informação é condição imprescindível ao currículo (Gatti, 2019, p. 35).

A justificção histórico-social deste estudo encontra sua base na necessidade de debater e avaliar a aplicação prática da inserção desses novos recursos pedagógicos, disponibilizados com o apoio da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), especificamente o Simulador PHET Colorado, no ensino de Física e o rompimento com práticas expositivas que pouco contribuem para a aprendizagem de Física nas escolas do Tocantins.

4 DA ANÁLISE E DOS RESULTADOS

4.1 Análise do questionário aplicado antes da realização dos experimentos

Nesta seção, caracterizamos os dados obtidos a partir da aplicação dos questionários. Utilizamos estes, por sua vez, como instrumento de coleta de dados, os quais foram aplicados antes e depois da Sequência Didática.

Após análise das respostas do questionário 1, percebemos que os estudantes possuíam um prévio conhecimento acerca do tema da eletricidade. No entanto, sua compreensão acerca de circuitos elétricos era superficial. Importante destacar que, após apresentação de algumas situações que envolvem o cotidiano, os estudantes conseguiram discernir algumas distinções entre circuitos em série e circuitos paralelos.

Particular ênfase deve ser atribuída à Questão 2, que questiona sobre o entendimento prévio do estudante sobre circuito elétrico. Nesta pergunta, os estudantes demonstraram habilidades notáveis ao correlacionar os conceitos teóricos abordados em sala de aula com situações do cotidiano. Esta análise revela que o estímulo à curiosidade e à aprendizagem foi eficaz, mesmo considerando que as explicações fornecidas foram de natureza conceitual.

Apresentamos a seguir o Quadro 1, em que há o esquema das respostas obtidas no questionário, ao ilustrar as tendências e *insights* resultantes desta avaliação.

Quadro 1: Questionário 1

QUESTIONÁRIO 1	
1 – O que é eletricidade?	1- Energia e luz; 2- Energia (3 respostas); 3- Movimentos das luzes; 4- São os elétrons em momentos; 5- A área da Física mais importante para as pessoas; 6- Entenderam que a eletricidade e a inteligência artificial trabalham juntas com o uso de cargas elétricas na confecção de aparelhos modernos; 7- Corrente elétrica; 8- Luz; 9- Circuito elétrico em série e em paralelo.
2 – O que você entende sobre circuito elétrico?	1- Passagem de corrente elétrica entre as cargas; 2- Tensão muito forte; 3- Podem ser cargas positivas e negativas; 4- Entendi que uma corrente elétrica é um condutor de energia por cargas;

	<p>5- Instalação dos fios de energia da minha residência é um exemplo de circuito elétrico;</p> <p>6- Ligar os faróis dos carros e dos postes de energia da rua me faz entender que acontecem circuito elétrico;</p> <p>7- Lâmpadas de led ligada.</p>
3 –Qual a diferença entre resistores em série e em paralelo?	<p>1- Circuito em série funciona dependendo das lâmpadas e o circuito em paralelo não depende (6 respostas);</p> <p>2- Entendi que as lâmpadas ligam em sequência e outras em paralelo;</p> <p>3- Se uma led queima a outra queima também e já o paralelo se uma queimar as outras funcionam normalmente;</p> <p>4- Não lembram;</p> <p>5- Na experiência foi demonstrado que o circuito em série, às led só funciona em conjunto um dependente da outra. Ao contrário do circuito paralelo que trabalha sozinha tendo uma ou mais leds;</p> <p>6- Luzes apagam e acendem usando cargas elétricas.</p>
4 – Qual o erro mais frequente quando falando na linguagem popular sobre tensão elétrica? O que você percebeu com o circuito em serie e em paralelo nas atividades experimentais?	<p>1-Sobrecarrega a tomada;</p> <p>2-Gato na instalação;</p> <p>3- Problema na instalação;</p> <p>4- Voltagem correta do aparelho e tomada (5 respostas);</p> <p>5- Não sei;</p> <p>6- Acho que tem haver 110V e 220V.</p>

Na questão 1, onde se lê “O que é eletricidade?”, tivemos 9 respostas diferentes por parte dos estudantes. Isso, por sua vez, demonstra uma variedade que sugere desconhecimento físico prévio no que compete à definição de eletricidade. No entanto, a resposta que mais ocorreu foi “energia”, que configurou no questionário 3 vezes.

Evidentemente, trata-se de uma resposta não adequada, já que é passível de vários questionamentos. Por outro lado, a relação entre eletricidade e energia é bastante difundida nas conversas informais entre os estudantes, guiadas pelo senso comum. Logo, não podemos desconsiderar este saber empírico do estudante para iniciar o processo investigativo (Brasil, 2017).

Na questão 2, onde se lê “O que você entende sobre circuito elétrico?”, tivemos 7 respostas diferentes, o que reforça a interpretação que apresentamos acerca da questão anterior. No entanto, a diferença é que, nesta questão, os estudantes parecem apresentar uma sequência de respostas que têm relação intrínseca com o universo da eletricidade.

Do ponto de vista do ensino e da aprendizagem, avaliamos este ocorrido como algo positivo, ainda que não tenha contemplado veementemente a pergunta feita. Isso porque, quando entendemos o circuito elétrico para além do conteúdo, mais próximo da noção de

saber social, compreendemos o leque de respostas como indicativo de conhecimento previamente existente, o que nos serve como uma avaliação de sondagem (Marquès, 2012).

Na questão 3, onde se lê “Qual a diferença entre resistores em série e em paralelo?”, tivemos 6 respostas diferentes. No entanto, a resposta que foi mais mencionada pelos estudantes é: “Circuito em série funciona dependendo das lâmpadas e o circuito em paralelo não depende”, com 6 ocorrências.

No que se refere ao conteúdo dessa resposta, podemos perceber uma tentativa por parte do estudante em evidenciar um saber técnico da Física. Isso nos parece algo positivo, não pelo tom técnico da resposta em si, mas pelo próprio esforço em se compreender o universo de discussão sobre Circuito Elétrico, tomando posse do saber mais específico para responder à pergunta (Lima; Rosatelli, 2003).

Por fim, na questão 4, última do questionário, onde se lê “Qual o erro mais frequente quando falando na linguagem popular sobre tensão elétrica? O que você percebeu com o circuito em série e em paralelo nas atividades experimentais?” Obtivemos 6 respostas diferentes. A resposta que aparece com mais frequência é “Voltagem correta do aparelho e tomada”, com 5 ocorrências.

Trata-se de uma concepção de resposta baseada na linguagem popular. Esse pressuposto nos ajuda a entender o caráter interdisciplinar desta pesquisa, bem como a ideia de Circuito Elétrico como saber e não apenas como conteúdo. Buscar o conhecimento popular acerca do referido assunto é uma estratégia elementar na tentativa de equalização do caráter abstrato da Física enquanto componente curricular. É um passo positivo para se entender o Circuito Elétrico enquanto algo presente no nosso cotidiano (Ferreira, 2016).

4.2 Análise do questionário aplicado após a realização dos experimentos

Neste subtópico, caracterizamos os dados de pesquisa obtidos por meio da aplicação de questionário após a realização dos experimentos. Trata-se de um momento importante para a pesquisa, pois nos oferece condições de comparação com os dados anteriormente coletados.

Da análise das respostas do questionário 2, verificamos a unanimidade dos estudantes em acreditarem que a utilização do experimento facilitou a aprendizagem do conteúdo nas aulas de Física. Isso ressoa também na expressiva maioria que respondeu que gostou de estudar a matéria por meio de atividades experimentais.

Segue uma esquematização a partir do Quadro 2 acerca das respostas obtidas pelo questionário.

Quadro 2: Questionário 2

QUESTIONÁRIO 2			
1 – As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela disciplina?	Sempre	Às vezes	Nunca
	04	03	-
2 – A professora apresentou o conteúdo com clareza?	Sim	Não	Parcialmente
	04	-	03
3 – A professora aliou o assunto à atividade experimental?	Sim	Não	Parcialmente
	04	-	03
4 – As aulas experimentais despertaram seu interesse em aprender Física?	Sempre	Às vezes	Não
	04	03	-
5 – Você acredita que a utilização do experimento facilita a aprendizagem de Física?	Sempre	Pouco	Não
	07	-	-
6 – Você gostou de estudar Física através das atividades experimentais?	Sempre	Pouco	Não
	06	01	-
7 – Você conhecia as informações aplicadas no seu dia-a-dia?	Sempre	Pouco	Não
	03	03	01

No item 1, onde se lê “As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela disciplina?”, há 4 respostas sobre “sempre” e 3 respostas sobre “às vezes”. Não houve nenhuma ocorrência sobre “nunca”. As aulas práticas são de suma importância para o ensino de Física, pois o referido componente curricular apresenta uma significativa carga horária prática, que serve como complementar da teórica.

Os estudantes demonstraram gostar bastante das aulas práticas, sendo, pois, estimulados à aprender dessa forma. Assim como na pesquisa de Alves (2006), a natureza prática das aulas de Física mostra-se fundamental para que a natureza abstrata da disciplina seja minimizada. Isso porque, a partir da prática, é possível visualizar melhor a presença do referido assunto em várias situações concretas da prática social.

No item 2, onde se lê “A professora apresentou o conteúdo com clareza?”, há 4 respostas que indicam “sim” e 3 respostas que indicam “parcialmente”. Não houve nenhuma resposta que indicasse “não”. Dessa forma, reiteramos a importância da figura do professor enquanto mediador da prática pedagógica e facilitador do processo de aprendizagem (Brasil, 2017).

Os estudantes evidenciaram uma avaliação positiva acerca da atuação do docente, também autora desta dissertação. Assim como revela a pesquisa de Ferreira (2016), o professor de Física deve estar atento às demandas do seu contexto de atuação, considerando que isso o ajudará nas escolhas metodológicas e na sua aplicação em sala de aula. O Simulador não deve substituir o professor, mas sim funcionar como recurso didático-pedagógico com condições de reverberar resultados positivos juntos aos estudantes.

No item 3, onde se lê “A professora aliou o assunto à atividade experimental?”, há 4 respostas indicando “sim” e 3 respostas indicando “parcialmente”. Não houve nenhuma resposta indicando “não”. Nesse caso, é importante aliar teoria e prática para que a parte teórica da disciplina não se reduza a conceitos distantes da vida do estudante (Brasil, 2017).

Pensar na convergência entre teoria e prática no ensino de Física é algo bastante relevante no que compete à desmistificação do referido componente curricular como algo dissociado da realidade humana. Assim como asseveram Rocha, Ramos e Brasil (2019), embora muito se diga que a Física está presente em todas as práticas sociais, há uma dificuldade em se perceber isso quando o ensino opera de maneira dissociada entre teoria e prática, ainda mais quando se prioriza a primeira apenas.

No item 4, onde se lê “As aulas experimentais despertaram seu interesse em aprender Física?”, há 4 respostas que indicam “sempre” e 3 que indicam “às vezes”. Partimos do princípio de que as aulas experimentais são de suma importância no ensino de Física não apenas porque atuam na minimização da ideia abstrata da disciplina, sobretudo porque podem colaborar no despertar do interesse do estudante pelo assunto abordado (Brasil, 2017).

Nesse caso, os estudantes demonstraram desejo de continuar tendo aulas experimentais, considerando-as positivas pelo fato de gostarem da disciplina. Entendemos também que é importante despertar o interesse dos estudantes pela Física e, com isso, combater a ideia de que a referida disciplina não é interessante e divertida de se estudar, algo próximo do que sugere Boechat (2012).

No item 5, onde se lê “Você acredita que a utilização do experimento facilita a aprendizagem de Física?”, todas as respostas coletadas apontam para o conceito “sempre”. É unanimidade entre os estudantes a importância das aulas experimentais no processo de ensino de Física, o que reafirma o que já mencionamos acima.

Toda a aderência dos estudantes às aulas experimentais indica a necessidade de se repensar a prática docente no que compete ao ensino de Física. Entendemos que o desejo dos estudantes em terem aulas práticas evidenciam uma angústia que opera na necessidade de reinvenção do professor no que compete a sua própria aula, convidando-o a ser mais dinâmico (Boechat, 2012).

No item 6, onde se lê “Você gostou de estudar Física através das atividades experimentais?”, há 6 respostas que indicam “sempre” e 1 resposta que indica “pouco”. Há, portanto, uma grande maioria revela ter gostado de estudar Física a partir desse olhar mais prático em relação à teoria estudada nas aulas ditas teóricas.

Mais uma vez, é importante considerar a motivação dos estudantes no que compete às aulas experimentais. É importante motivar os estudantes para o ensino da Física, sendo a prática uma boa estratégia para isso, tal como revelou Ausubel (2003). No entanto, é necessário problematizar também a qualidade dessas aulas práticas, reforçando a importância do seu planejamento, para que os estudantes tenham condições, de fato, de estabelecerem relações entre a aula e a sua própria rotina de vida.

No item 7, onde se lê “Você conhecia as informações aplicadas no seu dia-a-dia?”, há 3 respostas que indicam “sim”, 3 respostas que indicam “pouco” e 1 resposta que indica “não”. Entendemos que este questionamento nos direciona para ocasiões futuras de intervenção, nos sendo, pois, também diagnóstica.

Assim como na pesquisa de Ferreira (2016), os estudantes demonstraram que tinham conhecimento relativo sobre a aplicação daqueles conceitos aprendidos em sala de aula e situações do cotidiano, a necessidade de haver um vínculo entre o conteúdo teórico e prático a fim de tornar a aprendizagem mais eficaz.

4.3 Divulgação dos resultados

Os resultados desse estudo de caso revelaram que os estudantes participantes demonstraram interesse crescente pelos conceitos físicos envolvidos na experimentação. Além disso, eles se mostraram mais motivados a explorar outras possibilidades e configurações de circuitos elétricos. É importante ressaltar que essa motivação aumentada pode ser atribuída ao uso eficaz de recursos de tecnologia da informação e comunicação (TIC), uma vez que o ambiente virtual seguro proporcionou aos estudantes uma maior liberdade e motivação para experimentar diversos modelos e cenários.

A utilização do Simulador PHET Colorado desempenhou um papel fundamental no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem e na interação dos estudantes. Esse aprimoramento foi evidenciado nas respostas dadas aos questionários, na criação de maquetes físicas e virtuais, bem como na avaliação geral das turmas. Além disso, muitos deles conseguiram aplicar os conceitos discutidos em sala de aula em soluções tanto escolares quanto 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.

A autora ressalta a necessidade de mais estudos científicos que investiguem o ambiente escolar. Essa lacuna investigativa é crucial para estabelecer um sólido conjunto de evidências, técnicas metodológicas e critérios de avaliação que possam servir como base para aprimorar as práticas pedagógicas. A autora argumenta que os computadores e dispositivos similares não devem se limitar à simples transmissão de informações e interações sociais, mas devem ser encarados como ferramentas que facilitam efetivamente os processos de ensino e aprendizagem e assim provoquem uma percepção social ampliada para os jovens que estão prestes a encarar o mundo tornando-os sujeitos ativos e conscientes do ambiente em que vivem.

Ao compreender que há necessidade de expandir os diálogos científicos na educação básica, a autora desta pesquisa desenvolveu o projeto interdisciplinar “Lixo produzido na residência: orgânico e inorgânico”, a partir das discussões travadas na disciplina de Física. Esta intervenção envolveu diretamente duas alunas do ensino médio, que atuaram como auxiliares no desenvolvimento do mesmo. O objetivo foi promover a formação e envolvimento interdisciplinar da consciência ambiental em meninas do ensino médio do estado do Tocantins.

Logo, compreendemos que este projeto sobre o lixo também foi muito importante no que se refere à criação de um contexto que pudesse favorecer as investigações científicas, ao passo que despertou nas estudantes grandes possibilidades de criticidade e reflexão. Com isso, os estudantes envolvidas no referido projeto tiveram a possibilidade de ampliar o seu conhecimento interdisciplinar sobre Circuito Elétrico, ao entenderem a sua presunção em situações cotidianas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física no estado de Tocantins, em especial no município de Arraias, enfrenta desafios significativos, o que nos leva a pensar no cenário nacional. No entanto, acreditamos que a implementação de programas de mestrado, como o Programa de Mestrado Profissional em Física (MNPEF), na UFT/Araguaína, e o Programa de Pós-graduação em Ensino em Ciências e Saúde (PPGECS), na UFT/Palmas sejam medidas que podem ajudar a mudar esta realidade. Ressaltamos que estes programas desempenham um papel crucial em abrir as portas da ciência para a educação na região.

Nesse contexto, o Mestrado em Ensino em Ciências e Saúde desempenhou um papel fundamental no aprimoramento dos estudos, ao demonstrar às escolas e à sociedade a importância da pesquisa na área. Como resultado, tenho a intenção de dar continuidade ao trabalho desenvolvido na Escola Jovem em Ação, onde ministrou aulas, bem como a adoção de práticas pedagógicas que usem atividades práticas nas aulas de Física.

Inicialmente, os estudantes foram desafiados a compreender conceitos fundamentais, como circuito e componentes, que abordaram temas como capacitores, indutores, resistores, interruptores e outros elementos relacionados às correntes e circuitos elétricos. Dessa forma, foi possível observar que os estudantes possuíam algumas noções básicas prévias sobre o assunto, o que serviu como base para o aprendizado e a execução de maquetes.

Em seguida, foram ministradas aulas que aprofundaram esse conhecimento inicial, o que proporcionou aos estudantes a capacidade de aplicar suas habilidades em experimentos tanto em ambientes físicos quanto virtuais.

Após a apresentação dos conceitos teóricos, iniciou-se a explicação sobre a construção das maquetes, incluindo os componentes utilizados, a forma de interconexão e as medidas de segurança. Os estudantes demonstraram grande habilidade e interesse em realizar essas tarefas, relacionando eficazmente o conteúdo da sala de aula com a prática no laboratório. Isso resultou na criação das maquetes já mencionadas neste estudo.

Posteriormente, os estudantes foram apresentados a um simulador, por meio do qual aprenderam sobre os componentes, a operação e outros aspectos relacionados. Os estudantes mostraram destreza ao operar o sistema e reproduzir as conexões elaboradas nas maquetes. As simulações despertaram grande entusiasmo nos estudantes, que se viram diante de inúmeras possibilidades, explorando-as com curiosidade intelectual.

Para avaliar o progresso da aprendizagem, aplicou-se o questionário 2, que obteve resultados extremamente positivos, indicando que os estudantes conseguiram relacionar efetivamente o conteúdo teórico com a prática. Durante as atividades, o público demonstrou grande envolvimento nas simulações, mostrando-se atraído e ansioso pela experiência prática, reforçando a ideia de que boas experiências geram expectativas positivas.

Os resultados obtidos apontam para a eficácia das ferramentas tecnológicas como facilitadoras do ensino e da aprendizagem, promovendo a motivação e a interação de todos os envolvidos no processo. A maioria dos estudantes expressou satisfação com essa experiência, ressaltando o impacto positivo dessas abordagens inovadoras no ensino de Física no Tocantins.

Essa iniciativa representa um passo significativo em direção à melhoria do ensino de Física na região, de modo a destacar o valor dos programas de mestrado na formação continuada de educadores e no avanço da educação em ciências. Esperamos que mais iniciativas como essa continuem a aprimorar a qualidade do ensino no Tocantins e em todo o Brasil.

Portanto, reforço que, na condição de pesquisa, esta experiência me ajudou a entender o ensino de Física sob diferentes enfoques, o que muito colaborou para a minha qualificação e aprimoramento profissional. Dessa forma, a referida investigação teve grande impacto na minha visão sobre o papel da tecnologia para o ensino de Física, sendo, pois, algo de extrema relevância à prática pedagógica, sobretudo nos tempos atuais, em que a tecnologia se faz presente em todos os meios sociais.

Além disso, apesar dos poucos equipamentos, é possível usar instrumentos virtuais, de preço acessível, e materiais recicláveis, o que nos mostra que é possível reciclar. É possível pensar no ensino de Física enquanto uma estratégia para a formação de um estudante mais consciente dos princípios da reciclagem.

Com isso, é possível afirmar que o objetivo desta pesquisa foi contemplado, uma vez que o uso do simulador deu condições de coletar dados capazes de confirmar o que havia sido proposto no decorrer da investigação.

REFERÊNCIAS

- ALA-MUTKA, K. **Mapping digital competence: toward a conceptual understanding**. Union Europea: Joint Research Centre, 2011.
- ALVES, V. F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem**. 2006. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- ANJOS, R. A. V. dos. **Referencial pedagógico para análise de ambientes virtuais de aprendizagem**. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2015.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BERWIG, A. Compreensões sobre tecnologias, ensino e aprendizagem na formação humana. **Contexto & Educação**, v. 33, n. 106, 2018. Disponível em: <<https://x.gd/MeZOA>> . Acesso em: 07 mar. 2024.
- BIANCONCINI M. E. de A. Educação a distância na internet. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul/dez. 2003.
- BOECHAT, V. A. P. **Simulações físicas interativas Phet no ensino fundamental**. 194f. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- BOSZKO, C.; GÜLLICH, R. I. C. Estratégias de ensino de ciências e a promoção do pensamento crítico em contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p.53-71, 30 out. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 466, de 12 de dezembro de 2012**. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jun. 2013.
- BRASIL. PCN+ **Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2023.
- CABELLO, J. L., CUERVA, J., PUERTA A.; SERRANO J. **Tratamiento de la información y competencia digital en la educación** [Wiki On-line], 2013. Acessado em: <https://sites.google.com/site/lascompetenciasbasicas/ti.cd>
- CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. O uso de simuladores virtuais phET como metodologia de ensino eletrodinâmica. **Cadernos PDE**. 2014.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CONATI, C. **Intelligent tutoring systems: new challenges and directions**. Paper presented at the Proceedings of the 21st international joint conference on Artificial intelligence. 2009.

CORDEIRO, J. B. **Plano Político Pedagógico [PPP]** Arraias – TO, 2023.

CORDEIRO, R. B. de A. **Arraias: Suas raízes e sua gente**. Goiânia, 1989.

DAMASCENO, A. R. P. **STUART: Um Sistema de Tutoria Inteligente Artificial para aumentar a escalabilidade dos cursos a distância**. 109f. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020.

FERREIRA, A. C. R. **O uso do simulador PHET no ensino de indução eletromagnética**. 101f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

FRASSON, C.; MENGELLE, T.; AIMEUR, E. Using pedagogical agents in a multi-strategic intelligent tutoring system. **In Proceedings of the A I-ED '97 Workshop on Pedagogical Agents**, pages 40-47. 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Libertação**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

GARTNER, M. **Motivation, momentum and meaning: How Gamification can inspire engagement**. Reino Unido: Gartner Research, 2011.

GATTI, F. N. **Educação básica e inteligência artificial: perspectiva, contribuições e desafios**. 90f. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP. São Paulo, 2019.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 177f. 1999. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre. 1999.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

LIMA, R.D.; ROSATELLI, M. C. Um Sistema Tutor Inteligente para um Ambiente Virtual de Ensino Aprendizagem. **Anais do WIE**. 2003.

LOPES, E. de S.; PASTORIO, D. P. Uma revisão bibliográfica em periódicos da área de educação em ciências e matemática e ensino de física sobre tecnologias digitais de informação e comunicação. **Conex. Ci. e Tecnol**. Fortaleza/CE, v.17, p. 01-12, e022021, 2023.

MARÍN, V. La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. **Digital Education Review**, v. 27, 2015.

MARQUÈS, P. **Competencias básicas en la sociedad de la información**. La alfabetización digital. roles de los estudiantes hoy. 2012.

MARQUÈS, P. **ESO: 4 dimensiones y 11 dimensiones**. 2013.

MARTINS, E. A., et al. Crenças de autoeficácia e atitudes de alunos da educação básica: possíveis indicativos de desmotivação para a resolução de questões “matematizadas” de ciências naturais. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 7, n. 2, p.5-27, jul./dez. 2019.

SARMENTO, G. C. P.; GIANNELLA, T. R. Parcerias pesquisadores-professores como estratégia de formação/aprendizagem docente para a integração de tecnologias digitais de informação e comunicação na educação: análise de experiências com duas professoras de matemática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 2021. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/5493>>. Acesso em: 07 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. O ensino de física no Brasil: Retrospectiva e perspectiva. **Revista brasileira de ensino de física**, instituto de física, v. 22, n 01, p. 94 – 99, 2000.

NASSAJI, H. Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis. **Language Teaching Research**, v. 19, n. 2, p. 129-132, 2015.

NEVES, S. da et al. O uso de sistemas inteligentes de tutoria como ferramenta pedagógica. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 5, n. 7, 2018.

OLIVEIRA, C. B.; KALHIL, J. D. B. Aspectos metodológicos das produções científicas em formação inicial de professores que ensinam ciências para os anos iniciais do ensino fundamental (2006-2016). **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 7, n. 2, p.44-61, jul./dez. 2019.

PARLAMENTO EUROPEU. **Comisión de Indústria, Investigación y Energía**. 2004. Acessado em: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/docs/am/609/609485/609485es.pdf

PEREIRA, A. T. C. SCHMITT, V.; ÁLVARES, M. R. C. Dias. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Livraria Cultura, 2007. Disponível em: <http://www.livrariacultura.com.br/imagem/capitulo/2259532.pdf>. Acesso em 27 Maio 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RAMOS, C. A. da S. **Ambientes digitais e o currículo escolar: a autonomia na aprendizagem**, PUC/SP, 2018.

ROCHA, P. S. R.; RAMOS, C. V.; BRASIL, T. A. A utilização de softwares no ensino de matemática para ensino fundamental e médio. In: **Congresso sobre Tecnologias na Educação, IV**. [s.n.], 2019. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/8874/8775>>. Acesso em: 07 abr. 2024.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVEIRA, A. C. J. da. VIEIRA JÚNIOR, N. A inteligência artificial na educação: utilizações e possibilidades. **Interritórios - Revista de educação**, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, BRASIL, v. 5, n. 8, 2019.

UNESCO. **Estándares de competencias en tic para docentes**. Ban Ki-Moon, Secretario General de las Naciones Unidas, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZUÑIGA, J. I., EDEL, R. y LAU, J. **Competencias digitales y educación superior**. 2016. Acessado em: <http://rete.mx/index.php/8-numero-tematico-educacionmediada-por-tecnologia/7-competencias-digitales-yeducacion-superior>

APÊNDICE I

DECLARAÇÃO DO (A) PESQUISADOR (A) RESPONSÁVEL

Eu, declaro, abaixo assinado, pesquisadora, responsável envolvido no projeto intitulado: **A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio**, estar ciente de todos os detalhes inerentes a pesquisa e **COMPROMETO-ME** a acompanhar todo o processo, prezando pela ética tal qual expresso na Resolução do Conselho Nacional de Saúde – CNSnº466/12 e suas complementares, assim como atender os requisitos da Norma Operacional da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP n º 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.

Arraias, _____ de _____ de 2022.

Informações da pesquisadora:

Nome: Elisângela Gonçalves Taveira

Tel.: (62)99664-1930

E-mail: elistaveira@uft.edu.br

Formação: Licenciatura Plena Física.

APÊNDICE II

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Responsável)

Prezado responsável

Eu, professora de Física do Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC), educanda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da UFT, gostaria de informar que as turmas das 3^a séries do Ensino Médio (33:01 e 33:02) do **Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC)**, participarão de uma pesquisa intitulada: ***“A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio”***.

O (ALUNO) está sendo convidado a participar de forma voluntária da referida pesquisa, onde se pretende reproduzir experimentos físicos com recursos virtuais e didático-pedagógicos, utilizando a plataforma de Sistema Tutorial Inteligente (STI) e seu simulador PHET. A pesquisa tem objetivo: **Aplicar a experimentação de circuitos elétricos nas aulas práticas de Física pelo Sistema Tutorial Inteligente, proporcionando aos estudantes um ensino adaptado, identificando com a teoria e realidade cotidiana.**

No decorrer da realização desta pesquisa serão aplicados dois questionários para a coleta de dados. Os nomes dos alunos não serão mencionados de forma alguma na pesquisa, nos materiais que forem gerados dela, e por nenhuma outra pessoa a não ser a pesquisadora 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 qualquer vantagem financeira. 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 irá tratar a 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, tomar banho, 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 de 5 anos, e após esse período serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Responsável):

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 através 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 as minhas dúvidas.

Arraias, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE III

Termo de Compromisso Livre e Esclarecida - TCLE. (Participante)

Prezado participante

Eu, professora de Física do Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC), educanda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da UFT, gostaríamos de informar que as turmas das 3^{as} séries do Ensino Médio (33:01 e 33:02) do **Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC)**, irá participar de uma pesquisa intitulada: ***“A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio”***.

O (ALUNO) está sendo convidado a participar de forma voluntária da referida pesquisa, onde pretende-se produzir um recurso didático pedagógico, utilizando o Simulador Phet nas práticas de Física. A pesquisa tem objetivo: **Aplicar a experimentação de circuitos elétricos nas aulas práticas de Física pelo Sistema Tutorial Inteligente, proporcionando aos estudantes um ensino adaptado, identificando com a teoria e realidade cotidiana.**

No decorrer da realização desta pesquisa será aplicado dois questionários. 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 a pesquisadora e você se vier a solicitar. Serão utilizados somente os resultados dos questionários obtidos durante a realização da pesquisa.

Ao aceitar participação da pesquisa, não haverá nenhum custo financeiro, e nem quaisquer 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 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 pela pesquisadora.

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 no mínimo, isto é, o mesmo dano existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, 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 de 5 anos, e após esse período serão destruídos. Este termo

de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Termo de Compromisso Livre e Esclarecida - TCLE. (Participante):

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 informações e modificar minha decisão se assim o desejar. Declaro que concordo em participar da coleta dos dados através dos questionários nome 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 as minhas dúvidas.

Arraias, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisado

APÊNDICE IV

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Participante)

Prezados participantes

Eu, educadora de Física do Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC), educanda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da UFT, gostaríamos de informar que as turmas das 3^a séries do Ensino Médio (33:01 e 33:02) do **Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro (JBC)**, participará de uma pesquisa intitulada: ***“A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio”***.

O (ALUNO) está sendo convidado a participar de forma voluntária da referida pesquisa, onde se pretende produzir um recurso didático-pedagógico, utilizando a literatura de cordel na disciplina de química. A pesquisa tem o objetivo: **Aplicar a experimentação de circuitos elétricos nas aulas práticas de Física pelo Sistema Tutorial Inteligente, proporcionando aos estudantes um ensino adaptado, identificando com a teoria e realidade cotidiana.**

No decorrer da realização desta pesquisa serão aplicados dois questionários. 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 a pesquisadora 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 qualquer vantagem financeira. 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 irá tratar a 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, tomar banho, 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 de 5 anos, e após esse período serão destruídos.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Participante)

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 através 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 as minhas dúvidas.

Arraias, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE V

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada: **A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio**, que se refere a um Projeto de Pesquisa para a construção da dissertação de mestrado da acadêmica **Elisângela Gonçalves Taveira**, vinculada ao Curso de Mestrado em Ensino em Ciência e Saúde da Universidade Federal do Tocantins - UFT, orientada pelo professor **Dr. Antônio Wanderley de Oliveira**. O objetivo deste estudo é: Aplicar a utilização do Sistema Tutorial Inteligente (STI) nas aulas práticas no Ensino Médio.

Se você aceitar participar, contribuirá de forma efetiva com a pesquisa e os resultados encontrados. Sua participação é voluntária e ocorrerá por meio de questionário, em duas sessões, com perguntas abertas e fechadas relacionadas. Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será enviado junto com os questionários, assinado pela pesquisadora, para que você possa ter uma garantia, caso seja violado qualquer critério ético e possa retirar seu consentimento. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de 5 (cinco) anos e, após esse tempo, serão destruídos.

Todos os dados coletados serão tratados com sigilo e confidencialidade. Seu nome não será divulgado em qualquer fase da pesquisa, o que garante seu anonimato. Os resultados poderão ser apresentados tanto em congressos e eventos como em forma de artigo científico para publicação.

Você não terá nenhum custo ao participar da pesquisa. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, terá direito a indenização. Com relação aos riscos da pesquisa que você possa vir a sofrer, pode-se destacar os seguintes: Os riscos da pesquisa consistem, em específico, no possível embaraço ou desconforto ao não saber responder aos questionários poste teste e opinativo.

Sua participação é voluntária e você poderá recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer momento da pesquisa, sem qualquer prejuízo ou desconforto. Os benefícios da pesquisa se evidenciam no possível alcance de oportunizar o acesso aos direitos

de pesquisar e produzir conhecimento sobre “A utilização do Sistema Tutorial Inteligente nas aulas práticas de Física no Ensino Médio”.

Desde já agradecemos sua atenção e participação e colocamo-nos à disposição para maiores informações. Em caso de dúvida (s) em relação ao projeto e a pesquisa, você poderá entrar em contato com a responsável principal, com quem você terá acompanhamento e assistência durante todas as fases da pesquisa:

Elisângela Gonçalves Taveira (acadêmica do mestrado): pelo e-mail: elistaveira@mail.uft.edu.br ou pelo fone 062996641930; endereço profissional: Rua 11 Qd. 21 Lt. O5 Pq. Das Colinas, Arraias-To CEP: 77330-000.

Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFT. O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o CEP da Universidade Federal do Tocantins pelo telefone 63 3229 4023, pelo e-mail: cep_uft@uft.edu.br, ou Quadra 109 Norte, Av. NS 15, ACNO 14, Prédio do Almojarifado, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO. O (A) Sr. (a) pode inclusive fazer a reclamação sem se identificar, se preferir. O horário de atendimento do CEP é de segunda e terça das 14h às 17h e quarta e quinta das 9h às 12h.

Ao aceitar participar, você deve assinar esse termo de consentimento, juntamente com a pesquisadora, o qual você terá posse de uma via. Agradeço por sua atenção.

APÊNDICE VI

TERMO DE CONSENTIMENTO

Confirmo que **Elisângela Gonçalves Taveira** explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como a forma de participação. As alternativas para minha participação também foram discutidas. Eu li e compreendi este **Termo de Consentimento**, portanto, eu dou meu consentimento e concordo em participar como voluntário desta pesquisa.

Arraias, _____ de _____ de 2022.

Assinatura da pesquisadora

Participante da pesquisa

APÊNDICE VII

Termo de Solicitação de Autorização à Secretaria de Estado de Educação- (SEDUC-TO), para Realização de pesquisa de Mestrado.

A Vossa senhoria o senhor, **Fábio Pereira Vaz**.

Venho por meio de esta solicitar uma autorização da Secretaria de Estado de Educação- (SEDUC-TO), para a realização de uma pesquisa com os alunos das 3ª séries do ensino médio, no **Colégio Estadual Prof.^a Joana Batista Cordeiro**, na cidade de Arraias-TO.

Sou aluna do mestrado da **Universidade Federal do Tocantins, UFT-TO**, do Curso **de Mestrado Ensino em Ciências e Saúde – Palmas (PPGCES)**. Este projeto de pesquisa está sob orientação dos Prof. Dr^o. Antônio Wanderley de Oliveira e do Co-orientador: Prof. Dr^o. Paulo Alexandre Oliveira.

O objetivo da referida pesquisa é **aplicar a experimentação de circuitos elétricos nas aulas práticas de Física pelo Sistema Tutorial Inteligente (STI) usando o Simulador Phet, proporcionando aos alunos um ensino adaptado, identificando com a teoria e a realidade cotidiana**. Pretende-se Abordar o conteúdo “Eletricidade: Circuitos Elétricos”, como também, propor aos alunos, que eles, durante as aulas práticas da disciplina de Física realizem pesquisas bibliográficas em livros e meios eletrônicos (Simulador Phet) Com o intuito dos alunos estarem e se sentirem incluídos em seu processo de ensino e aprendizado e promover um maior engajamento do aprendizado nas aulas de Física, possibilitar que o estudante saia da condição de espectador passível e posicione se na condição de sujeito ativo.

Arraias-TO, 03 de junho de 2022.

Responsáveis pela pesquisa:

Elisângela Gonçalves Taveira –

Contato:(62)99664-1930

E-mail:elistaveira@mail.uft.edu.br ou eg_taveira@hotmail.com

Formação: Licenciatura Plena em Física

Atuação profissional: Professora de Química e Física

Orientador: Prof. Drº. Antônio Wanderley de Oliveira-

Contato: (63)8416-8848

E-mail:wanderley@mail.uft.edu.br

Co-orientador: Prof. Drº. Paulo Alexandre Oliveira-

Contato: (63)99235-7170

E-mail:paulooliveira@uft.edu.br

APÊNDICE VIII

SECRETARIA DE
EDUCAÇÃO
SECRETARIA REGIONAL DE
EDUCAÇÃO DE ARRAIAS
COLÉGIO ESTADUAL PROF.
JOANA BATISTA CORDEIRO

TOCANTINS
GOVERNO DO ESTADO



COLÉGIO ESTADUAL PROFESSORA JOANA BATISTA
CORDEIRO
PRAÇA MADRE ANASTASIA Nº 22
ARRAIAS - TO
FONE: (61) 3623 0487

DECLARAÇÃO DE INSTITUIÇÃO PARTICIPANTE

Eu, ARISVALDO DA SILVA SANTOS, abaixo assinado, responsável pela instituição (COLÉGIO ESTADUAL PROFESSORA JOANA BATISTA CORDEIRO-JBC), participante no projeto de pesquisa intitulado: A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE NAS AULAS PRÁTICAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO, que está sendo proposto pelo pesquisador ELISÂNGELA GONÇALVES TAVEIRA, vinculado à Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Saúde (PPGECS) – UFT-Palmas-TO, **DECLARO** ter lido e concordar com a proposta de pesquisa, bem como conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Norma Operacional CONEP 001/13, a Resolução CNS 466/2012 e suas complementares. Esta instituição está ciente de suas co-responsabilidades e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes, dispondo de infraestrutura necessária, para a garantia a realização das ações previstas no referido projeto, visando à integridade e proteção dos participantes da pesquisa.

Arraias, 20 de Maio de 2022.



ARISVALDO DA SILVA SANTOS
Diretor

Arivaldo da Silva Santos
Diretor
Ato. nº 219 - dat. de 25/01/2022

COLÉGIO EST. PROFª JOANA
BATISTA CORDEIRO
Lei de Criação nº 9.213
de 28/05/82
Pça Madre Anastasia Nr. 22
Centro - Arraias - TO

ANEXO I

QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 01: Pós Teste

Estudante: _____

Série EM: _____

1) O que é eletricidade?

2) O que você entende sobre Circuito Elétrico?

3). Explique o que é Circuito Elétrico? Qual é diferença entre Resistores em Série e em Paralelo.

4). Qual o erro mais frequente quando falando na linguagem popular sobre tensão elétrica? O que você percebeu com o circuito em serie e em paralelo nas atividades experimentais?

ANEXO II

QUESTIONÁRIO 02: Questionário Opinitivo

Sexo: Masculino Feminino

Série EM:

1). As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela disciplina?

Sempre Às vezes Nunca

2). A professora apresentou o conteúdo com clareza?

Sim Não Parcialmente

3). A professora aliou o assunto à atividade experimental?

Sim Não Parcialmente

4). As aulas experimentais despertaram seu interesse em aprender física?

Sim Às vezes Não

5). Você acredita que a utilização do experimento facilita a aprendizagem de Física?

Sim Pouco Não

6). Você gostou de estudar física através das atividades experimentais?

Sim Pouco Não

7). Você conhecia as informações aplicadas no seu dia a dia?

Sim Pouco Não