



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
– PGECM

MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DAVY MORORÓ XIMENES

**O USO DE *WEBFÓLIO* E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE
CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA
DO IFCE**

FORTALEZA

2024

DAVY MORORÓ XIMENES

O USO DE *WEBFÓLIO* E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE
CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA
DO IFCE

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Willana Nogueira Medeiros Galvão

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ximenes, Davy Mororó.

O uso de webfólio e de tecnologias digitais no ensino de conceitos da termologia : um estudo com licenciandos em física do IFCE / Davy Mororó Ximenes. - 2024.

154 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.

Coorientação: Profa. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão Castro.

1. Ensino de Física . 2. Ensino Híbrido. 3. Ensino por investigação. 4. Experimento. I.
Titulo.

CDD 510.07

DAVY MORORÓ XIMENES

O USO DE *WEBFÓLIO* E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE
CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA
DO IFCE

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Acadêmico em Ensino de
Ciências e Matemática do Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – Campus Fortaleza, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Mestre em Ensino de Ciências e
Matemática.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof^ª. Dr^ª. Willana Nogueira Medeiros Galvão (Coorientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof^ª. Dr^ª. Eloísa Maia Vidal

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Jones Baroni Ferreira de Menezes
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Pablo Abreu de Moraes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081, - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

ATA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIA MATEMÁTICA (PGECM)

Aos 27 dias do mês de fevereiro do ano de 2024, às 9h, no Laboratório LHAMA do IFCE - Campus Fortaleza, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada "O USO DE WEBFÓLIO E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA DO IFCE", de autoria do candidato **DAVY MORORÓ XIMENES**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGCEM/IFCE, em nível de Mestrado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales** (orientador) - IFCE/PGECM, **Profa. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão** (coorientadora) - IFCE Tianguá, **Prof. Dr. Pablo Abreu de Moraes** - IFCE Horizonte, **Profa. Dra. Eloísa Maia Vidal** - UECE e **Prof. Dr. Jones Baroni Ferreira de Menezes** - UECE. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi **APROVADO** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de **90 (noventa) dias**, para o candidato efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales (Orientador) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão (coorientadora) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Tianguá

Prof. Dr. Pablo Abreu de Moraes - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Horizonte

Profa. Dra. Eloísa Maia Vidal - Universidade Estadual do Ceará - UECE

Prof. Dr. Jones Baroni Ferreira de Menezes - Universidade Estadual do Ceará - UECE

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: O USO DE WEBFÓLIO E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA DO IFCE

LOCAL: Auditório da Pós-Graduação no bloco didático do IFCE - Campus Fortaleza

HORA DE INÍCIO: 9h

Em sessão pública, após exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

() APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 90 dias.

(X) APROVADO com louvor.

() APROVAÇÃO CONDICIONAL, devendo o candidato satisfazer, no prazo máximo de 90 dias, às exigências listadas na Folha de Modificações de Dissertação de Mestrado anexa à presente ata.

() REPROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE/PGECM

Profa. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão (coorientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Tianguá

Prof. Dr. Pablo Abreu de Moraes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Horizonte

Profa. Dra. Eloísa Maia Vidal

Universidade Estadual do Ceará - UECE

Prof. Dr. Jones Baroni Ferreira de Menezes

Universidade Estadual do Ceará - UECE

Candidato: **DAVY MORORÓ XIMENES**



Documento assinado eletronicamente por **JONES BARONI FERREIRA DE MENEZES**, Usuário Externo, em 28/02/2024, às 11:11, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eloísa Maia Vidal**, Usuário Externo, em 28/02/2024, às 20:24, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pablo Abreu de Moraes**, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 29/02/2024, às 15:12, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gilvandenys Leite Sales**, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 01/03/2024, às 11:36, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Willana Nogueira Medeiros Galvão**, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 04/03/2024, às 08:46, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **5912181** e o código CRC **481D1D93**.

AGRADECIMENTOS

Ao meu saudoso pai, Antônio Edvard Ximenes Filho, que não pôde estar presente neste momento tão significativo da minha jornada. Seus ensinamentos e valores nutriram minha alma, guiando-me até este ponto. Onde quer que esteja, confio que está zelando por mim.

À minha esposa e companheira de jornada, Anyelle Barroso Saldanha, por todo apoio no decorrer do mestrado, por me ajudar a sobreviver na fase dos “e os 3 artigos?”; por me apoiar na escrita deste trabalho e por sempre verificar se não me queimei na construção dos experimentos (rs). Sem o seu amparo, não teria tido coragem de dar o primeiro passo para entrar no mestrado. Sou muito grato por tê-la na minha vida.

Ao Dr. Gilvandenys Leite Sales, meu respeitável orientador, por proporcionar-me um ambiente propício ao amadurecimento pessoal e profissional. Suas orientações foram fundamentais para meu crescimento como professor, destacando a importância de criar um ambiente em sala de aula que promova uma aprendizagem autêntica. Sinto-me verdadeiramente honrado por ser seu último orientando de mestrado.

À professora Dr^a. Willana Nogueira Medeiros Galvão Castro, minha coorientadora, pelo incentivo constante, pelos momentos de conversa enriquecedores e pelas ideias inovadoras que impulsionaram minha pesquisa. Seu carinho e suas palavras foram essenciais ao longo deste processo. Sem a orientação e o suporte da professora Willana, este trabalho não teria sido concluído. Sempre que buscava orientação, encontrava em suas palavras um norte, renovando minhas energias por meio de conversas ricas em ensinamentos, incentivos e ideias.

Aos estimados membros da banca, os professores Dr^a. Eloísa Maia Vidal, Dr. Jones Baroni Ferreira de Menezes e Pablo Abreu de Moraes, por suas valiosas considerações e enriquecedoras contribuições.

Aos professores Dr. Mairton Cavalcante Romeu e Ms. Heliomário Moreira, pela confiança depositada em mim e pelo constante incentivo ao longo da minha jornada acadêmica.

Ao Ms. Antônio de Lisboa Coutinho Júnior, futuro doutor, por todo o conhecimento e material de estudo proporcionados ao longo do mestrado. Valorizo profundamente seus sábios conselhos de vida, as enriquecedoras conversas

filosóficas sobre o ensino de Física e os ensinamentos relacionados ao uso do Arduino.

Ao Ms. Antônio Rodrigo Silva, futuro doutor, pela partilha de seu vasto conhecimento sobre a utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem, pelo contínuo suporte oferecido e pelo incentivo constante para eu buscar aprimoramento como professor e como ser humano.

Aos meus colegas Luiz Henrique dos Anjos Santos e Samuel Chaves, pelo auxílio prestado durante a aplicação da pesquisa e pelo apoio fundamental na elaboração dos experimentos. Reconheço o valor da contribuição de ambos para o aprimoramento das práticas desenvolvidas.

Aos professores do IFCE Tadeu Carvalho, Gilvane Sampaio e João Dionízio, pela generosidade de compartilharem suas dicas e oferecerem estrutura durante as práticas experimentais. Essas contribuições foram de extrema importância para enriquecer minhas práticas e promover minha evolução como professor.

Agradeço ainda a todos os professores que integraram a minha jornada escolar, dedicando um reconhecimento especial a Hildegarton, que me conquistou com seu amor pela Física, inspirando-me a visualizá-la por meio de seus olhos; a Aluísio Cavalcante Júnior, por revelar a beleza e a importância do papel de professor, sendo sempre um exemplo admirável de humanidade; a Fernando Luiz, por salientar incessantemente que há sempre algo novo a aprender, transformando esse conceito em uma fonte constante de motivação e encorajamento. Estendo um agradecimento especial aos professores do curso de Física da UECE, em particular a Silas e Bosco.

Desejo expressar minha profunda gratidão à família Cavalcante, em especial ao meu irmão de outra mãe, Ericson Cavalcante, pelo apoio crucial durante minha jornada no mestrado e por me receber de maneira calorosa ao longo desses anos.

Esta dissertação não representa apenas um esforço individual, mas sim o resultado de uma notável rede de apoio. A todos os envolvidos, expresso meu mais sincero agradecimento.

“Ensinar é um exercício de imortalidade.
De alguma forma continuamos a viver
naqueles cujos olhos aprenderam a ver o
mundo pela magia da nossa palavra. O
professor, assim, não morre jamais...”
(Rubem Alves)

RESUMO

Em uma sociedade imersa na tecnologia digital, há uma exigência de novas estratégias no ensino que abranjam o contexto atual dos estudantes. Diante disso, o ensino de Física, assim como os demais componentes curriculares, necessita estar em constante atualização, com a utilização de novas ferramentas didáticas e recursos tecnológicos, para que possa atender as necessidades dos estudantes e se adaptar à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Por esse motivo, é importante aproximar os futuros professores às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), uma vez que estas facilitam a construção de experimentos no ensino de Física, possibilitando a visualização de conceitos abstratos pelos estudantes e promovendo o protagonismo do aluno. A presente pesquisa teve como objetivo analisar a apreensão de conceitos básicos de Termologia, mediante a utilização do Ensino Híbrido e do recurso tecnológico *webfólio*, por parte de alunos do ensino superior. Por se tratar de um estudo acadêmico científico, o qual se concentra em estratégias para aperfeiçoamento do ensino, foram propostas duas metodologias para a realização deste trabalho: a de pesquisa e a de ensino. Quanto à metodologia da pesquisa, esta tem natureza aplicada, com abordagem mista, cujos objetivos foram caracterizados no formato Descritivo seguindo Procedimentos Técnicos de um estudo Experimental com material de baixo custo e aplicativos de dispositivos móveis. Foi realizado com alunos do ensino superior do curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, no *Campus* de Fortaleza. Quanto à metodologia do ensino, foi pautada por meio do portfólio, instrumento de ensino, aprendizagem e avaliação da disciplina. Em relação aos resultados, observou-se que a utilização dos recursos tecnológicos em experimentos, como *Arduino* e o *webfólio*, proporcionou uma melhoria no aprendizado dos alunos, especialmente no que diz respeito ao *webfólio*. Entretanto, ao utilizar o Ganho de Hake como parâmetro, apenas o conteúdo de dilatação apresentou ganho no desempenho da turma, do pré-teste para o pós-teste. Além disso, por meio do questionário de satisfação e motivação e da entrevista semiestruturada, visualizou-se um consenso entre os participantes quanto à motivação e um envolvimento significativo na execução das atividades. Por fim, a aproximação a esta abordagem poderá incentivá-los, como futuros professores, a considerarem sua aplicação no Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Híbrido. Ensino por investigação. Experimento.

ABSTRACT

In a society immersed in digital technology, new teaching strategies are needed that take into account the current context of students. Consequently, the teaching of physics, like other components of the curriculum, must be constantly evolving, using new didactic tools and technological resources to meet the needs of students and be in line with the National Common Curriculum (BNCC). Therefore, it is crucial to introduce future teachers to Digital Information and Communication Technologies (DICT), as they facilitate the construction of experiments in physics education, allow students to visualize abstract concepts, and promote student agency. The present research aimed to analyze the comprehension of basic thermology concepts by college students through the use of hybrid learning and the technological resource of a web portfolio. As a scientific academic study focused on strategies to improve teaching, two methodologies were proposed for this work: research methodology and teaching methodology. Regarding the research methodology, it is of an applied nature with a mixed approach. The objectives were characterized as descriptive, following the technical procedures of an experimental study using low-cost materials and mobile device applications. This study was conducted with undergraduate students in the Physics Licensure Program at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE) at the Fortaleza Campus. The teaching methodology was based on the use of a portfolio, an instrument for teaching, learning, and assessment in the discipline. The results indicated that the use of technological resources in experiments, such as Arduino and the webfolio, improved student learning, particularly concerning the webfolio. However, when using Hake's Gain as a parameter, only the content on expansion showed an improvement in class performance from the pre-test to the post-test. Furthermore, the results of the satisfaction and motivation questionnaire and semi-structured interview indicated a consensus among the participants regarding motivation and significant engagement in carrying out the activities. This approach may encourage future teachers to consider its application in Physics education.

Keywords: Physics Education. Blended Learning. Inquiry-Based Teaching. Experiment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do organizador prévio como facilitador da ancoragem seletiva	27
Figura 2 – Esquema que mostra a relação das três zonas de desenvolvimento.....	28
Figura 3 – Placa <i>Arduino Uno</i>	34
Figura 4 – Evolução dos sistemas de aprendizagem	36
Figura 5 – Modelo suplementar	38
Figura 6 – Comparação das três principais escalas termométricas	45
Figura 8 – Processo de transferência de energia térmica por condução	48
Figura 9 – Processo de transferência de energia térmica por convecção	48
Figura 10 – Processo de transferência de energia térmica por radiação	49
Figura 11 – Desenho da pesquisa.....	51
Figura 12 – Circuito do experimento	59
Figura 13 – Programação no <i>software</i> Arduino IDE	60
Figura 14 – Montagem do experimento Escala termométrica	62
Figura 15 – Montagem do experimento Dilatação Térmica.....	63
Figura 16 – Montagem do experimento Condução térmica.....	64
Figura 17 – Desenvolvimento da primeira parte da disciplina	67
Figura 18 – Classificação do Ganho de Hake conforme Hake (1998), Araújo <i>et al.</i> (2017) e Silva (2018).....	80
Figura 19 – Resposta do aluno referente à primeira questão da atividade 2	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil dos participantes do estudo.....	52
Tabela 2 – Resultados obtidos pela turma em cada questão no pré-teste e no pós-teste	79
Tabela 3 – Ganho de Hake obtido por área de conteúdo.....	81
Tabela 4 – Média e mediana de acertos das questões no pré-teste e no pós-teste de acordo com o tema de estudo	82
Tabela 5 – Correlação entre o coeficiente de acertos do pré-teste e o do pós-teste conforme cada conteúdo.....	83
Tabela 6 – Notas dos alunos referentes a cada atividade do <i>webfólio</i>	86
Tabela 7 – Resultado da 1ª atividade.....	88
Tabela 8 – Resultado da 2ª atividade.....	89
Tabela 9 – Resultado da 3ª atividade.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Graus de liberdade do professor (P)/aluno (A) em aulas de laboratório.	32
Quadro 2 – Categorias principais e secundárias.....	57
Quadro 3 – Formação das equipes para a realização do experimento Escala Termométrica.....	61
Quadro 4 – Formação das equipes para a realização do experimento Dilatação Térmica.....	63
Quadro 5 – Formação das equipes para a realização do experimento Condução Térmica.....	64
Quadro 6 – Tópicos abordados na primeira avaliação da disciplina Termodinâmica	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Descrição da problemática.....	18
1.2 Objetivo geral	20
1.3 Objetivos específicos	20
1.4 Estrutura do trabalho.....	20
2 ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DO ENSINO SUPERIOR	22
2.1 Formação docente e uso de tecnologias digitais de informação e comunicação	22
2.2. Explorando o primeiro eixo da BNC-Formação sob a perspectiva de Ausubel, Vygotsky e Knowles.	26
2.2.1 <i>Desvendando mistérios nas salas de aula: explorando as condições do ensino por investigação</i>	<i>29</i>
2.2.2 <i>Experimentos didáticos: Arduino e simuladores.....</i>	<i>32</i>
2.2.3 <i>Ensino híbrido.....</i>	<i>35</i>
2.2.4 <i>Portfólio: método criativo de avaliação e de ensino de Física</i>	<i>41</i>
2.3 Tópicos de Termologia.....	42
2.3.1 <i>Termometria</i>	<i>44</i>
2.3.2 <i>Calorimetria.....</i>	<i>47</i>
3 METODOLOGIA	50
3.1 Metodologia de pesquisa	50
3.1.1 <i>Tipo de estudo</i>	<i>50</i>
3.1.2 <i>Local e população do estudo.....</i>	<i>52</i>
3.1.3 <i>Etapas da pesquisa</i>	<i>53</i>
3.1.4 <i>Avaliações pertinentes do estudo.....</i>	<i>54</i>
3.1.5 <i>Análise do estudo</i>	<i>55</i>
3.1.6 <i>Aspectos éticos</i>	<i>57</i>
3.2 Metodologia de ensino	58
3.2.1 <i>Dinâmica das aulas.....</i>	<i>58</i>
3.2.2 <i>Webfólio como método avaliativo</i>	<i>65</i>
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	68
4.1 Análise da entrevista	68
4.1.1 <i>Experiência dos participantes com a tecnologia durante sua formação inicial.....</i>	<i>68</i>

4.1.2	<i>Percepções sobre o uso de experimentos</i>	71
4.1.3	<i>Ensino híbrido</i>	75
4.2	Resultados e discussão dos testes (pré-teste e pós-teste)	77
4.2.1	Ganho de Hake	80
4.2.2	Análise do questionário satisfação	84
4.3	Análise do <i>webfólio</i>	86
4.3.1	Resultado geral dos <i>webfólios</i>	86
4.3.2	Resultado da 1ª atividade	88
4.3.3	Resultado da 2ª atividade	89
4.3.4	Resultado da 3ª atividade	91
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS	96
	APÊNDICE A – CONTRATO DIDÁTICO (CD) OU ACORDO DIDÁTICO (AD)	107
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	109
	APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA	112
	APÊNDICE D – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO ESCALA TERMOMÉTRICA	113
	APÊNDICE E – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO ESCALA TERMOMÉTRICA	115
	APÊNDICE F – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO DILATAÇÃO LINEAR	119
	APÊNDICE G – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DILATAÇÃO LINEAR	123
	APÊNDICE H – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO CONDUÇÃO TÉRMICA	124
	APÊNDICE I – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO CONDUÇÃO TÉRMICA	127
	APÊNDICE J – QUESTÕES UTILIZADAS PARA O <i>WEBFÓLIO</i>	128
	ANEXO A – EMENTA DA DISCIPLINA TERMODINÂMICA	130
	ANEXO B – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	133
	ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	138
	ANEXO D – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	141
	ANEXO E – EMENTAS DAS DISCIPLINAS FUNDAMENTOS DE ELETRÔNICA I E FUNDAMENTOS DE ELETRÔNICA II	147

1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tem impactado nas diversas áreas do ensino, inclusive no ensino de Física, sendo necessária uma constante atualização por parte dos professores. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incentiva o uso das TDIC como um alicerce da educação moderna, visando à preparação dos alunos para além da sala de aula, ou seja, para os espaços onde ele exercerá sua cidadania e para o mercado de trabalho (Brasil, 2018). Dentre as diversas vantagens tecnológicas disponíveis, destaca-se o possível emprego de novas abordagens dos objetos de ensino da Física, proporcionando aos alunos maior interatividade com a disciplina e maior proximidade da sua realidade (Moreira *et al.*, 2018).

As TDIC têm facilitado de forma determinante a aplicação da modalidade de educação híbrida no ensino de Física nos cursos presenciais, fornecendo suporte aos sistemas de gestão dos conteúdos através dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) e ferramentas de comunicação entre o professor e o aluno e entre os próprios alunos, por meio de fóruns de discussão, videoconferências, audioconferências, dentre outras. Também é possível a realização de avaliações e questionários e a produção de conteúdos como outra forma de método avaliativo (Nascimento, 2016).

Os métodos avaliativos tradicionais no ensino de Física têm sido questionados quanto a sua ineficiência na formação do estudante sobre a ciência como construção humana (Rosa, 2011). As TDIC podem proporcionar outros critérios de avaliação numa perspectiva holística, como criatividade e pensamento crítico, capazes de tornar o aluno um sujeito com autonomia para construir e ampliar seu conhecimento científico (Rodrigues-Moura; Rodrigues; Brito, 2020).

Diante disso, o *webfólio* (portfólio na versão eletrônica) surge como uma ferramenta tecnológica, composta por um compilado de trabalhos realizados pelo aluno dentro de uma plataforma virtual, tais como textos, ilustrações, fluxogramas, dentre outros. O professor assume o papel de mediador e o aluno atua como participante ativo na construção de um aprendizado significativo (Rodrigues-Moura; Rodrigues; Brito, 2020).

O ensino de Física valoriza a solução de problemas e a aplicação de fórmulas, em oposição ao interesse da aplicação de tal conhecimento e da

valorização dos conceitos relacionados ao assunto. Necessita-se que a avaliação realizada pelo professor considere o caminho percorrido pelo aluno, suas opiniões, dificuldades e questionamentos. Nesse contexto, o portfólio pode facilitar o processo, uma vez que preza todo o percurso do aluno até a concretização do seu aprendizado.

1.1 Descrição da problemática

Embora se conheça a importância do uso de tecnologias digitais no ensino de Física, ainda são frequentes, no cenário atual, as tradicionais aulas expositivas, envolvendo uma aprendizagem mecânica, baseada em conteúdos desatualizados, em livro único de texto, em exemplos fora do contexto do aluno, com alto grau de abstração, dificultando-se assim o seu aprendizado (Moreira, 2018). Em tais aulas, não se faz utilização de recursos tecnológicos e instrumentos científicos, limitando-se os recursos e as técnicas que facilitem a aprendizagem (Coutinho Júnior, 2021).

A expectativa para o ensino de Física é a de que haja uma aproximação gradativa das ferramentas tecnológicas, com avaliações predominantemente holísticas, as quais podem ser realizadas por meio de um ensino híbrido, aproximando aluno e professor na construção de uma aprendizagem colaborativa. Para tanto, a Base Nacional Curricular para Formação de Professores (BNC-Formação) tem a proposta de capacitar os docentes, inclusive os licenciandos, para desenvolverem as competências gerais preconizadas pela BNCC, como, por exemplo, a compreensão, a utilização e a criação das TDIC de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (Brasil, 2018).

Para Sales (2005), o aluno conseguirá ter um maior progresso no seu aprendizado se ele estiver inserido em um ambiente que favoreça a realização de suas atividades e contribua para a construção do seu conhecimento. Ao estar nesse ambiente, poderá desenvolver habilidades como o senso crítico, a criatividade, a capacidade de utilizar tecnologias da informação e de desenvolver melhor o seu potencial cognitivo, desconstruindo-se a ideia de que não é apenas um ser individual, mas um sujeito coletivo.

Salienta-se a importância de se reconhecerem os diferentes estilos de aprendizagem com o objetivo de atender a heterogeneidade dos processos de aquisição do conhecimento de cada aluno. A partir disso, o aluno terá a chance de

escolher a melhor forma de buscar a aprendizagem (Leite; Lencastre; Silva, 2020). O portfólio eletrônico é uma alternativa válida na diversificação de obtenção do conhecimento, favorecendo a autonomia, a criatividade e a criticidade do aluno, unindo a tecnologia ao método avaliativo pautado em competências.

De acordo com Chaves e Shellard (2005), os estudos e experimentos desenvolvidos na área de tecnologia e no ensino de Física necessitam de uma melhor operacionalização, viabilizando o desenvolvimento de competências e habilidades sobre a utilização dos recursos tecnológicos e a aplicação dessas tecnologias.

Considerando a importância de aproximar os professores das TDIC, tendo em vista que o aluno deve ser o sujeito principal interessado em promover e obter conhecimento, como também a escassez de estudos sobre o uso de portfólio no ensino de Física, visa-se, neste estudo, à aplicação das TDIC e do portfólio associados ao ensino híbrido, como uma abordagem inovadora no ensino de Termologia.

Então, este trabalho justifica-se pela vivência que o autor teve ao longo de sua formação inicial, realizada na Universidade Estadual do Ceará (UECE), entre 2013 e 2019. Durante esse período, houve uma limitação no contato com tecnologias e metodologias ativas. Essas deficiências, percebidas com considerável inquietação pelo pesquisador, destacam-se como pontos relevantes que fundamentam este estudo. Em âmbito acadêmico, o trabalho busca ainda fornecer material teórico e empírico para futuras investigações sobre a temática em questão. Para além dos muros da academia, espera-se também a ampliação dessa discussão, proporcionando-se reflexos na prática dos indivíduos envolvidos que possibilitem melhoria na qualidade do ensino de Física.

Diante disso, definiu-se a questão norteadora para o estudo: a integração das TDIC na formação inicial de futuros professores, especialmente em disciplinas teóricas como a Termodinâmica, demonstra ter impacto significativo na apreensão de conceitos?

Nesse sentido, os objetivos desta pesquisa serão apresentados.

1.2 Objetivo geral

Analisar a apreensão de conceitos básicos de Termologia, mediante a utilização do Ensino Híbrido e do recurso tecnológico *webfólio* por parte de alunos do curso de Física do IFCE.

1.3 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão de literatura abrangente e atualizada sobre a formação inicial dos futuros professores, contemplando o conhecimento profissional, a prática profissional com foco no ensino por investigação, o ensino híbrido e os recursos tecnológicos.
- Investigar a participação, a satisfação e a motivação dos estudantes com a disciplina de Termodinâmica frente ao uso de ferramentas tecnológicas e do ensino híbrido.
- Identificar as dificuldades/desafios apresentados pelos alunos para a realização da proposta e compreensão dos conteúdos de escalas termométricas, dilatação linear e condução de calor.
- Avaliar o desempenho dos alunos a partir do uso de experimentação com o auxílio de aparatos tecnológicos.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos distintos. Após se estabelecer a sua precedência, dá-se início a um capítulo teórico, para em seguida se organizar um capítulo teórico-metodológico. Por fim, um capítulo foi dedicado aos resultados e à discussão dos dados, que propiciaram a que se fizessem as considerações finais.

O capítulo teórico apresenta a revisão de literatura em três seções. A primeira aborda o contexto atual da formação docente, destacando a utilização das TDIC, com foco no curso de licenciatura em Física. Na segunda seção, são explorados dois eixos da BNC-formação, inicialmente pela perspectiva dos teóricos Ausubel, Vygotsky e Knowles. O enfoque recai nesses autores por contribuírem para o desenvolvimento do conhecimento teórico e para as práticas profissionais, incluindo

a utilização de portfólio. A última seção destina-se a discorrer brevemente sobre os conteúdos de Física, os objetos de ensino, abordados durante a intervenção.

O capítulo teórico-metodológico dedica-se a fundamentar a metodologia de ensino e a de pesquisa que compõem esta investigação.

No capítulo seguinte, serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa, seguidos de uma análise e interpretação dos dados qualitativos e quantitativos coletados ao longo da investigação.

Essa organização conduz às considerações finais, que incluem a verificação do alcance dos objetivos propostos inicialmente, as limitações da pesquisa e as perspectivas para trabalhos futuros. Por fim, serão apresentadas as referências fundantes deste trabalho.

2 ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DO ENSINO SUPERIOR

“Dada a natureza do trabalho docente, espera-se que os cursos de formação inicial de professores desenvolvam em seus alunos a habilidade de construir saberes que mobilizem conhecimentos da teoria no emprego do saber fazer” (Guimarães, 2014, p.67).

A formação do professor, especificamente do de Física, requer conhecimentos além do que é aprendido no curso de licenciatura; a vivência social e a cultural são fatores fundamentais para se entender o contexto no qual está inserido. Com isso, torna-se possível a aproximação dos conhecimentos obtidos durante o curso e a prática docente.

Considerando-se o exposto, identifica-se a necessidade de se estabelecerem conexões entre os conhecimentos adquiridos durante a formação e a prática docente. Aqui, busca-se oferecer a base teórica essencial para o desenvolvimento da proposta delineada neste trabalho. Ao se explorar o primeiro eixo da Base Nacional Comum (BNC) para a Formação Docente, concentrou-se nas perspectivas de Ausubel, Vygotsky e Knowles em relação à formação docente e à utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Adicionalmente, as condições do ensino são abordadas por meio da investigação, revelando-se aspectos significativos das salas de aula. A discussão abrange, ainda, os experimentos didáticos envolvendo Arduino e simuladores, assim como o ensino híbrido e a abordagem do portfólio como método criativo de avaliação e de ensino na área de Física.

2.1 Formação docente e uso de tecnologias digitais de informação e comunicação

A ascensão do mundo tecnológico exige dos profissionais, inclusive os professores, a habilidade de lidar com sistemas e ferramentas digitais para conduzirem aulas que reflitam o contexto contemporâneo. Para isso, é necessário que os jovens alunos sejam orientados a atuarem em uma sociedade em constante mudança, em profissões ainda não existentes, e a usarem tecnologias ainda não inventadas (Brasil, 2018). De acordo com Costa *et al.* (2019), esse é um dos grandes desafios das instituições do século XXI: atender as necessidades sociais

como o manuseio das tecnologias, a autonomia intelectual e a polivalência dos funcionários.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contempla o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao uso crítico e responsável das tecnologias digitais (Brasil, 2021). No documento constam competências gerais que favorecem a aprendizagem por meio de recursos digitais (4ª e 5ª competências), de modo a promover a qualidade da educação, garantindo igualdade e equidade para todos os alunos (Brasil, 2018, p. 9), a saber:

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p.9).

Salienta-se que Ciência e Tecnologia são duas vertentes amplamente relacionadas entre si e influenciam no modo como as pessoas vivem, pensam e agem (Brasil, 2018). O ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), especificamente o ensino de Física, “[...] colaborou de forma significativa para os avanços tecnológicos e precisa de uma maior inserção desses recursos no processo de ensino-aprendizagem” (Rôxo, 2019, p.25).

. Atualmente, a BNCC encontra-se na sua terceira versão. A primeira foi divulgada no final de 2015, seguida pela segunda versão em maio de 2016. Em 20 de dezembro de 2017, foi homologada pelo então ministro da Educação, Mendonça Filho, abrangendo inicialmente apenas o ensino fundamental. Foi apenas no final de 2018 que a base foi homologada também para a etapa do ensino médio.

Embora a BNCC tenha mostrado a necessidade de aproximação com as tecnologias antes mesmo de 2020, foi no contexto pandêmico que foram evidenciadas “lacunas na formação dos professores de todos os níveis de ensino quanto à utilização de tecnologias educacionais” (Goulart; Baldoni; Zambon, 2021, p. 24). Os professores foram desafiados a conviver com o ensino remoto diariamente, a partir do qual foram identificadas dificuldades de cunho pedagógico, sobretudo em

relação às possibilidades de avaliação da aprendizagem (Goulart; Baldoni; Zambon, 2021).

Enfatiza-se que as TDIC não usurpam o papel do professor, mas modificam algumas de suas funções. Para a educação do século XXI, o professor deve se atentar ao estímulo da curiosidade do aluno em se dispor a conhecer, aprender, desenvolver, pesquisar e buscar informações relevantes para o seu aprendizado (Silva, 2021). A atitude do professor em incentivar o aluno e dar a ele ferramentas para que seja o sujeito ativo do seu conhecimento é crucial para uma aprendizagem sólida, logo o futuro professor, o professor em formação, só poderá estimular o aluno a ser protagonista se na sua formação houver o estímulo ao protagonismo, como sugere Freire:

Assim como amar se aprende amando, ou jogar se aprende jogando, outras coisas também aprendemos ao praticá-las. Se essa atitude corporal condicionar uma postura de obediência, o aluno aprenderá a ser obediente. Se condicionar uma postura não crítica, ele aprenderá a ser resignado. Se o aluno permanecer isolado em sua carteira, terá dificuldades para socializar conhecimentos, pois aprenderá a praticar ações predominantemente individualistas, sem considerar o interesse coletivo (Freire, 2009, p. 6-7).

Diante disso, para adaptar os futuros docentes desde a sua formação inicial às exigências da BNCC, foi criada a BNC-Formação Inicial para revisão e mudanças nos currículos dos cursos de formação de professores. A BNCC recomenda a atuação da multidisciplinaridade, em que os conhecimentos desenvolvidos e mobilizados em diversas situações e ao longo da carreira representam parte fundamental do exercício docente, os quais envolvem não somente o repertório de saberes, mas também as conexões existentes entre esses professores, ainda que provindos de diversas áreas do conhecimento (Biscaino, 2021).

Para alinhar-se a BNCC, foi criada a resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que, em seu artigo 8º, incisos II e IV, apresenta fundamentos pedagógicos, tais como a importância das metodologias inovadoras e o emprego de linguagens digitais como estratégia de aprimoramento para a formação inicial dos professores. Segundo esta normativa:

Art. 8º Os cursos destinados à Formação Inicial de Professores para a Educação Básica devem ter como fundamentos pedagógicos.
[...]

II – o compromisso com as metodologias inovadoras e com outras dinâmicas formativas que propiciem ao futuro professor aprendizagens

significativas e contextualizadas em uma abordagem didático-metodológica alinhada com a BNCC, visando ao desenvolvimento da autonomia, da capacidade de resolução de problemas, dos processos investigativos e criativos, do exercício do trabalho coletivo e interdisciplinar, da análise dos desafios da vida cotidiana e em sociedade e das possibilidades de suas soluções práticas.

[...]

IV – emprego pedagógico das inovações e linguagens digitais como recurso para o desenvolvimento, pelos professores em formação, de competências sintonizadas com as previstas na BNCC e com o mundo contemporâneo (Brasil, 2019, p.5).

A BNC-Formação Inicial tem como proposta dividir os cursos de licenciatura em três eixos fundamentais: Conhecimento Profissional, Prática Profissional e Engajamento Profissional. Esses eixos se integram e se complementam na ação docente, numa relação interdependente e não hierárquica, na perspectiva de Soares *et al.* (2022):

Dentro dessas “três dimensões fundamentais” existem competências específicas que se referem a cada dimensão. Por exemplo, na dimensão do “Conhecimento Profissional”, cabe ao docente dominar os objetos de conhecimento, bem como saber como ensiná-los; conhecer os alunos e como os mesmos processam a aprendizagem; conhecer os contextos em que atuam, bem como dominar toda a estrutura dos sistemas educacionais. Na dimensão da “Prática Profissional”, as competências específicas referem-se ao planejamento do processo de ensino-aprendizagem; à gerência dos ambientes de aprendizagem; à avaliação do desenvolvimento dos educandos, bem como à condução do ensino visando as competências e habilidades dos discentes. Em relação ao “Engajamento Profissional”, aparecem o comprometimento profissional do educador, com os alunos e sua formação; a participação no Projeto Pedagógico da escola e o envolvimento com colegas, pais e toda a comunidade escolar.

Para a formação continuada dos professores da Educação Básica, também existe um documento que enfatiza as competências necessárias, as quais demandam a consolidação desses três eixos fundamentais, além dos saberes constituídos, das metodologias de ensino, dos processos de aprendizagem e da produção cultural local e global, propiciando o pleno desenvolvimento dos alunos (Brasil, 2020).

No próximo tópico, serão abordadas três teorias que visam à aquisição de conhecimento pelos alunos, juntamente com alguns conceitos que os futuros professores devem levar em consideração ao promover uma aula, integrando esses elementos ao conjunto de conhecimentos profissionais essenciais para a carreira docente.

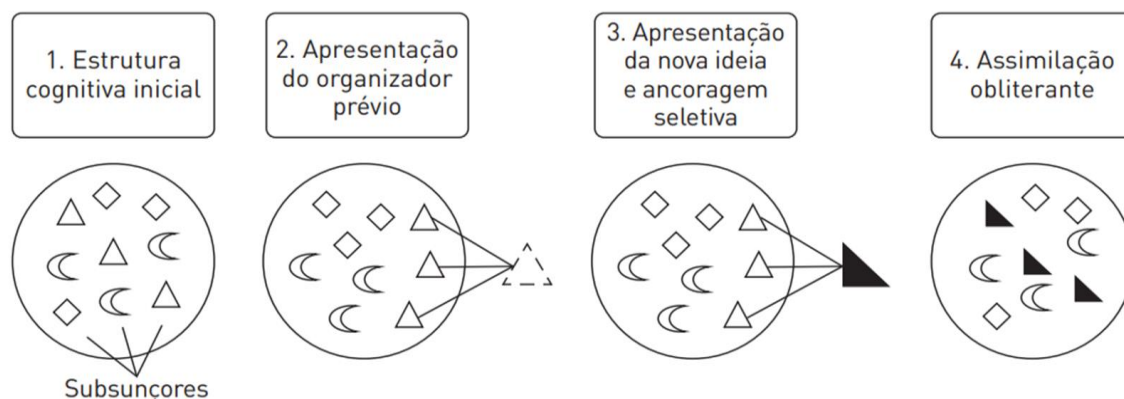
2.2. Explorando o primeiro eixo da BNC-Formação sob a perspectiva de Ausubel, Vygotsky e Knowles

A primeira dimensão descrita na BNC-Formação (Conhecimento Profissional) é defendida por diferentes teorias de estudiosos e pensadores os quais tratam sobre a melhor forma de proporcionar a obtenção de conhecimento por parte do aluno, considerando seus contextos de vida. David Ausubel fundamenta, no desenvolvimento de sua teoria de aprendizagem significativa, que o aluno conseguirá aprender de forma mais efetiva se a nova informação estiver relacionada a “conceitos relevantes” ou conhecimentos prévios que são informações preexistentes na sua estrutura cognitiva (Moreira; Masini, 1982, *apud* Fetzner Filho, 2015). Então, “nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva”, conforme Moreira (2011, p.14). Este estudioso acrescenta:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2011, p. 23).

Tendo em vista isso, para uma aprendizagem significativa, torna-se necessário que se leve em consideração a vontade do educando de obter novos conhecimentos, que o material seja potencialmente significativo e que o conteúdo esteja ligado ou interligado aos conhecimentos prévios (subsunçores) do aluno. Isso possibilita a ocorrência da “ancoragem” e assimilação do novo conhecimento. A Figura 1, logo abaixo, representa a alteração da estrutura cognitiva do aluno de acordo com a teoria de Ausubel.

Figura 1 – Representação do organizador prévio como facilitador da ancoragem seletiva



Fonte: Ribeiro, Silva e Koscianski (2012).

Já Vygotsky considerou que o meio social contribui ativamente na interação e aquisição de conhecimento de forma dinâmica entre os alunos e professores, ou seja, a utilização de recursos didáticos que visem à elaboração de projetos em grupos, favorecendo um aprendizado mais sedimentado (Moreira, 1999, *apud* Santos; Mackedanz, 2019).

As inquietações de Vygotsky sobre o desenvolvimento da aprendizagem e a construção do conhecimento perpassavam pela produção da cultura, como resultado das relações humanas. Por conta disso, ele procurou entender o desenvolvimento intelectual a partir das relações histórico-sociais, ou seja, buscou demonstrar que o conhecimento é socialmente construído pelas e nas relações humanas (Leprique; Silva; Gomes, 2018, p. 611).

Na visão de Vygotsky, um fator importante no processo de aprendizagem é a mediação, cujo objetivo é instigar o aluno, levando em consideração a cultura e suas interações sociais, a construção do conhecimento científico. São instrumentos que podem ser utilizados nesse processo os materiais didáticos que objetivam atribuir relação com os signos, ou seja, materiais que têm significados para o aluno, significados que estão associados, internamente, à atividade psicológica do indivíduo (Evangelista; Chaves, 2019).

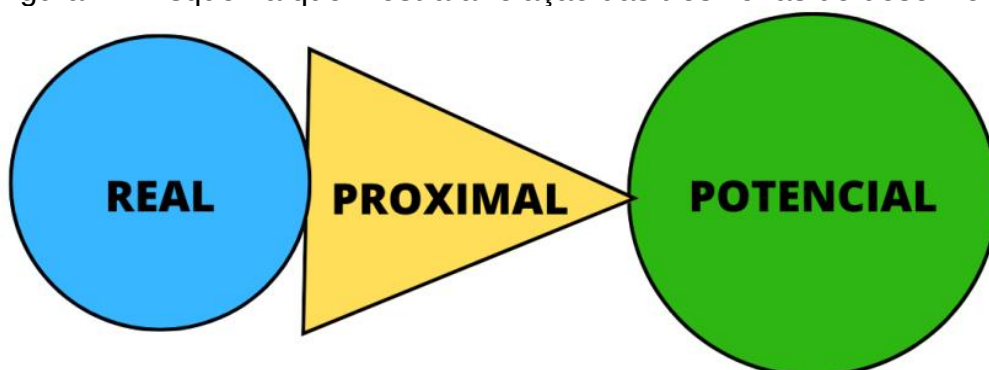
Vygotsky definiu três zonas de conhecimento do sujeito: real, proximal e potencial. Os pesquisadores Evangelista e Chaves (2019, p. 182) as resumem:

- Identificar a zona de desenvolvimento real do sujeito, aquela onde ele consegue fazer as tarefas sozinho, sem auxílio;
- Atuar na zona de desenvolvimento proximal do sujeito, aquela intermediária entre a zona real e potencial, fazendo uso de instrumentos e signos das

atividades experimentais e virtuais, promovendo motivação, o engajamento, a imitação e auxílio das pessoas mais capazes;
 •Alcançar a zona de desenvolvimento potencial do sujeito, aquela que se consegue chegar com o auxílio obtido na zona de desenvolvimento proximal.

Para trabalhar com os estudantes sob um olhar histórico-cultural, é necessário que o professor atue na zona de desenvolvimento proximal deles. Dessa forma, os estudantes não se envolverão com problemas que já conseguem resolver sozinhos, como também não farão atividades as quais não consigam resolver, mesmo com o auxílio de outros (Milani; Stoltz; Higa, 2020). A Figura 2, a seguir, demonstra a relação entre as três zonas de conhecimento, tendo a zona proximal como a primordial como aquela em que se pode atuar.

Figura 2 – Esquema que mostra a relação das três zonas de desenvolvimento



Fonte: Evangelista e Chaves (2019). Adaptado pelo autor.

No contexto do ensino superior, torna-se imprescindível abordar teorias que busquem trabalhar a construção de novos conhecimentos em adultos. Tendo em vista isso, é importante analisar a perspectiva da Andragogia.

A Andragogia consiste em um caminho educacional que busca compreender as necessidades do adulto que retorna à sala de aula, em uma aprendizagem que está focada na independência e apreensão do aluno. “De acordo com a definição creditada, na década de 1970, a Malcolm Knowles, Andragogia é a arte ou ciência de orientar adultos a aprender” (Martins, 2013, p.145).

Para que o adulto obtenha novos conhecimentos, é necessário considerar os seguintes princípios andragógicos:

1. Necessidade de saber: adultos carecem saber por que precisam aprender algo e qual o ganho que terão no processo.
2. Autoconceito do

aprendiz: adultos são responsáveis por suas decisões e por suas vidas, portanto querem ser vistos e tratados, pelos outros, como capazes de se autodirigir. 3. Papel das experiências: para o adulto, suas experiências são a base de seu aprendizado. As técnicas que aproveitam essa amplitude de diferenças individuais serão mais eficazes. 4. Prontidão para aprender: o adulto fica disposto a aprender quando a ocasião exige algum tipo de aprendizagem relacionado a situações reais de seu dia a dia. 5. Orientação para aprendizagem: o adulto aprende melhor quando os conceitos apresentados estão contextualizados para alguma aplicação e utilidade. 6. Motivação: adultos são mais motivados a aprender por valores intrínsecos: autoestima, qualidade de vida, desenvolvimento (Martins, 2013, p. 145).

Tanto Ausubel, como Vygotsky e Knowles convergem em pontos essenciais para a aprendizagem em adultos: a motivação e a disposição para aprender, a valorização dos conhecimentos prévios do aluno, o contexto social no qual ele está inserido. Também esses teóricos consideram a importância de o conhecimento fazer sentido para o educando. Haja vista que o sujeito é um ser social e que a cultura digital é inerente às suas relações, é primordial haver ferramentas tecnológicas na atual abordagem de ensino.

Uma estratégia de ensino que almeja fomentar a participação ativa dos alunos em sala de aula é o método de ensino por investigação, o qual será detalhado no próximo capítulo. Esta abordagem busca aprimorar o pensamento crítico em ambiente escolar, conduzindo os alunos em situações desde as concretas até aquelas mais abstratas.

2.2.1 Desvendando mistérios nas salas de aula: explorando as condições do ensino por investigação

Existem diversos tipos de atividades de contextualização que podem ser planejadas em sala de aula. As mais simples envolvem questionamentos como: "No seu dia a dia, onde vocês podem observar esse fenômeno?" Essa pergunta, apesar de elementar e singela, direciona os alunos, em suas mentes, da sala de aula para a sua realidade, promovendo uma conexão imediata.

Sob o ponto de vista de Scarpa, Sasseron e Silva (2017), a busca por um ensino que promova o desenvolvimento de ferramentas intelectuais para investigação e resolução de problemas torna-se viável quando são proporcionadas oportunidades para que os estudantes se deparem com desafios cujas soluções, embora não evidentes, sejam passíveis de alcance, considerando-se os

conhecimentos já adquiridos. Nesse contexto, propõe-se que o ensino de ciências se baseie em princípios da investigação científica.

A investigação científica vai além do simples desenvolvimento de habilidades processuais. Envolve não apenas os métodos tradicionais das ciências, mas também a integração desses processos com o conhecimento e o raciocínio científico, e o pensamento crítico, contribuindo de maneira significativa para o avanço do conhecimento científico (Lederman, 2006). É primordial se reconhecer o papel do professor:

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios, indo além das atividades puramente práticas. O professor pode estabelecer métodos de trabalho colaborativo e um ambiente em que todas as ideias são respeitadas (Carvalho, 1998, p. 36).

Com vista à conceituação do ensino por investigação, optou-se por utilizar a definição proposta por Carvalho (2018), uma pesquisadora dedicada ao ensino de Física e a essa temática há mais de duas décadas. O ensino por investigação caracteriza-se por conteúdos programáticos nos quais o professor promove condições para que os alunos possam refletir criticamente, dialogar entre si e desenvolver autonomia na leitura e na escrita em relação ao conhecimento construído. No processo de avaliação dessa abordagem, o ensino não se limita apenas à aquisição dos conteúdos propostos, mas também abrange a compreensão, a capacidade de argumentação, a leitura crítica e a clareza na escrita sobre o conteúdo abordado (Carvalho, 2018).

Ao abordar o tema da investigação, faz-se referência a ações e atitudes que possibilitam mais do que simplesmente a execução de tarefas; está-se aludindo a ações e atitudes que também viabilizam a compreensão.

A implementação de iniciativas que abordem conceitos, processos e práticas de forma integrada está diretamente ligada aos princípios subjacentes às práticas educacionais do ensino por investigação. Em outras palavras, refere-se a atividades em que os alunos se envolvem ativamente na solução de problemas, desenvolvendo planos de trabalho, coletando e analisando dados, identificando variáveis relevantes e elaborando modelos explicativos para as situações investigadas (Carvalho, 2018; Sasseron, 2015).

Os laboratórios investigativos oferecem uma excelente oportunidade para promover debates através das diferentes linguagens da Física. Inicialmente, os alunos têm o primeiro contato com os materiais na busca de soluções para os problemas, utilizando a linguagem oral e cotidiana em grupo, para a descrição do fenômeno. Conforme o grupo consolida o conhecimento e organiza as informações para explicar aos demais, ocorre uma transição: eles passam da linguagem oral e cotidiana para uma linguagem oral e científica (Carvalho, 2021).

Na literatura, encontram-se diversos exemplos de abordagens para o ensino por investigação, conforme Carvalho (1999), Carvalho (2018), Sasseron e Machado (2017), destacando-se: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, além de recursos tecnológicos. Importa ressaltar que a utilização de aparatos experimentais não é estritamente necessária para a implementação bem-sucedida do ensino por investigação. Sua aplicabilidade pode ser visualizada em diversas áreas do conhecimento. Esclarece-se:

Em uma atividade investigativa, seja ela uma exposição, demonstração, laboratório ou leitura, o papel do professor deve ser ressaltado pela importância em planejar a atividade, criar situações que exijam dos alunos a participação e os coloquem como protagonistas do próprio ensino. Exige atenção e intervenção ativa no decorrer da aula para que possa provocar, elucidar, perguntar, entre tantas outras ações importantes (Sasseron; Machado, 2017, p. 36 e 37).

Em ambos os casos, Carvalho (2018) destaca a necessidade de seguir duas diretrizes principais para conduzir atividades investigativas. A primeira diz respeito à elaboração do problema, enquanto a segunda refere-se ao cuidado que o (a) professor (a) deve ter com o grau de liberdade intelectual concedido aos alunos. Ambos os elementos são de extrema importância, uma vez que é o problema proposto que desencadeará o raciocínio dos alunos. Sem a liberdade intelectual adequada, os alunos podem hesitar em expressar seus pensamentos, raciocínios e argumentações.

A ideia de grau de liberdade intelectual concedido ao aluno, também conhecido como grau de liberdade, de acordo Carvalho (2018), está baseada nos estudos de Pella (1969) e Borges (2004). O primeiro estudou a liberdade intelectual proporcionada pelos materiais escritos nas aulas de laboratório de ciências nas escolas secundárias americanas; o segundo propôs o ensino investigativo em

atividades de laboratório para o ensino médio, não por meio de níveis de liberdade intelectual dos alunos, mas de níveis de investigação.

O Quadro seguinte mostra os graus de liberdade oferecidos aos alunos pelo professor durante atividades experimentais.

Quadro 1 – Graus de liberdade do professor (P)/aluno (A) em aulas de laboratório

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Fonte: Carvalho (2021, p.55).

O elemento crucial não reside no material utilizado, mas sim nas estratégias que o professor emprega para possibilitar que os alunos investiguem efetivamente um determinado tema. A atuação do professor pode ser assim descrita:

Durante o desenvolvimento de cada uma das propostas, o professor precisa estar observando sempre e de modo muito cuidadoso quais são as iniciativas dos alunos, quais as principais dificuldades e dúvidas. Com base nesse acompanhamento contínuo das ações, o professor poderá desenvolver a mediação necessária ao diálogo entre as possibilidades de atuação e as ideias dos alunos e as concepções e explicações científicas que deseja ensinar (Carvalho, 2022, p. 109).

Embora haja o conhecimento da importância das atividades investigativas e experimentais, persistem desafios a serem enfrentados, como o tempo dedicado à execução e a disponibilidade material experimental (Carvalho, 2021). Experimentos que envolvem o uso de TDIC, incluindo Arduino e simuladores, demandam tempo de preparo e execução, além de necessitarem de uma variedade de recursos. A discussão sobre Arduino e simuladores no ensino de Física será realizada no próximo tópico.

2.2.2 Experimentos didáticos: Arduino e simuladores

Considerando a segunda dimensão descrita na BNC-Formação (Prática Profissional), recomenda-se o desenvolvimento do professor quanto ao

planejamento do processo de ensino e aprendizagem e à condução do ensino, certificando-se as competências e as habilidades dos discentes (Soares *et al.*, 2022). Uma das formas de tornar o estudo significativo relacionando o aluno ao seu ambiente social se configura por meio de experimentos didáticos em laboratórios.

Para Almeida (2016), os experimentos devem expor conceitos difíceis de forma simples, fáceis de ser explicados e de ser compreendidos. Segundo Silva *et al.* (2021), as atividades experimentais favorecem uma interação mais significativa entre o educando e o professor, permitindo a construção de conhecimento mediante uma abordagem investigativa, crítica e racional. O estudo de Mourão, Silva e Sales (2020) comprovou estatisticamente que há diferença no desempenho dos alunos entre aqueles que participaram de oficinas de experimentos e os que não participaram, ratificando a importância de aplicação dessa vivência com os alunos.

A tecnologia nos experimentos se tornou primordial para aproximar o aluno ao objeto de criação do conhecimento (Costa *et al.*, 2019). E mais, microcontroladores e simuladores são amplamente usados nos estudos experimentais de baixo custo no ensino de Física, sendo, portanto, um incentivo para alunos e professores desenvolverem mais habilidades e conhecimentos sobre diversas áreas com a aplicação desse instrumento (Fetzner Filho, 2015).

O *Arduino* é uma plataforma eletrônica de código aberto, de fácil utilização por pessoas que possuem ou não um conhecimento prévio na área de programação (Figura 3). Sua grande versatilidade contribui para que seu uso seja amplamente utilizado nos diferentes ramos do Ensino de Física (Banzi; Shiloh, 2015). A placa possui vários tipos de sensores que permitem a produção de inúmeros projetos presentes em bibliotecas virtuais, em diferentes linguagens de programação e de fácil compartilhamento entre os usuários (Rôxo, 2019).

Figura 3 – Placa *Arduino Uno*

Fonte: <https://www.arduino.cc/>

Um estudo elaborado por Santos (2016) utilizou a placa *Arduino* para realização de oficinas com experimentos didáticos voltados à área da Termodinâmica, tendo como público-alvo os professores em formação do curso de licenciatura em Física. O experimento desse trabalho utilizou um sensor capaz de medir a temperatura e, com o auxílio do *software Geogebra*, acompanhou em tempo real através de um gráfico de temperatura em função do tempo, em duas situações diferentes. Constatou-se que, no decorrer das oficinas, houve um grande interesse dos estudantes em participar da atividade e construir os experimentos.

No que tange à utilização de simulações, essa abordagem possibilita que o aluno se concentre na essência dos problemas, que, na prática, seriam complicados ou até mesmo inviáveis de ser realizados. Assim, os simuladores proporcionam uma melhor assimilação de conceitos e fenômenos (Macedo, 2009). Sobre isso, ainda se acrescenta:

As simulações têm a utilidade de permitir demonstrações em aulas expositivas, contribuindo para a visualização de diversos conceitos, tais como linhas de campo, fótons, elétrons, átomos dentre tantos outros. O experimento também pode ser facilmente repetido, o que possibilita aos alunos gerarem hipóteses e desse modo construir seu próprio conhecimento (Martins; Batista, 2022, p. 329).

Diante disso, a experimentação, conforme discutida até o momento neste trabalho, apresenta-se como uma estratégia pedagógica capaz de aprimorar a compreensão de conceitos. Ao estimular a criação de hipóteses, essa abordagem aproxima o pensamento científico dos educandos, instigando-os a refletir sobre as

transformações na percepção do mundo vivencial e na produção de conhecimento científico. Conforme Silva, Castro e Sales (2018, p. 15),

A interdisciplinaridade presente nesta prática pedagógica permite que os estudantes possam ter a noção de que o conhecimento não é algo limitado e fragmentado, à maneira como se apresenta no currículo tradicional, integrando disciplinas para a solução de problemas reais.

Sob a ótica de Fazenda (2008), a interdisciplinaridade transcende a simples agregação ou junção de conhecimentos previamente tratados de forma isolada. Esse enfoque se conecta de maneira mais profunda ao estímulo do pensamento coletivo e complementar, promovendo uma abordagem em que cada domínio de conhecimento é integrado e somado através da reflexão conjunta entre saberes.

2.2.3 Ensino híbrido

Segundo o percurso descrito anteriormente, tem-se a segunda dimensão descrita na BNC Formação (Prática Profissional), centralizada no desenvolvimento do professor quanto à gerência dos ambientes de aprendizagem e à condução do ensino certificando-se as competências e as habilidades dos discentes (Soares *et al.*, 2022). Considerando-se tais perspectivas, associadas ao uso de TDIC, sabe-se que o aprendizado *online* vem ganhando espaço nos ambientes de aprendizagem, principalmente após a pandemia de Covid-19.

Cabe ressaltar que não se está considerando o ensino remoto (aprendizagem emergencial) durante a crise pandêmica como válido para ser continuado, mas sim o ensino com o uso da internet, apropriando-se dos espaços virtuais, podendo flexibilizar a maneira como o estudante constrói o seu aprendizado. Os métodos transmissivos de ensino no Brasil, realizados pela maioria das escolas, “não são mais capazes, por si só, de atender às demandas de indivíduos que incorporam cada vez mais as características da cultura digital, como o fácil acesso à informação através das tecnologias digitais” (Fardo, 2013, p. 17).

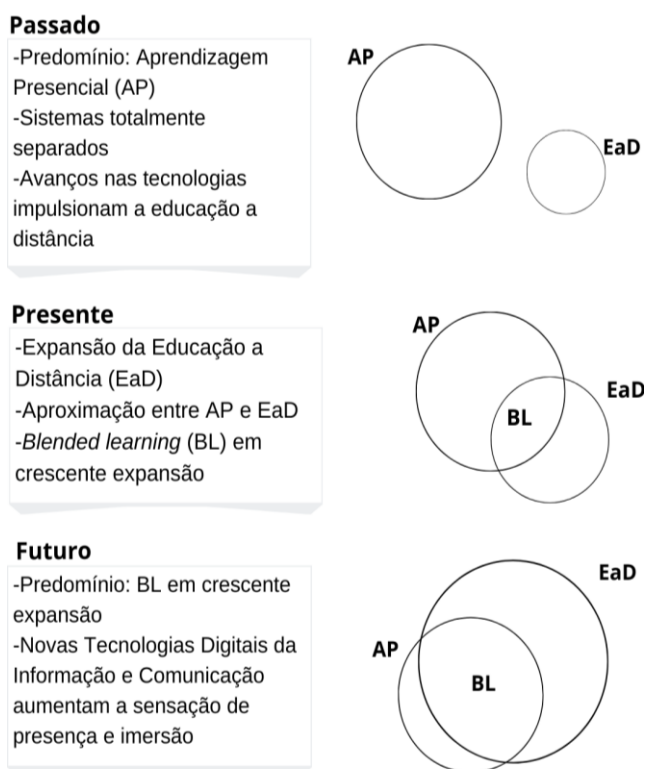
Na atualidade, o ensino híbrido ou *Blended Learning* é uma modalidade de ensino que vem ganhando espaço nas escolas e universidades, com a possibilidade de aproximação das TDIC. Como destacam Bruschi e Casartelli (2023), é fundamental considerar as TDIC ao se tratar do ensino híbrido, uma vez que, em

diversos casos, a tecnologia desempenha um papel fundamental para a efetiva implementação dessa abordagem. Considere-se também a definição seguinte:

(...) Ensino híbrido é um programa de educação formal, no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio de ensino *on-line*. Nesta modalidade, o aluno exerce algum tipo de controle em relação ao tempo, ao lugar, ao caminho e/ou ao ritmo, e as atividades são realizadas, pelo menos em parte, em um local físico supervisionado longe de casa. As modalidades, ao longo do caminho de aprendizagem de cada estudante em um curso ou uma disciplina, são conectadas para fornecer uma experiência de aprendizagem integrada (Horn; Stalker, 2015, p 53).

Conforme a Figura 4, não havia no passado fusão das modalidades de ensino presenciais (*p-learning*) e a distância (*d-learning*), as quais se desenvolveram em paralelo e hoje estão em processo de convergência (Litto; Formiga, 2009). O que se tem constatado é que essa prática permite um equilíbrio entre as necessidades e as habilidades individuais e as do grupo, de forma presencial e virtual. Por isso, espera-se que futuramente haja o predomínio da aprendizagem híbrida (*b-learning*), com novas tecnologias interativas, possibilitando o aumento da inserção de alunos e professores nesse processo (Moran, 2002).

Figura 4 - Evolução dos sistemas de aprendizagem



Fonte: Litto e Formiga (2009). Adaptado pelo autor.

O ensino a distância no Brasil teve sua introdução um pouco antes de 1900, por meio de anúncios em jornais no Rio de Janeiro, que ofereciam cursos profissionalizantes por correspondência (Litto; Formiga, 2009). Atualmente, essa modalidade de ensino persiste, inclusive no ensino superior, com a incorporação de TDIC (*e-learning*), validadas pelo Ministério da Educação (MEC) e avaliadas pela Secretaria de Educação Superior (SESU), segundo destaca a Associação Brasileira de Educação a Distância (2022).

A Portaria nº 2.117, de 6 de dezembro de 2019, regulamenta a carga horária máxima de 40% na modalidade EaD em cursos presenciais. O artigo 5º deste documento estabelece que a carga horária a distância deve ser amplamente divulgada aos estudantes já matriculados e aos ingressantes, sendo obrigatória sua divulgação nos processos seletivos. De acordo com o Censo EaD de 2020/2021, aproximadamente 44,7% das instituições oferecem cursos regulamentados exclusivamente a distância (Associação Brasileira de Educação a Distância, 2022).

Hoje, são observados diversos modelos de ensino híbrido, cujas nomenclaturas ainda estão em desenvolvimento e continuarão a evoluir ao longo do tempo. No presente estudo, foi adotada a classificação proposta por Schiehl (2018), que divide o ensino híbrido nas seguintes modalidades:

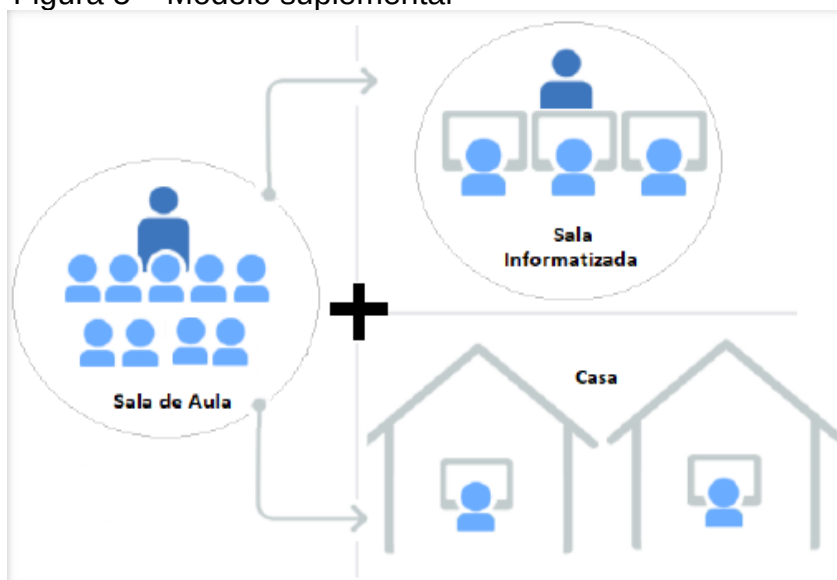
- Modelo de rotação, dividido em modelo de rotação por estações, laboratório rotacional, rotação Individual e sala de aula invertida;
- Modelo flex;
- Modelo *à la carte*;
- Modelos virtuais enriquecidos;
- Modelo suplementar;
- Condução face a face ou f2f (face-to-face);
- Condução *online*;
- Empório;
- Híbrido dual-colaborativo e
- Híbrido colaborativo síncrono.

Na análise da literatura conduzida por Schiehl e Gasparini (2017), que abrangeu trabalhos publicados em revistas científicas focados no ensino híbrido, constatou-se que 62,5% dos estudos analisados se dedicaram ao modelo suplementar. Outro dado relevante extraído dessa pesquisa é que a temática do

ensino híbrido tem exercido uma influência significativa nas pesquisas, sobretudo no âmbito do ensino superior, em vários países.

Considerando esses aspectos, optou-se por abordar o modelo suplementar neste trabalho. Este modelo é caracterizado pela apresentação integral do conteúdo em sala de aula, esclarecimento de dúvidas e assistência aos estudantes pelo palestrante. No entanto, a conclusão desse processo de aprendizagem ocorre por meio de pesquisas ou trabalhos complementares realizados no formato online (Twigg, 2003). A Figura 5 representa a primeira etapa com o desenvolvimento em sala de aula, culminando no estudo online, que pode ocorrer na sala de informática da escola ou na residência do aluno. É essencial ressaltar que o ensino híbrido se configura apenas quando as atividades *online* são supervisionadas e contribuem como parte essencial da aprendizagem do estudante.

Figura 5 – Modelo suplementar



Fonte: Schiehl (2018).

Ressalta-se que no ensino híbrido é possível se contemplarem diferentes estilos de aprendizagem dos educandos, atendendo a heterogeneidade através da utilização de recursos mais adequados para melhorar as situações de aprendizagem em função dos objetivos e dos resultados educativos (Leite; Lencastre; Silva, 2020). Em outras palavras:

Se na modalidade presencial é mais fácil engajar o aluno, socializar a turma e colher diversos tipos de *feedbacks* — adaptando-se estratégias

pedagógicas em tempo real —, nas atividades remotas, ou com apoio de recursos virtuais, é possível atender a diferentes estilos e ritmos de aprendizagem e aumentar a produtividade do professor e do aprendiz. O *blended learning* possui, portanto, grande potencial para melhorar a qualidade e a eficiência da aprendizagem (Litto; Formiga, 2009, p.122).

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) têm viabilizado o ensino híbrido nas instituições de ensino, possibilitando promover a autonomia do estudante valorizar os conhecimentos prévios e a aprendizagem colaborativa (Costa; Franco, 2005). Os AVAs são sistemas ou *softwares* destinados ao gerenciamento eletrônico de cursos e atividades de aprendizagem virtuais (Cunha, 2014), como, por exemplo, a plataforma *Moodle*, utilizada por estudantes de instituições públicas e privadas. Para Nascimento (2016, p. 11),

Inicialmente muitos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), atuavam apenas como repositórios de matérias, no qual um responsável, tutor, faria o envio para os alunos. Este cenário se modificou com o passar dos anos, pois as plataformas se tornaram cada vez mais interativas, atendendo as necessidades atuais de um ensino mais flexível em tempo e espaço.

A plataforma *Moodle* foi desenvolvida em 2002 com o objetivo de ser utilizada para criar ambientes de aprendizagem inovadores para o benefício dos educadores, educandos e pesquisadores de todo o mundo (Foster; Cole, 2008; Wild, 2017). O Moodle (acrônimo para Modular *Object Oriented Development Learning Environment*) é um *software* de código livre e aberto, fundamentado na aprendizagem socioconstrucionista, a qual defende a ideia de que o aprendizado será melhor quando os alunos se envolvem com o material de aprendizagem, por meio da criação de novos conteúdos e dialogam sobre suas trajetórias entre si (Rice, 2006).

Espera-se que o professor assuma uma postura crítica/reflexiva referente à sua função na sala de aula, de modo a melhorá-la, conduzindo um ambiente virtual de aprendizagem flexível e fornecendo *feedbacks* dos trabalhos realizados pelos alunos (Ribeirinha *et al*, 2022).

Cabe fazer uma ressalva a respeito do ensino híbrido e a forma como ele vem sendo usado pelas escolas e mesmo por acadêmicos. Conforme Harbe, Brito e Bergmann (2023), a interpretação simplista do conceito de ensino híbrido, ao considerá-lo apenas como um mero sinônimo da combinação de atividades pedagógicas tanto presenciais quanto não presenciais, pode levar à conclusão

equivocada de que as instituições de ensino estão adotando de maneira abrangente e qualificada essa metodologia ativa. A exemplo disso, muitas escolas afirmam estar usando o ensino híbrido de forma “completa”, porém limitam-se a disponibilizar questões na internet, sem promover efetivamente o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. Essa prática em nada se diferencia das questões impressas nos livros didáticos dos estudantes, pois, nesse novo contexto, tais questões apenas são apresentadas em um ambiente digital (Trevisani, Corrêa, 2020).

Na pesquisa conduzida por Silva *et al.* (2023), observou-se o interesse dos professores em incorporar as TDIC no retorno às aulas presenciais, indicando um grau de hibridismo no processo de ensino na educação superior. Porém é importante destacar que o simples uso de TDIC no ensino não implica automaticamente em uma abordagem híbrida, pois esta última requer a presença de momentos de aprendizagem *online*, diferenciando-se de um ensino tão só enriquecido com o uso de tecnologias.

O emprego de dispositivos tecnológicos, como computadores, *smartphones*, TV, lousas digitais, *softwares* educacionais, entre outros, não define, de forma imediata, uma abordagem híbrida, mas sim uma metodologia enriquecida com tecnologias. Para que um método seja genuinamente considerado híbrido, é essencial que o conteúdo a ser ensinado e aprendido seja conduzido, ao menos em parte, por tecnologias *online*, e que essa abordagem contribua, acrescente, modifique ou substitua a forma tradicional de ensino (Horn; Staker, 2015).

Para a realização do ensino híbrido, é necessário se considerarem os objetivos educacionais, os aspectos pedagógicos e cognitivos, o perfil do aluno e a avaliação constante. Sem dúvida, a avaliação constante é um desafio no ensino de Física, haja vista que frequentemente é priorizada “a memorização de equações e resolução de problemas numéricos, ao invés de enfatizar a aprendizagem de conceitos físicos e suas aplicações na interpretação de fenômenos” (Azevedo, 2019, p. 64). O portfólio pode ser aplicado com essa finalidade, pois ele é uma estratégia de ensino, de aprendizagem e de avaliação contínua, conforme descrito a seguir.

Entende-se a importância de se fazer uma análise da ferramenta portfólio, abrangendo-se sua definição, seu histórico no contexto brasileiro, sua intrínseca vinculação aos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) e as diversas modalidades de aplicação no ambiente educacional.

2.2.4 Portfólio: método criativo de avaliação e de ensino na área de Física

O portfólio é definido como um acervo de trabalhos realizado de forma individual ou colaborativa, composto por resultados de atividades e avaliação de processos construídos ao longo do tempo. A sua construção leva em consideração a visão do autor, o qual define sua forma de expressar seu entendimento a respeito de determinado assunto/processo, tendo em vista sua autoavaliação de seu desempenho durante todo o desenvolvimento da atividade (Klenowski, 2014).

Diante da sua versatilidade, o portfólio não possui uma forma engessada para sua definição, sua realização, e/ou aplicação. O termo é de origem italiana “portafoglio”, cujo significado é “recipiente onde se guardam folhas soltas” (Gonçalves Torres, 2008, p. 551). Para Rigo *et al.* (2016, p.49), “os portfólios configuraram-se como metodologia de ensino, de aprendizagem e de avaliação em um contexto prático e teórico, cujo propósito é promover o aprendizado através da reflexão e da atualização pautada em pesquisa”.

Na perspectiva de Cotta *et al.* (2012, p.788), os portfólios são “recursos inovadores do processo de ensino-aprendizagem e de avaliação”, os quais estimulam o pensamento reflexivo, permitindo ao aluno catalogar e organizar seus conhecimentos por meio de um formato exclusivo que faça sentido para sua aprendizagem. A sua execução, na área do ensino, baseia-se em questões norteadoras informadas pelo professor e se torna uma das formas de avaliar o aluno.

A princípio, o portfólio foi empregado em artes plásticas, onde o artista escolhia os trabalhos mais relevantes de sua produção com o objetivo de guardá-los e utilizá-los em exposições futuras, entrevistas de emprego, etc. No contexto educacional, o propósito é semelhante, porém não há necessidade de documentar essas produções. Ele tem sido utilizado em diferentes países como Estados Unidos, Austrália e Portugal, por vincular o currículo a práticas pedagógicas (Gonçalves Torres, 2008).

Atualmente, o portfólio tem sido elaborado tanto no formato físico como digital, sendo este definido como *webfólio*, “e-portfólio”, “portfólio digital” ou “blogfolio”, com a mesma finalidade. No Brasil, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foi uma das pioneiras a incorporar os *webfólios* nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), no ano de 1996. Logo no início, a instituição obteve resultados

promissores durante a aplicação do *webfólio* com os docentes do curso de Telemática e, assim, o uso de tal recurso foi disseminado nos diferentes AVAs, desde a educação básica até o ensino superior (Nevado; Basso; Menezes, 2004; Rodrigues-Moura; Rodrigues; Brito, 2020).

O *webfólio* tem como principal vantagem possibilitar o usufruto das tecnologias e das suas funcionalidades, as quais permitem o acesso do recurso em qualquer lugar do mundo facilitando a participação colaborativa a distância entre os educandos e entre educador e educando (Nevado; Basso; Menezes, 2004). Além disso, “[...] os *webfólios* podem guardar toda a memória do período escolar desde a Educação Básica até a Educação Superior de um estudante, que servirá como processo de reconstrução de suas aprendizagens e como elemento de avaliação” (Alves, 2003, p.3). Sobre as contribuições desse recurso, é necessário de destacar:

O E-Fólio no ambiente do *Moodle* propicia a construção de documentos em que as versões podem ser aperfeiçoadas continuamente, permitindo a reformulação das tarefas com a perspectiva do entendimento de cada uma das etapas do percurso como uma produção e finalizá-la quando satisfatória, e a publicação das atividades não gera custo de impressão para o estudante. Apoiando o professor orientador nessa tarefa de montagem e gerenciamento do E-Fólio, o *Moodle* disponibiliza um conjunto de ferramentas computacionais que colaboram na coleta, busca, gerenciamento, inserção e arquivamento ou registro detalhado dos trabalhos dos estudantes e do professor, como: Fórum; Tarefa; Questionário; Chat; Lição; Glossário; Pesquisa de Avaliação; Pesquisa de Opinião; Laboratório de Avaliação; Wiki; Diário; Base de Dados; Hotpot (hotpotatoes) (Gonçalves; Salvador; Caetano, p.4).

O *webfólio* surge como uma ferramenta congruente com o ensino por investigação, por promover um aprimoramento da leitura crítica e da argumentação do que foi apresentado em sala de aula. Considerando-se a valorização do saber de cada aluno e a busca por se proporcionar uma educação de qualidade que inclua todos os estudantes, o uso do *webfólio* no ensino de Física pode ser utilizado como uma estratégia exitosa para atingir tal objetivo, sobretudo na aquisição e reflexão de conceitos de conteúdos complexos como o de Termologia.

2.3 Tópicos de Termologia

A Termologia, de acordo com sua etimologia, é a “ciência do calor”. Pertence à área da Física responsável por estudar os fenômenos físicos relacionados aos

conceitos de temperatura e calor, e é dividida em três partes – termometria, calorimetria e termodinâmica (Silva F. L. L., 2021).

O ensino de Termologia tem enfrentado desafios por conta da complexidade do assunto, exigindo a capacidade de abstração dos alunos para compreender o conteúdo (Lima, 2016). Os conceitos básicos desse assunto são entendidos e descritos pelos alunos de forma nem sempre precisa, como, por exemplo, o de temperatura e o de calor, interpretados como a mesma coisa (Young; Freedman, 2016). Outro sinal de que esses conceitos não são bem compreendidos é que o aluno consegue calcular o calor sensível recebido por um corpo ao sofrer uma variação de temperatura, mas não consegue aplicar os conceitos de calor e temperatura corretamente para descrever ou analisar fenômenos da sua vida real (Azevedo, 2019).

Diante disso, os professores têm buscado abordagens e estratégias de ensino inovadoras para a contextualização dos fenômenos (Silva F. L. L., 2021). A BNCC estipula uma habilidade específica para desenvolver os conhecimentos referentes a essa temática:

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos (Brasil, 2018, p.555).

Tal habilidade incentiva o ensino com aplicação de inúmeros exemplos dessa área da Física na ciência e na tecnologia (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Para isso, é imprescindível o papel do professor de buscar, por meio de produção própria ou de recursos disponíveis, materiais didáticos compatíveis com as necessidades de seus educandos.

O estudo de Pinheiro Júnior (2022) trata, de forma qualitativa e quantitativa, de conceitos científicos voltados à área de termologia com o auxílio de tecnologias, para alunos do ensino médio. O autor constata que, durante todas as atividades experimentais, houve melhoria na interação e participação dos estudantes, os quais apresentam indagações pertinentes enriquecendo as discussões em sala de aula.

2.3.1 Termometria

A Termometria é a parte da Termologia que estuda os fenômenos voltados para o estudo da temperatura, dos termômetros e das escalas termométricas. Essa disciplina também descreve os fenômenos da natureza cuja temperatura varia, tais como a dilatação e a contração térmica dos sólidos e dos líquidos (Oliveira; Almeida; Lima, 2014). Numa outra descrição, tem-se:

Toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de Temperatura (Hewitt, 2015, p. 285).

Ante a questão de que não é possível quantificar a sensação de frio ou quente, mas sim da temperatura em si de um sistema, necessitou-se criar um objeto capaz de medir essa temperatura. Em 1602, Galileu desenvolveu o primeiro termômetro (Hewitt, 2015).

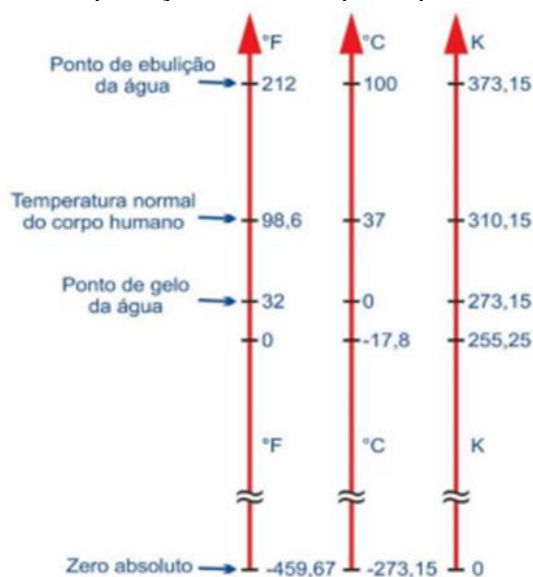
Atualmente são utilizados três tipos de escalas termométricas para aferir a temperatura de um sistema: a escala Celsius, principal escala utilizada no Brasil; a escala *Fahrenheit*, amplamente utilizada nos Estados Unidos, e a escala Kelvin, adotada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

A escala Kelvin é denominada como a escala absoluta, pelo fato de não assumir valores negativos e de propor que, na temperatura de 0 K (zero absoluto¹), as moléculas não estejam em movimento (Oliveira; Almeida; Lima, 2014).

As três escalas têm relação entre si, o que significa que existe a possibilidade de conversão das medidas de temperatura entre as diferentes escalas, como mostra a Figura 6:

¹ Zero absoluto é o limite inferior, **menor temperatura** possível de ser alcançada na natureza. Nesta temperatura, os átomos e demais partículas subatômicas encontram-se perfeitamente estáticos, ou seja, sem energia.

Figura 6 – Comparação das três principais escalas termométricas



Fonte: Silva, F. L. L (2021).

A variação de temperatura produzida em um corpo poderá causar alteração no seu tamanho (Nussenzveig, 2002), ou seja, as moléculas se afastarão umas das outras, resultando num aumento das dimensões (comprimento, área e volume) do corpo (Sá, 2016). Esse fenômeno é chamado de dilatação térmica, o qual poderá ser tanto positivo, quando o tamanho do corpo aumenta, quanto negativo, quando o tamanho do corpo diminui ao ser aquecido ou resfriado.

A dilatação térmica de sólidos isotrópicos² é dividida em três partes: linear, superficial e volumétrica. A dilatação linear é aquela que ocorre em apenas uma dimensão (unidimensional) do material, como, por exemplo, de um fio muito fino de um material cujo comprimento do corpo é muito maior do que a altura e a espessura, sendo possível se considerarem apenas os efeitos sobre o comprimento do corpo (Artuso; Wrublewski, 2013). De acordo com a Equação 1, pode-se calcular esta dilatação pela seguinte relação:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

(Equação 1)

Onde:

ΔL = variação do comprimento

L_0 = comprimento inicial

ΔT = variação de temperatura

α = coeficiente de dilatação linear

² Material isotrópico é aquele em que as propriedades elásticas independem da direção.

Quando se trata do estudo da dilatação superficial, considera-se uma lâmina delgada (bidimensional) de um sólido isotrópico para que se possa calcular a dilatação superficial. A fórmula é demonstrada na Equação 2:

$$\Delta S = \beta S_o \Delta T \rightarrow \beta = \frac{\Delta S}{S_o \Delta T} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

ΔS =variação da área
 S_o =área inicial
 ΔT =variação de temperatura
 β = coeficiente de dilatação superficial

Analogamente, a variação volumétrica (tridimensional) de um sólido isotrópico é chamada de dilatação volumétrica. É calculada da seguinte forma (Equação 3):

$$\Delta V = \gamma V_o \Delta T \rightarrow \gamma = \frac{\Delta V}{V_o \Delta T} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

ΔV = variação do volume
 V_o = volume inicial
 ΔT =variação de temperatura
 γ = coeficiente de dilatação volumétrica

É relevante ressaltar que existe uma relação linear entre os coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica. Em muitos casos, o coeficiente superficial é o dobro do coeficiente linear, enquanto o coeficiente volumétrico é três vezes o coeficiente linear. Porém é crucial observar que essas relações são aplicáveis apenas a materiais isotrópicos, ou seja, a materiais que possuem propriedades físicas uniformes em todas as direções.

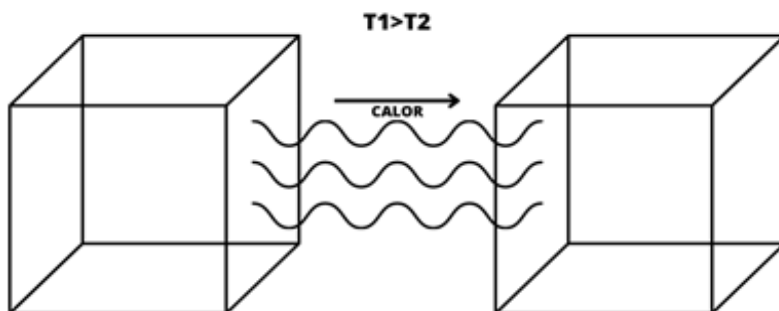
No próximo segmento, a calorimetria será abordada com o propósito de fundamentar os conceitos explorados neste estudo.

2.3.2 Calorimetria

Calorimetria é conhecida como a parte da Termologia que trata dos “fenômenos voltados para o estudo do calor, a forma como a energia térmica flui entre sistemas e os possíveis efeitos causados, caracterizando os corpos e substâncias a partir de parâmetros que possam contribuir com o estudo em questão” (Oliveira; Almeida; Lima, 2014, p. 36).

O calor é definido como a energia térmica em trânsito, devido à diferença de temperatura entre dois ou mais corpos. A transferência de energia cessará no momento em que os dois corpos atingirem a mesma temperatura, ou seja, quando se der o equilíbrio térmico (Correia, 2017). Vale salientar que o fluxo de energia térmica (calor) vai seguir, naturalmente, no sentido do corpo com maior temperatura para o de menor temperatura, conforme a Figura 7.

Figura 7 – Esquema representando a transferência de calor entre corpos



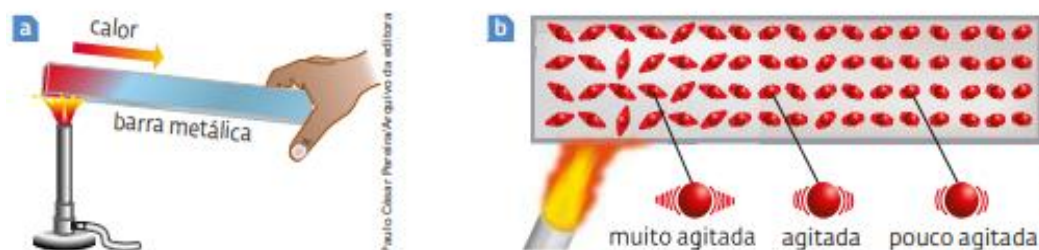
Fonte: Próprio autor (2024).

Como já apresentado, a transferência de energia térmica ocorre, naturalmente, no sentido do corpo de maior grau de agitação média das moléculas para o de menor grau de agitação média. Essa transferência pode acontecer através de três processos: condução, convecção e radiação.

A condução é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica passa de partícula para partícula de uma substância ou entre substâncias, necessitando estar em contato físico direto. Na condução, a energia cinética dos átomos e das moléculas é transferida através das colisões entre átomos ou moléculas vizinhas. O calor flui das moléculas com maior energia cinética (muito

agitadas) para as moléculas com menor energia cinética (pouco agitadas), conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 7 – Processo de transferência de energia térmica por condução



Fonte: Luz, Álvarez e Guimarães (2016).

Outro processo de propagação de calor é a convecção, a qual ocorre em um meio constituído por fluido, onde sua energia térmica mudará de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido. Este fenômeno é demonstrado na Figura 9.

Figura 8 – Processo de transferência de energia térmica por convecção

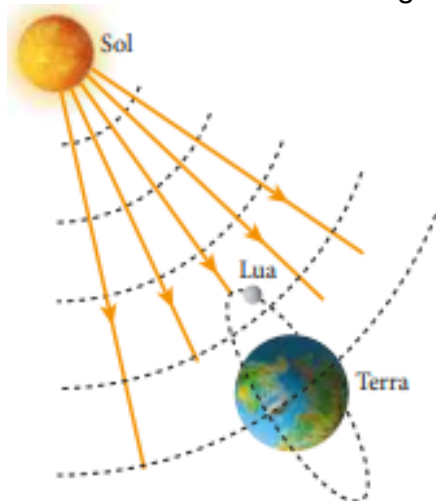


Fonte: Silva, F. L. L (2021).

O último processo é a radiação que, diferente das demais antes descritas, não necessita de um meio para se propagar, já que ocorre através de ondas eletromagnéticas. A radiação não é, necessariamente, uma forma de transferência de calor, pois ocorre através do absorvimento de ondas eletromagnéticas por um corpo, para transformar-se em energia térmica. Ao se transformar, gerará, assim, uma variação da temperatura, aquecendo o corpo.

Considera-se como exemplo a luz solar, a qual atravessa milhares de quilômetros de espaço vazio, sem atmosfera, até chegar ao planeta Terra, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 9 – Processo de transferência de energia térmica por radiação



Fonte: Bôas; Doca; Biscuola (2016).

Deve-se considerar que, como o foco deste trabalho é desenvolver esse conceito de forma qualitativa, não se torna necessária particular atenção à lei de Fourier, segundo a qual o fluxo de calor em um corpo muda proporcionalmente à mudança de temperatura.

3 METODOLOGIA

Por se tratar de um estudo acadêmico científico com foco em estratégias para aperfeiçoamento do ensino, este capítulo será dividido em duas partes: metodologia de pesquisa e metodologia de ensino. A metodologia de pesquisa abrange o tipo de estudo conduzido, o local de aplicação da pesquisa, o público-alvo e as técnicas utilizadas. Por sua vez, a metodologia de ensino destaca a aplicação prática da pesquisa, incluindo as estratégias implementadas em sala de aula, as práticas adotadas e a elaboração do *webfólio*.

3.1 Metodologia de pesquisa

Para esclarecer a metodologia utilizada nesta pesquisa, será apresentada o tipo de estudo ao qual esta se vincula, o segmento educacional abordado e as técnicas aplicadas.

3.1.1 Tipo de estudo

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem mista, cujos objetivos serão caracterizados no formato descritivo, seguindo-se os procedimentos técnicos de um estudo de caso com material de baixo custo e aplicativos de dispositivos móveis.

A escolha de um estudo com abordagem mista, incorporando tanto elementos quantitativos quanto qualitativos, baseou-se na compreensão de que ambas as abordagens possuem limitações que variam conforme os objetivos da pesquisa. A abordagem colaborativa dessas duas perspectivas apresenta o potencial de preencher essas lacunas de forma abrangente. A busca pela convergência entre os dois métodos denomina-se triangulação das fontes de dados (Creswell; Creswell, 2021).

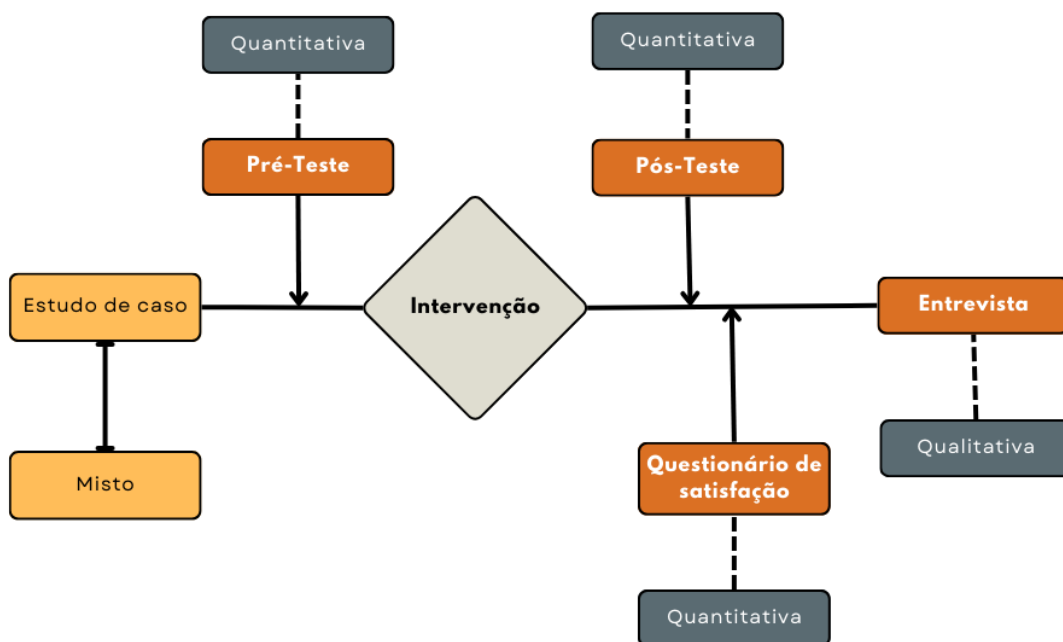
Para Sampieri, Callado e Lúcio (2013) *apud* Galvão (2017), os métodos qualitativos e quantitativos não devem ser vistos sob o enfoque competitivo, mas sim de complementaridade, pois ambos cumprem funções diferentes e contribuem significativamente em discussões científicas e acadêmicas. Dessa forma, a obtenção

de dados de uma abordagem mista poderá conferir maior rigorosidade, complexidade e profundidade à pesquisa (Bruning; Godri; Takahashi, 2018).

De acordo com Creswell e Creswell (2021), os principais métodos mistos são: convergente, sequencial explanatório, sequencial exploratório. No presente estudo, escolheu-se a abordagem convergente, a qual é “um desenho em que o pesquisador converge ou funde dados quantitativos e qualitativos para oferecer uma análise abrangente do problema de pesquisa” (Creswell; Creswell, 2021, p. 60). A coleta dos dados ocorre praticamente de forma concomitante, logo após é realizada a integração desses dados para que assim seja possível a sua interpretação.

No que se refere à abordagem de estudo de caso de métodos mistos, os dados quantitativos serão coletados antes da intervenção a ser aplicada e após esse processo, e os qualitativos serão coletados após a intervenção, valorizando as experiências de cada estudante (Creswell; Creswell, 2021), como se vê na Figura 11:

Figura 10 – Desenho da pesquisa



Fonte: Próprio autor (2024).

A partir dessa exposição, torna-se viável dar continuidade à apresentação. Nessa sequência, serão descritos o local onde o estudo foi conduzido e a população que participou.

3.1.2 Local e população do estudo

O estudo foi realizado com alunos do ensino superior do curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, no *Campus* de Fortaleza. Foi escolhido esse *campus* devido ao fato de o autor ser aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do IFCE, aí instalado. Outro ponto favorável é que no mesmo *campus* está localizado o Laboratório de Habilidades Computacionais e Cultura Maker (Lhama), o qual possui estrutura para a realização de atividades no AVA e de experimentos com *Arduino*. O professor coordenador do laboratório é vinculado ao curso de Licenciatura em Física do IFCE e ao PGECEM.

A pesquisa ocorreu durante a disciplina de Termodinâmica, a qual é ofertada aos alunos do 4º semestre, com carga horária de 80 horas, tendo como um dos principais objetivos o de entender os conceitos de termologia, calorimetria e termodinâmica. Outra conveniência para a realização da pesquisa é que a ementa (Anexo A) da disciplina favorece e preconiza a utilização e a apresentação de simulações na área de Física, utilizando softwares livres e visitas ao laboratório de física para aplicação de experimentos. A disciplina foi ofertada em formato híbrido, ou seja, com momentos presenciais e com a utilização da *Help Class Online*³.

De início, o curso recebeu a inscrição de doze estudantes para a disciplina, entre os quais dez manifestaram interesse em se envolver ativamente no estudo proposto. Durante a evolução, tanto da disciplina quanto da pesquisa correlata, um dos participantes expressou a necessidade de se desvincular do projeto, resultando na participação de nove alunos que perseveraram até a conclusão integral da pesquisa. O perfil detalhado dos participantes é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil dos participantes do estudo

Entrevistados	Sexo	Idade	Tipo de experiência como professor	Ensino Médio	Formação anterior
Aluno 1	Masculino	23	Bolsista PIBID	Privado	-
Aluno 2	Masculino	21	Bolsista PIBID	Privado	-

³ <https://helpclassonline.com.br/course/view.php?id=84>

Aluno 3	Masculino	35	Bolsista PIBID	Público	Técnico em Edificações e Graduação em Arquitetura
Aluno 4	Masculino	20	Bolsista PIBID	Público	-
Aluno 5	Masculino	43	Professor do ensino privado	Público	Graduação em Pedagogia
Aluno 6	Masculino	20	Bolsista Aprender Mais	Público	-
Aluno 7	Feminino	20	Bolsista Aprender Mais	Público	-
Aluno 8	Masculino	23	Bolsista PIBID	Público	Gestão em Recursos Humanos
Aluno 9	Masculino	23	Bolsista PIBID	Privado	-

Fonte: Próprio autor (2024).

No próximo tópico, serão delineadas as diferentes etapas desta pesquisa.

3.1.3 Etapas da pesquisa

1. Aplicação de um contrato didático com a turma

Para se dar início à experiência, foi estabelecido um contrato didático (Apêndice A) com os estudantes, apresentando-lhes a metodologia de pesquisa e a de ensino, a forma de relacionamento dos alunos dentro da sala de aula, a interação destes com o professor e pesquisador, a distribuição das responsabilidades, a determinação de prazos, a proibição ou permissão do uso de determinados recursos, dentre outros aspectos importantes. De acordo com Pessoa (2004), é nesse momento que o professor mostra suas expectativas em relação aos alunos e estes em relação ao professor, estabelecendo-se um processo de negociação.

2. Aplicação do pré-teste (sondagem dos conhecimentos prévios)

O pré-teste foi realizado logo no início da disciplina, com questões objetivas de múltipla escolha, baseado no trabalho de Lang da Silveira e Moreira (1996), em que se abordaram concepções relativas sobre Calor, Temperatura e Dilatação (Anexo B).

Os resultados obtidos foram utilizados com a finalidade de se compararem os mesmos alunos após a intervenção. Além disso, o pré-teste contribuiu no mapeamento dos subsunçores de cada aluno, como forma de direcionamento na abordagem dos tópicos da disciplina.

Os alunos não tiveram acesso ao Pré-Teste após sua aplicação e não souberam que fariam o mesmo teste após a intervenção, para evitar possíveis vieses, como, por exemplo, o de resposta, a qual poderia ser modificada conforme a motivação que o aluno apresentaria após ter tido conhecimento do seu resultado/teste.

3. Ensino do conteúdo da disciplina e aplicação do portfólio

Após a aplicação do pré-teste, a turma passou por uma intervenção na primeira etapa da disciplina, que consistiu em:

- Construção de um *webfólio* em um ambiente virtual de aprendizagem, visando ao aprofundamento dos conceitos trabalhados em sala de aula (Detalhes mais esclarecedores sobre esse processo serão apresentados posteriormente neste texto);
- Utilização de experimentos com *Arduino*;
- Utilização de textos científicos para complementação das aulas.

4. Aplicação do pós-teste

Depois da aplicação da intervenção, os alunos realizaram o pós-teste com as mesmas questões que responderam no primeiro teste. Depois do pós-teste, foram disponibilizados os resultados dos alunos referentes a ambos os testes no AVA, para que os alunos pudessem visualizar suas fragilidades conceituais e o ganho de novos conceitos ao finalizarem a primeira parte da disciplina.

5. Aplicação do questionário de satisfação e motivação para aprender e da entrevista em formato individual

Aplicou-se um questionário (Apêndice B) para a turma ao final da pesquisa, visando mensurar de forma quantitativa tanto a satisfação do aluno quanto à metodologia e quanto sua motivação para aprender diante da intervenção. Após a aplicação do questionário, foi realizada a entrevista de forma individual (Apêndice C), ou seja, apenas o entrevistador e o aluno. A entrevista foi gravada e descartada conforme o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo C).

3.1.4 Avaliações pertinentes do estudo

Um dos parâmetros avaliados na pesquisa foi o desempenho escolar, o que se deu por meio da comparação entre os resultados dos testes feitos pelos alunos

antes da intervenção e após esse processo. As respostas para cada questão do teste serão avaliadas segundo um gabarito elaborado pelo próprio pesquisador.

Além do pré-teste e do pós-teste, também se avaliou a satisfação e a motivação do aluno para aprender através de questionários no formato individual, bem como a participação nas atividades propostas por meio da frequência de entrega dessas atividades.

A entrevista constituiu outra avaliação pertinente do estudo, a qual abordará tópicos relevantes mediante perguntas e fichas com os temas geradores inspirados nos círculos de cultura de Paulo Freire. “Na proposta freiriana, uma maneira de possibilitar o diálogo fluido é utilizando o método da palavra geradora, que, no contexto da alfabetização, significa ensinar a pessoa a partir de palavras que são próprias do seu cotidiano” (Galvão, 2022, p. 111). Por meio dessa técnica, foi possível se conhecerem, com profundidade e complexidade, as visões do aluno e as interpretações frente à intervenção. Os principais tópicos das perguntas a serem abordados serão experiência docente, gestão e professores e temas geradores. Os temas geradores serão conduzidos em três categorias: ensino/formação, metodologias ativas e tecnologias digitais. A entrevista apresentou caráter subjetivo, organizou-se na forma semiestruturada⁴ e no formato individual.

As questões conceituais que obtiverem baixo índice de acerto e/ou de resposta no *webfólio* serão debatidas em sala de aula com a presente turma, também como parâmetro para as turmas posteriores.

O desempenho escolar foi considerado a variável dependente do estudo, pois esta poderá ou não ser modificada diante dos três fatores a que o aluno estará exposto: a intervenção utilizada na pesquisa, a satisfação do aluno para aprender e sua motivação.

3.1.5 Análise do estudo

Devido à natureza deste estudo, em que se adota uma abordagem mista, foram conduzidas duas modalidades de análise, abrangendo tanto a vertente quantitativa quanto a qualitativa.

⁴ Entrevista semiestruturada: possui um roteiro prévio de perguntas que podem sofrer modificações (ou inversões) no decorrer da entrevista, ou seja, esse formato de entrevista é, portanto, mais flexível e dinâmico. Desta forma, ela possibilita um diálogo natural e dinâmico.

3.1.5.1 Análise dos dados quantitativos

O questionário a ser avaliado sobre satisfação e motivação para aprender em relação ao uso de TDIC e o *webfólio* serão mensurados através da escala Likert⁵, e utilizou-se o Ranking Médio (RM) para se calcular o grau de concordância das respostas.

A análise estatística foi conduzida por meio do *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). As respostas investigadas no pré-teste e no pós-teste foram descritas através de frequências absolutas e relativas para variáveis qualitativas, enquanto média e mediana para variáveis numéricas. O Ganho G de Hake⁶ (1998) também foi calculado. Posteriormente, foi realizado o teste de normalidade para examinar a distribuição das variáveis numéricas, estabelecendo-se assim as bases para os demais tipos de análise. Uma análise bivariada foi realizada por meio dos testes T de Student e Wilcoxon, com objetivo de identificar possíveis associações entre a mediana dos resultados do pré-teste e do pós-teste e os temas tratados neles (Calor, Dilatação e Temperatura). Por fim, foi analisada a correlação de Spearman entre o número de respostas corretas em cada tema no pré-teste e no pós-teste para se verificar a presença e a força da associação. Em todos os procedimentos realizados, foi adotado um nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

3.1.5.2 Análise dos dados qualitativos

A análise de conteúdo da entrevista foi realizada conforme as etapas estabelecidas por Bardin (2011): (1) pré-análise, (2) exploração do material e (3) tratamento dos resultados e interpretação.

A pré-análise consiste em organizar os dados gerados na entrevista. Todas as entrevistas foram gravadas em áudio, com autorização dos participantes, com duração média de 18 minutos e 58 segundos, e foram transcritas com a utilização do

⁵ A escala Likert, ou escala somatória, é um questionário que não indica apenas se o entrevistado concorda ou discorda de determinada afirmação, mas também, informa qual o grau de concordância ou discordância. A mesma apresenta de três a cinco alternativas de resposta.

⁶ O Ganho de Hake normalizado é obtido pela razão entre o ganho apurado pelo aluno e o máximo ganho possível com base em duas avaliações idênticas e na forma de testes múltipla-escolha - uma antes da apresentação do conceito (pré) e outra após (pós) (Galhardi; Azevedo, 2013, p.195)

site Reshape⁷. A análise dos dados foi conduzida com o auxílio do *software* ATLAS.ti⁸ versão 23. Em seguida, as transcrições foram organizadas de acordo com os objetivos da pesquisa, para daí serem criadas as categorias (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias principais e secundárias

Categorias principais	Categorias secundárias
Uso de tecnologia na formação	. PIBID; .Optativas; .Obrigatórias.
Experimentos	.Facilitador; .Motivador.
Ensino híbrido	.Versatilidade na avaliação; .Portabilidade; .Dificuldades.

Fonte: Próprio autor (2024).

A exploração do material consistiu em leituras exaustivas do material, e foram definidos como unidades de registro os substantivos e os verbos relacionados à temática em questão e como unidade de contexto o segmento da mensagem no qual a unidade de registro foi inserida. Essas unidades de registro foram categorizadas de acordo com os tópicos centrais dos temas geradores.

Finalmente, os dados foram tratados de maneira a serem significativos e válidos por meio de inferências estatísticas e interpretações.

3.1.6 Aspectos éticos

Neste estudo, um projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética por meio da Plataforma Brasil e recebeu aprovação por meio do Parecer Consubstanciado número 6.100.301 (Anexo D).

⁷ <https://www.reshape.com.br/>

⁸ <https://atlasti.com/atlas-ti-web?x-clickref=1100lwpong6b>

3.2 Metodologia de ensino

O desenvolvimento da disciplina foi pautado a partir do portfólio, usado como instrumento de ensino, de aprendizagem e de avaliação da disciplina. A proposta é descrita na sequência.

3.2.1 Dinâmica das aulas

Foram realizados cinco encontros com os participantes do estudo e com o professor da disciplina presente na sala de aula.

1ª aula – Apresentação da disciplina e da pesquisa

A primeira aula foi estruturada em dois momentos distintos: o primeiro foi conduzido pelo professor responsável pela disciplina, enquanto o segundo foi guiado pelo pesquisador, autor deste texto.

Durante o primeiro momento, o professor apresentou o modo de funcionamento da disciplina, a forma de avaliação dos educandos seriam e o cronograma avaliativo da turma. No cronograma, foi estabelecido que as duas primeiras avaliações abrangeriam os três primeiros tópicos da ementa. Uma delas consistiu na construção do portfólio, e a outra, em uma avaliação formativa composta por cinco questões abertas. A terceira e a quarta avaliações contemplariam o restante do conteúdo da ementa.

O segundo momento da aula foi ministrado pelo autor do texto, no qual foi estabelecido o contrato didático com os alunos e foram apresentados os detalhes da pesquisa, incluindo a dinâmica das aulas experimentais que compunham a intervenção. Após a explicação, o convite foi formalizado por meio da aplicação do TCLE junto aos participantes.

Ao término da primeira aula, foi combinado com os alunos que a segunda aula ocorreria no LHAMA para propiciar o primeiro contato dos alunos com o *software Tinkercad*⁹, com o *Arduino* e os sensores que seriam utilizados nos experimentos nas aulas posteriores.

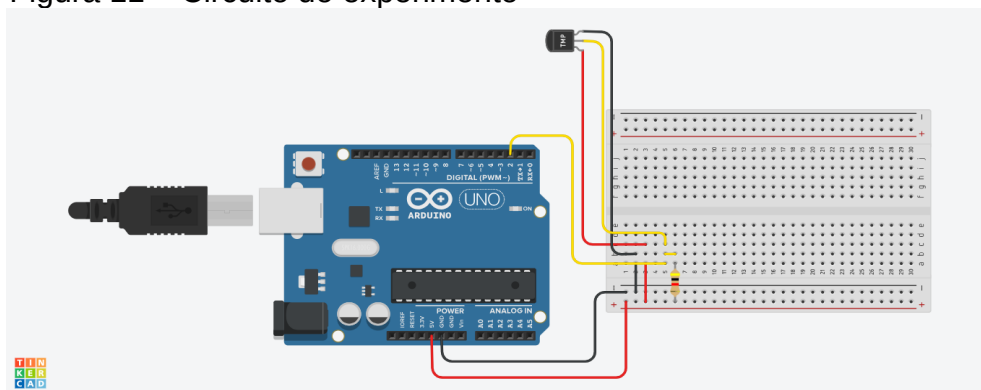
⁹Software Tinkercad é o software utilizado para simular o funcionamento de um *arduino* de forma virtual. <https://www.tinkercad.com/>

2ª aula – Introdução a Arduino na área de Termologia

Nos primeiros 30 minutos da segunda aula, houve a realização do pré-teste. Após a conclusão dessa etapa, os alunos foram organizados em duplas, cada uma equipada com um computador, uma placa Arduino, um sensor de temperatura do tipo DS18B20, uma resistência de 4,7kΩ, uma *protoboard*, cabo de alimentação e alguns jumpers.

O *software Tinkercad* foi utilizado para se demonstrar como a montagem do protótipo seria efetuada pelos alunos e pelo professor da disciplina, que participou dessa aula no papel de aluno. A Figura 12 foi utilizada para orientar os alunos na construção do circuito.

Figura 11 – Circuito do experimento



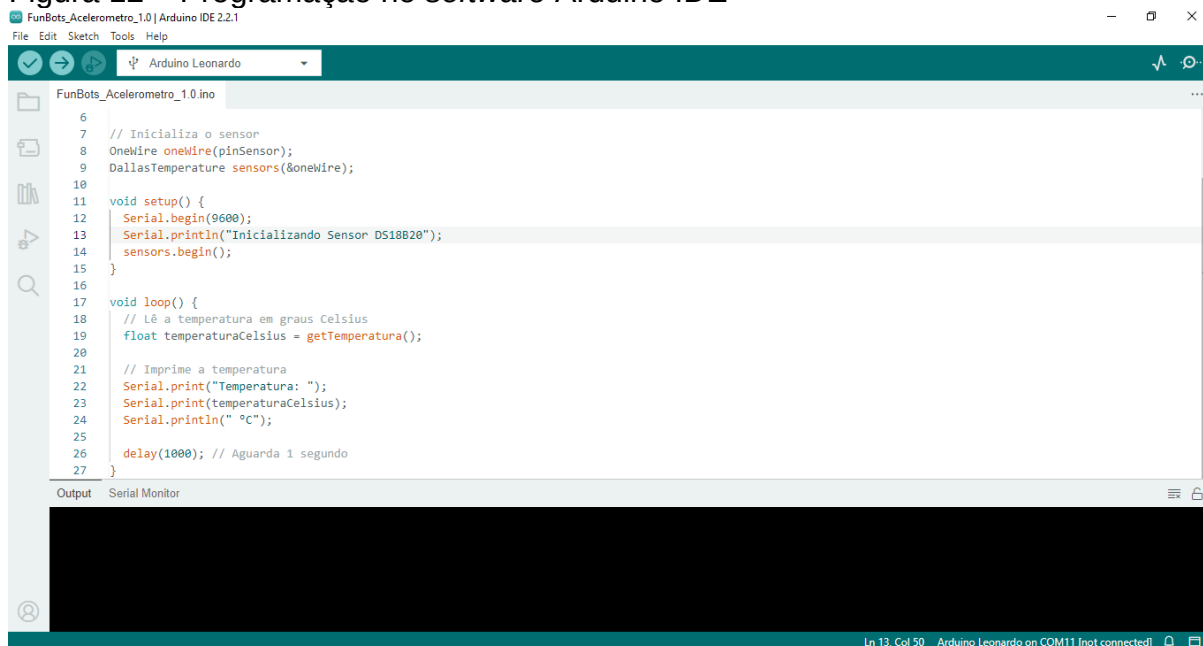
Fonte: Próprio autor (2023).

Em seguida foi mostrado como seria realizada a programação do aparato via *software Arduino Integrated Development Environment*¹⁰ (IDE), e o código foi compartilhado com os educandos utilizando-se o *site Dontpad*¹¹. Após o compartilhamento, foi solicitado a eles que conectassem o *Arduino* ao computador com o cabo de alimentação e que fosse realizado o *upload* do código via *Arduino IDE*, conforme demonstrado na Figura 13.

¹⁰ *Arduino IDE* é o *software* utilizado para programar o *arduino* no computador.
<https://www.arduino.cc/en/software>

¹¹ *Dontpad* é um *site* que permite editar texto de forma colaborativa <https://dontpad.com/>

Figura 12 – Programação no software Arduino IDE



Fonte: Próprio autor (2024).

Com o término da montagem e da programação, foi aberto um momento da aula para que os participantes pudessem interagir entre si e aferir a temperatura do meio, das suas mãos e das suas axilas. Ao final da aula, os alunos foram convidados a preencherem uma lista com informações necessárias para a criação do *login* de acesso ao AVA.

3ª aula – Experimento Escala Termométrica

Antes do início do primeiro experimento, os alunos receberam suas credenciais de *login* para acessar o AVA da disciplina. Adicionalmente, foi comunicado que os códigos utilizados durante as aulas (Apêndice D), assim como os relatórios (Apêndice E), seriam disponibilizados no AVA. Ainda, destacou-se que a primeira atividade do *webfólio* já estaria disponível para acesso.

A primeira atividade experimental foi realizada durante a terceira aula da disciplina. Até esse momento, os participantes não haviam assistido às aulas sobre os conceitos abordados antes, por isso a atividade assumiu um caráter introdutório em relação aos conteúdos das escalas termométricas.

A condução da aula iniciou-se com a seguinte indagação: "Como podemos integrar as TDIC em um experimento de termologia, de modo a abordar a habilidade

EM13CNT102 da BNCC e os conceitos pertinentes da terminologia?" Este questionamento serviu como fio condutor para as próximas atividades práticas em laboratório.

Outra observação relevante a ser feita para facilitar a leitura é que, em todas as aulas experimentais, se adotou o ensino por investigação com grau 2 de liberdade dos alunos. Nesse contexto, o problema era introduzido pelo professor, a hipótese era discutida entre o professor e os alunos, o plano de trabalho era fornecido pelo professor, a coleta de dados era realizada pelos alunos, e as conclusões eram elaboradas de forma colaborativa pelas equipes de estudantes.

Nesse experimento, os participantes seriam distribuídos em três equipes, porém como dois alunos estiveram ausentes, a distribuição resultou em duas duplas e um trio. Os alunos ausentes recuperaram a aula experimental em um momento posterior, formando então a quarta equipe, conforme mostra o Quadro 3:

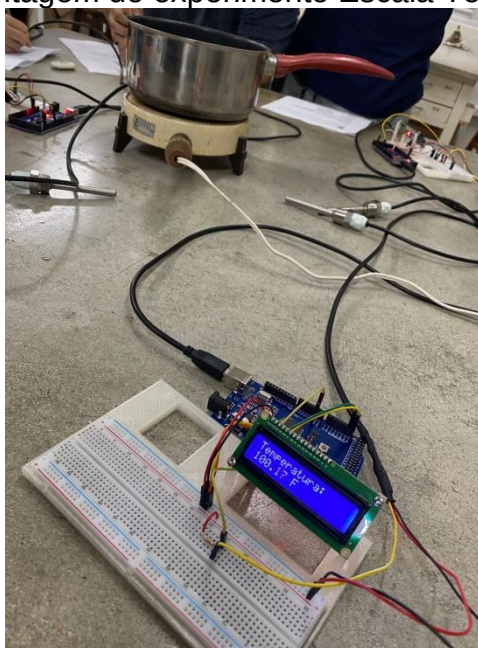
Quadro 3 – Formação das equipes para a realização do experimento Escala Termométrica

Equipes	Participantes
Equipe 1	Alunos 1, 6, 7
Equipe 2	Alunos 3 e 9
Equipe 3	Alunos 2 e 8
Equipe 4	Alunos 4 e 5

Fonte: Próprio autor (2024).

A metodologia empregada nesta aula foi o ensino por investigação. Foi concedido um momento para que as equipes lessem o relatório, constituído de uma breve introdução ao tema e o passo a passo do experimento. Este já estava devidamente montado (conforme Figura 14) em sala de aula, para facilitar a dinâmica da atividade.

Figura 13 – Montagem do experimento Escala Termométrica



Fonte: Próprio autor (2024).

Cada equipe ficou responsável por uma das três principais escalas termométricas comumente utilizadas – Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Porém as equipes não estavam cientes desse detalhe, uma vez que cada uma operava de maneira independente das demais. Ao final da aula, foi recomendado que se compartilhassem e se comparassem os resultados entre as equipes.

4ª aula – Experimento Dilatação Linear

A aula teve início com uma introdução sobre o tema de dilatação. Ao contrário da aula anterior, os alunos já haviam sido expostos ao conteúdo teórico sobre dilatação. Mas, até aquele momento, não haviam presenciado o fenômeno de forma prática, ou seja, ainda não tinham tentado medir a dilatação de um corpo durante o aquecimento. Essa experiência prática foi realizada durante essa aula, com auxílio do relatório (Apêndice F).

O experimento foi fundamentado no estudo conduzido por Rego (2021) e com códigos presentes no Apêndice G. Em contraste com a pesquisa mencionada anteriormente, optou-se por empregar dois sensores, viabilizando-se a realização de duas medições de temperatura: uma interna, conforme abordado no trabalho de

Rego (2021), e outra externa, no recipiente contendo a água que estava sendo aquecida. A configuração montada é ilustrada na Figura 15.

Figura 14 – Montagem do experimento Dilatação Térmica



Fonte: Próprio autor (2024).

Montaram-se quatro dilatômetros com o propósito de promover a participação dos alunos, no entanto apenas dois deles operaram corretamente. Diante disso, houve a reorganização das equipes, permitindo-se que duas delas realizassem o experimento, enquanto a terceira equipe realizaria o experimento em um momento posterior. O Quadro 4 apresenta a formação das equipes.

Quadro 4 – Formação das equipes para a realização do experimento Dilatação Térmica

Equipes	Participantes
Equipe 1	Alunos 3, 7 e 9
Equipe 2	Alunos 4, 5, 6
Equipe 3	Alunos 1, 2 e 8

Fonte: Próprio autor (2024).

Foi notável a colaboração entre as equipes, especialmente ao se constatar que os participantes esclareciam dúvidas uns aos outros sobre os conceitos de equilíbrio térmico e troca de calor.

5ª aula – Experimento Condução Térmica

A última aula da intervenção foi dividida em três etapas. A primeira concentrou-se na prática experimental, utilizando-se o experimento de condução térmica (Apêndice H), fundamentado nos trabalhos de Rosa *et al.* (2016) e Pinheiro Júnior (2022), e com os códigos presentes no Apêndice I. Neste momento, a turma foi dividida em duas equipes (Quadro 5). Isso permitiu que cada uma delas se dedicasse a um experimento.

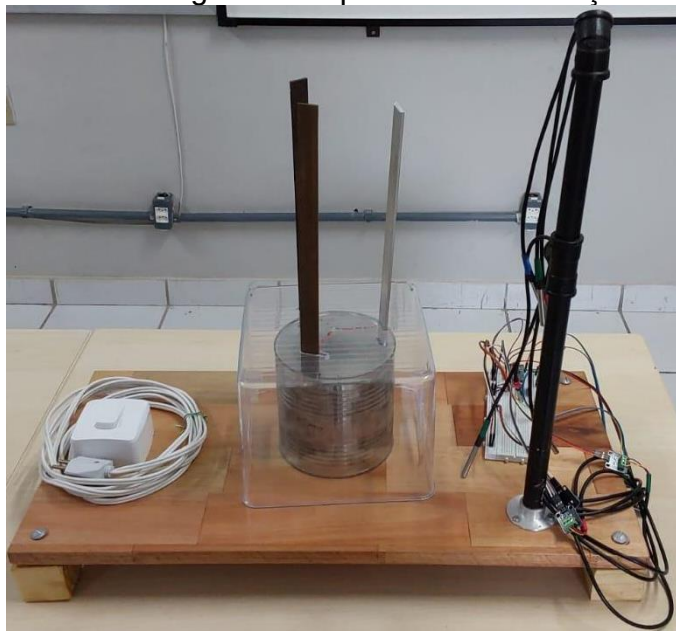
Quadro 5 – Formação das equipes para a realização do experimento Condução Térmica

Equipes	Participantes
Equipe 1	Alunos 3,4, 5, 6 e 7
Equipe 2	Alunos 1, 2, 8, 9

Fonte: Próprio autor (2024).

Apesar de o experimento ser baseado nos estudiosos já citados, apresentou duas diferenças significativas: a primeira consistiu na substituição do soquete de plástico por um de porcelana, capaz de suportar temperaturas mais elevadas; a segunda foi a inclusão de uma barra de ferro, além das duas barras mencionadas nos outros trabalhos, feitas de cobre e alumínio, como ilustrado na Figura 16.

Figura 15 – Montagem do experimento Condução térmica



Fonte: Próprio autor (2024).

Ressalta-se que este experimento buscava fazer uso dos celulares dos alunos, utilizando o app *Serial Bluetooth terminal*¹², com objetivo de explorar diferentes formas de apresentar os dados coletados. Porém um dos dispositivos não conseguiu estabelecer conexão com o celular de um dos membros da equipe. Como alternativa, o programa utilizado neste projeto permitiu a exibição dos dados coletados no computador do aluno.

Em um segundo momento, os grupos foram desfeitos para que cada aluno respondesse ao pós-teste e ao questionário de satisfação relacionado à intervenção.

No último momento, foram agendadas as entrevistas individuais com os alunos. Aproveitando-se essa oportunidade, foram divulgadas as notas do *webfólio*.

3.2.2 Webfólio como método avaliativo

Foi proposta a realização de um *webfólio* para cada aluno, construído na primeira parte da disciplina, composto por três tópicos de sua ementa. Essa produção compôs 100% da primeira avaliação da disciplina.

Os tópicos referentes à primeira parte da disciplina que foram abordados estão descritos no Quadro 6:

Quadro 6 – Tópicos abordados na primeira avaliação da disciplina Termodinâmica

Tópico	Conteúdos
Termometria	Calor, termômetro, equilíbrio térmico, lei zero da termodinâmica, principais escalas termométricas e o zero absoluto.
Dilatação	Conceito de dilatação e contração térmica, dilatação linear, superficial e volumétrica dos sólidos e dilatação dos líquidos.
Calorimetria	Calor sensível e latente, capacidade térmica, calor específico, equação fundamental da calorimetria, troca de calor em um calorímetro, mudanças de fase, diagramas de fases, formas de propagação do calor e fluxo de calor.

Fonte: Próprio autor (2024).

¹² Este app está disponível na *Google Store*.

Para cada tópico da ementa, foi proposta aos alunos a realização de uma atividade composta por cinco questões conceituais, totalizando, portanto, quinze questões respondidas no *webfólio*. Conforme cada conteúdo foi apresentado, os alunos tinham o prazo para entregar a atividade até um dia antes do início do próximo assunto e, para o último tópico, um dia antes da primeira avaliação formativa.

A nota referente ao primeiro e ao segundo tópicos valia até 3,0 pontos e o terceiro e último tópico valia até 4,0, devido ao fato de a terceira atividade ser mais complexa que as atividades anteriores e necessitar uma base mais sólida para ser respondida. As questões do *webfólio* estão no Apêndice J.

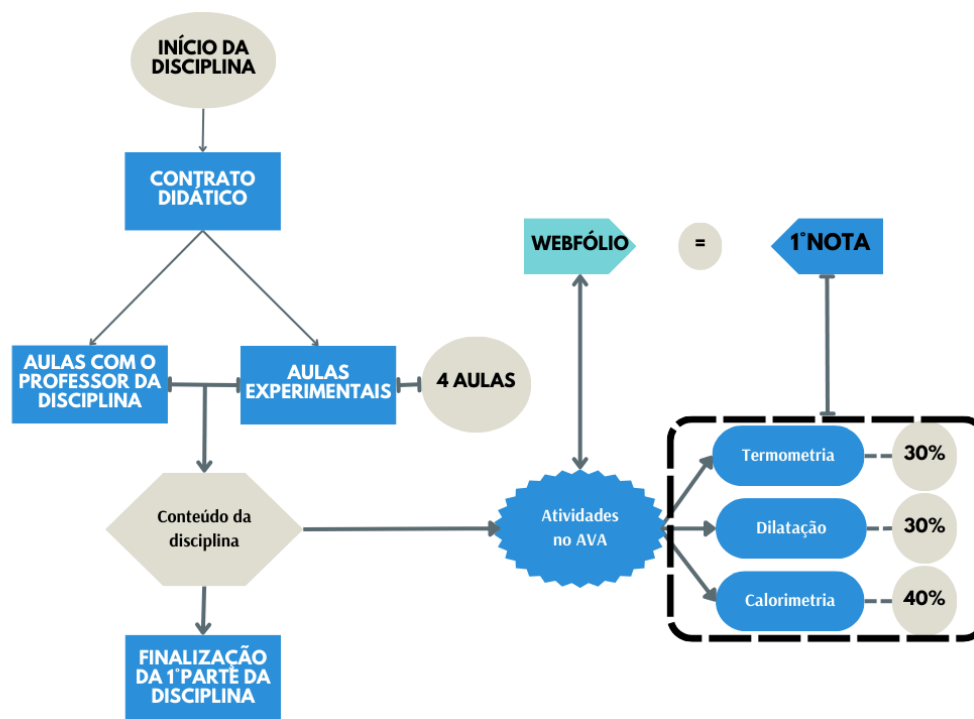
O procedimento foi realizado em etapas cíclicas e ocorreu seguindo-se a proposta de Ambrósio e Nicácio (2021), com adaptações:

- a) Uma atividade com cinco questões conceituais dentro de cada tópico da ementa foi proposta e apresentada após as aulas expositivas, através da Plataforma *Moodle*.
- b) As questões levantadas foram discutidas livremente em duplas ou grupos e os(as) alunos(as) escreveram as respostas em seus respectivos *webfólios*.
- c) Os estudantes postaram suas atividades na Plataforma *Moodle*.
- d) O professor pesquisador recebeu as atividades e teve como opção o acesso à planilha de turma com todas as atividades postadas pelos(as) alunos(as), para uma posterior avaliação.
- e) Com as comparações das situações-problema realizadas pelo aluno antes da correção apresentada pelo professor e depois disso, o(a) estudante teve a oportunidade de corrigir a tarefa posteriormente à sua realização e postar a correção, o que foi uma forma de reavaliação.
- f) Ao fazer a 1ª e a 2ª versões, o(a) estudante, de modo processual, formou e elaborou o seu *webfólio* de aprendizagem, que lhe permitiu visualizar as dificuldades iniciais e os avanços adquiridos após a intervenção do professor e do próprio automonitoramento.

Os passos “e” e “f” não foram realizados por problemas técnicos na plataforma AVA. Isso será discutido detalhadamente nos resultados.

Para facilitar a compreensão sobre o modo como essa metodologia de ensino foi realizada na primeira etapa da disciplina, demonstra-se todo o processo na Figura 27:

Figura 16 – Desenvolvimento da primeira parte da disciplina



Fonte: Próprio autor (2024).

Espera-se que, ao final deste capítulo, tenha sido oferecido uma descrição significativa, capaz de possibilitar uma compreensão abrangente de todas as metodologias empregadas nesta pesquisa. A seguir, serão apresentados os resultados decorrentes da aplicação dessas estratégias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em vistas de se facilitar o entendimento da análise aqui empreendida, fez-se uma opção pela organização em tópicos. O primeiro abrange os resultados derivados da análise das entrevistas realizadas com os alunos. O segundo compreende os resultados obtidos por meio da aplicação dos testes e do questionário de satisfação. Por fim, o terceiro apresenta os resultados provenientes da implementação do *webfólio* relacionado à disciplina.

4.1 Análise da entrevista

Neste segmento, será examinado o conjunto de dados qualitativos obtidos por meio das entrevistas conduzidas com todos os participantes do estudo. Para tanto, foram estabelecidas três categorias de análise, cuidadosamente delineadas para se responder aos objetivos da pesquisa. São elas:

- Experiência dos participantes com a tecnologia durante sua formação inicial;
- Percepções sobre o uso de experimentos;
- Percepções sobre o ensino híbrido.

Esta estrutura analítica oferece uma abordagem minuciosa e abrangente, permitindo-se a compreensão profunda das nuances e insights que emergem dos participantes ao longo das entrevistas.

4.1.1 Experiência dos participantes com a tecnologia durante sua formação inicial

Em meio a um cenário em constante evolução, é imperativo que a Academia dirija sua atenção para a formação inicial dos professores, ressaltando a importância intrínseca da integração da tecnologia. Ao abordar a experiência dos participantes durante essa fase crucial de desenvolvimento profissional, ingressa-se em uma análise que destaca os contornos da interação entre os futuros educadores e as ferramentas digitais disponíveis.

Observou-se que dois terços dos participantes apresentavam uma maior familiaridade com o uso da tecnologia em comparação com os demais. Essa

tendência foi esclarecida nas entrevistas, revelando que alguns desses alunos eram membros do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), participantes ativos das aulas eletivas de robótica. Além disso, outros haviam decidido cursar disciplinas optativas, tais como "Fundamentos de Eletrônica I" e "Fundamentos de Eletrônica II"; ambas buscam capacitar os alunos na utilização das TDIC voltadas para o ensino de Física (Anexo E).

Apesar de a maioria dos participantes ter tido contato com as TDIC, conforme relatado no parágrafo anterior, é de extrema importância abordar a situação de um terço da turma que somente teve acesso a essas tecnologias de forma ativa, isto é, manipulando-as durante seu processo de estudo, no decorrer desta investigação. Como fizeram Lima e Loureiro (2016), destaca-se a imperativa necessidade de formação dos professores, capacitando-os tanto do ponto de vista teórico quanto prático, para que possam planejar, executar e avaliar aulas de maneira fundamentada no processo integrativo entre a docência e as TDIC.

Quanto às opiniões dos participantes, percebe-se com certa inquietação que muitos daqueles que estão na metade do curso não tiveram acesso, durante as disciplinas obrigatórias, a conhecimentos sobre o planejamento de aulas que integrem aspectos teóricos com as tecnologias disponíveis. Essa lacuna representa um desafio a ser superado, considerando-se a importância crescente da integração efetiva das TDIC no contexto educacional contemporâneo. Um dos participantes reconhece essa importância na sua fala a seguir:

As tecnologias digitais [...] no nosso curso, falando da nossa área, ela é muito positiva porque ajuda a quebrar aquela barreira de ações que são muito abstratos, que são muito difíceis de você explicar só com uma lousa e falando, ou até mesmo com um livro. Você tem simuladores que você pode demonstrar um determinado fenômeno mais visualmente, você pode colocar um datashow com um vídeo mostrando uma função performando a partir do tempo. É muito diferente você desenhar uma imagem estática e esperar que os alunos imaginem o funcionamento daquela coisa (Aluno 1).

A declaração do Aluno 1 encontra respaldo no trabalho de Baptista e Vieira (2015), os quais ressaltam que a incorporação das TDIC no contexto da docência, não apenas desperta o interesse dos alunos, mas também dinamiza as atividades escolares, fomenta a formação de alunos críticos e os capacita a analisarem o contexto social em que estão inseridos.

Considerando a importância de aproximar os futuros professores das tecnologias destinadas à aplicação tanto no ambiente escolar formal quanto nos ambientes não formais, o curso de Licenciatura em Física tem muito a ganhar com essa iniciativa. Cabe ressaltar que não se trata apenas de uma aproximação superficial, mas sim de uma verdadeira integração, com o propósito de capacitar os docentes no uso eficaz dessas tecnologias no contexto escolar.

Entre os participantes que tiveram experiência com as tecnologias durante sua formação, observa-se, a partir das entrevistas, que alguns ainda mantêm essa experiência desvinculada dos conteúdos específicos de sua área. Há um foco nas tecnologias em si, com menos atenção à metodologia de seu uso, conforme relatado pelo Aluno 8.

[...] a cultura digital, muito pouco, acho que pouco, porque eu vejo mais essa área da cultura digital em uma das disciplinas que é a Eletrônica 2 hoje, que é totalmente na área digital, porém tem a prática mesmo, mas é focado muito na área digital (Aluno 8).

A integração tecnológica é fundamental para que os educadores possam capacitar os jovens a explorarem novos ambientes de comunicação e produção. Isso implica que os profissionais da educação devem estar preparados para operar no cenário digital; do contrário, suas abordagens pedagógicas podem tornar-se obsoletas diante das dinâmicas do ciberespaço (Bonilla, 2009).

Para que essa integração ocorra de maneira eficaz, conforme salienta Sibilia (2012), é imperativo que, ao longo dos processos formativos iniciais, os licenciandos se deparem com desafios capazes de abalar suas estruturas cognitivas, permitindo-lhes conceber, implementar e avaliar aulas contextualizadas e criativas. Esse enfoque busca envolvê-los em experiências que vão além das práticas docentes convencionais, destacando especialmente a integração das TDIC.

Nesse contexto, percebe-se a necessidade de transformar a abordagem em relação ao uso dessas tecnologias. Em vez de questionar se se deve ou não adotá-las, precisa-se fazer uma reflexão sobre o modo como devem ser incorporadas ao trabalho docente. Isso implica em um empenho constante na busca por criar um ambiente de formação que integre tanto conteúdos quanto metodologias, visando contribuir de maneira efetiva para o aprimoramento das práticas pedagógicas.

4.1.2 Percepções sobre o uso de experimentos

A experimentação no ensino de ciências tem um papel importante na sala de aula. Neste sentido, o uso de experimentos pode ser uma estratégia eficaz para auxiliar na compreensão dos conceitos de Física. Segundo Binsfeld e Auth (2011), a experimentação é uma ferramenta didática importante para tornar os conceitos significativos para os alunos. As atividades experimentais também são aliadas dos professores, uma vez que ajudam a reter a atenção dos alunos e facilitam a compreensão dos conceitos abstratos.

Durante as entrevistas, foi possível identificar, por meio das expressões dos participantes, reflexões que se alinham às ideias de Binsfeld e Auth (2011), como se pode verificar na declaração do Aluno 4.

Ensino de Física tem que ser algo mais voltado para o cotidiano dos alunos, porque eles veem aquele monte de fórmulas na lousa e não conseguem relacionar aquilo ao dia a dia deles. Então, eu acho que a partir dos experimentos, a gente consegue fazer um vínculo e eles conseguem abstrair mais aquele conteúdo e dar uma dinamicidade a mais para as aulas (Aluno 4).

Em concordância com o participante anterior, o entrevistado 5 destaca que:

[...] o aluno ele só vê aquilo ali como algo interessante quando ele vê um sentido na vida dele. Se ele não tem sentido aquilo ali para ele, vai ficar perguntando, para que eu quero isso na minha vida? Para que eu vou utilizar isso aí? Onde eu vou utilizar? Porque eles não veem sentido. E nas experimentações, eles vão ver sentido das coisas. Então, é interessante. O interessante das ciências da natureza é isso. É através dessa experimentação provar o sentido das coisas. Diferentemente das outras disciplinas que não dá para fazer isso (Aluno 5).

As contribuições dos participantes 4 e 5 convergem com a perspectiva de Mourão (2020), o qual afirma que uma prática pedagógica desprovida de vínculos com a realidade e descontextualizada não é capaz de captar o interesse necessário. Isso se deve à limitada compreensão, por parte dos estudantes, da relevância e da necessidade de se estudar essa disciplina.

Ainda acerca dessa discussão, destaca-se a fala do Aluno 8, que compartilha seu ponto de vista sobre a relação entre o ensino de Física e a experimentação, enfatizando sua importância.

[...] eu vi que a física, tanto como aluno como professor, que ela é... Não é tão difícil. Mas a visualização dela, ela é muito complexa. De uma criança ou de um adolescente, um adulto, visualizar aquela situação, aquele movimento físico, aquela coisa toda. E eu vi que, com os experimentos, a gente consegue tirar a física do papel. Então... E isso, a visualização, ela é muito grande nessa parte de aprender, em geral (Aluno 8).

Diante do exposto, a experimentação emerge como uma ferramenta facilitadora para a compreensão de conceitos intrinsecamente abstratos em seu conteúdo. Tal abstração representa um desafio comum enfrentado pela maioria dos estudantes ao se depararem com os temas da Física, como destacado por Reis *et al.* (2018). A complexidade dos conceitos exige uma capacidade cognitiva aprimorada e a necessidade de se realizarem abstrações, o que contribui para a ocorrência das dificuldades de aprendizagem.

Torna-se evidente nesse contexto que a capacidade de abstração é fundamental para se promover o conhecimento científico na sala de aula. Mas cabe ressaltar, conforme apontado por Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), que as concepções de ciência dos professores exercem uma influência direta no modo como ensinam. Portanto, torna-se crucial criar oportunidades para que os educadores em formação possam conhecer as principais concepções da ciência, refletir sobre tais concepções, discuti-las, confrontá-las e aprofundar as suas próprias perspectivas, a fim de aprimorar a abordagem pedagógica e superar os desafios relacionados à compreensão dos conceitos abstratos, logo na sua formação inicial.

Essa reflexão ressalta a importância do pensamento científico no ensino, o que pode orientar a escolha de estratégias, métodos e procedimentos para os professores. Ao promover um contato aprofundado sobre como abordar o pensamento científico em sala de aula, os educadores podem capacitar os alunos a desenvolverem competências e habilidades essenciais. Isso inclui não apenas o domínio de conceitos científicos, mas também a capacidade de questionar, analisar evidências, formular hipóteses e argumentar de forma crítica e fundamentada. Integrar o pensamento científico ao currículo não só prepara os alunos para o mundo acadêmico, mas também os capacita a tomarem decisões informadas em suas vidas pessoais e profissionais.

Hoje, a tecnologia desempenha um papel essencial nos experimentos, tornando mais acessível a criação de conhecimento (Costa *et al.*, 2019). Entre as

ferramentas destacadas nesse contexto, os microcontroladores e os simuladores têm se tornado peças-chave em estudos experimentais de baixo custo no ensino de Física. Essas tecnologias incentivam tanto alunos quanto professores a aprimorarem suas habilidades e a ampliarem seus conhecimentos em diversas áreas (Fetzner Filho, 2015).

Nesse âmbito, torna-se essencial direcionar investimentos na capacitação dos professores, habilitando-os a empregarem a experimentação como uma estratégia de ensino eficiente e a incorporarem as tecnologias educacionais em suas práticas pedagógicas.

A partir das declarações dos participantes, percebeu-se um desejo manifesto de vivenciar mais práticas experimentais além das disciplinas específicas, como evidenciado na fala do Aluno 7.

[...] uma coisa diferente, porque até então a gente só tinha aulas experimentais em experimental. Então, para mim, a gente deveria sair até mais um pouco da sala de aula e começar a ver na prática como o senhor fez, de trazer a tecnologia e termodinâmica no laboratório (Aluno 7).

A declaração do participante está alinhada com a perspectiva de Borges (2002), quando enfatiza a dispensabilidade de laboratórios ou equipamentos sofisticados para a incorporação de experimentos em sala de aula. Importa ressaltar que a alegada escassez de laboratórios frequentemente é utilizada como justificativa para as dificuldades no ensino de Física. Porém essa questão parece mais relacionada ao conhecimento (ou à falta dele) por parte dos professores do que à ausência de alternativas práticas para o desenvolvimento da disciplina. Os educadores dispõem de diversas possibilidades para proporcionar experiências práticas aos alunos, o que pode ser crucial para aprimorar a aprendizagem e tornar as aulas mais dinâmicas e envolventes (Melo; Campos; Almeida, 2015).

Nas entrevistas, percebem-se indícios de que os participantes carecem de experiências práticas (experimentais) – uma lacuna que possivelmente reflete as limitações em suas escolas de origem. Essa carência é evidenciada de modo claro na declaração do Aluno 4.

[...]. Nenhuma das aulas que eu tive, nem no ensino médio, tinha isso. O ensino médio, meu laboratório de física, ele era totalmente novo, mas não era utilizado [...] (Aluno 4).

Houve consenso entre os entrevistados quanto ao papel primordial da experimentação no processo de ensino. A experimentação é vista não apenas como um recurso para tornar as aulas mais dinâmicas, mas também como uma estratégia eficaz para prender a atenção dos alunos e proporcionar um respiro em relação às partes mais áridas e numéricas da comprovação dos fenômenos, conforme destacado na observação do Aluno 6.

[...] Não que são muito rápidos, mas ele tem uma metodologia muito... Meio acelerada. Então, tipo, às vezes a gente se perde, O povo fica meio duro. Então, acabou sendo meio que um freio[...]O professor mostrou como se faz esses conteúdos em sala, vamos entender agora isso no laboratório de prática, algo assim (Aluno 6).

Uma declaração que respalda o comentário anterior é a fala do Aluno 9, que enfatiza a importância do trabalho colaborativo entre os participantes nas práticas, uma maneira de incentivar a troca de conhecimentos entre os colegas.

Eu me senti confortável, porque era uma experiência muito legal, de fazer um experimento com ajuda também, cada um fazia uma parte, ajudava um ao outro (Aluno 9).

É fundamental reconhecer que aulas puramente teóricas podem não despertar o interesse dos alunos e muitas vezes são percebidas como desconectadas da realidade, levando à falta de motivação e ao afastamento do conhecimento científico (Silva; Sales, 2018).

Destaca-se que a concepção defendida por este trabalho não visa substituir as aulas puramente teóricas, mas sim buscar uma integração entre as aulas teóricas e as situações que visam estimular o protagonismo dos educandos. Um exemplo prático dessa abordagem é a realização de atividades em laboratório, com o objetivo de proporcionar uma contextualização mais efetiva dos conteúdos, o que pode potencializar o aprendizado significativo dos alunos. Esse posicionamento pedagógico possibilita se incentivarem os estudantes a realizarem descobertas autênticas.

Espera-se ter demonstrado a necessidade e os potenciais benefícios das aulas práticas vinculadas às teóricas. O desejo que se expressou ao longo da intervenção, em especial nas entrevistas dos participantes do estudo, é claro: um contato mais próximo com experimentos de Física, sobretudo no contexto da

disciplina de Termodinâmica. No próximo segmento, o último eixo temático das entrevistas desta pesquisa será abordado, concentrando-se no ensino híbrido a partir da perspectiva do público-alvo da intervenção.

4.1.3 Ensino híbrido

Conforme abordado no segmento 2.2.3, que trata do ensino híbrido, este estudo adotou o modelo suplementar: as percepções dos entrevistados se referem exclusivamente a esse modelo específico.

Com base nas entrevistas realizadas, constatou-se que os estudantes tiveram uma experiência positiva com as propostas apresentadas na pesquisa. Isso inclui a realização de aulas presenciais e de atividades práticas, o uso de material complementar e a aplicação de avaliações conduzidas de forma virtual. A opinião expressa pelo Aluno 9 corrobora essa análise.

Foi a primeira vez assim que eu lembrei que teve essa intervenção e achei bem interessante. Como você utilizou os projetos, os materiais online também, foi um eixo que incentivou mais a entender o assunto (Aluno 9).

Houve unanimidade entre os entrevistados quanto à percepção de valorização de sua autonomia como estudantes. Essa concordância encontra respaldo teórico em Leite, Lencastre e Silva (2020), os quais destacam o ensino híbrido como uma abordagem que busca abranger distintos estilos de aprendizagem dos educandos. A ênfase está em atender à heterogeneidade por meio do uso de recursos mais adequados, visando aprimorar as situações de aprendizagem em consonância com os objetivos e resultados educacionais.

Apesar de ter sido claramente expressa nas entrevistas a satisfação dos participantes quanto à realização de parte da disciplina no formato virtual, alguns deles apresentaram críticas em relação ao AVA, conforme mencionado pelo Aluno 4.

Do ambiente virtual de aprendizagem, eu achei bem tranquilo. Eu nunca tinha usado o *Help Class*, só tinha usado o Classroom. E achei ele bem bom. Assim, fora que não tem a falta de um aplicativo, seria [...] (Aluno 4).

A crítica apresentada na fala anterior configura-se como uma das limitações deste estudo. Durante o período de sua realização, a versão 4.0 do *Help Class*

enfrentou episódios frequentes de mau funcionamento, o que dificultou significativamente o acesso dos participantes via celular. Outro obstáculo enfrentado por esta pesquisa foi a dificuldade dos estudantes em obterem um acesso fácil aos *feedbacks* fornecidos nas atividades que compuseram a avaliação.

Outra crítica relevante sobre a metodologia implementada nas atividades *online* foi feita pelo Aluno 8, como se pode comprovar:

O ensino híbrido [...] eu não sou muito a favor [...] eu tenho um TDAH [...]. Então, o ensino híbrido, ele é ruim e bom. Em alguns momentos, pro meu caso. Porque, quando tava no online[...] eu podia rever as aulas sempre que eu pudesse. [...] E o ensino híbrido, eu... Eu olho por um bom lado, mas eu também olho por um lado ruim. Porque eu não consigo me concentrar muito em casa. É que eu já não consigo me concentrar tanto [...], mas em casa é pior. Porque, tipo, tá acontecendo milhares de coisas. E esse ensino híbrido, eu acabo sentindo muito (Aluno 8).

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) precisa ser devidamente considerado na avaliação do ensino híbrido. Conforme destacado por Silva e Dias (2014), o aluno com TDAH tem plenas condições de desenvolver seu potencial criativo; no entanto, quando perde o foco da atenção, tende a deixar suas atividades pela metade, sem concluí-las. Diante disso, é fundamental se levar em conta esse fator ao se elaborarem atividades no ensino híbrido. Cabe ressaltar que a presente pesquisa não contemplou essa consideração em sua implementação.

Para se concluir a discussão referente às entrevistas, apresenta-se a síntese realizada pelo Aluno 3, que conseguiu abordar, de maneira significativa, todos os processos envolvidos na intervenção.

Essa questão do Ensino Híbrido foi abordada com o AVA, o Ambiente Virtual de Aprendizagem, onde a gente fez o portfólio, respondemos questionários com as perguntas conceituais sobre a termodinâmica, que isso também foi um ponto bem debatido nessa questão dos conceitos do que é calor, temperatura. Tudo isso foi agregado, foi linkado com os experimentos. Então, assim, o papel professor e autonomia do aluno, isso também foi abordado no desenvolver do experimento. Conteúdo e criticidade, o conteúdo realmente foi somado, porque a gente não ficou apenas na questão do livro, resolução de questão, nos fez ver na prática os conceitos, como eles acontecem. E isso me fez pensar criticamente o fator de erro que está presente no experimento e que a física real é assim. Então, às vezes, por exemplo, a água não vai ferver a 100°C, mas 98°C, dependendo da situação (Aluno 3).

No que diz respeito ao manejo dos erros experimentais, é crucial não considerar o erro como um fator desmotivador para a realização de práticas

experimentais, conforme destacado por Silva, Melo e Freitas (2023). Por vezes, essa circunstância pode desencorajar os professores de conduzirem atividades experimentais, especialmente ao lidar com possíveis imprecisões nos sensores utilizados. Um exemplo prático é o sensor empregado nestes experimentos, que, como qualquer dispositivo similar, possui uma faixa de tolerância para erro. No caso específico deste sensor, sua precisão é de $\pm 0,5$ °C (Maxim Integrated, 2019). Porém é fundamental não se encarar essa margem de erro como um impedimento para a utilização do experimento, mas sim como uma oportunidade para explorar conceitos estatísticos, como média, mediana, moda e desvio padrão, estratégia usada nas práticas experimentais que compuseram esta pesquisa.

Adiante, o próximo segmento é dedicado à apresentação dos resultados obtidos na aplicação dos testes, incluindo a parte estatística que os envolve.

4.2 Resultados e discussão dos testes (Pré-teste e Pós-teste)

Dentre as 15 questões respondidas pelos nove alunos, observou-se que, no pré-teste, as questões de número 1, 2, 6, 10 e 15 apresentaram os menores índices de acerto. Dessas, duas abordam o conteúdo “Temperatura”, uma sobre “Dilatação” e duas referentes ao conteúdo “Calor”. No mesmo contexto, destaca-se que as questões em que os alunos obtiveram maior êxito foram as de número 4, 8, 12 e 13, incluindo duas sobre “Dilatação”, uma relacionada à “Temperatura” e outra ao “Calor”.

No pós-teste, salienta-se que as questões de número 2, 4, 12 e 13 foram aquelas em que os alunos alcançaram os maiores índices de acertos, envolvendo duas sobre “Dilatação” e duas sobre “Calor”. Por outro lado, as questões de número 1, 6, 10 e 11 foram as que apresentaram menor desempenho por parte dos alunos.

Verificou-se que as questões de número 1, 3, 5, 6, 8 e 11 apresentaram uma diminuição no percentual de acertos do pré-teste para o pós-teste, representando 60% das questões associadas a “Calor” e “Temperatura”. Observou-se ainda que houve aumento no percentual de acertos nas questões de número 2, 4, 7, 9, 10, 13 e 15, sendo cinco (100%) relacionadas ao conteúdo de “Dilatação”, uma sobre “Temperatura” e outra sobre “Calor”. Apenas a questão 12, referente a “Calor”, manteve o mesmo percentual de acerto.

Os resultados obtidos pela turma em cada questão no pré-teste e no pós-teste estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos pela turma em cada questão no pré-teste e no pós-teste

Questão	Conteúdo	Gabarito	A		B		C		D		E		(n) acertos		(%) acertos	
			Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
01	Calor	E	2	3	0	0	3	3	2	2	2	1	2	1	22,2	11,1
02	Calor	A	2	7	0	0	3	1	1	1	3	0	2	7	22,2	77,8
03	Calor	B	1	4	5	4	0	0	1	1	2	0	5	4	55,6	44,4
04	Dilatação	D	0	0	1	0	1	1	6	8	1	0	6	8	66,7	88,9
05	Temperatura	B	2	2	4	3	0	0	1	4	2	0	4	3	44,4	33,3
06	Temperatura	C	0	0	4	5	2	1	3	1	0	2	2	1	22,2	11,1
07	Dilatação	A	3	4	2	0	0	1	3	4	1	0	3	4	33,3	44,4
08	temperatura	A	7	5	0	0	1	2	0	0	1	2	7	5	77,8	55,6
09	Dilatação	D	0	0	1	1	1	2	3	6	4	0	3	6	33,3	66,7
10	Temperatura	C	1	2	3	3	0	2	1	0	4	2	0	2	0,0	22,2
11	Calor	C	1	1	5	6	3	2	0	0	0	0	3	2	33,3	22,2
12	Calor	A	8	8	1	1	0	0	0	0	0	0	8	8	88,9	88,9
13	Dilatação	D	0	0	1	1	0	0	7	8	1	0	7	8	77,8	88,9
14	Temperatura	C	2	4	4	1	2	4	1	0	0	0	2	4	22,2	44,4
15	Dilatação	C	0	0	3	2	1	5	3	0	2	2	1	5	11,1	55,6

Fonte: Próprio autor (2024).

4.2.1 Ganho de Hake

Recentemente, o conceito de ganho de Hake passou a ser empregado em pesquisas que visam promover a aprendizagem ativa no ensino de Física. No âmbito do programa acadêmico do qual o autor deste estudo faz parte, alguns estudos notáveis utilizaram o ganho de Hake em suas investigações, destacando-se os trabalhos de Silva (2018), Moreira (2019), Coutinho Júnior (2021) e Silva (2021).

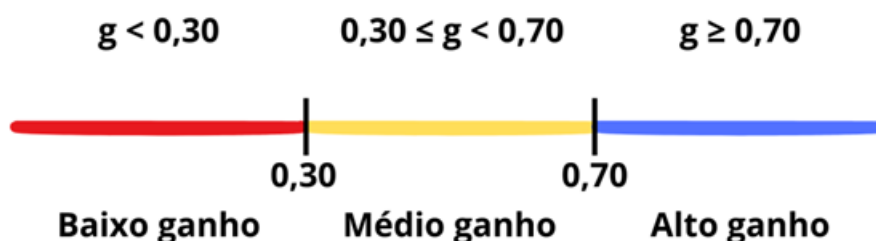
Considerando esse cenário, optou-se por calcular/mensurar o progresso da aprendizagem dos alunos. Para atingir esse objetivo, foi realizado um teste específico conhecido como ganho normatizado (Equação 4), modelo proposto por Hake (1998). Este cálculo é expresso pela seguinte equação:

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100 - \%pré}$$

(Equação 4)

Na fórmula **g** é o ganho padronizado, **%pós** é o percentual de acertos no pós-teste após a aplicação da intervenção, **%pré** é o percentual de acertos no pré-teste e **100%** é o percentual máximo de acertos. Conforme estabelecido por Hake (1998), Araújo *et al.* (2017) e Silva (2018), o ganho é considerado baixo quando o valor de $g < 0,30$, médio quando $0,30 \leq g < 0,70$ e alto quando $g \geq 0,70$, como ilustrado na Figura 18.

Figura 17 – Classificação do Ganho de Hake conforme Hake (1998), Araújo *et al.* (2017) e Silva (2018)



Fonte: Próprio autor (2024).

Os ganhos normatizados alcançados pelos participantes foram divididos considerando-se o número total de questões, e depois divididos de acordo com o

conteúdo trabalhado em cada questão para obter uma imagem abrangente dos ganhos de aprendizagem.

De acordo com os critérios mencionados antes, constata-se que o ganho total foi classificado como baixo (0,16). Ao analisarmos as categorias das questões separadamente na Tabela 3, observa-se que o ganho alcançado no conteúdo de dilatação atingiu um valor médio (0,44), enquanto nas demais áreas o ganho obtido foi baixo, sendo o conteúdo de temperatura o mais prejudicado, apresentando um ganho zero.

Tabela 3 – Ganho de Hake obtido por área de conteúdo

Variáveis	Número de acertos		% de acertos		Ganho	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Absoluto	Normalizado
Calor	20	22	44,4	48,9	4,4	0,08
Dilatação	20	31	44,4	68,9	24,4	0,44
Temperatura	15	15	33,3	33,3	0,0	0,00
Total	55	68	40,7	50,4	9,6	0,16

Fonte: próprio autor (2024).

Um fator que pode explicar o modesto progresso dos participantes está relacionado à ambiguidade do conceito de calor, conforme observado por Silva, Laburú e Nardi (2008) em sua pesquisa. Eles destacam que a interpretação do calor na literatura varia, sendo por vezes considerado como energia e em outras como transferência de energia, o que contribui para a dificuldade de compreensão desse conceito.

No contexto dos possíveis fatores que podem justificar o baixo desempenho dos participantes, destaca-se que, ao serem apresentados à Termologia, os alunos podem enfrentar dificuldades na compreensão de conceitos básicos, como temperatura e calor, muitas vezes interpretados erroneamente como sinônimos (Young; Freedman, 2016). Além disso, um indicativo adicional de que esses conceitos não são bem compreendidos é a dificuldade dos alunos em aplicá-los de maneira correta para se descreverem ou se analisarem fenômenos da vida real, mesmo sendo capazes de calcular o calor sensível recebido por um corpo ao sofrer uma variação de temperatura (Azevedo, 2019).

Para se proceder à análise estatística da diferença entre o número de acertos de questões no pré-teste e o de acertos no pós-teste de acordo com a proposta deste estudo, dois testes estatísticos foram utilizados para calcular a significância

estatística. Em primeiro lugar, realizou-se o teste de normalidade a fim de se verificar a distribuição dos dados das variáveis e de se fazer uso do teste estatístico apropriado para cada caso. Valores maiores que 0,05 no teste de normalidade significa que as variáveis apresentam distribuição normal, ou seja, são paramétricas, enquanto valores menores 0,05 identificam que as variáveis são não paramétricas. O Teste T de Student foi utilizado para verificar a significância estatística entre duas variáveis (pré-teste e pós-teste) paramétricas, como é o caso de “total” e “calor”. Já o teste de Wilcoxon foi utilizado para verificar as demais, pois pelo menos uma delas apresentou distribuição não normal.

Diante disso, observou-se, como se pode comprovar na Tabela 4, que apenas as questões relacionadas ao tema Dilatação apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o pré-teste e o pós-teste ($p=0,043$).

Acredita-se que o baixo desempenho nas outras áreas abordadas no estudo pode ser atribuído ao fato de os participantes não terem conseguido estabelecer uma base sólida em relação aos conceitos fundamentais da Termologia. Foi verificada dada dificuldade na aplicação dos principais conceitos relacionados à troca de calor e ao equilíbrio térmico. Na perspectiva adotada nesta investigação, isso é um aspecto que merece maior atenção nesta disciplina, uma vez que é fundamental que os professores tenham habilidade para trabalhar bem esses conceitos.

Tabela 4 – Média e mediana de acertos das questões no pré-teste e no pós-teste de acordo com o tema de estudo

Varáveis	Teste de normalidade		Pré		Pós		Valor p^1	Valor p^2
	Pré	Pós	Média $\pm$ desv.pad	Mediana (1° - 3° quartil)	Média $\pm$ desv.pad	Mediana (1° - 3° quartil)		
Calor	0,059	0,200	2,2 $\pm$ 0,8	2 (2 - 3)	2,4 $\pm$ 1,1	2 (2 - 3)	0,594	0,589
Dilatação	0,200	0,042	2,2 $\pm$ 1,5	2 (1 - 3)	3,4 $\pm$ 1,6	3 (3 - 5)	0,038	0,043
Temperatura	<0,001	0,200	1,7 $\pm$ 1,1	1 (1 - 2)	1,7 $\pm$ 1,7	1 (0 - 3)	1,000	0,739
Total	0,194	0,200	6,1 $\pm$ 2,1	6 (5 - 7)	7,6 $\pm$ 2,8	7 (6 - 10)	0,159	0,149

¹ Teste T de Student para amostras emparelhadas; ² Teste de Wilcoxon

Fonte: Próprio autor (2024).

Com base nos resultados do teste de normalidade, analisaram-se os dados por meio da correlação de Spearman¹³. Em conformidade com o verificado na

¹³ Teste de Spearman é utilizado para avaliar a associação entre as variáveis não paramétricas.

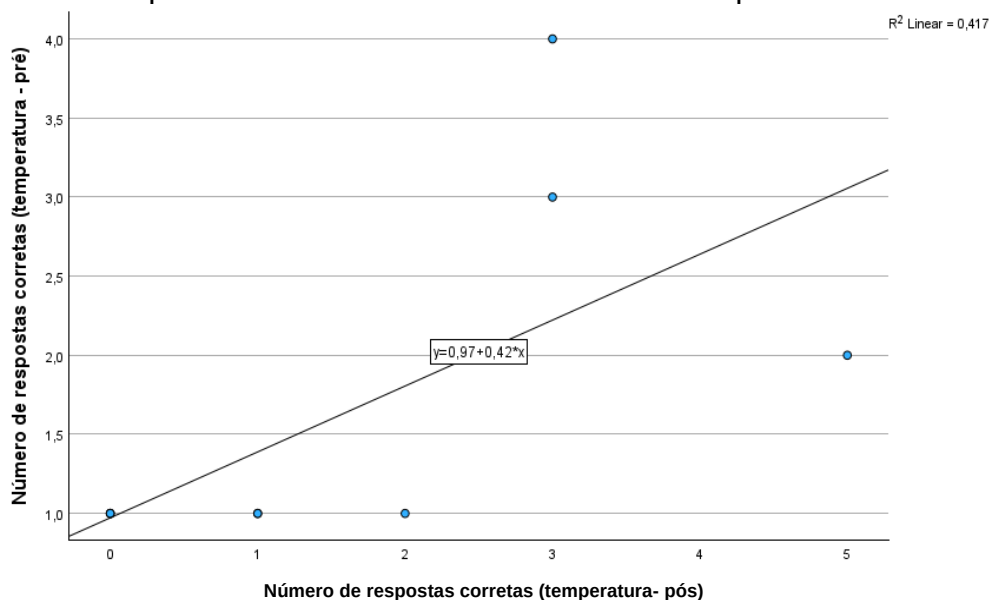
Tabela 5, somente as questões ligadas ao tema “Temperatura” apresentaram indicativo de correlação significativa ($p=0,011$) em termos estatísticos. Neste caso, de acordo com o coeficiente, a correlação foi positiva, indicando uma relação diretamente proporcional (acima de 0), e a força da associação medida foi forte (0,792), segundo Baba, Vaz e Costa, 2014. Isso pode ser constatado no Gráfico 1.

Tabela 5 – Correlação entre o coeficiente de acertos do pré-teste e o do pós-teste conforme cada conteúdo

Variável	Teste de normalidade		Correlação de Pearson		Correlação de Spearman	
	Pré	Pós	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
Calor	0,059	0,200	0,280	0,465	0,298	0,435
Dilatação	0,200	0,042	0,537	0,136	0,541	0,132
Temperatura	<0,001	0,200	0,645	0,060	0,792	0,011
Total	0,194	0,200	0,385	0,306	0,312	0,414

Fonte: Próprio autor (2024).

Gráfico 1 – Correlação entre o número de respostas corretas do pré-teste e do pós-teste referentes ao conteúdo de Temperatura



Fonte: Próprio autor (2024).

Esse resultado reforça o que foi discutido anteriormente acerca do baixo desempenho nas questões relacionadas ao conteúdo “Temperatura” tanto no pré-teste quanto no pós-teste, sem evidenciar ganho significativo de rendimento.

4.2.2 Análise do questionário satisfação

Para a avaliação dos resultados da pesquisa, uma fórmula chamada Ranking Médio (RM) foi empregada a fim de mensurar o grau de concordância nas respostas. Essa fórmula foi utilizada em estudos prévios, notadamente nos trabalhos de Tresca e Rose Jr. (2000), Bonici e Araújo Junior (2001), Almeida Júnior (2017) e Oliveira (2005). Com base nessa abordagem, propôs-se a seguinte fórmula, a qual pode ser encontrada nas Equações 5 e 6.

$$\text{Média Ponderada (MP)} = \sum (f_i * V_i)$$

(Equação 5)

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \text{MP} / (\text{NS})$$

(Equação 6)

Onde:

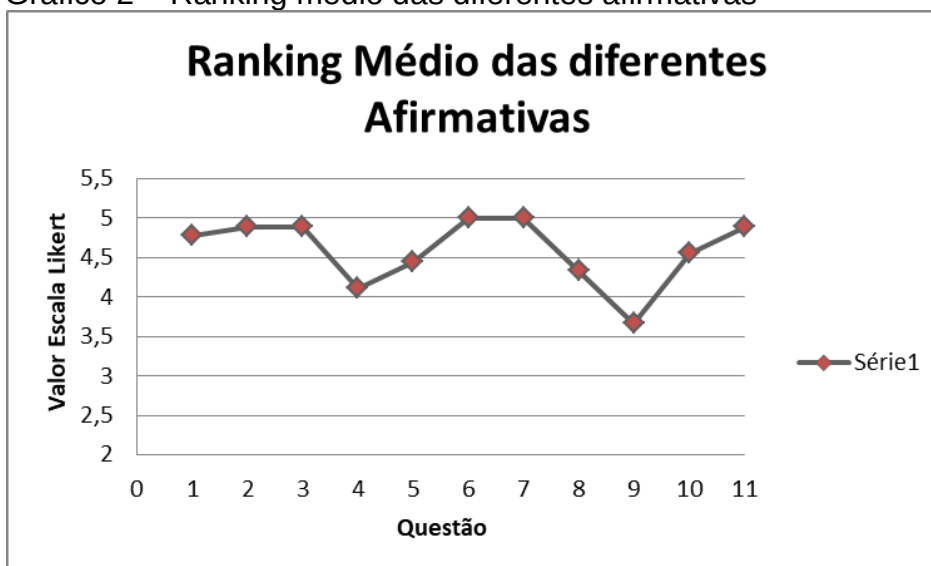
f_i = frequência observada de cada resposta para cada item

V_i = valor de cada resposta

NS = nº de sujeitos

O cálculo do RM é realizado mediante a aplicação de Escala tipo *Likert*, na qual as afirmações são pontuadas e essas pontuações estão relacionadas à frequência das respostas dadas pelos participantes que as avaliaram. Valores inferiores a 3 são interpretados como discordantes, enquanto valores acima de 3 são considerados concordantes. Isso permite uma avaliação do alinhamento das respostas com as afirmações da pesquisa. No Gráfico 2, observa-se o RM dos participantes da intervenção.

Gráfico 2 – Ranking médio das diferentes afirmativas



Fonte: próprio autor

Ao se fazer a análise dos resultados, constatou-se um índice satisfatório de motivação entre os alunos participantes, com exceção apenas da questão 9, que visava avaliar a dificuldade no uso do AVA, a qual obteve uma pontuação inferior a 4.

Nos demais tópicos abordados no questionário de satisfação, destacou-se um elevado grau de concordância nas questões relacionadas à utilização de experimentos, à valorização da autonomia dos alunos e aos impactos positivos da investigação em sua formação.

Os alunos não apenas expressaram um notável interesse em participar das aulas experimentais, mas também demonstraram isso por meio de questionamentos, sugestões para aprimorar os experimentos e compartilhamento de experiências profissionais vinculadas aos conteúdos abordados nas atividades. Essas observações estão em sintonia com as pesquisas de Pinheiro Junior (2022) e Sá (2016), que utilizaram experimentos de baixo custo e tecnologia no ensino de Termologia. Esses estudos constataram uma ampla participação e interação dos estudantes durante os experimentos, facilitando a integração dos conceitos teóricos com a prática experimental, resultando, assim, em um aprendizado significativo.

Diante disso, a apreciação evidenciada nas respostas do questionário e a participação ativa dos alunos nas atividades experimentais sugerem uma possível eficácia na utilização desses métodos de ensino.

No próximo tópico, os resultados obtidos pelos participantes na primeira avaliação da disciplina serão explorados, focando, em especial, na construção do *webfólio*. A escolha de abordar este tópico posteriormente, tem por intuito facilitar a compreensão do leitor, proporcionando uma sequência lógica e coerente à apresentação dos elementos avaliativos da disciplina.

4.3 Análise do *webfólio*

Neste segmento, pretende-se apresentar os resultados alcançados pelos participantes ao longo da intervenção. Optou-se por iniciar a exposição com o resultado geral, seguido dos resultados específicos de cada atividade, destacando-se o índice de acerto em cada questão.

4.3.1 Resultado geral dos *webfólios*

Como delineado no capítulo de metodologia, cada atividade foi estabelecida com um prazo de entrega, visando abordar uma parcela específica do conteúdo trabalhado em sala de aula, tanto pelo professor quanto pelo pesquisador, durante as aulas experimentais. Na análise das respostas dos participantes, foram levadas em consideração as orientações contidas em cada atividade, junto à clareza na abordagem dos conceitos específicos em cada pergunta.

Nas três atividades realizadas pelos educandos, destaca-se que na 2ª atividade, voltada para a compreensão dos conceitos de dilatação, os participantes obtiveram os melhores resultados. A pontuação mais elevada, alcançada por cinco alunos, foi de 3,0, a nota máxima, enquanto a menor, de 2,5, foi obtida por três participantes. Na sequência, deu-se a 1ª atividade, que abordou temas relacionados à temperatura. Nesta, a pontuação mais alta de 3,0 foi alcançada por três alunos, e a menor, de 1,8. Por último, a 3ª atividade, centrada nas formas de transferência de calor, apresentou uma pontuação máxima de 4,0, obtida por um aluno, e a menor, de 1,9. Essa ordem de desempenho é detalhada na Tabela 6.

Tabela 6 – Notas dos alunos referentes a cada atividade do *webfólio*

Alunos	1ª atividade	2ª atividade	3ª atividade	Total
--------	--------------	--------------	--------------	-------

Aluno 1	2,0	3,0	3,5	8,5
Aluno 2	2,8	2,5	2,5	7,8
Aluno 3	2,8	3,0	3,5	9,3
Aluno 4	3,0	3,0	4,0	10,0
Aluno 5	1,8	2,5	2,1	6,4
Aluno 6	3,0	2,8	2,5	8,3
Aluno 7	2,8	2,5	1,9	7,2
Aluno 8	3,0	3,0	3,3	9,3
Aluno 9	2,8	3,0	2,8	8,6

Fonte: Próprio autor (2024).

Esta tabela demonstra os resultados da primeira avaliação da disciplina, na qual esta intervenção foi incorporada. Pode-se inferir que o desempenho na avaliação foi positivo, especialmente ao ser analisado em conjunto com os resultados do questionário de satisfação.

Ao se considerar o que foi discutido nos resultados dos testes, percebe-se uma tendência semelhante neste tópico. Os melhores resultados foram observados na temática de dilatação, enquanto os resultados menos expressivos foram registrados na temática de calor. Essa constatação reforça os achados apresentados anteriormente no trabalho e na literatura.

Referente à construção do *webfólio* pelos participantes, foi possível perceber uma carência por parte dos participantes na utilização de recursos visuais nas respostas, pois era pouco utilizada pelos participantes na elaboração de suas respostas. Em cada uma das atividades, foram dados *feedbacks* aos alunos, momento em que foram parabenizados por seus esforços e em lhes foram dadas orientações para a correção dos trabalhos. Abaixo, segue o *feedback* do Aluno 3 na 1ª atividade.

Recomendo que dê uma olhada nas definições de calor e temperatura, a fim de conseguir explicar este conteúdo com maior domínio, já que ele frequentemente causa muita confusão entre os alunos. Gostei muito de como você abordou as questões 4 e 5. Quando você encontrar dificuldades em explicar um conceito específico, sugiro considerar a utilização de imagens para facilitar a compreensão por parte do leitor. (Pesquisador)

Para se ressaltar o que foi apresentado anteriormente nos tópicos referentes às entrevistas, vale considerar que a maioria dos participantes não conseguiu acessar os *feedbacks*, devido a problemas na versão do *HelpClass* utilizada neste trabalho.

4.3.2 Resultado da 1ª atividade

Na 1ª atividade, as questões foram ponderadas de forma distinta. As perguntas de número 1, 2, 4 e 5 tinham pesos equivalentes, valendo de 0 a 0,5 cada, enquanto a terceira questão tinha um peso maior, variando de 0 a 1,0, exigindo uma argumentação mais elaborada. O total possível era de 3,0 pontos, e os resultados obtidos pelos participantes estão apresentados na Tabela 7. Nela, as respostas corretas (C), as respostas parcialmente corretas (+/-) e as respostas incorretas (E) ou nulas (N) não receberam pontuação.

Tabela 7 – Resultado da 1ª atividade

Questões	Alunos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	C	C	+/-	C	C	C	C	C	C
2	C	C	C	C	+/-	C	C	C	C
3	C	C	C	C	+/-	C	C	C	C
4	+/-	C	C	C	C	C	+/-	C	C
5	+/-	+/-	C	C	C	C	C	C	+/-

Fonte: Próprio autor (2024).

Uma observação relevante nas respostas de um dos participantes desta primeira atividade é a resposta dada pelo Aluno 3 à pergunta “O que é temperatura?”:

Temperatura é a medida da intensidade do calor ou energia presente em um corpo, substância ou ambiente, e tem relação com a agitação das partículas que compõem a matéria, gerando energia cinética interna e aumento ou diminuição do calor presente [...] (Aluno 3).

Essa resposta dá sentido à exposição de Young e Freedman (2016), pois, ao definir temperatura, o aluno já incorporou o conceito de calor em sequência. Importa salientar, no entanto, que a definição dada pelo aluno em relação ao calor está equivocada, uma vez que o calor não pode ser armazenado, requerendo, na verdade, movimento para ocorrer.

A questão que obteve o maior índice de respostas parcialmente corretas foi a quinta, a qual busca integrar conceitos de física com os da biologia. Esse índice se

deve à dificuldade apresentada pelos participantes em responder de maneira clara, elucidando os mecanismos biológicos relacionados ao tema.

4.3.3 Resultado da 2ª atividade

Na 2ª atividade, as questões foram ponderadas de maneira distinta. As perguntas de número 1, 2, 3 e 4 tinham pesos uniformes, variando de 0 a 0,5 cada, enquanto a última questão tinha uma ponderação mais significativa, oscilando de 0 a 1,0 e demandando uma argumentação mais elaborada. O total possível era de 3,0 pontos, e os resultados alcançados pelos participantes estão detalhados na Tabela 8. Nela, as respostas corretas (C), as respostas parcialmente corretas (+/-) e as respostas incorretas (E) ou nulas (N) não receberam pontuação.

Tabela 8 – Resultado da 2ª atividade

Questões	Alunos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	C	+/-	C	C	+/-	+/-	C	C	C
2	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	C	+/-	C	C	+/-	C	E	C	C
5	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fonte: Próprio autor (2024).

A questão que apresentou o maior índice de parcialmente correta foi a primeira questão, devido ao fato de os educandos não terem argumentado de forma objetiva se havia diferença entre a dilatação dos líquidos e dos sólidos e não terem indicado qual seria a diferença entre eles e se haveria diferença entre eles, conforme exemplificado na Figura 19.

Figura 18 – Resposta do aluno referente a primeira questão da atividade 2

A dilatação térmica consiste na variação das dimensões de um objeto com o aumento da temperatura. Uma forma de imaginar, é pensar que se a temperatura se define como o grau de agitação das moléculas, então o aumento dela faz com que as moléculas do objeto se agitem e gerem um aumento na distância entre elas. Para diferenciar a dilatação de um sólido para de um líquido, podemos comparar as duas fórmulas: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ $\longleftrightarrow$ $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$, na qual $\gamma = 3\alpha$. Então temos que a dilatação de um líquido tem um coef. de dilatação três vezes maior.

Fonte: Próprio autor (2024).

A resposta do aluno foi classificada como parcialmente correta, uma vez que, ao comparar as duas situações de dilatação, ele limitou a análise à dilatação linear em sólidos, negligenciando a dilatação superficial e volumétrica em sólidos. Além disso, ele não discutiu sobre a propriedade específica dos líquidos, a fluidez, na qual a sua forma vai depender do recipiente em que está confinado.

Outra questão a ser destacada durante a correção foi a quarta, a qual se revelou mais desafiadora para os participantes. Isso se deveu ao fato de que a resposta dada por um dos alunos, em particular o Aluno 7, foi considerada incorreta por abordar de maneira excessiva o tema em comparação com a resposta esperada.

A diferença de dilatação térmica entre o vidro e o metal pode explicar por que uma taça de vidro pode quebrar quando é colocada diretamente em contato com uma bebida quente, enquanto uma colher de metal não sofre o mesmo efeito. O vidro é um material frágil e quebradiço, enquanto o metal é mais resistente. Quando um material é aquecido, ele se expande, ou seja, suas dimensões aumentam. O coeficiente de dilatação térmica do vidro é maior do que o do metal, o que significa que ele se expande mais quando aquecido (Aluno 7).

Ao tentar responder a questão, o aluno limitou-se a reproduzir parte do enunciado, deixando de apresentar uma resposta clara e coesa, em contraste com a resposta do Aluno 9, que está detalhada a seguir:

Isso ocorre pela diferença dos materiais, quando o vidro sofre a dilatação térmica sua composição se expande de maneira não uniforme o que pode acabar gerando tensões na taça e a fazendo quebrar, enquanto o metal tem uma composição mais resistente e sua dilatação térmica é uniforme, assim fazendo com que seja mais resiliente (Aluno 9).

4.3.4 Resultado da 3ª atividade

Na 3ª tarefa, manteve-se a estratégia adotada nas atividades subsequentes, isto é, cada questão foi ponderada de maneira distinta. As perguntas de número 1 e 2 tinham pesos uniformes, variando de 0 a 0,5 cada, enquanto as questões 3, 4 e 5 tinham uma ponderação mais significativa, oscilando de 0 a 1,0 e requerendo uma argumentação mais elaborada. A total possível era de 4,0 pontos, e os resultados alcançados pelos participantes estão detalhados na Tabela 9, na qual as respostas corretas (C), as respostas parcialmente corretas (+/-) e as respostas incorretas (E) ou nulas (N) não receberam pontuação.

Tabela 9 – Resultado da 3ª atividade

Questões	Alunos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	C	C	C	C	+/-	E	+/-	C	C
2	C	C	C	C	+/-	C	+/-	+/-	+/-
3	C	E	+/-	C	+/-	+/-	+/-	C	C
4	C	C	C	C	+/-	C	+/-	C	C
5	+/-	+/-	C	C	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-

Fonte: Próprio autor (2024).

As questões em que os participantes obtiveram os menores desempenhos foram a quinta e a terceira. Na quinta questão, observou-se uma dificuldade em se relacionarem os conhecimentos físicos com os conhecimentos geográficos. Os participantes enfrentaram desafios para estabelecer uma conexão efetiva entre essas duas áreas, muitas vezes abordando apenas os conceitos físicos ou os conceitos geográficos de forma isolada, como evidenciado na resposta do Aluno 7.

A variação da temperatura em regiões próximas ao mar é menor do que em regiões desérticas devido à influência da maritimidade e continentalidade (Aluno 7).

Essa resposta não abordou os aspectos físicos necessários para justificar na íntegra a questão. Em contraste, o Aluno 3 conseguiu fornecer uma resposta clara, destacando e evidenciando a relação entre os conceitos de maneira mais abrangente.

O mar atua como amortecedor térmico por causa das propriedades térmicas da água. A água libera e armazena calor de forma significativamente mais lenta que a terra, ajudando na regulação do calor e na variação brusca de temperatura. Esse efeito é chamado de “efeito moderador marítimo”. No entanto, em regiões desérticas (longe de corpos d’água que ajudam a regular a temperatura) a terra aquece muito rápido e também esfria muito rápido na busca do equilíbrio térmico, isso faz com que ocorra variações diárias extremas em áreas desérticas (Aluno 3).

No que diz respeito à terceira questão, o baixo índice de acertos pode ser justificado pela falta de interpretação adequada da questão. Mesmo entre os alunos que não conseguiram interpretar a questão corretamente, foi evidenciado um domínio do conteúdo relacionado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a apreensão de conceitos básicos de Termologia a partir da utilização do ensino híbrido e do recurso tecnológico *webfólio* com alunos do curso de Licenciatura em Física do IFCE.

Para se chegar ao propósito definido, foram previstos quatro objetivos específicos: realizar uma revisão de literatura abrangente e atualizada sobre a formação inicial dos futuros professores, contemplando o conhecimento profissional, a prática profissional com foco no ensino por investigação, o ensino híbrido e os recursos tecnológicos; investigar a participação, a satisfação e a motivação dos estudantes com a disciplina de Termodinâmica em relação ao uso de ferramentas tecnológicas, no ensino híbrido; identificar dificuldades/desafios apresentados pelos alunos para a realização da proposta e compreensão do conteúdo de escalas termométricas, de dilatação linear e de condução de calor; avaliar o desempenho dos alunos a partir do uso de ensino por investigação com o auxílio de aparatos tecnológicos.

Com o intuito de atingir o primeiro objetivo deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica a partir da qual foi possível delinear o cenário atual do uso de recursos tecnológicos na formação inicial dos futuros professores, visando aplicar a presente pesquisa aos alunos do IFCE. Mediante a revisão realizada, foi viável incorporar experimentos já existentes na literatura para se enriquecerem as aulas ministradas na disciplina.

Para alcançar o segundo objetivo, utilizou-se um questionário de satisfação do tipo *Likert*. Os resultados indicam que os alunos demonstraram motivação em participar do estudo, pois este contribuiu de maneira positiva para aprimorar sua formação. Além disso, proporcionou-lhes uma disciplina de Termodinâmica enriquecida com materiais didáticos diferentes dos usuais.

A estratégia adotada para abarcar o terceiro objetivo foi a entrevista semiestruturada, baseada nos temas geradores previamente estabelecidos. Observou-se um aguçado interesse por parte dos participantes em aprender a utilizar as TDIC em sala de aula. Além disso, ficou evidente que os experimentos desempenharam um papel relevante no entendimento dos conteúdos por parte dos participantes ao decorrer das entrevistas.

Em busca de abranger o quarto objetivo, foram administrados testes antes da intervenção e após esse processo, a qual se constituiu da realização das três práticas experimentais e da construção do webfólio. O resultado do desempenho dos alunos nos testes, avaliado pelo ganho de Hake, foi aquém do esperado pelo grupo de alunos nas temáticas de temperatura e calor. Porém observou-se que os alunos obtiveram resultados satisfatórios na temática de dilatação. No que diz respeito à construção do *webfólio*, os resultados da turma foram positivos.

Em relação aos resultados dos testes, existe a possibilidade de que o baixo ganho de Hake esteja associado à linguagem aí utilizada. Portanto, torna-se relevante que essa consideração seja feita e destacada como uma ressalva para futuros trabalhos que pretendam utilizar esses testes. Recomenda-se adaptá-los a uma linguagem mais acessível.

Com a revisitação dos objetivos deste estudo e a análise dos resultados obtidos, é natural que se retorne à questão central da pesquisa: A integração das TDIC na formação inicial de futuros professores, especialmente em disciplinas teóricas como a Termodinâmica, demonstra ter impacto significativo na apreensão de conceitos?

Sob a análise do pesquisador responsável, constata-se que as TDIC desempenharam um papel positivo na formação dos participantes. Acredita-se que sua incorporação possibilitou um enriquecimento contextual para os educandos, promovendo uma aproximação mais efetiva entre os conteúdos abstratos trabalhados e a realidade vivenciada por eles, sobretudo no contexto da sala de aula.

Durante o desenvolvimento e a aplicação da pesquisa, ocorreram alguns percalços que devem ser levados em consideração. Na última aula experimental, o número de participantes por grupo excedeu as expectativas, as quais eram de no máximo três alunos por equipe/experimento montado. Isso dificultou a manipulação do experimento e a participação ativa de cada aluno. Outro fator que impactou negativamente a condução da pesquisa foi o limitado funcionamento do AVA, impossibilitando o recebimento dos *feedbacks* dos participantes e, consequentemente, o reenvio das atividades corrigidas.

No que diz respeito às perspectivas de trabalhos futuros que podem surgir a partir deste estudo, destacam-se: a aplicação dessa intervenção em outros cursos de licenciatura em Física localizados na cidade de Fortaleza, como os das principais

instituições públicas de ensino superior; a implementação dos experimentos deste trabalho nas turmas de ensino médio do IFCE; a integração desses experimentos às práticas realizadas no laboratório de Física do IFCE.

A integração dos experimentos às atividades no curso de Licenciatura em Física do IFCE é possível graças à doação tanto dos experimentos quanto das práticas que compõem este estudo ao LHAMA. Essa contribuição visa estimular a próxima geração de professores, proporcionando ideias para trabalhos de conclusão de curso (TCC) e incentivando a continuidade dos resultados obtidos nesta pesquisa.

A literatura ainda apresenta uma escassez de pesquisas voltadas para o ensino de Física que envolvam a construção de um portfólio de aprendizagem *online* (*webfólio*). Nesse sentido, este estudo visa estimular a adoção dessa proposta na área da Física.

Em suma, esta investigação buscou incentivar uma reflexão sobre o impacto do uso de experimentos associados às TDIC na formação inicial de professores. Embora o tema seja abordado de maneira extensa na literatura, há lacunas quando aplicado especificamente nas aulas de Termologia no ensino de Física. Assim, espera-se que este estudo promova discussões sobre um tema que merece maior visibilidade e atenção na área educacional.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. D. Q. **Contribuições do uso de atividades experimentais demonstrativas para as aulas de Física de uma sequência de potência elétrica**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- ALVES, L. P. Portfólios como instrumentos de avaliação dos processos de ensinagem. **26ª Reunião Anual da ANPED**, Poços de Caldas-MG, 5 a 8 de outubro de 2003, p. 1-14.
- AMBRÓSIO, M.; NICÁCIO, W. P. J. S. C. **O uso do webfólio e das tecnologias no ensino de Física**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021.
- ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. **Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2020**. Tradução Camila Rosa. Curitiba, PR: InterSaberes, 2022.
- AZEVEDO, C. **Ensino da Termologia utilizando a metodologia Peer Instruction**. 2019. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
- BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J. DA. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 4, p. 515-526, out. 2014.
- BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros Passos com o Arduino: A plataforma de prototipagem eletrônica open source**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- BAPTISTA, B. T.; VIEIRA, M. de. F. A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nos projetos educacionais interdisciplinares. *In: Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 21, 2015, Maceió. **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola**, Maceió, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. **Regulamentação do EAD no Brasil**. 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/TREAD.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação

Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: MEC, 2019. Disponível: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 21 jan. 2024.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n. 1, de 27 de outubro de 2020**. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). Brasília: MEC, 2020. Disponível: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECPN12020.pdf?query=Educacao%20Ambiental. Acesso em: 21 jan. 2024.

BISCAINO, A. P. **Saberes Docentes: mobilização e articulação na formação inicial dos professores de Física**, 2021. 167p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCOULA, G. J. **Física, vol. 2: termologia, ondulatória, óptica / Newton**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BONILLA, M. H. S. **Inclusão digital nas escolas**. Educação, direitos humanos e inclusão social: histórias, memórias e políticas educacionais. João Pessoa: Editora universitária da UFPB, v. 1, p. 183-200, 2009.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, p. 291-313, 2002.

BORGES, A. T. Novos rumos para o Laboratório Escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21(Especial), p. 9-30, 2004.

BRUNING, C.; GODRI, L.; TAKAHASHI, A. R. W. Triangulação em Estudos de Caso: incidência, apropriações e mal-entendidos em pesquisas da área de Administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 277-307, 2018.

BRUSCHI, G. F. J.; CASARTELLI, A. O. Ensino híbrido: conceitos, produções científicas e possibilidades para aplicação pós-pandemia. **Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 6, 2023.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998. p. 36.

CARVALHO, A. M. P. (Org). **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n.3, p. 765–794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2021.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2022.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C (eds.). **Física para o Brasil: Pensando o Futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. 248p. Disponível em http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaBrasil_Dez05.pdf. Acesso em 27.10.2021.

CORREIA, J. J. Definições de temperatura em fontes didáticas. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017. DOI: 10.22481/rbba.v6i1.1520. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1520>. Acesso em: 20 dez. 2022.

COSTA, D. F. *et al.* Estratégias para a elaboração de um plano de atividade gamificado. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 8, n. 11, p. 1-18, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1451>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1451>. Acesso em: 21 jan. 2024.

COSTA, L. L. A. C.; FRANCO, S. K. Ambientes virtuais de aprendizagem e suas possibilidades construtivistas. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, 2005. DOI: 10.22456/1679-1916.13781. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13781>. Acesso em: 21 jan. 2024.

COTTA, R. M. M. *et al.* Construção de portfólios coletivos em currículos tradicionais: uma proposta inovadora de ensino-aprendizagem. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, pp. 787-796, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/6CNqcmMhnBX9VNGfbMr9RkC/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2024.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**; tradução: Sandra Maria Mallmann da Rosa. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CUNHA, M. P. L. **A Avaliação Formativa no ambiente virtual de aprendizagem MOODLE: um estudo no curso de graduação em Pedagogia a Distância da UFMA**. 2014. 126f. Dissertação (Mestrado em Cultura e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação em Cultura e Sociedade, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

COUTINHO JÚNIOR, A. L. **Metodologias Ativas no Ensino Remoto de Acústica com apoio de uma Sequência Didática**. 2021. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2021.

EVANGELISTA, F. L.; CHAVES, L. T. Uma Proposta Experimental e Tecnológica na Perspectiva de Vygotsky para o Ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 177–200, 2019. DOI: 10.26512/rpf.v3i1.24013. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/24013>. Acesso em: 21 jan. 2024.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica**: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem. 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013.

FAZENDA, I (org.). **O que é interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2008.

FETZNER FILHO, G. **Experimentos de baixo custo para o ensino de Física em Nível Médio usando a placa Arduino-Uno**. 2015. 207f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

FOSTER, H.; COLE, J. **Using Moodle**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2008.

FREIRE, J.; SCAGLIA, A. **Educação como prática corporal**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2009.

GALHARDI, A. C.; AZEVEDO, M. M. O Ganho de Hake: uma técnica de avaliação de absorção de conhecimento e replanejamento de disciplina. In: VIII Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. **Anais eletrônicos do VIII Workshop Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza**. São Paulo: 2013. Disponível em: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/anais/anais-do-viii-workshop-pos-graduacao-e-pesquisa-do-centro-paula-souza>. Acesso em: 21 jan. 2024.

GALVÃO, W. N. M. **Política de avaliação em larga escala**: o discurso como prática social em escolas municipais de Fortaleza, Ceará. 2017. 185f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

GALVÃO, W. N. M. **Cidadania e protagonismo estudantil em escolas de Ensino Médio do Ceará**. 2022. 294f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2022.

GONÇALVES, J. P.; SALVADOR, J. A.; CAETANO, P. A. S. E-Fólio No Ambiente Moodle. In: IV Colóquio de História e Tecnologia no Ensino de Matemática (HTEM). 2008 Rio de Janeiro. **Anais do IV HTEM**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308918860_E-FOLIO_NO_AMBIENTE_MOODLE. Acesso em: 21 jan. 2024.

GONÇALVES TORRES, S. C. Portfólio como instrumento de aprendizagem e suas implicações para a prática pedagógica reflexiva. **Diálogo Educacional**, v. 8, n. 24, p. 549–561, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189116834016>. Acesso em: 21 jan. 2024.

GOULART, B. N. K.; BALDONI, A. R. ZAMBON, L. B. Desafios enfrentados por professores de Física no desenvolvimento do trabalho docente durante a pandemia. *In: VII Escola de Inverno Educação Matemática e I Escola de Inverno de Ensino de Física*. 1.2, 2021, Santa Maria. **Anais eletrônicos da VII Escola De Inverno Educação Matemática e I Escola de Inverno de Ensino de Física**. Santa Maria: 2021. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/534/2021/12/Anais_cc_Ensino-de-Fisica.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024.

GUIMARÃES, Y. A. F. **Identidade Curricular na Formação Inicial de Professores de Física**. 2014. 511 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, [s. l.], v. 66, n. 1, p. 64-74, jan. 1998.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física Vol. 2 - Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Tradução Maria Cristina Gultart Monteiro. Revisão técnica Adolfo Tanzi Neto, Lilian Bacich. Porto Alegre: Penso, 2015.

KLENOWSKI, V. **Desarrollo del portafolios para el aprendizaje y la evaluación**. Procesos y principios. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones, 2014.

LANG DA SILVEIRA, F.; MOREIRA, M. A. Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 75–86, 1996. Disponible: https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Teste_CTEnI.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024.

LEDERMAN, N. G. Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. **Scientific Inquiry and Nature of Science**, v. 25, p. 301-317, 2006. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_14. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-5814-1_14. Cited: 21 jan. 2024.

LEITE, E. A. M.; LENCASTRE, J. A.; SILVA, B. D. Revisão sistemática: estilos de aprendizagem como estratégia de elaboração de cursos na modalidade de educação a distância no ensino superior. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 1-22, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2339>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2339>. Acesso em: 21 jan. 2024.

LEPRIQUE, K. L. P. A.; SILVA, A. H.; GOMES, L. C. Vygotsky e a Argumentação: uma possível perspectiva para o ensino de física. **Revista Valore**, [s. l.], v. 3, p. 608-618, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22408/reva302018168608-618>. Disponível em:

<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/168>. Acesso em: 21 jan. 2024.

LIMA, J. **Sequência didática para o ensino da termodinâmica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

LIMA, L.; LOUREIRO, R. C. O Desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais na Compreensão de Licenciandos sobre Docência em Contexto Interdisciplinar. *In: Workshop de Informática na escola (WIE)*, 22, 2016, Porto Alegre. **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016.

LITTO, F. M.; FORMIGA, M. M. M. **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. 479 p.

LUZ, A. M. R. ÁLVARES, B. A.; GUIMIMARÃES, C. C. **Física: contexto & aplicações: ensino médio**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

MACEDO, J. A. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: elaboração de um roteiro de atividades para professores do Ensino Médio**. 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MARTINS, R. M. K. Pedagogia e andragogia na construção da educação de jovens e adultos. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 12, n. 1, 2013. DOI: 10.14393/REP-v12n12013-rel04. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/20331>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MARTINS, M. A.; BATISTA, A. M. L. SIMULAÇÕES INTERATIVAS E VÍDEOS DIDÁTICOS: análise do uso dessas estratégias para o auxílio da aprendizagem de conteúdos da disciplina de física. **Educere Et Educare**, [s. l.], v. 17, n. 42, p. 327-346, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.48075/educare.v17i42.23311>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/23311>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MAXIM INTEGRATED. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [technical-documentation]. 19-7487; Rev 6; 7/19, 2019. Disponível em: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MELO, M. G. A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. Dificuldades enfrentadas por Professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v.8, n.4, p.241-251, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n4.2780>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2780>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MILANI, I.; STOLTZ, T.; HIGA, I. Vygotsky e o ensino de Física: um olhar a partir do encontro de pesquisa em ensino de Física. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 3, p. 204-215, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará. **Horários de aula, corpo docente e PUDs – disciplinas optativas**. 2023. Disponível em: <https://ifce.edu.br/fortaleza/cursos/graduacao/licenciatura/fisica/horario-de-aulas-corpo-docente-puds>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MORAN, J. M. O que é educação a distância. **Informe CEAD – Centro de Educação a Distância**. SENAI, Rio de Janeiro, v. 1, n.5, 2002. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

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

MOREIRA, M. P. C. *et al.* Contribuições do *Arduino* no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

MOREIRA, M. M. P. C. **Contribuições de uma sequência didática com experimentação para aprendizagem de Eletrodinâmica: um estudo de caso com alunos do ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2019.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MOURÃO, M. F.; SILVA, J. B.; SALES, G. L. Potencialidades do uso de oficinas no ensino de física: análise de uma estratégia para aulas iniciando por práticas experimentais. **Experiências em Ensino de Ciências**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 429-437, mar. 2020.

MOURÃO, M. F. **A influência da metodologia PCMA na aquisição de conceitos de Física Moderna: um estudo de caso com alunos do ensino médio no IFCE**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2020.

NASCIMENTO, L. **Análise e Implementação do Aprendizado Híbrido no Ensino de Física do ITA**. 2016. 92f. Dissertação (Mestrado em Física), Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2016.

NEVADO, R. A.; BASSO, M.V.; MENEZES, C.S. *Webfólio: uma proposta para Avaliação na Aprendizagem Conceitos, estudos de casos e suporte computacional. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. p. 299-308. 2004

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica Vol.2**: fluidos, oscilações e ondas de calor. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, A. L. P.; ALMEIDA, C. A. B.; LIMA, G. M. **Termologia em Questão**. 1. ed. Natal: 2014.

PESSOA, C. Contrato didático: Sua influência na interação social e na resolução de problemas. *In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais do VII Encontro Nacional de Educação Matemática*. Recife, 2004.

PINHEIRO JÚNIOR, J. B. **Experimentos com o Arduino no ensino de Física**: estudando conceitos científicos da Termologia. 2022. 87f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba. 2022

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.127-145, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cDFsLGkxHzRKqYXqXg7C7LM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2024.

REGO, E. P. **Termometria**: Manual de construção de dilatômetros e termômetro com aplicação do Arduino para aulas experimentais. 2021. 100f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Pós-graduação Ensino de Física, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2021.

REIS, J. S. *et al.* Ensino de Termologia com aplicação do jogo “Caminhos termométricos”. **Física na Escola**, v.16, n.2, p.57-61, 2018. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol16-Num2/a10.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para Aprendizagem Significativa em física: O formato curta de animação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2012.

RIBEIRINHA, T. *et al.* O envolvimento cognitivo e o desempenho acadêmico do aluno do ensino secundário no modelo *Flipped Classroom* na educação a distância. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 15, p. 1-14, 2022. DOI: 10.35699/1983-3652.2022.37789. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/37789>. Acesso em: 21 jan. 2024.

RICE, W. **Moodle E-Learning Course Development**. Birmingham: Packt Publishing, 2006.

RIGO, M. P. M. *et al.* **Portfólio como instrumento de aprendizagem e avaliação** (Issue 2). 2016.

ROSA, C. T. W. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

ROSA, C. T. W. *et al.* Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n.1, p. 292-305, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n1p292>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p292>. Acesso em: 21 jan. 2024.

RODRIGUES-MOURA, S.; RODRIGUES, A. G.; BRITO, L. P. Uso do *webfólio* como instrumento avaliativo da aprendizagem em Física: reflexões formativas. **Com a Palavra, o Professor**, v. 5, n. 11, p. 104–118, 2020. DOI: <https://doi.org/10.23864/cpp.v5i11.551>. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/551>. Acesso em: 22 jan. 2024.

RÔXO, M.S. **Ensino de óptica ondulatória com experimentos de aquisição automática de dados via microcontrolador Arduino com Python**. 2019. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2019.

SÁ, J. M. **Experimento de dilatação linear dos sólidos para auxiliar no estudo da Termologia**. 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

SALES, G. L. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

SANTOS, J. A. **Instrumentação eletrônica com o Arduino aplicada ao ensino de Física**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SANTOS, R. C. M.; MACKEDANZ, L. F. O Ensino de Física para Crianças: uma Revisão Bibliográfica. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 3, p. 211-230, jul. 2019.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49–67, nov. 2015.

SASSERON, L.H.; MACHADO, V. F. (Coord.). **Alfabetização Científica na Prática**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, 2017.

SCHIEHL, E. P. **Cartilha Tecno-Didática com Aplicações Metodológicas para o Ensino no Modelo Híbrido de Rotação por Estações**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2018.

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I. Modelos de Ensino Híbrido: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2017.

SILVA, D. O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. Aprendizagem baseada em projetos: contribuições das tecnologias digitais. Tear: **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2018.

SILVA, C. M. S. **Uso do Arduino e a Gamificação no Ensino da Termodinâmica**. 2021. 226f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2021

SILVA, F. L. L. **Construindo um Balão de ar quente**: uma sequência didática para a aprendizagem significativa dos conceitos de Termologia. 2021. 264f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

SILVA, F. R. O. *et al.* O uso da placa *Arduino* no estudo de Movimento Circular: uma proposta de intervenção para a Física no ensino médio. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], p. 46-55, 17 fev. 2021. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. DOI: <http://dx.doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/movimento-circular>. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/movimento-circular>. Acesso em: 22 jan. 2024.

SILVA, L. C. S. *et al.* Perspectivas e possibilidades do ensino híbrido na educação superior no contexto pós-pandemia Covid-19 no Brasil. **Revista GeSec**, São Paulo, v. 14, n.5, p. 7787-7808, 2023.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n.3, p.383- 396, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2008v25n3p383>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n3p383>. Acesso em: 22 jan. 2024.

SILVA, S. B.; DIAS, M. A D. TDAH na escola Estratégias de metodologia para o professor trabalhar em sala de aula. **Revista Eventos Pedagógicos**, v.5, n.4, p. 105-114, 2014.

SIBILIA, P. **Redes ou paredes**: a escola em tempos de dispersão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SOARES, Patrícia Gavião *et al.* BNC-Formação Continuada de Professores da Educação Básica: competências para quem?. **Research, Society And Development**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 1-16, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32181>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32181>. Acesso em: 22 jan. 2024.

TREVISANI, F. de M.; CORRÊA, Y. Ensino híbrido e o desenvolvimento de competências gerais da base nacional comum curricular. **Revista prâksis**, [s. l.], v. 2, p. 43-62, 2020. DOI: <https://doi.org/10.25112/rpr.v2i0.2208>. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistapraksis/article/view/2208>. Acesso em: 22 jan. 2024.

TWIGG, C. A. Improving learning and reducing costs: new models for online learning. **Educause Review**, 2023. Disponível em: <https://er.educause.edu/-/media/files/article-downloads/erm0352.pdf?la=en&hash=C62FE8D38FC757F2328AD5994EDFAA8966E7CDC6>. Acesso em: 22 jan. 2024.

WILD, I. Moodle 3.x **Developer's Guide**. Birmingham: Packt Publishing, 2017.

APÊNDICE A – CONTRATO DIDÁTICO (CD) OU ACORDO DIDÁTICO (AD)

CONTRATO OU ACORDO DIDÁTICO

O presente CD – **Contrato Didático** – possui como principal objetivo pontuar as diretrizes de ensino que iremos adotar no conteúdo da **disciplina**.

1. Livro de consulta:

A. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: fluídos, oscilações e ondas de calor. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 2. Disponível em :

<https://bv4.digitalpages.com.br/?from=explorar%2F2475%2Ffisica--2&page=1§ion=0#/legacy/158704> acessado no dia 22/10/2019.

B. HALLIDAY, David. Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

C. YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física II: termodinâmica e ondas. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2016. Disponível em :

<<https://bv4.digitalpages.com.br/?term=zemanski&searchpage=1&filtro=todos&from=busca&page=-1§ion=0#/legacy/36877>> acessado no dia 22/10/2019.

2. Será realizada uma revisão do conteúdo de **Termologia**, para que sejam compreendidos os conceitos de **Termometria, Dilatação e Calorimetria**.

3. Nosso conteúdo será em formato híbrido, isto é, todo o material disponibilizado via *online* através do AVA, os encontros e experimentação serão realizados presenciais e *online*.

4. Haverá avaliações no formato presencial e online durante o curso, divididas da seguinte forma:

a. **Pré-teste**: para consultar o nível de conhecimentos prévios dos alunos(**presencial**).

b. **Avaliações periódicas**: para cada tópico do conteúdo haverá uma atividade a ser realizada no AVA, totalizando 3 atividades que farão parte do *webfólio* do aluno, constituindo-se parte da primeira avaliação da disciplina (30% da nota).

c. **Pós-teste**: para consultar o nível de conhecimentos após a primeira avaliação formativa (**presencial**).

5. Teremos para cada tópico:

a. Aula expositiva.

b. Videoaulas.

c. Experimentos didáticos e ou simulações.

d. Uma atividade e caráter avaliativa.

6. Todo o material estará postado no ambiente AVA – **Plataforma Moodle**.

7. Haverá um grupo em aplicativo de mensagem instantânea: **Whatsapp**. Caso for necessário, esse item será revisado.

8. A comunicação deverá ser realizada via e-mail, grupo de mensagem e mural de avisos no AVA.

9. Os recursos tecnológicos utilizados serão:

a. Ambiente AVA – **Plataforma Moodle**.

b. Videoaula de canais no **Youtube**.

c. O mecanismo de comunicação será o e-mail, Mural de avisos Plataforma *Moodle* e grupo em aplicativo de mensagem instantânea.

e. Os APPs para as experimentações: **Arduino Science Journal**, **Phet**, **Chrome Music Lab** e **Vaska** (simulador *online*).

10. Serão solicitados os envios dos **arquivos de dados** dos experimentos realizados em âmbito doméstico.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

	Concordo totalmente	Concordo	Não estou decidido	Discordo	Discordo totalmente
Durante a aplicação do percurso metodológico, foi possível identificar uma valorização da sua autonomia na aprendizagem.					
O uso de aparatos tecnológicos foi um fator relevante para valorizar a sua autonomia no decorrer da aprendizagem.					
Durante a aplicação do percurso metodológico, foi possível observar uma valorização das suas produções intelectuais.					
O Ensino Híbrido foi um fator relevante para valorizar o seu engajamento nas atividades.					

Durante a construção do <i>webfólio</i> , você se sentiu estimulado a participar ativamente das atividades.					
Me sinto satisfeito com a metodologia aplicada nesse primeiro momento da disciplina.					
Me sinto satisfeito com a utilização de atividades experimentais nessa parte da disciplina.					
Gostei da utilização de um AVA na disciplina.					
Senti dificuldades no manuseio do AVA.					
A utilização de TDIC contribuiu positivamente na minha formação.					

Esta intervenção conseguiu trabalhar de forma satisfatória os conteúdos conceituais da disciplina.					
--	--	--	--	--	--

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Ficha de registro	
Nome	_____
Idade	_____

Perguntas

1. Experiência docente

1.1 Como você veio a ser aluno(a) dessa instituição? Conte-nos sobre sua trajetória e sobre as principais dificuldades que você enfrentou/enfrenta como professor(a)?

2. A gestão e os professores

2.1 Como é a relação de vocês com os professores e a coordenação?

2.2 A instituição ou os professores propõem projetos e atividades extracurriculares? Em caso positivo, quais?

3. Apresentação dos temas geradores

As placas serão apresentadas com o intuito de possibilitar aos entrevistados falarem sobre os temas e estabelecerem ou não as relações entre eles.

Ensino e aprendizagem	Metodologias Ativas	Tecnologias Digitais
Ensino de Física	Portfólio	Ensino Híbrido
BNCC	Experimentos	Cultura Digital
Conteúdo X Críticidade	Papel do professor X autonomia do aluno	Acesso à internet

Fechamento

Estamos concluindo nossa conversa. O(A) sr. (a) gostaria de acrescentar alguma informação ao que foi perguntado e respondido? Em caso positivo, fique à vontade.

APÊNDICE D – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO ESCALA TERMOMÉTRICA

Escala Celsius	Escala Fahrenheit	Escala Kelvin
<pre>#include <Wire.h> // Biblioteca para comunicação I2C #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Biblioteca para LCD com adaptador I2C #include <OneWire.h> // Biblioteca para sensor DS18B20 #include <DallasTemperature.h> // Biblioteca para sensor DS18B20 #define ONE_WIRE_BUS 2 // Define o pino de dados do sensor DS18B20 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); // Inicializa a comunicação com o sensor DS18B20 DallasTemperature sensors(&oneWire); // Inicializa o objeto de temperatura do sensor DS18B20 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Endereço do adaptador I2C e tamanho do LCD (16 colunas x 2 linhas) void setup() { lcd.init(); // Inicializa o LCD lcd.backlight(); // Ligar o backlight do LCD sensors.begin(); // Inicializa a comunicação com o sensor DS18B20 } void loop() { sensors.requestTemperatures(); // Solicita a leitura da temperatura do sensor DS18B20 float tempC = sensors.getTempCByIndex(0); // Lê a temperatura em Celsius</pre>	<pre>#include <Wire.h> #include <LiquidCrystal_I2C.h> #include <OneWire.h> #include <DallasTemperature.h> // Define o pino de dados do sensor de temperatura #define ONE_WIRE_BUS 2 // Inicializa o objeto OneWire e o sensor de temperatura OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); DallasTemperature sensor(&oneWire); // Define o endereço do display LCD com adaptador I2C #define LCD_ADDRESS 0x27 #define LCD_ROWS 2 #define LCD_COLS 16 // Inicializa o objeto LiquidCrystal_I2C para o display LCD LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_ADDRESS, LCD_COLS, LCD_ROWS); void setup() { // Inicializa o sensor de temperatura sensor.begin(); // Inicializa o display LCD lcd.init(); lcd.backlight(); }</pre>	<pre>#include <Wire.h> // Biblioteca para comunicação I2C #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Biblioteca para LCD com adaptador I2C #include <OneWire.h> // Biblioteca para sensor DS18B20 #include <DallasTemperature.h> // Biblioteca para sensor DS18B20 #define ONE_WIRE_BUS 2 // Define o pino de dados do sensor DS18B20 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); // Inicializa a comunicação com o sensor DS18B20 DallasTemperature sensors(&oneWire); // Inicializa o objeto de temperatura do sensor DS18B20 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Endereço do adaptador I2C e tamanho do LCD (16 colunas x 2 linhas) void setup() { lcd.init(); // Inicializa o LCD lcd.backlight(); // Ligar o backlight do LCD sensors.begin(); // Inicializa a comunicação com o sensor DS18B20 } void loop() { sensors.requestTemperatures(); // Solicita a leitura da temperatura do sensor DS18B20 float tempC = sensors.getTempCByIndex(0); // Lê a temperatura em Celsius</pre>

<pre> lcd.setCursor(0,0); // Define o cursor na primeira coluna da primeira linha lcd.print("Temperatura:"); // Escreve "Temperatura:" no LCD lcd.setCursor(0,1); // Define o cursor na primeira coluna da segunda linha lcd.print(tempC); // Escreve a temperatura em Celsius no LCD lcd.print("C"); // Escreve "C" no LCD para indicar que é Celsius delay(1000); // Espera 1 segundo antes de atualizar a leitura da temperatura } </pre>	<pre> void loop() { // Realiza a leitura da temperatura em graus Celsius sensor.requestTemperatures(); float celsius = sensor.getTempCByIndex(0); // Converte a temperatura para graus Fahrenheit float fahrenheit = (celsius * 1.8) + 32; // Exibe a temperatura no display LCD lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Temperatura:"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(fahrenheit); lcd.print(" F"); // Espera 1 segundo antes de realizar a próxima leitura delay(1000); } </pre>	<pre> // Converter para Kelvin float tempK = tempC + 273.15; lcd.setCursor(0, 0); // Define o cursor na primeira coluna da primeira linha lcd.print("Temperatura:"); // Escreve "Temperatura:" no LCD lcd.setCursor(0, 1); // Define o cursor na primeira coluna da segunda linha lcd.print(tempK); // Escreve a temperatura em Kelvin no LCD lcd.print("K"); // Escreve "K" no LCD para indicar que é Kelvin delay(1000); // Espera 1 segundo antes de atualizar a leitura da temperatura } </pre>
---	--	--

APÊNDICE E – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO ESCALA TERMOMÉTRICA

LABORATÓRIO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

TÍTULO DA EXPERIÊNCIA: Experimento de Termometria

ALUNO(A): _____

DATA: __/__/____

ROTEIRO

HABILIDADE:

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis **termodinâmicas** sobre seu funcionamento, considerando também **o uso de tecnologias digitais** que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

CONCEITOS ESTUDADOS:

- Temperatura
- Escalas Termométricas
- Calor
- Equilíbrio térmico



OBJETIVO:

Construir um experimento envolvendo o conteúdo de termometria, que poderá servir de apoio didático para das futuras aulas dos futuros professores.

INTRODUÇÃO:

Temperatura é uma grandeza primitiva (que não é definida a partir de outras grandezas) relacionada à nossa sensação de quente e frio.

A experiência mostra que certas propriedades de um corpo variam com a temperatura. Estas propriedades são denominadas de **propriedades termométricas**, por exemplo: o comprimento de uma coluna de um líquido encerrado em um tubo fino de vidro, a pressão de um gás mantido a volume constante, a resistência elétrica de um condutor, etc.

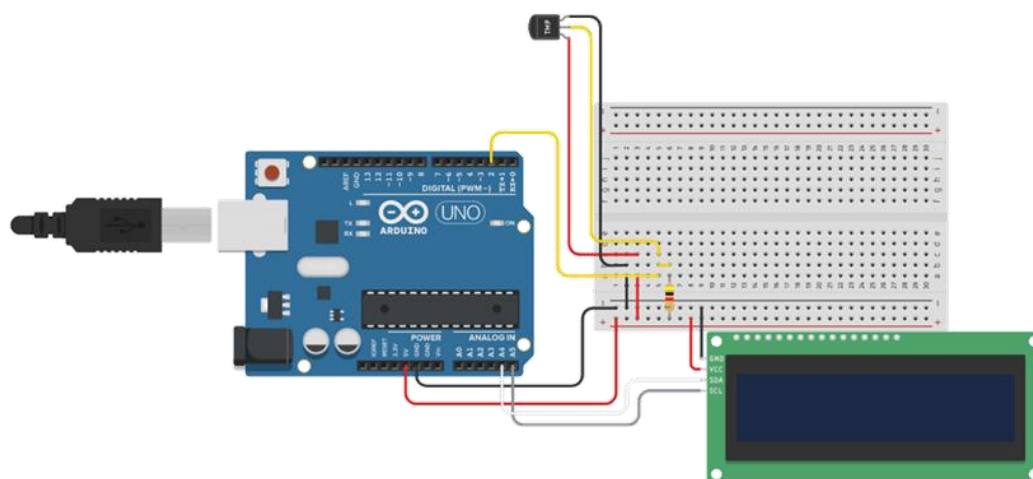
Denominamos **termoscópio** a qualquer dispositivo capaz de acusar uma variação de temperatura. Se um termoscópio possui uma escala calibrada que permita atribuir valores numéricos às temperaturas, ele é chamado de **termômetro**.

MATERIAIS:

- Sensor de temperatura tipo DS18B20;
- Resistor 4,7 Ohms;
- Uma placa *Arduino Mega*;

- Uma protoboard;
- Bateria portátil;
- Um monitor LCD com adaptador 12C.

Modelagem eletrônica:



Experimento

Procedimento:

- 1- Encher um copo com água e aferir a temperatura até que a temperatura se estabilize.
- 2- Em outro copo, encha-o de gelo e coloque água nele até cobrir o gelo (Situação A).
- 3- Medir a temperatura do sistema na situação A com o sensor e anotar na tabela abaixo.



- 4- Volte o sensor de temperatura ao 1º copo com água e espere até a ocorrer o equilíbrio térmico.
- 5- Em outro copo, coloque o termômetro em água quente e aqueça-a até o ponto de ebulição (Sistema B).

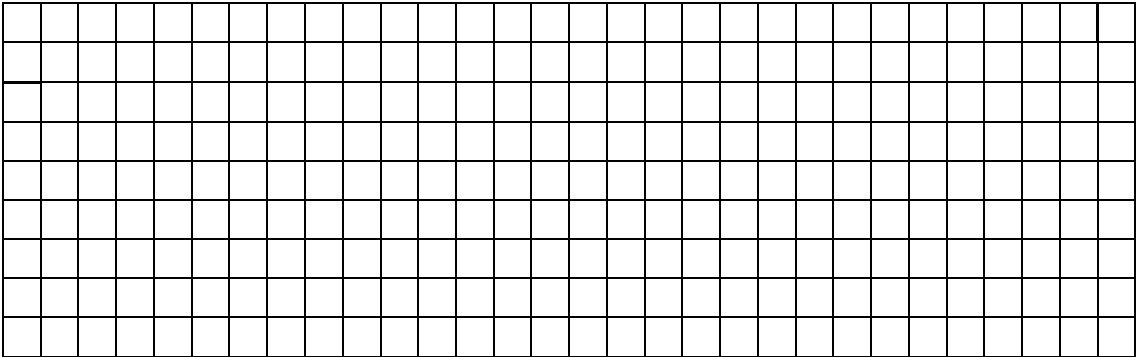


6- Volte o sensor de temperatura ao 1° copo com água e espere até a ocorrer o equilíbrio térmico.

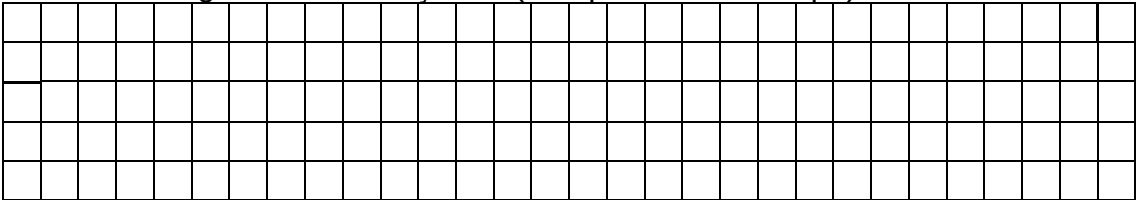
Aquisição dos dados

Tempo	Situação A	Situação B

Construa o gráfico da situação A: (Temperatura X Tempo)



Construa o gráfico da situação B: (Temperatura X Tempo)



[illegible]

Compare os valores das escalas construídos entre as equipes:

APÊNDICE F – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO DILATAÇÃO LINEAR

TÍTULO DA EXPERIÊNCIA: EXPERIMENTO DE DILATAÇÃO LINEAR

ALUNO(A): _____

DATA: __/__/____

ROTEIRO

HABILIDADE:

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis **termodinâmicas** sobre seu funcionamento, considerando também **o uso de tecnologias digitais** que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

CONCEITOS ESTUDADOS:

- Temperatura
- Calor
- Equilíbrio térmico
- Dilatação linear



OBJETIVO:

Construir um experimento envolvendo o conteúdo de dilatação linear, que poderá servir de apoio didático para as futuras aulas dos futuros professores.

INTRODUÇÃO:

A dilatação linear é um fenômeno físico que se refere à variação das dimensões de um objeto ou material na direção de seu comprimento quando submetido a mudanças de temperatura. Essa mudança ocorre devido à resposta dos átomos e moléculas do material à variação térmica.

Quando um corpo é aquecido, a energia térmica é transferida para suas partículas constituintes, aumentando a agitação das mesmas. Essa agitação faz com que os átomos e moléculas se afastem uns dos outros, resultando em um aumento na separação média entre eles. Isso leva a uma expansão do material, resultando em um aumento de suas dimensões na direção do comprimento.

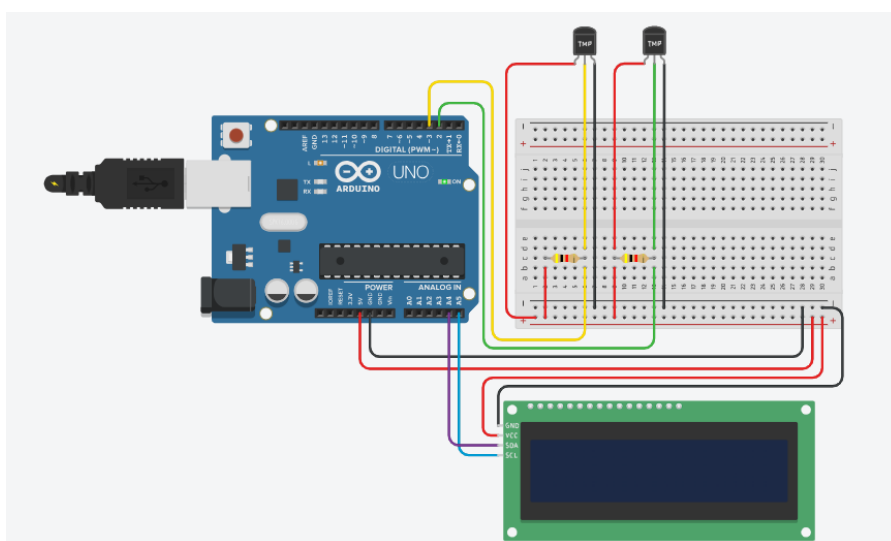
Da mesma forma, quando o corpo é resfriado, a energia térmica é retirada das partículas, reduzindo sua agitação. Consequentemente, os átomos e moléculas se aproximam, causando a contração do material e diminuindo suas dimensões na direção do comprimento.

MATERIAIS:

- Um bloco de 35cm (comprimento) de madeira;

- Dois blocos de 15 cm (comprimento) de madeira;
- Um bloco de 10 cm (comprimento) de madeira;
- Cinco parafusos pequenos para pregar a madeira;
- Um tubo de PVC de 4 cm;
- Três abraçadeiras de metal 13x19 mm;
- Uma abraçadeira pequena;
- Uma mola;
- Um rolamento de HD;
- Dois Sensores de temperatura tipo DS18B20;
- Uma placa *Arduino Mega*;
- Dois resistores 4,7 Ohms;
- Uma régua graduada em milímetros;
- Um cano de alumínio de 50 cm;
- Dois conectores de fios elétricos;
- Um Funil;
- Um ebulidor/aquecedor Elétrico De Água;
- Uma protoboard;
- Uma bateria portátil;
- Um monitor LCD com adaptador 12C;
- Materiais de proteção (luva);
- Água;
- Panela;
- Tubo de látex.

Modelagem eletrônica:



Procedimento:

1. Medir o comprimento da haste metálica e encaixá-la adequadamente no eixo;
2. Medir e anotar o comprimento de **a** e **A**, conforme a figura a seguir:

APÊNDICE G – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DILATAÇÃO LINEAR

```
#include <Wire.h> // inclui a biblioteca para comunicação I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // inclui a biblioteca para o display LCD com adaptador I2C
#include <OneWire.h> // inclui a biblioteca para comunicação com o sensor DS18B20
#include <DallasTemperature.h> // inclui a biblioteca para trabalhar com os sensores DS18B20

// Definir os pinos dos sensores DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS_1 2
#define ONE_WIRE_BUS_2 3

// Iniciar o objeto oneWire
OneWire oneWire_1(ONE_WIRE_BUS_1);
OneWire oneWire_2(ONE_WIRE_BUS_2);

// Iniciar o objeto sensor
DallasTemperature sensor_1(&oneWire_1);
DallasTemperature sensor_2(&oneWire_2);

// Definir o endereço do display LCD com adaptador I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup() {
    // Iniciar a comunicação com o sensor DS18B20
    sensor_1.begin();
    sensor_2.begin();

    // Iniciar a comunicação com o display LCD com adaptador I2C
    lcd.init();
    lcd.backlight();

    // Escrever o texto na primeira linha do display LCD
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("temp 2: 0.0C");

    // Escrever o texto na segunda linha do display LCD
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("temp 1: 0.0C");
}

void loop() {
    // Obter a temperatura do primeiro sensor DS18B20
    sensor_1.requestTemperatures();
    float temp_1 = sensor_1.getTempCByIndex(0);

    // Obter a temperatura do segundo sensor DS18B20
    sensor_2.requestTemperatures();
    float temp_2 = sensor_2.getTempCByIndex(0);

    // Atualizar a temperatura no display LCD
    lcd.setCursor(9, 1);
    lcd.print(temp_1);
    lcd.setCursor(9, 2);
    lcd.print(temp_2);
    // Aguardar 1 segundo antes de atualizar novamente
    delay(1000);
}
```

APÊNDICE H – RELATÓRIO DO EXPERIMENTO CONDUÇÃO TÉRMICA

TÍTULO DA EXPERIÊNCIA: Experimento de Condução de Calor

ALUNO(A): _____

DATA: __/__/____

ROTEIRO

HABILIDADE:

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis **termodinâmicas** sobre seu funcionamento, considerando também **o uso de tecnologias digitais** que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

CONCEITOS ESTUDADOS:

- Calor
- Temperatura
- Equilíbrio térmico
- Calor específico
- Capacidade Térmica
- Princípios das trocas de calor

OBJETIVO:

Construir um experimento envolvendo o conteúdo de condução de calor, que poderá servir de apoio didático para as aulas dos futuros professores.

INTRODUÇÃO:

O experimento tem como objetivo estudar a condução de calor em materiais sólidos. A condução de calor é um processo em que a energia térmica é transferida de uma região de maior temperatura para uma região de menor temperatura através de um meio material. O processo de condução de calor ocorre devido ao movimento aleatório de moléculas no interior do material, que transmitem energia térmica de uma molécula para outra.

MATERIAIS:

- Um soquete de para lâmpada incandescente (porcelana);
- 5 metros de cabo paralelo;
- Um plugue macho 2P;
- Uma lata metálica;
- Uma lâmpada incandescente de 100W-150W;

- Uma barra de alumínio de 30 cm de comprimento, 2 cm de largura, 3 mm de espessura;
- Uma barra de cobre de 30 cm de comprimento, 2 cm de largura, 3 mm de espessura;
- Uma barra de ferro de 30 cm de comprimento, 2 cm de largura, 3 mm de espessura;
- Seis sensores de temperatura tipo DS18B20;
- Uma placa *Arduino nano*;
- Módulo Bluetooth 4.0.

Experimento

Procedimento:

1. Meça o comprimento exposto de cada barra e posicione dois sensores de temperatura em cada uma delas, mantendo uma distância igual entre os sensores.
2. Realize uma primeira leitura da temperatura antes de ligar o aparato experimental.
3. Ligue o experimento e comece a fazer as medições de temperatura em cada barra, com um intervalo de 1 minuto entre cada anotação.

4. Aquisição dos dados

Tempo	Barra A inferior	Barra B inferior	Barra C inferior
Tempo	Barra A superior	Barra B superior	Barra C superior

Explique, de forma sucinta e como se fosse para um aluno de ensino médio, os processos físicos que ocorreram no experimento de condução térmica.

[illegible]

APÊNDICE I – CÓDIGOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO CONDUÇÃO TÉRMICA

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <SoftwareSerial.h>

OneWire oneWire_1(SENSOR_PIN_1);
OneWire oneWire_2(SENSOR_PIN_2);
OneWire oneWire_3(SENSOR_PIN_3);
OneWire oneWire_4(SENSOR_PIN_4);
OneWire oneWire_5(SENSOR_PIN_5);
OneWire oneWire_6(SENSOR_PIN_6);

DallasTemperature sensors_1(&oneWire_1);
DallasTemperature sensors_2(&oneWire_2);
DallasTemperature sensors_3(&oneWire_3);
DallasTemperature sensors_4(&oneWire_4);
DallasTemperature sensors_5(&oneWire_5);
DallasTemperature sensors_6(&oneWire_6);

SoftwareSerial bluetooth(0,1); // Define os
pinos de comunicação Bluetooth (RX, TX)

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  bluetooth.begin(9600); // Inicializa a
  comunicação Bluetooth

  sensors_1.begin();
  sensors_2.begin();
  sensors_3.begin();
  sensors_4.begin();
  sensors_5.begin();
  sensors_6.begin();
}

void loop() {
  sensors_1.requestTemperatures();
  float temperatura_1 =
  sensors_1.getTempCByIndex(0);

  sensors_2.requestTemperatures();
  float temperatura_2 =
  sensors_2.getTempCByIndex(0);

  sensors_3.requestTemperatures();
  float temperatura_3 =
  sensors_3.getTempCByIndex(0);

  sensors_4.requestTemperatures();
  float temperatura_4 =
  sensors_4.getTempCByIndex(0);

  sensors_5.requestTemperatures();
  float temperatura_5 =
  sensors_5.getTempCByIndex(0);

  sensors_6.requestTemperatures();

  float temperatura_6 =
  sensors_6.getTempCByIndex(0);

  // Enviar as temperaturas via Bluetooth
  bluetooth.print("Temperatura 1: ");
  bluetooth.print(temperatura_1);
  bluetooth.println(" °C");

  bluetooth.print("Temperatura 2: ");
  bluetooth.print(temperatura_2);
  bluetooth.println(" °C");

  bluetooth.print("Temperatura 3: ");
  bluetooth.print(temperatura_3);
  bluetooth.println(" °C");

  bluetooth.print("Temperatura 4: ");
  bluetooth.print(temperatura_4);
  bluetooth.println(" °C");

  bluetooth.print("Temperatura 5: ");
  bluetooth.print(temperatura_5);
  bluetooth.println(" °C");

  bluetooth.print("Temperatura 6: ");
  bluetooth.print(temperatura_6);
  bluetooth.println(" °C");

  // Exibir as temperaturas no Monitor Serial
  Serial.print("Temperatura 1: ");
  Serial.print(temperatura_1);
  Serial.println(" °C");

  Serial.print("Temperatura 2: ");
  Serial.print(temperatura_2);
  Serial.println(" °C");

  Serial.print("Temperatura 3: ");
  Serial.print(temperatura_3);
  Serial.println(" °C");

  Serial.print("Temperatura 4: ");
  Serial.print(temperatura_4);
  Serial.println(" °C");

  Serial.print("Temperatura 5: ");
  Serial.print(temperatura_5);
  Serial.println(" °C");

  Serial.print("Temperatura 6: ");
  Serial.print(temperatura_6);
  Serial.println(" °C");

  delay(6000);
}
```

APÊNDICE J – QUESTÕES UTILIZADAS PARA O WEBFÓLIO

TEMA: TERMOMETRIA

Imagine que você está dando uma aula de Termologia para uma sala de ensino médio/fundamental. Como você responderia as perguntas a seguir? Caso ache necessário, poderá utilizar imagens, infográficos ou qualquer outro material.

- 1- O que é temperatura e como ela é medida?
- 2- O que é o equilíbrio térmico e como ele é alcançado?
- 3- Calor e temperatura são a mesma coisa? Justifique a sua resposta. Se não, qual a relação entre os dois?
- 4- Ao cozinhar, você usa um termômetro de culinária para verificar se o alimento está pronto para ser servido. Por que é importante inserir o termômetro no centro do alimento ao fazer essa medição? Existem diferenças na medição se ocorrerem em diferentes lugares do alimento?
- 5- Durante uma aula de biologia, você aprendeu sobre a termorregulação dos animais. Como os termômetros podem auxiliar os cientistas a estudarem os mecanismos de controle da temperatura corporal em diferentes espécies?

TEMA: DILATAÇÃO

Imagine que você está dando uma aula de Dilatação térmica para uma sala de ensino médio/fundamental. Como você responderia as perguntas a seguir? Caso ache necessário, poderá utilizar imagens, infográficos ou qualquer outro material.

- 1- O que significa dilatação térmica? Explique em termos simples. Existe alguma diferença quando um objeto sólido e um líquido sofrem dilatação térmica? Se houver diferenças, por favor, explique de forma compreensível.
- 2- Quais são os efeitos da dilatação térmica em estruturas, como pontes e trilhos de trem? Como esses efeitos podem ser minimizados?
- 3- O que acontece quando colocamos uma garrafa de plástico cheia de água no congelador por um longo período? Se algo ocorrer, explique o que aconteceu com o sistema (água + garrafa) do ponto de vista físico.
- 4- Por que uma taça de vidro pode quebrar quando é colocada diretamente em contato com uma bebida quente, enquanto uma colher de metal não sofre o mesmo

efeito? Explique como a dilatação térmica do vidro difere da dilatação térmica dos metais e por que o vidro é mais propenso a quebrar nessas situações.

5- Explique o princípio do termostato bimetálico e como ele utiliza a dilatação térmica de dois metais diferentes para controlar o aquecimento ou resfriamento de um dispositivo.

TEMA: CALOR

Imagine que você está dando uma aula de Calorimetria para uma sala de ensino médio/fundamental. Como você responderia as perguntas a seguir?

Caso ache necessário, poderá utilizar imagens, infográficos ou qualquer outro material.

1. O que é calor?

2. A vespa gigante Vespa (Mandarinia japônica) alimenta-se de abelhas japonesas. Entretanto, se uma vespa tenta invadir uma colmeia, centenas de abelhas formam uma bola compacta em torno da vespa. A vespa morre em menos de 20 minutos, embora as abelhas não a piquem, mordam, esmaguem ou sufoquem. Sendo assim, por que a vespa morre? (justifique cada resposta)

3. Alguns pesquisadores especulam que uma pessoa poderia se aventurar no espaço por um breve tempo sem um traje espacial (como fez um astronauta no filme 2001: Uma Odisséia no Espaço) e sobreviver. Se a aventura acontecesse longe do Sol, o astronauta sentiria frio? Existem outros riscos para o astronauta além da falta de oxigênio? (justifique cada resposta)

4. Se você encosta o dedo em um pedaço de madeira e em um cano de metal à mesma temperatura, por que o cano parece mais frio? Por que o dedo pode ficar grudado em um cano se ele estiver muito frio? No filme Uma História de Natal, uma das crianças aceita um desafio e lambe um cano gelado, apenas para descobrir que sua língua ficou presa. Eis uma das muitas regras da vida: jamais lamba um cano gelado. (justifique cada resposta)

5. Por que, em regiões próximas ao mar, a variação da temperatura é menor do que em regiões desérticas? (justifique cada resposta)

ANEXO A – EMENTA DA DISCIPLINA TERMODINÂMICA

DEPARTAMENTO DE ENSINO COORDENAÇÃO DO CURSO: LICENCIATURA EM FÍSICA PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

DISCIPLINA: Termodinâmica			
Código:			
Carga Horária Total:	80	CH Teórica:	60
CH - Prática como Componente Curricular do ensino:		CH Prática:	-
		20	
Número de Créditos:	4		
Pré-requisito:	Mecânica Básica I, Cálculo Diferencial e Integral II		
Co-requisito:	Nenhum		
Semestre:	4º		
Nível:	Superior		
EMENTA			
Estudo da termometria, dilatação, calorimetria, leis da termodinâmica, teoria cinética dos gases e noções de mecânica estatística.			
OBJETIVOS			
Entender os conceitos de termologia, calorimetria e termodinâmica. Isso possibilitará aos alunos conhecimentos de termologia e ao entendimento das leis da termodinâmica.			
PROGRAMA			
1. Termometria: calor, termômetro, equilíbrio térmico, lei zero da termodinâmica, principais escalas termométricas e o zero absoluto. 2. Dilatação: conceito de dilatação e contração térmica, dilatação linear, superficial e volumétrica dos sólidos e dilatação dos líquidos. 3. Calorimetria: calor sensível e latente, capacidade térmica, calor específico, equação fundamental da calorimetria, troca de calor em um calorímetro, mudanças de fase, diagramas de fases, formas de propagação do calor e fluxo de calor. 4. Leis da termodinâmica: o equivalente mecânico da caloria, gás ideal, a primeira lei da termodinâmica, processos reversíveis e irreversíveis, processo isobárico, isotérmico, isovolumétrico, adiabático e cíclico, equação de estado dos gases ideais e aplicações desta equação, energia interna de um gás ideal, experiência de Joule e Joule-Thomson, capacidades térmicas de um gás ideal, segunda lei da termodinâmica, enunciados de Clausius e Kelvin da segunda lei, motor e refrigerador térmico, o ciclo de Carnot, o teorema de Clausius, entropia, variação de entropia em processos reversíveis e irreversíveis, o princípio de aumento de entropia, a degradação da energia e a terceira lei da termodinâmica. 5. Teoria cinética dos gases: teoria atômica da matéria, teoria cinética dos gases, teoria cinética de pressão, a lei dos gases perfeitos, teorema de equipartição da energia, relação entre temperatura e energia cinética, livre percurso médio, gases reais e equação de Van der Waals.			

6. Noções de mecânica estatística: distribuição de Maxwell, verificação experimental da distribuição de Maxwell, movimento browniano, interpretação estatística da entropia e a seta do tempo.
METODOLOGIA DE ENSINO
As estratégias didáticas utilizadas para o alcance do objetivo elencado serão: aula expositiva dialogada; estudo de equações e teoremas; estudo dirigido; estudos de casos práticos como a elaboração de materiais adaptados ao ensino inclusivo e também o uso da metodologia do ensino de libras; solução de problemas; estudo do meio; visitas a laboratórios; discussão a partir da exibição de filmes/vídeos com estudos de casos práticos, trabalhos individuais e em grupo e apresentação de simulações na área de física utilizando software livres (Geogebra, Modellus, algodo, tracker e outros) e ferramentas digitais on line (PHET, RIVED e outros).. A carga horária referente a Prática como Componente Curricular que refletirá tanto os saberes didático-pedagógicos quanto saberes do conhecimento, vinculados à área específica da Termodinâmica, será desenvolvida por meio das seguintes estratégias didáticas: visitas técnicas a laboratórios de máquinas térmicas que será contemplado como alvo do projeto para diagnóstico e mapeamento de seu perfil e características; seminários; aulas ministradas pelos estudantes; apresentação de estudo de caso; elaboração de vídeos; elaboração de planos de aula, projetos de intervenção e participação de seminários. Além disso, poderá ser disposta como metodologia de ensino a utilização (integral ou parcial) de Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA nesta disciplina, a exemplo da Plataforma de Educação a Distância do IFCE com o uso do Moodle utilizando recurso de chats, fórum, questionário e textos didáticos.
RECURSOS
Textos, Livro didático, Vídeos, quadro, pincel, Datashow, Laboratório de Física (experimentos).
AVALIAÇÃO
A avaliação se dará de forma contínua e processual através de: 1. Avaliação escrita. 2. Trabalhos individual e em grupo. 3. Apresentações de trabalhos. 4. Cumprimento dos prazos. 5. Participação. A frequência é obrigatória, respeitando os limites de ausência previstos em lei.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA
1. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas de calor. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 2. Disponível em : https://bv4.digitalpages.com.br/?from=explorar%2F2475%2Ffisica--2&page=1&section=0#/legacy/158704 acessado no dia 22/10/2019. 2. HALLIDAY, David. Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2. 3. YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física II: termodinâmica e ondas. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2016. Disponível em : https://bv4.digitalpages.com.br/?term=zemanski&searchpage=1&filtro=todos&from=busca&page=-1&section=0#/legacy/36877 acessado no dia 22/10/2019.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. OLIVEIRA, M. J. **Termodinâmica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
2. RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**: gravitação, ondas e termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.
3. FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de Física de Feynman**: mecânica, radiação e calor. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 1.
4. TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009, v. 1.
5. CHAVES, A. **Física Básica**: gravitação, fluidos, ondas e termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2007. v. 2.

Coordenador do Curso _____

Setor Pedagógico _____

ANEXO B – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE**CURSO** _____**DISCIPLINA** _____**TÍTULO DA EXPERIÊNCIA: Teste 1****ALUNO(A):** _____**DATA:** ____/____/____

1- A existência de calor está associada a:

- A) todos os corpos, pois todo corpo possui calor.
- B) apenas aos corpos que se encontram "quentes".
- C) quaisquer situações em que ocorre transferência de energia.
- D) todos os corpos, independentemente de estarem "quentes" ou não.
- E) situações específicas que envolvem transferência de energia.

2- Para que seja admitida a existência de calor, é necessário:

- A) A presença de pelo menos dois sistemas.
- B) A presença de um único sistema, desde que esteja "quente".
- C) A presença de um único sistema (corpo).
- D) A presença de uma fonte de energia externa.
- E) Outras condições específicas que não foram mencionadas nas alternativas anteriores.

3- Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente (a 150°C) e a outra em um refrigerador (a -10°C). O que as diferencia imediatamente depois de retiradas do forno e da geladeira?

- A) A quantidade de calor contida em cada uma delas.
- B) A temperatura em que cada uma delas se encontra.
- C) Uma delas contém calor e a outra não.
- D) A diferença de massa entre as esferas.
- E) A cor das esferas.

4- (Olimpíada Paulista de Física) É muito comum acontecer, quando copos iguais são empilhados colocando-se um dentro do outro, de dois deles ficarem emperrados, tornando-se difícil separá-los. Considerando o efeito da dilatação térmica, pode-se afirmar que é possível retirar um copo de dentro do outro se:

- A) os copos emperrados forem mergulhados em água bem quente.
- B) no copo interno for despejada água quente, e o copo externo for mergulhado em água bem fria.
- C) os copos emperrados forem mergulhados em água bem fria.
- D) no copo interno for despejada água fria, e o copo externo for mergulhado em água bem quente.
- E) não é possível separar os dois copos emperrados, considerando o efeito da dilatação térmica.

5- No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias, é correto afirmar que:

- A) a temperatura dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira.
- B) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma.
- C) nenhum objeto apresenta temperatura.
- D) a temperatura dos objetos de madeira é inferior à dos objetos de metal.
- E) cada objeto do quarto apresenta uma temperatura diferente.

6- Duas pequenas placas A e B, de mesmo material e mesma espessura, são colocadas no interior de um forno, o qual é fechado e ligado. A massa de A é o dobro da massa de B. Inicialmente, as placas e o forno encontram-se todos à mesma temperatura. Se esperarmos um tempo suficientemente grande, a temperatura de A será:

- A) o dobro da temperatura de B.
- B) a metade da temperatura de B.
- C) a mesma da temperatura de B.
- D) inferior à temperatura de B.
- E) superior à temperatura de B.

7- (UDESC) Em um dia típico de verão utiliza-se uma régua metálica para medir o comprimento de um lápis. Após medir esse comprimento, coloca-se a régua metálica no congelador a uma temperatura de -10°C e esperam-se cerca de 15 min para, novamente, medir o comprimento do mesmo lápis. O comprimento medido nesta situação, com relação ao medido anteriormente, será

- A) maior, porque a régua sofreu uma contração.
- B) menor, porque a régua sofreu uma dilatação.
- C) maior, porque a régua se expandiu.
- D) menor, porque a régua se contraiu.
- E) o mesmo, porque o comprimento do lápis não se alterou.

8- Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. O cubo A está mais frio do que B. Ambos estão mais frios do que o ambiente em que se encontram, onde a temperatura é de 20°C . Após um longo tempo, sabendo-se que o ambiente continua a 20°C , qual será a temperatura final de A e B?

- A) Igual à temperatura ambiente.
- B) Igual à temperatura inicial de B.
- C) Uma média das temperaturas iniciais de A e B.
- D) Igual à temperatura inicial de A.
- E) Diferente das temperaturas iniciais de A e B.

9- Ao observar a figura em que a barra A e a barra B estão soldadas uma na outra e fixas na parede, considerando que o $\alpha_A > \alpha_B$, o que ocorrerá com o sistema quando a temperatura de ambas as barras for alterada ($\Delta\theta > 0$)?



- A) a lâmina A e a lâmina B continuam se dilatando de forma retilínea conjuntamente.
- B) a lâmina A se curva para baixo, enquanto a lâmina B se curva para cima.
- C) a lâmina A se curva para cima, enquanto a lâmina B se curva para baixo.
- D) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para baixo.
- E) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para cima.

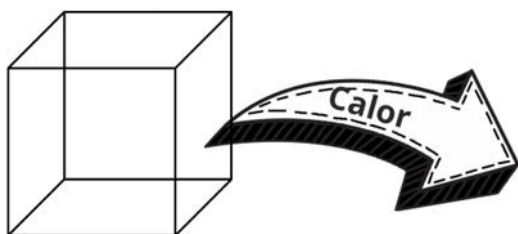
10- Duas esferas de mesmo material, porém de massas diferentes, são submetidas a um longo período de aquecimento em um forno a 1500°C . Ao serem retiradas do forno, as esferas são imediatamente colocadas em contato. Sobre essa situação, qual das afirmações abaixo é correta?

- A) O calor contido na esfera de maior massa passa para a de menor massa.
- B) A esfera de maior massa contém mais calor do que a de menor massa.
- C) Não há condições para transferência de energia na forma de calor entre as esferas.
- D) A temperatura das esferas se iguala rapidamente após o contato.
- E) A esfera de menor massa contém mais calor do que a de maior massa.

11- Quando as extremidades de uma barra metálica estão a temperaturas diferentes, o que ocorre?

- A) A extremidade cuja temperatura é maior contém mais calor do que a outra.
- B) O calor escoa da extremidade que contém mais calor para a que contém menos calor.
- C) Há transferência de energia por movimento desordenado de átomos e/ou moléculas.
- D) A extremidade cuja temperatura é menor contém mais calor do que a outra.
- E) O calor é totalmente absorvido pela barra metálica.

12- Ao observar a figura, e sem dispor de qualquer outra informação, pode-se imaginar que o cubo possui, em relação ao meio que o cerca:



- A) temperatura mais elevada.
- B) mais energia.
- C) mais calor.
- D) temperatura mais baixa.
- E) menos energia.

13- Deseja-se passar uma esfera metálica através de um orifício localizado no centro de uma chapa metálica quadrada. O diâmetro da esfera é levemente maior que o diâmetro do furo. Para conseguir esse objetivo, o procedimento CORRETO é:

- A) aquecer igualmente a esfera e a chapa.
- B) resfriar apenas a chapa.
- C) resfriar igualmente a esfera e a chapa.
- D) aquecer a chapa.
- E) aquecer a esfera e resfriar a chapa.

14- Objetos de metal e de plástico são colocados no interior de um "freezer" que se encontra a -20°C . Depois de alguns dias, pode-se afirmar que a temperatura dos objetos de plástico é:

- A) maior do que a dos objetos de metal.
- B) menor do que a dos objetos de metal.
- C) igual à dos objetos de metal.
- D) a temperatura dos objetos de plástico não é afetada pelo "freezer".
- E) a temperatura dos objetos de metal e de plástico permanece a mesma.

15- Um industrial propôs construir termômetros comuns de vidro, para medir temperaturas ambientes entre 1°C e 40°C , substituindo o mercúrio por água destilada. Cristóvão, um físico, se opôs, justificando que as leituras no termômetro não seriam confiáveis, porque:

- A) a perda de calor por radiação é grande.
- B) o coeficiente de dilatação da água é constante no intervalo de 0°C a 100°C .
- C) o coeficiente de dilatação da água entre 0°C e 4°C é negativo.
- D) o calor específico do vidro é maior que o da água.
- E) há necessidade de um tubo capilar de altura aproximadamente 13 vezes maior do que o exigido pelo mercúrio.

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa vigente: O USO DE *WEBFÓLIO* E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO EXPERIMENTAL COM LICENCIANDOS EM FÍSICA

Pesquisador: Davy Mororó Ximenes

Orientador: Gilvandenys Leite Sales

Coorientadora: Willana Nogueira Medeiros Galvão

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Partindo do pressuposto da importância de aproximar os futuros professores das TDIC, tendo em vista que o aluno seja o sujeito principal de promover e obter conhecimento e da escassez de estudos sobre o portfólio no ensino de Física, visa-se neste estudo à aplicação do ensino híbrido e do portfólio, como uma excelente abordagem no ensino de Termologia, por meio da utilização de recursos tecnológicos.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a fazer o preenchimento de atividades e questionários, como também participar de gravações de entrevistas em áudio e/ou vídeo, gravação das aulas ministradas em vídeo e/ou áudio. Estes procedimentos descritos acima ocorrerão em uma prática de aula na disciplina de Termodinâmica (nível de graduação), vinculado ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) campus Fortaleza. Somente o pesquisador e os orientadores terão acesso ao material coletado e a identidade dos participantes será mantida em sigilo absoluto. As atividades deveram ser respondidas ao decorrer de cada tópico trabalhado em sala de aula, sendo disponível aos participantes o tempo estabelecido no cronograma da aplicação via plataforma *Moodle*. Ao fim da pesquisa, os dados serão discutidos pelos pesquisadores envolvidos e, em seguida, o material coletado na forma de um *Webfólio* (*portfólio virtual*), áudio e vídeo serão descartados, ficando de posse dos pesquisadores por um período máximo de 12 meses.

Desconfortos e riscos:

Os sujeitos que serão selecionados a participar da pesquisa são pessoas que estão em formação inicial na docência em física. Focaremos, a **não** participação deste estudo para os sujeitos que sintam algum tipo de incômodo ou constrangimento com registro de fotos, áudios, vídeos e transcrição de material escrito que forem coletados durante a aplicação dessa pesquisa. Dessa forma, de modo a evitar possíveis aborrecimentos, o participante terá a liberdade de sair desse estudo sem nenhum prejuízo, a qualquer momento, durante a coleta de dados da pesquisa, caso ocorra algumas situações em que se sinta desconfortável.

Benefícios:

Ao participar desta pesquisa, o docente em formação na área de Física terá a oportunidade de aprender e compreender o papel das tecnologias na articulação entre conceitos e experimentos no ensino de física, por meio de atividades que irão auxiliá-los na construção do *Webfólio*, como uma possibilidade didática para ser inserida na Educação Básica e Superior. A pesquisa é uma ação formativa que visa contribuir com recursos didáticos no ensino de física que possa beneficiar a formação inicial de professores, e conseqüentemente, melhorar a educação básica brasileira. Dessa maneira, os resultados coletados serão utilizados somente com a finalidade de publicar os dados obtidos em revistas e/ou encontros especializados na área de ensino de física.

Acompanhamento e assistência:

Caso o participante necessite de algum acompanhamento ou assistência poderá solicitar aos pesquisadores responsáveis pela pesquisa. Se assim o desejar, poderá solicitar a interrupção da participação na pesquisa, se ela estiver lhe causando algum desconforto. Ademais, ao final da investigação a pesquisa será encaminhada para os participantes, a fim de que todos verifiquem seus direitos assegurados e que ela inspire esses futuros professores a buscar melhorias para sua profissão.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Qualquer gravação (áudio e/ou vídeo) e/ou relatórios aplicados durante a pesquisa será (ão) mantido(s) em posse do pesquisador responsável por um período de 12 meses. Depois de passado esse tempo todo o material será descartado.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Davy Mororó Ximenes ou Gilvandenys Leite Sales, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-531| Campus Fortaleza. Telefone: (85) 996337572, e-mail: davy.mororo02@aluno.ifce.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 8 h às 12 h e das 13 h às 17 h, no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332, e-mail: cep@ifce.edu.br.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do pesquisador:

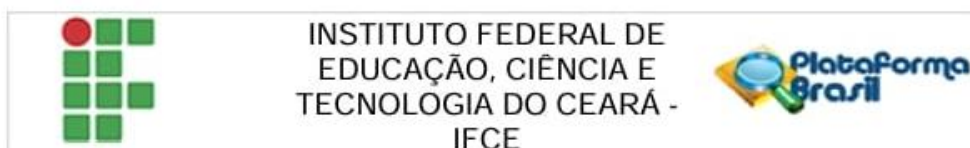
Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

ANEXO D – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O USO DE WEBFÓLIO E DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CONCEITOS DA TERMOLOGIA: UM ESTUDO EXPERIMENTAL COM LICENCIANDOS EM FÍSICA

Pesquisador: DAVY MORORO XIMENES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 68321723.3.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.100.301

Apresentação do Projeto:

RESUMO:

Em uma sociedade imersa na tecnologia digital, há uma exigência de novas estratégias no ensino que abranjam o contexto atual dos estudantes. Diante disso, o Ensino de Física, particularmente, necessita estar em constante atualização, com a utilização de novas ferramentas didáticas e recursos tecnológicos para que possa atender as necessidades dos estudantes e também, se adaptar a Base Nacional Comum Curricular. Por esse motivo, é importante aproximar os futuros professores as Tecnologias Digitais de Informação e de Comunicação, tendo em vista que o aluno seja o sujeito principal de promover e obter conhecimento. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a apreensão de conceitos básicos de Termologia a partir da utilização do Ensino Híbrido e do recurso tecnológico webfólio em alunos do ensino superior. Por se tratar de um estudo acadêmico científico, o qual se concentra em estratégias para aperfeiçoamento do ensino, serão propostas duas metodologias para a realização deste trabalho: a de pesquisa e a de ensino. Quanto à metodologia da pesquisa, esta possui natureza aplicada, com abordagem quantitativa, ou seja, mista, cujos objetivos serão no formato Descritivo seguindo Procedimentos Técnicos de um estudo Experimental com material de baixo custo e aplicativos de dispositivos móveis. Será realizado com alunos do ensino superior do curso de licenciatura em Física no Instituto Federal de

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

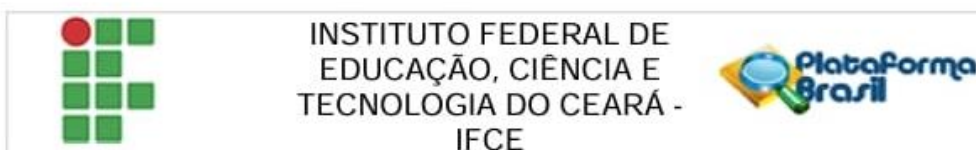
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.100.301

Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE no Campus de Fortaleza. A metodologia do ensino será pautada através do portfólio, o qual será instrumento de ensino, aprendizagem e avaliação da disciplina. Quanto aos resultados esperados deste estudo, tem-se que a utilização de recursos tecnológicos, como Arduino, simuladores e AVA proporcionará uma melhoria no aprendizado dos alunos, um maior envolvimento na execução das atividades, bem como maior familiaridade dos professores com esta abordagem para incentivá-los na sua utilização no ensino de Física.

METODOLOGIA:

1. Aplicação de um contrato didático com a turma

Com o intuito de iniciar a experiência será estabelecido um contrato didático (Apêndice A) com os estudantes, apresentando-os a metodologia de pesquisa e ensino, a forma de relacionamento dos alunos dentro da sala de aula, a forma de relação desses com o professor e pesquisador, a distribuição das responsabilidades, a determinação de prazos, a proibição ou permissão do uso de determinados recursos, dentre outros pontos importantes. De acordo com Pessoa (2004), neste momento o professor mostrará suas expectativas em relação aos alunos e estes em relação ao professor, sendo assim, um processo de negociação.

2. Aplicação do pré-teste

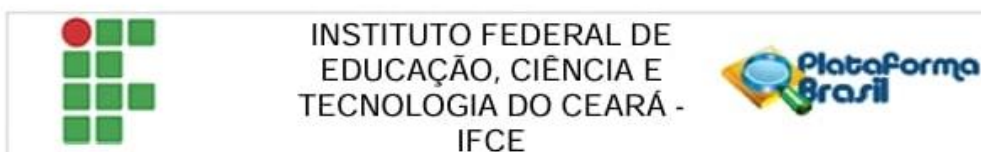
O pré-teste será realizado logo no início da disciplina com questões objetivas de múltipla escolha, baseado no trabalho de Lang da Silveira e Moreira (1996), os quais abordaram concepções relativas sobre Calor, Temperatura e Energia Interna (Anexo D). Os resultados obtidos serão utilizados com a finalidade de comparar os mesmos alunos após a intervenção.

Além disso, o pré-teste contribuirá no mapeamento dos subsunçores de cada aluno, como forma de direcionamento na abordagem dos tópicos da disciplina. Os alunos não terão acesso ao Pré-Teste após sua aplicação e não saberão que farão o mesmo teste após a intervenção, para evitar possíveis vieses, como por exemplo, o de resposta, a qual poderá ser modificada conforme a motivação que o aluno poderá apresentar após ter tido conhecimento do seu resultado/teste.

3. Ensino do conteúdo da disciplina e aplicação do portfólio

Após aplicação do pré-teste, a turma passará por uma intervenção na primeira etapa da disciplina, que consistirá em: Construção de um webfólio em um ambiente virtual de aprendizagem visando o aprofundamento dos conceitos trabalhados em sala de aula; Utilização de simuladores virtuais e

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703	
Bairro: Jardim América	CEP: 60.410-426
UF: CE	Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332	E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.100.301

experimentos com Arduino; Utilização de vídeos e documentários visando a complementação do conteúdo.

4. Aplicação do pós-teste

Após a aplicação da intervenção, os alunos realizarão o pós-teste com as mesmas questões que responderam no primeiro teste. Depois do pós- teste, serão disponibilizados os resultados dos alunos referentes a ambos os testes no AVA, para que no término da intervenção os alunos possam visualizar suas fragilidades conceituais e ganho de novos conceitos ao finalizarem a primeira parte da disciplina.

5. Aplicação do questionário de satisfação e motivação para aprender e da entrevista em formato individual

Será aplicado um questionário (Apêndice B) na turma ao final da pesquisa, visando mensurar de forma quantitativa a satisfação do aluno frente a metodologia e sua motivação para aprender diante da intervenção. Após a aplicação do questionário, será realizada a entrevista de forma individual (Apêndice C), ou seja, apenas o entrevistador e o aluno. A entrevista será gravada e descartada conforme o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo C).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar a apreensão de conceitos básicos de Termologia a partir da utilização do Ensino Híbrido e do recurso tecnológico webfólio em alunos do ensino superior.

Objetivo Secundário:

1. Avaliar o desempenho dos alunos a partir do uso de Metodologias Ativas com o auxílio de aparatos tecnológicos;
2. Observar a participação, satisfação e motivação dos estudantes com a disciplina de Termodinâmica frente ao uso de ferramentas tecnológicas e do Ensino Híbrido;
3. Identificar as dificuldades/desafios apresentados pelos alunos para a realização da proposta e compreensão do conteúdo de Termologia

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

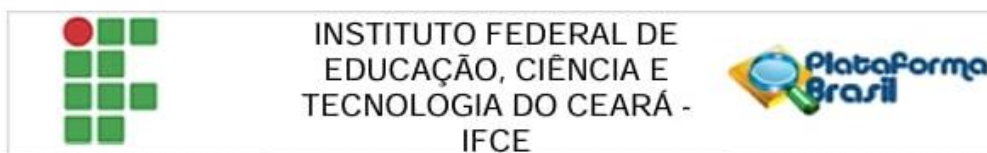
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.100.301

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

BENEFÍCIOS:

Ao participar desta pesquisa, o docente em formação na área de física terá a oportunidade de aprender e compreender o papel das tecnologias na articulação entre conceitos e experimentos no ensino de física, por meio de atividades que irão auxiliá-los na construção do Webfólio, como uma possibilidade didática para ser inserida na Educação Básica e Superior. A pesquisa é uma ação formativa que visa contribuir com recursos didáticos no ensino de física que possa beneficiar a formação inicial de professores, e consequentemente, melhorar a educação básica brasileira. Dessa maneira, os resultados coletados serão utilizados somente com a finalidade de publicar os dados obtidos em revistas e/ou encontros especializados na área de ensino de física.

RISCOS:

Os sujeitos que serão selecionados a participar da pesquisa são pessoas que estão em formação inicial na docência em física. Focaremos, a não participação deste estudo para os sujeitos que sintam algum tipo de incômodo ou constrangimento com registro de fotos, áudios, vídeos e transcrição de material escrito que forem coletados durante a aplicação dessa pesquisa. Dessa forma, de modo a evitar possíveis aborrecimentos, o participante terá a liberdade de sair desse estudo sem nenhum prejuízo, a qualquer momento, durante a coleta de dados da pesquisa, caso ocorra algumas situações em que se sinta desconfortável.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de pós-graduação do curso de pós-graduação em ensino de ciências e matemática, do campus de Fortaleza, do Instituto Federal do Ceará.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Constam os termos obrigatórios: Folha de rosto; Informações básicas do projeto; Orçamento; Cronograma; Declaração de compromisso de apresentação dos resultados; Declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa; Termo de consentimento livre e esclarecido; Termo de autorização e de existência de infraestrutura; Roteiro de entrevista. Constam, ainda, os documentos: Questionários de pré e pós testes, questionário de satisfação e contrato didático.

Recomendações:

Sugere-se uma breve revisão gramatical no texto.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

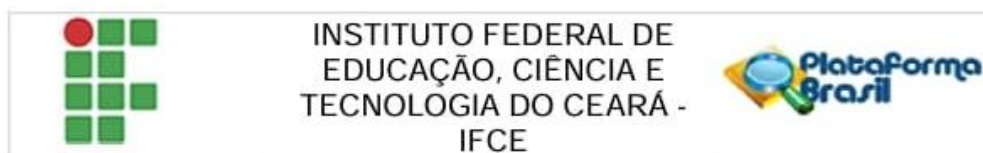
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.100.301

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2059039.pdf	12/05/2023 15:52:11		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	12/05/2023 15:51:51	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Outros	apresentacao.pdf	27/03/2023 14:49:08	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Outros	beneficios.pdf	27/03/2023 14:47:18	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Cronograma	cronograma_de_.pdf	27/03/2023 14:45:36	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Orçamento	orsamento.pdf	27/03/2023 14:45:13	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoMestrado_Davy_BANCA.pdf	17/03/2023 16:05:23	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_4668862_Termo_de_Infraestrutura.pdf	17/03/2023 16:01:43	DAVY MORORO XIMENES	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	17/03/2023 15:56:34	DAVY MORORO XIMENES	Aceito

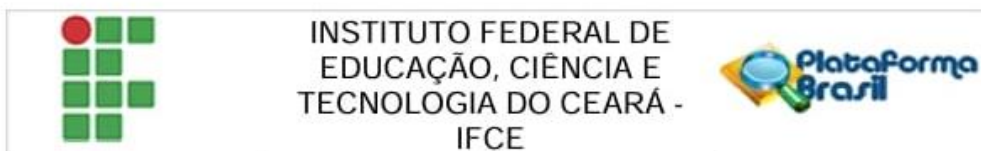
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.100.301

FORTALEZA, 05 de Junho de 2023

Assinado por:
Deborah Susane Sampaio Sousa Lima
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br

ANEXO E – EMENTAS DAS DISCIPLINAS FUNDAMENTOS DE ELETRÔNICA I E FUNDAMENTOS DE ELETRÔNICA II

**DEPARTAMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO: LICENCIATURA EM FÍSICA
PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD**

DISCIPLINA: Fundamentos de Eletrônica I		
Código:		
Carga Horária Total: 80	CH Teórica: 40	CH Prática: 40
CH - Prática como Componente Curricular do ensino: -		
Número de Créditos: 4		
Pré-requisito: Nenhum		
Co-requisito: Nenhum		
Semestre: Optativa		
Nível: Superior		
EMENTA		
Esta disciplina deve capacitar o aluno a identificar componentes (por sua morfologia, características e especificações), analisar, projetar e reparar circuitos eletrônicos básicos.		
OBJETIVOS		
Entender os conceitos básicos de eletrônica e aplicá-los a circuitos simples.		
PROGRAMA		

Eletrônica:

- Conceitos básicos de eletrônica
- Sinais Digitais e analógicos
- Teoria dos resistores
- Teoria dos capacitores
- Teoria dos indutores, bobinas e relés
- Teoria dos Semicondutores
- Teoria dos Diodos
- Aplicações com diodos semicondutores.
- Transistor Bipolar
- Reguladores de Tensão e Corrente
- Amplificadores Operacionais

METODOLOGIA DE ENSINO

As estratégias didáticas utilizadas para o alcance do objetivo elencado serão: aula expositiva dialogada; estudo de equações; estudo dirigido; estudos de casos práticos

como a elaboração de materiais experimentais adaptados ao ensino inclusivo e também o uso da metodologia do ensino de libras; solução e resolução de problemas; estudo do meio; trabalhos individuais e em grupo.

Além disso, poderá ser disposta como metodologia de ensino a utilização (integral ou parcial) de Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA nesta disciplina, a exemplo da Plataforma de Educação a Distância do IFCE com o uso do Moodle utilizando recurso de chats, fórum, questionário e textos didáticos

RECURSOS

Pinceis para quadro branco, livro didático, projetor de slides, simuladores experimentais.

AVALIAÇÃO

A avaliação ocorrerá de forma contínua e processual através de trabalho individual ou em grupo, a partir de:

1. Participação nas discussões em sala de aula;
2. Resolução de exercícios;
3. Seminários;
4. Relatórios;
5. Participação nas discussões em sala de aula;
6. Prova escrita;
7. Construção do projeto final de curso.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. MALVINO, Albert Paul. Eletrônica: volume I. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
2. MALVINO, Albert Paul; BATES, David J. Eletrônica (tradução da 8ª edição) - v.2.
8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. v.2.
3. TUCCI, Wilson J. Circuitos experimentais em eletricidade e eletrônica. São Paulo: Nobel, 1987.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1984.
2. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletrônica: dispositivos e circuitos**
v.1. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. v. 1.
3. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletrônica: dispositivos e circuitos**
v.2. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. v. 2
4. ANDRADE, Fabíola Fernandes; AQUINO, Francisco José Alves de. **Diodos e transistores bipolares: teoria e práticas de laboratório**. Recife: Imprima, 2012. 152 p. (Novos Autores da Educação Profissional e Tecnológica). Série publicada pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação.
5. O'MALLEY, John. Análise de circuitos. São Paulo: Makron Books, 1983. 679 p.(Schaum).

Coordenador do Curso _____

Setor Pedagógico _____

DEPARTAMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO: LICENCIATURA EM FÍSICA
PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

DISCIPLINA: Fundamentos de Eletrônica II		
Código:		
Carga Horária Total: 80	CH Teórica: 40	CH Prática: 40
CH - Prática como Componente Curricular do ensino: -		
Número de Créditos: 4		
Pré-requisito: Nenhum		
Co-requisito: Nenhum		
Semestre: Optativa		
Nível: Superior		
EMENTA		
Esta disciplina deve capacitar o aluno a compreender numeração binária, os teoremas da lógica booleana, as técnicas para análise e projeto de sistemas digitais. Compreender os conceitos básicos Microcontroladores e suas arquiteturas. Elaborar projeto simples em Arduino. Montar circuitos simples em placa. Elaborar prototipagem para instrumentação e robótica educacional no ensino de Física.		
OBJETIVOS		
Entender os conceitos básicos de eletrônica e programação associadas ao uso da robótica educacional.		
PROGRAMA		

Programação:

- Introdução à Lógica de Programação
- Manipulação de variáveis
- Operadores lógicos e aritméticos
- Estruturas de decisão
- Laços de repetição
- Funções

Eletrônica digital:

- Os Sistemas de Numeração
- Códigos Binários
- Tipos de códigos e princípios de formação: Álgebra Booleana e Circuitos Lógicos
- Circuitos sequenciais: Flip-Flop; Registrador de Deslocamento; Contadores Síncronos e Assíncronos
- Conceitos de Microprocessadores x Microcontroladores e suas Arquiteturas
- Estudo das Portas

Arduino:

- Placa arduino
- Módulos (sensores)
- Protoboard e jumpers

• Entradas e Saídas Digitais e analógicas • Comunicação Serial • Modulação por Largura de Pulso(PWM) • Temporizadores • IDE Arduino • Elaboraões de Projetos utilizando o arduino para robótica educacional e instrumentação em laboratório de ensino de Física
METODOLOGIA DE ENSINO
As estratégias didáticas utilizadas para o alcance do objetivo elencado serão: aula expositiva dialogada; estudo de equações; estudo dirigido; estudos de casos práticos como a elaboração de materiais adaptados ao ensino inclusivo e também o uso da metodologia do ensino de libras; solução e resolução de problemas; estudo do meio; trabalhos individuais e em grupo, e projetos aplicados. Além disso, poderá ser disposta como metodologia de ensino a utilização (integral ou parcial) de Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA, nesta disciplina, a exemplo da Plataforma de Educação a Distância do IFCE com o uso do Moodle utilizando recurso de chats, fórum, questionário e textos didáticos.
RECURSOS
Pinceis para quadro branco, livro didático, projetor de slides, simuladores experimentais.
AVALIAÇÃO
A avaliação ocorrerá de forma contínua e processual através de trabalho individual ou em grupo, a partir de: 1. Participação nas discussões em sala de aula; 2. Resolução de exercícios; 3. Seminários; 4. Relatórios; 5. Participação nas discussões em sala de aula; 6. Prova escrita; 7. Construção do projeto final de curso.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA
1. BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. São Paulo: Novatec, 2012. 151 p. ISBN 9788575222904. 2. MCROBERTS, Michael. Arduino básico. São Paulo: Novatec, 2011. 3. SZAJNBERG, Mordka. Eletrônica digital: teoria, componentes e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 3.ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1984. 2. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. Eletrônica: dispositivos e circuitos v.1. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. v. 1.	
3. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. Eletrônica: dispositivos e circuitos v.2. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. v. 2 4. ANDRADE, Fabíola Fernandes; AQUINO, Francisco José Alves de. Diodos e transistores bipolares: teoria e práticas de laboratório. Recife: Imprima, 2012. 152 p. (Novos Autores da Educação Profissional e Tecnológica). Série publicada pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação. 5. O'MALLEY, John. Análise de circuitos. São Paulo: Makron Books, 1983. 679 p.(Schaum).	
Coordenador do Curso _____	Setor Pedagógico _____