



PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA TÉRMICA NO
SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO MODULAR DE ENSINO VISANDO FACILITAR
A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Benildo Antonio Barbosa da Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Dr. Carlos José Freire Machado

Coorientador:
Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Santarém – PA
Outubro – 2018

PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA TÉRMICA NO
SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO MODULAR DE ENSINO VISANDO FACILITAR
A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Benildo Antonio Barbosa da Cruz

Orientador:

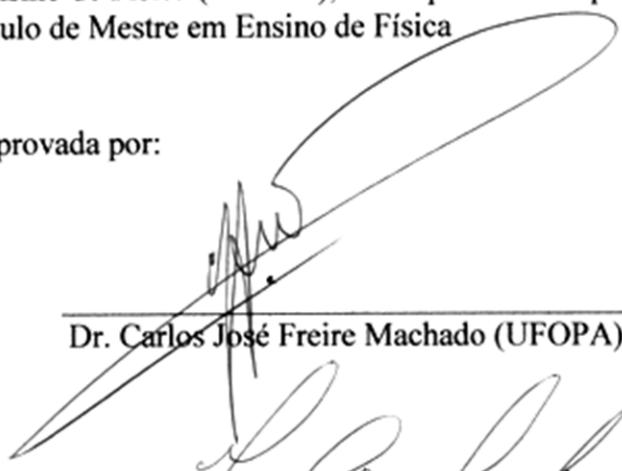
Dr. Carlos José Freire Machado

Coorientador:

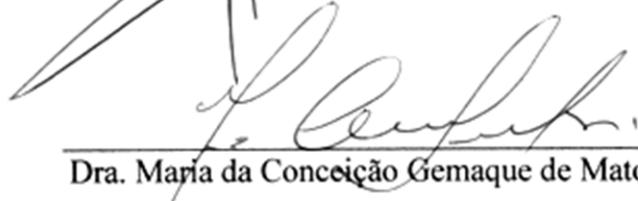
Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação
Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de
Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física

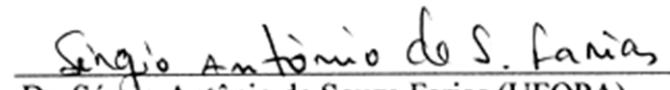
Aprovada por:



Dr. Carlos José Freire Machado (UFOPA)



Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos (UEPA)



Dr. Sérgio Antônio de Souza Farias (UFOPA)

Santarém – PA
Outubro – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema Integrado Bibliotecas – SIBI/UFOPA

-
- C957p Cruz, Benildo Antonio Barbosa da
Proposta de ensino por investigação em física térmica no sistema de organização modular de ensino visando facilitar a aprendizagem significativa / Benildo Antonio Barbosa da Cruz. – Santarém : UFOPA, 2018.
102 f.: il.
Inclui bibliografias.
- Orientador: Carlos José Freire Machado; coorientador: Glauco Cohen Ferreira Pantoja.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.
1. Física – Estudo e ensino. 2. Física térmica. I. Machado, Carlos José Freire, *orient.* II. Pantoja, Glauco Cohen Ferreira, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 530.7

Bibliotecário - Documentalista: Rogério Aoyama – CRB-2/1506

Dedico esta dissertação
aos meus pais Antonio Barbosa e Rosineide Celestino, já falecidos.
à minha esposa Barbara Cruz e minha filha Beatriz Cruz.

Agradecimentos

Agradeço a Deus que nos possibilitou a conclusão deste trabalho através de suas bênçãos.

Agradeço aos professores Dr. Carlos José Freire Machado e ao Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja pela paciência, atenção e orientação que foram fundamentais nesse trabalho.

Agradeço a minha esposa Bárbara Hellen Rêgo Silva da Cruz por todo incentivo, apoio e compreensão que recebi no durante de todas as atividades.

Agradeço a minha filha Beatriz Hellen Rêgo Silva da Cruz que é a razão do meu viver.

Agradeço a Diana Batista e a Daiana pelos apoios dispensados a mim.

Agradeço aos colegas da Turma MNPEF 2016 da UFOPA, pelos momentos de companheirismo.

Agradeço aos colegas de trabalho e em especial à coordenação do SOME local, pelo apoio.

Agradeço a Capes pelo apoio financeiro através da concessão de bolsa.

Agradeço a todos os professores do programa de pós-graduação da UFOPA que dedicaram seu tempo e talentos para a minha formação acadêmica.

RESUMO

PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA TÉRMICA NO SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO MODULAR DE ENSINO VISANDO FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Benildo Antonio Barbosa da Cruz

Orientador: Dr. Carlos José Freire Machado

Coorientador: Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação de mestrado foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 – e tem como objetivos investigar as contribuições da aplicação de experimentos para facilitar a aprendizagem de Física Térmica no Ensino médio e apresentar como proposta de produto educacional um Guia Didático composto por quatro atividades experimentais de termodinâmica – Uso do termômetro, Experiência de Locke, Termoscópio e Dilatômetro. Essas atividades têm por finalidade servir como materiais potencialmente significativos de auxílio didático aos professores em suas aulas de Física e foram elaborados e aplicados com base em uma metodologia de Ensino por Investigação buscando facilitar a Aprendizagem Significativa, de acordo com a teoria de Ausubel. Nosso trabalho pretende responder a seguinte questão: *A utilização dessas atividades experimentais em Física Térmica pode contribuir para a aprendizagem significativa dos alunos do SOME?* Para isso, aplicamos o produto educacional em duas turmas de segunda série do Ensino Médio em comunidades rurais do Município de Santarém, ambas assistidas pelo Sistema de Organização Modular de Ensino – SOME. A primeira aplicação ocorreu na comunidade Costa do Tapará, que fica na região da várzea do rio Amazonas, com acesso principal por via fluvial. A segunda aplicação foi na comunidade Santarém Miri, que também fica na várzea do rio

Amazonas, porém com acesso principal por via terrestre. Nas duas comunidades buscamos identificar indícios de aprendizagens significativas através dos relatos escritos dos alunos, da aplicação de questionários com questões abertas, de questionários com questões fechadas usando uma escala Likert e de socializações, que foram realizadas ao final de cada atividade experimental. As análises dos resultados sugerem que o produto educacional foi bem aceito pelos alunos contribuindo para aumentar seu interesse pelo conteúdo e facilitar a aprendizagem dos conceitos de termodinâmica de forma significativa.

Palavras chave: Ensino de Física, Ensino por Investigação, Aprendizagem Significativa, Física Térmica.

Santarém – PA
Outubro – 2018

ABSTRACT

PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA TÉRMICA NO SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO MODULAR DE ENSINO VISANDO FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Benildo Antonio Barbosa da Cruz

Advisor: Dr. Carlos José Freire Machado

Co-advisor: Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Master's Dissertation submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This Master's dissertation was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001 – and aims to investigate the contributions of the application of experiments to facilitate the learning of Thermal Physics in High School and present as a proposal of educational product a Didactic Guide composed of four experimental activities of thermodynamics – Use of the thermometer, the Locke's Experience, Thermoscope and Dilatometer. These activities are intended to serve as potentially meaningful materials to assist teachers in their physics classes and have been elaborated and applied based on a methodology of Teaching by Research to facilitate Meaningful Learning, according Ausubel's theory. Our work intends to answer the following question: Can the use of these experimental activities in Thermal Physics contribute to the meaningful learning of SOME students? For this, we apply the educational product in two second grade High School classes in rural communities, both assisted by the Sistema de Organização Modular de Ensino – SOME. The first application took place in the community of Costa do Tapará, which is in the region of the floodplain of the river Amazon, with main access by fluvial route. The second application was in the Santarém Miri community, which is also in the floodplain of the river Amazon, but with main access by land. In both communities, we sought to identify meaningful learning patterns through written reports of students, questionnaires with open questions, questionnaires with closed questions using a Likert

scale and socializations, which were performed at the end of each experimental activity. The analysis of the results suggests that the educational product was well accepted by the students contributing to increase their interest in the content and to facilitate the learning of the concepts of thermodynamics in a meaningful way.

Keywords: Physics Teaching, Research Teaching, Meaningful Learning, Thermal Physics.

Santarém – PA
Outubro – 2018

Sumário

Capítulo 1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Revisão Bibliográfica	3
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Contexto de aplicação do produto	5
1.4. Dificuldades e obstáculos	8
1.4.1. Dificuldades relacionadas ao transporte escolar e à infraestrutura das escolas de funcionamento do SOME	8
1.4.2. Dificuldades na aplicação de atividades experimentais no SOME	11
1.4.2.1. <i>Dificuldade na permanência dos docentes</i>	11
1.4.2.2. <i>Dificuldade de locomoção dos docentes</i>	11
Capítulo 2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Aprendizagem Significativa	13
2.2. O Ensino por Investigação.....	15
2.2.1. <i>Sequência de Ensino por Investigação</i>	17
2.2.2. <i>Atividades-chaves de uma Sequência de Ensino por Investigação</i>	17
2.3. A importância da utilização de experimentos nas aulas de Física.....	20
2.4 Aspectos compatíveis entre Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação	22
Capítulo 3. METODOLOGIA.....	24
3.1. Produto Educacional.....	24
3.3.1. Primeiro Módulo: Comunidade de Costa do Tapará.....	25
3.3.2. Segundo Módulo: Comunidade de Santarém Miri	38
Capítulo 4. ANÁLISE E DISCUSSÕES.....	42
4.1 Critérios de Análise dos Resultados	42
4.2 Apresentação e Análise dos Resultados.....	45
4.2.1 <i>Atividade envolvendo termômetros</i>	45
4.2.2 <i>Experiência com o termoscópio</i>	48
4.2.3 <i>Experiência de Locke</i>	50
4.2.4 <i>Atividade experimental utilizando o dilatômetro</i>	52
4.3 . Análise das respostas das questões discursivas	54
4.4 . Análise do questionário Likert.....	63
4.5 . Análise da avaliação da aplicação do produto	71
Capítulo 5. CONCLUSÃO.....	76
Capítulo 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE A	82
Questionário de questões abertas.....	82
Questionário de questões fechadas (escala Likert).....	83
Avaliação das Atividades Experimentais	84
ANEXO A: Lei do SOME.....	1

Índice de Figura

Figura 1.1. Vista do Rio Amazonas em frente à Comunidade Costa do Tapará.	5
Figura 1.2. Distância em linha reta de Santarém à Comunidade Costa do Tapará.	6
Figura 1.3. Carta de Apresentação Módulo 2018.	6
Figura 1.4. Distância em linha reta de Santarém à Comunidade Santarém Miri..	6
Figura 1.5. Transporte escolar utilizado em Costa do Tapará.	9
Figura 1.6. Sala de aula improvisada em um barracão de igreja.	10
Figura 1.7. Sala de aula improvisada sob a sombra de árvores.	10
Figura 3.1. Fogareiro de combustão a álcool.	24
Figura 3.2. Termômetros analógicos.	25
Figura 3.3. Termômetro clínico digital.	26
Figura 3.4. Termômetro culinário digital.	27
Figura 3.10. Alunos escrevendo os relatos da experiência de Locke.	32
Figura 3.11. Panela contendo água em ebulição.	34
Figura 3.12. Uso de garrafas PETs na Experiência de Locke.	35
Figura 3.13. Esquema de montagem do dilatômetro.	36
Figura 3.14. Dilatômetro aplicado no SOME.	37
Figura 3.15. Alunos manipulando um termômetro.	39
Figura 4.1. Termômetro analógico químico.	46
Figura 4.2. Balança de mola ou dinamômetro.	47
Figura 4.3. Evolução das respostas nas categorias da questão 2.	57
Figura 4.4. Evolução das respostas nas categorias da primeira parte da questão 3.	59
Figura 4.5. Evolução das respostas nas categorias da segunda parte da questão 3.	60

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1. Respostas dos alunos para a pergunta 4.	61
Gráfico 4.2. Respostas dos alunos para a pergunta 5.	63
Gráfico 4.3. Respostas dos alunos para a questão 1.	64
Gráfico 4.4. Respostas dos alunos para a questão 2.	65
Gráfico 4.5. Respostas dos alunos para a questão 3.	65
Gráfico 4.6. Respostas dos alunos de Costa do Tapar para a questão 4.	66
Gráfico 4.7. Respostas dos alunos de Santarém Miri para a questão 4.	66
Gráfico 4.8. Respostas dos alunos para a questão 5.	67
Gráfico 4.9. Respostas dos alunos para a questão 6.	67
Gráfico 4.10. Respostas dos alunos para a questão 7.	68
Gráfico 4.11. Respostas dos alunos para a questão 8.	69
Gráfico 4.12. Respostas dos alunos para a questão 9.	69
Gráfico 4.13. Respostas dos alunos para a questão 10.	70
Gráfico 4.14. Respostas dos alunos para a questão 11.	71
Gráfico 4.15. Questionário de opinião pergunta 1.	72
Gráfico 4.16. Questionário de opinião pergunta 2.	72
Gráfico 4.17. Questionário de opinião pergunta 3.	73
Gráfico 4.18. Questionário de opinião pergunta 4.	74
Gráfico 4.19. Questionário de opinião pergunta 5.	74
Gráfico 4.20. Questionário de opinião pergunta 6.	75

Índice de Tabela

Tabela 1.1. Circuitos de comunidades do município de Santarém.....	7
Tabela 4.1. Categorização das respostas sobre o funcionamento do termômetro.....	48
Tabela 4.2. Unidades de registro da categoria "Calor".....	49
Tabela 4.3. Unidades de registro da categoria "Pressão".....	50
Tabela 4.4. Categorização dos relatos após atividade experimental do dilatômetro.....	53
Tabela 4.5. Unidades de registro da categorização das repostas à questão 1.....	56
Tabela 4.6. Índices de categorias propostas das repostas à questão 4.....	60
Tabela 4.7. Índices de categorias propostas das repostas à questão 5.....	62

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

É comum observarmos nas escolas rurais, especialmente no Sistema de Organização Modular de Ensino (SOME¹), a disciplina Física ministrada de forma estritamente teórica, utilizando-se aulas expositivas com ênfase a conhecimentos teóricos, com auxílio do livro didático, que raramente está à disposição nesse sistema de ensino, e nos quais geralmente encontramos situações e exemplos descontextualizados da realidade dos discentes do campo, o que contribui para não despertar o interesse dos discentes pelos conhecimentos científicos ensinados neste âmbito escolar.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) ratificam que:

“O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos.” (BRASIL, 1999, p.22).

Embora essa metodologia tradicional seja uma realidade do SOME, não é exclusiva dele, segundo Rodrigues e Teixeira, “o problema com o Ensino de Ciências no Brasil é bastante antigo. Desde a época do Brasil colônia, no início do processo de instituição da escola neste país, o ensino das ciências tem sido deixado em um segundo plano.” (RODRIGUES e TEIXEIRA 2009, p.52).

Por outro lado, observa-se um avanço exitoso quando a experimentação adentra a sala de aula. Assim Giordan (1999, p.43) afirma que “É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização.”.

Para Alves Filho é muito importante:

“Particularmente no ensino médio, a presença da atividade experimental como mediadora em um fenômeno didático que trata com o conflito entre as ideias prévias e concepções científicas, são de extrema importância. O ensino tradicional que não considera as ideias prévias, fundamentado na transmissão oral dogmática, além de não cumprir sua finalidade, deixa “sequelas” intelectuais difíceis de serem removidas. E mais importante ainda, a grande maioria desses estudantes nunca mais estudará Física, o que de certa forma, pode perpetuar as ideias prévias como estruturas mentais para construir

¹ O Sistema de Organização Modular de Ensino, SOME, será esclarecido na secção 1.3.

explicações relativas aos eventos do mundo.” [grifo do Autor](ALVES FILHO, 2000, p. 280).

No contexto escolar específico do SOME, se faz necessário aproximar o quê os estudantes percebem em seu dia a dia com o quê é estudado em sala de aula, promovendo e apresentando situações que devem ser relevantes ao aprendizado dos educandos, para que a construção de conceitos científicos seja feita de uma forma mais efetiva e os motivem a procurar estabelecer uma relação de proximidade com seus conhecimentos empíricos. Desta forma, na hora de ensiná-la, surge a necessidade da utilização de métodos e ferramentas que possam permitir aos alunos uma aprendizagem eficaz e duradoura, tal como o uso de atividades experimentais.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio observam que:

“É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara.” (BRASIL, 1999, p. 23)

E com essa motivação (uso de atividades de experimentação no contexto rural) desenvolvemos este trabalho buscando no material de apoio didático ao professor descrever as atividades realizadas, seus objetivos e os materiais necessários para realização de experimentos, incluindo dicas para os procedimentos de fabricação e montagem dos aparelhos ou aparatos utilizados, tais como sugestões de como adquiri-los, além de propostas de questionários e avaliações que podem ser realizados no âmbito da educação do campo.

A dissertação ficará à disposição de todas as pessoas que tiverem interesse nesta matéria, como forma a orientar o desenvolvimento de atividades docentes voltadas para o ensino dos conceitos de Física Térmica, sobretudo na realização de experimentação em sala de aula no contexto rural, i.e., em condições com infraestrutura bastante precária, e contribuir a um processo de aprendizagem significativa, de forma a promover o pleno desenvolvimento intelectual dos alunos, como rege a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB): “A educação, dever da família e do Estado,

inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (Brasil, 1996 art. 2º).

1.1. Revisão Bibliográfica

Atualmente, quase não se vê o uso de experimentos em escolas rurais, como é o caso do SOME. As justificativas para a não utilização dessas atividades são diversas, que vão desde a escassez de recursos didáticos e financeiros a pouca carga horária destinada às aulas de Física. No entanto, entre os professores da disciplina é quase unânime afirmar que práticas experimentais tornam as aulas mais dinâmicas e atrativas, destacando-se também no aspecto lúdico que, por vezes, além de encantar, provocam o interesse dos discentes, mesmo que repentino, pelo conhecimento científico. (ARAÚJO e ABIB 2003)

Em nossa pesquisa bibliográfica encontramos uma vasta literatura que aborda o uso de experimentação em aulas de Ciências, especialmente a Física do Ensino Médio, denotando que o uso de práticas experimentais em sala de aula como estratégias de ensino para a busca de uma aprendizagem significativa é bastante pesquisado.

Dentre os trabalhos que tratam a experimentação nas aulas de Física como ferramenta de auxílio didático, destacamos três:

1) A dissertação de Mestrado de Edilson da Silva Torma (2015) que implementa uma *Sequência de Ensino por Investigação (SEI)* em circuitos elétricos para o Ensino Médio em cinco turmas do terceiro ano do Ensino Médio Regular de uma escola estadual do Rio Grande do Sul. O produto foi aplicado intercalando atividades experimentais demonstrativas de investigação com aulas expositivas em treze aulas de duas horas-aula (aulas conjugadas) totalizando vinte e seis horas-aula. Esse trabalho, segundo o autor, foi estruturado desde 2010, tendo diversas adaptações até sua efetiva implementação em 2015.

2) A dissertação de mestrado defendida por Silvana Fernandes (2016) que apresenta uma sequência didática baseada na teórica sócio-interacionista de Lev Vygotsky (1896-1934), tendo como a ação metodológica desenvolvida em *Três Momentos Pedagógicos*, proposta por Demetrio Delizoicov e José André Angotti (1992). O produto dessa pesquisa foi implementado em uma turma de trinta e três alunos da terceira série do Curso Técnico em Eletromecânica Integrado ao Ensino Médio de uma escola da rede Federal – Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Essa

sequência didática é composta por várias atividades experimentais de baixo custo, entre elas a experiência atribuída a John Locke (1632-1704)². Essa atividade experimental, que é denominada pela autora de “Água, água, água...”. Em sua dissertação a autora propõe como fonte de calor a utilização de um aquecedor à energia solar denominado Coletor Solar Didático e para o depósito das águas na experiência foram reutilizadas caixinhas vazias de leite líquido (tetra pak) com capacidade de um litro. A autora propõe também a imersão de sensores térmicos conectados a uma placa Arduino³ para medir a temperatura das águas nos recipientes, porém na atividade em questão, utilizou um termômetro analógico.

3) A Dissertação de mestrado defendida por José Marcos de Sá (2016) que contribui com o ensino de Física Térmica destacando a experimentação como ferramenta pedagógica. A aplicação de seu produto tem como base a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963). O autor faz referência ao *termoscópio de Galileu* como ponto de partida para a evolução tecnológica na construção de termômetros. Nesse trabalho utilizou-se um *dilatômetro* montado a partir de materiais de baixo custo para ensinar vários conceitos, como temperatura, calor, escalas termométricas, processos de propagação de calor, capacidade térmica, calor específico e dilatação térmica linear. Para a dilatação, nesse experimento, foi utilizada uma barra cilíndrica de metal, fixada pelas extremidades, em dois suportes de madeira e para seu aquecimento, utilizou-se a combustão de álcool em uma caneleta de metal em formato de “U”.

Analisando os trabalhos acima, é possível destacar a importância da utilização de atividades experimentais como uma tendência no ensino de Física, com foco centrado na discussão do papel das atividades práticas para promover uma aprendizagem mais consistente usando *laboratórios didáticos alternativos*, ou seja, utilizando materiais de baixo custo ou de fácil aquisição, bem como de suas relações com o processo de ensino-aprendizagem da disciplina. Contudo, nesta pesquisa bibliográfica não encontramos trabalhos que utilizaram atividades experimentais no contexto rural.

2. Detalhes sobre esta experiência na Metodologia.

3. A plataforma de desenvolvimento Arduino foi criada na Itália com o objetivo de servir em projetos de automação, consiste de um microcontrolador e demais periféricos de alimentação e comunicação, além de portas que podem ser ligadas a sensores e circuitos externos.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem o objetivo geral de investigar o processo de ensino-aprendizagem de Física Térmica no contexto rural, especialmente em turmas de Ensino Médio em que o SOME atua e objetivo específico de apresentar como Produto Educacional uma proposta de Guia Didático baseado na metodologia do Ensino por Investigação (EI) e na teoria Aprendizagem Significativa (AS).

1.3. Contexto de aplicação do produto

Aplicamos o produto educacional em duas turmas de segunda série do Ensino Médio em comunidades localizadas na zona rural, em uma região de várzea do município de Santarém, ofertadas pelo Sistema de Organização Modular de Ensino (SOME), criado pelo governo do Estado do Pará no início da década de 1980 e sancionado pela lei nº 7806/14 PA (Anexo A), atualmente, com abrangência em 58 (cinquenta e oito) comunidades rurais no polo de Santarém, gerenciado pela 5ª Unidade Regional de Educação (5ª URE), vinculada à Secretaria de Estado de Educação do Estado do Pará (SEDUC-PA), que engloba a região metropolitana de Santarém (municípios de Santarém, Belterra e Mojui dos Campos) e o município de Aveiro.

As escolas em que implementamos o produto educacional foram as localizadas nas comunidades rurais Costa do Tapará e Santarém Miri.

Em Costa do Tapará, aplicamos o produto no I (primeiro) Módulo de 2018. Esta comunidade está localizada na região da várzea santarena, à margem esquerda do rio Saracura, afluente esquerdo do rio Amazonas (Figura 1.1), distante cerca de 23 km (vinte e três quilômetros) em linha reta do município de Santarém (Figura 1.2), ou, como costuma-se *medir distâncias* na Amazônia – 3 (três) horas de barco.



Figura 1.1. Vista do Rio Amazonas em frente à Comunidade Costa do Tapará.
Fonte: Os autores.



Figura 1.2. Distância em linha reta de Santarém à Comunidade Costa do Tapará.
Fonte: Adaptado Google Maps.

Em Santarém Miri, conforme Carta de Apresentação (Figura 1.3), aplicamos o produto no II Módulo de 2018. Esta comunidade está localizada à margem direita do rio Ituqui, afluente direito do rio Amazonas que, embora seja considerada também uma comunidade de várzea, seu principal acesso se faz por via terrestre, pela rodovia pavimentada PA 370 (rodovia Santarém – Curuá-Una), em cerca de 60 km (sessenta quilômetros), e mais outro trajeto de cinquenta quilômetros por uma rodovia vicinal, embora em linha reta diste apenas cerca de 54 km (cinquenta e quatro quilômetros) de Santarém (Figura 1.4), totalizando aproximadamente quatro horas de viagem de ônibus.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
5ª UNIDADE REGIONAL DE EDUCAÇÃO

Da: Coordenação do SOME - 5ª URE
Ao: Diretor (a) da Escola Mun. E. F.
Comunidade: SANTARÉM-MIRI

Início: 21 de maio de 2018.
Término: 29 de agosto de 2018.
II MÓDULO 2018

Assunto: Apresentação Faz
Apresentamos a Vossa Senhoria o (a) Prof. (a) **BENILDO ANTONIO BARBOSA DA CRUZ**, lotado (a) no SOME (Polo Santarém), para ministrar as disciplinas abaixo:

Disciplina	Série	C. H. Regência	C. H. Projeto	C.H. Total-Semanal	Entrega de Diários e Projetos
MATEMÁTICA	1ª(M1NG02)	12		12	
FÍSICA	2ª(M2NG04), 3ª(M3NG04)	08		16	
PROJETO			12	12	
C/H Semanal				40	

Contamos com seu apoio para que o (a) mesmo (a) possa desenvolver suas atividades profissionais, nesta escola.
OBS: Não será permitido acrescentar ou retirar carga horária do ano letivo de 2018.
Atenciosamente,
Professor/Data: _____ Supervisão Pedagógica – SOME/Santarém

Figura 1.3. Carta de Apresentação Módulo 2018. Fonte: Os autores.

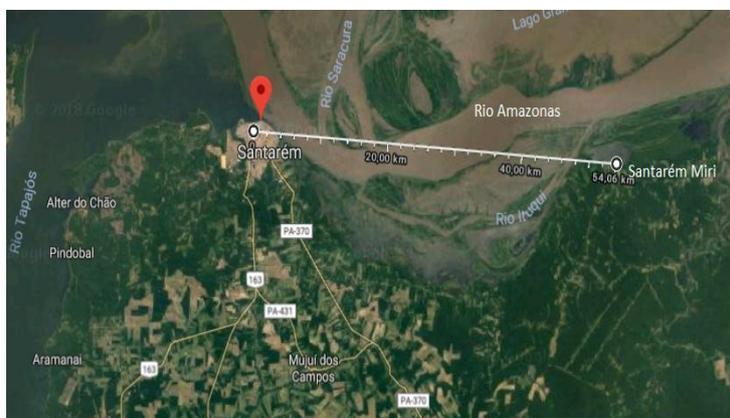


Figura 1.4. Distância em linha reta de Santarém à Comunidade Santarém Miri.
Fonte: Adaptado Google Maps.

A escolha dessas comunidades foi realizada por meio de sorteio, que é feito, de forma ordinária, no início de cada ano letivo, pela coordenação do SOME local, no qual se estabelece a sequência anual (circuito) de quatro comunidades em que os docentes são lotados. (lei nº 7806/14 PA). O município de Santarém, atualmente, é composto de onze circuitos (tabela 1.1) sendo que a maioria das comunidades localiza-se na região de várzea.

Tabela 1.1. Circuitos de comunidades do município de Santarém.

CIRCUITOS SOME 2018 – SANTARÉM				
I	COSTA DO TAPARÁ	GUARANÁ	PIRAQUARA	SÃO JORGE
II	TAPARÁ GRANDE	SANTANA DO ITUQUI	BOIM	VILA SOCORRO
III	ILHA DE SÃO MIGUEL	URUCUREÁ	PARAUÁ	SÃO MIGUEL
IV	ARITAPERÁ	GUAJARÁ	SÃO FRANCISCO	VILA GORETE
V	SÃO CIRÍACO	POÇO BRANCO	SURUCUÁ	AJAMURI
VI	SANTA MARIA DO TAPARÁ	PIRACÃOERA DE CIMA	INANU	SÃO PEDRO DO URUARI
VII	IGARAPÉ DO COSTA	MURUMURU	ARACURI	ARACY
VIII	CORREIO DO TAPARÁ	SANTARÉM MIRI	SÃO PEDRO DO ARAPIUNS	AMORIM
IX	ARACAMPINAS	ARAPIXUNA	CACHOEIRA DO ARUÁ	PEDRA BRANCA
X	SARACURA	CICERO MENDES	PINDORAMA	SURUACÁ
XI	BOCA DE CIMA DO ARITAPERÁ	CARARIACÁ	CAMETÁ*	ANÃ

* Essa comunidade não faz parte do município de Santarém, está nessa tabela para completar o número de comunidades do Circuito XI

Fonte: adaptado Coordenação SOME local.

O período letivo anual do SOME é composto por quatro módulos de cinquenta dias letivos cada, totalizando 200 (duzentos) dias letivos, e mais um período de “reposição” – geralmente, no período de um mês corrido, ofertado no início do ano letivo posterior ou paralelamente ao primeiro módulo – quando por diversos motivos, as disciplinas não são ofertadas no ano letivo regular.

Essa composição, de dias letivos, obedece o que rege a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei: 9394/96):

“A educação básica, nos níveis fundamental e médio, será organizada de acordo com as seguintes regras comuns:

I – a carga horária mínima anual será de 800 (oitocentas) horas, distribuídas por um mínimo de 200 (duzentos) dias de efetivo trabalho escolar, excluído o tempo reservado aos exames finais, quando houver.” (BRASIL 1996 Art. 24 inciso I).

Os docentes pertencentes ao quadro de professores da Secretaria Estadual de Ensino (SEDUC-PA), durante esse período, realizam suas atividades em salas de aulas de escolas municipais cedidas à SEDUC-PA, para execução das aulas dessa modalidade de ensino. (lei nº 7806/14 PA)

O SOME do município de Santarém, atualmente, possui aproximadamente 1800 (mil e oitocentos) alunos matriculados na escola sede Álvaro Adolfo da Silveira (fonte Coordenação SOME/5ª URE) que residem nas comunidades rurais e em seus entornos.

1.4. Dificuldades e obstáculos

Durante nossas atividades docentes, no SOME, nos deparamos com algumas realidades educacionais caracterizadas por condições precárias que acabam por gerar problemas que dificultam o processo ensino-aprendizagem.

Nas próximas seções descreveremos as condições do transporte escolar, da infraestrutura das salas de aula e das locomoção e estadia dos professores. As caracterizações dessas condições, são importantes para entendermos os motivos da escolha por aparatos experimentais de fácil aquisição, transporte e execução.

1.4.1. Dificuldades relacionadas ao transporte escolar e à infraestrutura das escolas de funcionamento do SOME

Ensinar Física em turmas do Ensino Médio nas escolas rurais atendidas pelo SOME não é uma tarefa fácil, pois a dificultosa locomoção dos alunos em transporte escolar, pela sua natureza (Figura 1.5) e as estruturas precárias das escolas nessas comunidades, são elementos que influenciam no processo ensino-aprendizagem da disciplina.

O transporte escolar do SOME, no município de Santarém, é responsabilidade do governo estadual, mas é realizado, através de convênio entre Estado e Município, pela Prefeitura de Santarém, porém, não é feito de forma satisfatória. Só para se ter uma ideia, recebemos, quase que diariamente, muitas reclamações de alunos que apontam diversas situações em que passam, que vão desde práticas de *bullying* (alunos do fundamental e tripulantes dizem que os alunos do SOME estão viajando “de favor”, ou seja, de carona) a terem que caminhar por “horas” de suas residências até às embarcações. Temos exemplos de alunos que enfrentaram uma jornada diária de cerca de três horas entre caminhar a pé, travessia de rio (em canoas) e ônibus escolar. Ainda para se ter um exemplo, no módulo de implementação deste produto na comunidade de Costa do Tapará, duas alunas se deslocavam, “por conta própria”, em uma canoa

motorizada (bajara) percorrendo uma distância que durava quase uma hora e meia de viagem, pois “a rota” do transporte escolar não contemplara suas residências.



Figura 1.5. Transporte escolar utilizado em Costa do Tapar. Fonte: Os autores.

Embora o SOME já esteja inserido no Sistema Educacional do Estado do Pará há quase quatro décadas, ainda hoje se constata a precariedade em sua estrutura física para o seu adequado funcionamento, pois as unidades escolares onde funcionam as aulas do SOME, pertencentes às administrações municipais, quase sempre, não dispõem de número suficiente de salas de aula para o atendimento das turmas do Ensino Médio Modular e nem de labortorios para atividades práticas de experimentação.

Pereira (2016) expo que:

“Os Estados recorrendo da parceria com os municípios, garantida pelo regime de colaboração entre os entes federados, resolvem destinar  educação de ensino fundamental maior e ensino médio a região do campo, cedendo para tanto somente a demanda do número de vagas, merenda escolar que é insuficiente para o número de alunos, livros didáticos que não contemplam a diversidade cultural dos educandos do campo, transporte escolar inadequado e os professores os quais trabalharão neste nível de ensino. Os municípios se comprometerão, em contrapartida, cedendo os prédios escolares para o funcionamento das aulas, merendeiras para fazer o lanche para os alunos deste sistema de ensino e os responsáveis das escolas municipais que estão incumbidos de preparar o livro de ponto e a frequência escolar dos professores [...]” (PEREIRA, 2016, p. 195)

Com essa falta frequente de ambientes escolares adequados, as aulas são geralmente ministradas em igrejas, barracões comunitários (Figura 1.6), corredores ou em áreas externas dessas escolas e até mesmo ao ar livre, sob à sombra de rvores (Figura 1.7), dificultando a realização de atividades práticas ou experimentais, deixando

os alunos com poucas possibilidades de obter um melhor aproveitamento em seu aprendizado.



Figura 1.6. Sala de aula improvisada em um barracão de igreja. Fonte: Os autores.



Figura 1.7. Sala de aula improvisada sob a sombra de árvores. Comunidade Costa do Tapará. Fonte: Os autores.

Pereira (2016) também relata sobre a precariedade da estrutura escolar do SOME:

“De fato, houve a descentralização do ensino, mas o que não aconteceu realmente na prática foi à construção de prédios escolares próprios para agregar os novos os atendidos por este deste nível de ensino. Como percebemos as estruturas físicas das escolas municipais ribeirinhas são insuficientes muitas vezes para abrigar os alunos da própria escola da rede municipal. Além destes, terão que agregar a demanda específica de alunos do sistema estadual. Muitas vezes, o espaço da escola é improvisado e em alguns casos funcionam em barracões comunitários.” (PEREIRA, 2016, p. 195)

Oliveira (1999) também destaca que:

“A maioria das escolas do interior não dispõe de uma infraestrutura adequada a uma prática pedagógica capaz de proporcionar o processo ensino-

aprendizagem de melhor qualidade para que se possa oferecer à sociedade, jovens cujo nível de conhecimentos sistematizados, possibilite-os a exercer competentemente o seu papel de sujeito da história. (OLIVEIRA, 1999, p. 62)

1.4.2. Dificuldades na aplicação de atividades experimentais no SOME

1.4.2.1. Dificuldade na permanência dos docentes

Uma realidade importante no SOME tem a ver com a hospedagem dos docentes, pois os professores se deslocam às comunidades rurais e ficam hospedados em alojamentos privativos (casas cedidas pela comunidade local), geralmente com uma estrutura precária: casas cobertas com telhas de fibrocimento, sem forro (com sol a pino o calor é quase insuportável), muitas vezes sem mobília e com ausência de serviços básicos como energia elétrica e água potável.

Embora a oferta e manutenção dessas residências destinadas aos professores em exercício seja de responsabilidade do poder público municipal, segundo o antigo convênio (colaboração entre Estado e Município, atualmente, extra oficial) celebrado entre as esferas estadual e municipal, as comunidades rurais as tomam para si e, em muitos casos, não tendo condições de arcar com essas construções e manutenções, as residências são improvisadas, em espaços anexos às escolas ou em casas cedidas por moradores locais, algumas não possuindo serviços básicos, como sanitários e banheiros. Com todas estas dificuldades muitos docentes não se adaptam ao sistema modular e solicitam transferência para o sistema regular.

1.4.2.2. Dificuldade de locomoção dos docentes

Devido as características do Ensino Modular o transporte dos docentes da cidade até à comunidade de atuação geralmente é feito por via fluvial, no caso das comunidades localizadas em regiões de rios ou várzeas. Essa locomoção geralmente apresenta muitas dificuldades, seja pelo tempo de locomoção – horas, e até mesmo dia, de tempo de viagem. Ademais, o transporte muitas vezes não oferece condições mínimas de conforto e segurança – algumas vezes o número de passageiros ultrapassa a capacidade máxima, apresentando superlotação, principalmente no início de cada mês, quando grande parte dos comunitários se desloca aos centros urbanos para receber seus vencimentos.

Outro meio de transporte bastante utilizado pelos professores para acesso às comunidades, é o rodoviário, onde ocorrem também situações semelhantes, como

observa Oliveira (1999, p.64) “Quanto ao transporte rodoviário, a situação também é precária, uma vez que a maioria das estradas rodoviárias estão em péssimas condições de tráfego, aliando-se a isso a superlotação dos ônibus, o péssimo estado de conservação e higiene dos mesmos e a imprudência dos próprios motoristas.”.

Dessa forma, a estadia e o transporte dos docentes, por suas precariedades, dificultam a realização de atividades experimentais em sala de aula, pois as dificuldades no transporte e no armazenamento dos equipamentos utilizados nas experimentações oneram os professores, desestimulando a realização destas atividades.

O que se verifica, com todas essas dificuldades relatadas acima é que há, geralmente, a ocorrência de uma baixa qualidade nas aulas de Física no SOME, que promove o crescente desinteresse dos alunos pelas aulas e conteúdos de Física e conseqüentemente, o baixo nível de aprendizagem nessa área, evidenciado pelos altos índices de reprovação em exames e provas destinadas ao acesso às universidades.

Capítulo 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo faremos uma apresentação da Teoria da Aprendizagem Significativa de acordo com Moreira (1997), Ausubel (1963) e Novak (1968), e da metodologia de Ensino por Investigação, que tem como referência vários pesquisadores, dentre os quais destacamos as propostas apresentadas por Carvalho (2001) e Azevedo (2004), que nortearam a elaboração do produto didático. Ademais discutiremos a importância da utilização da experimentação demonstrativa como auxílio aos professores nas aulas de Física.

2.1 Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa é uma teoria desenvolvida na década de 1960 por David P. Ausubel e reiterada pelo próprio em 2000. Para Moreira (2007) a visão de Ausubel tem uma característica cognitiva clássica e possui como principal núcleo a interação cognitiva não arbitrária e não literal, na estrutura cognitiva do indivíduo, entre os conhecimentos prévios relevantes e os conhecimentos adquiridos potencialmente significativos.

Ainda segundo Moreira (2007), além da visão de Ausubel, destaca-se também a apresentada por Joseph Novak, que dá à Aprendizagem Significativa uma perspectiva humanista que “subjaz à integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações do aprendiz, conduzindo ao engrandecimento humano” (MOREIRA, 2007, p.4). Quando a aprendizagem é significativa o indivíduo se predispõe a novas aprendizagens. Quando a aprendizagem é mecânica, surge no indivíduo uma atitude de repulsa que não o predispõe à aprendizagem significativa (NOVAK Apud MOREIRA, 2007)

O próprio Moreira (2010), em sua abordagem crítica, subversiva e antropológica, define a Aprendizagem Significativa da seguinte forma:

“A Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a intenção não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.” (MOREIRA, 2010, p.2)

Para Moreira (2010), é preciso entender que a aprendizagem é significativa quando os conhecimentos prévios relevantes que o indivíduo possui, também chamados

de subsunçores, interagem com os novos conhecimentos e estes passam a ser compreendidos pelos aprendizes numa forma mais ampla, ou seja, quando o aluno consegue usar esta interação para resolver novos problemas ou novas situações, explicando-os com suas próprias palavras. Além disso, o subsunçor é um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do aprendiz, permitindo a este, por interação, dar significado a outros conhecimentos.

A Aprendizagem Significativa se concretiza quando o estudante conecta o significado lógico dos materiais pedagógicos aos subsunçores, fazendo uma substituição do conhecimento antigo pelo novo, mais elaborado, ocorrendo de maneira própria e individual, ou seja, cada pessoa, de modo particular, passa a fazer essa ligação e, para que isso aconteça, o aprendiz precisa ter uma atitude proativa, demandando “um esforço” dele para que o novo conhecimento se conecte de maneira não arbitrária e não literal aos subsunçores (MOREIRA, 2010).

Ainda segundo Moreira (2010), a Aprendizagem Significativa apresenta duas condições básicas. A primeira é que os materiais utilizados para a aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, simuladores, ...) devam ter significado lógico, ou seja, devem ser potencialmente significativos, a fim de poder relacionar-se à estrutura cognitiva apropriada e relevante de maneira não arbitrária e não literal. A segunda é que o aprendiz tenha uma predisposição a aprender, ou seja, além da existência, em sua estrutura cognitiva, de ideias-âncoras que sejam relevantes para que os materiais possam ser relacionados, o aluno deve estar predisposto a ancorar seus conhecimentos prévios com os novos. Evidencia-se também que não existem materiais significativos. O significado não está nesses materiais e sim nas pessoas – são os aprendizes que atribuem o significado às coisas que dependem do contexto científico ou cotidiano.

Desta forma Moreira (2010) relata:

“É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente, no ensino o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação” de significados, que pode ser bastante demorada.” [grifo do Autor] (MOREIRA, 2010, p.8)

Por outro lado, a aprendizagem mecânica, que é a que mais ocorre em meio escolar, praticamente não tem significado – os alunos memorizam os conhecimentos

para usarem somente nas avaliações que logo após são esquecidos. Não se trata, porém, de uma dicotomia com a AS, pois existe entre elas uma faixa contínua e intermediária denominada por Moreira de “zona cinza”, na qual o ensino potencialmente significativo é facilitador. Sendo que a passagem por essa zona intermediária não é de forma automática, pode até ocorrer, mas depende, sobretudo, da existência de subsunçores adequados, da predisposição dos alunos em aprender, da existência de materiais potencialmente significativos e da atuação do professor como mediador (MOREIRA, 2010).

Em resumo, a Aprendizagem Significativa tem vários aspectos importantes, entre eles destacamos a interação cognitiva não literal e não arbitrária entre os subsunçores e os novos conhecimentos. Esta ligação se dá de forma humanística triádica (Gowin, 1996 Apud Moreira, 2010) entre o professor, materiais potencialmente significativos e alunos. Nesse processo, a linguagem tem um papel fundamental, os materiais utilizados devem ter significado lógico, além de que os estudantes tenham predisposição em ancorar seus subsunçores aos novos conhecimentos.

2. 2. O Ensino por Investigação

O Ensino de Ciência Naturais, especialmente da Física, tem um aspecto bastante prático, no sentido em que os alunos podem manipular materiais concretos que, se colocados à sua disposição, podem servir de meios mais consistentes (eficientes e eficazes) no processo de ensino-aprendizagem.

Portanto é um grande desafio, nas práticas pedagógicas docentes, construir nos alunos uma cultura pela busca de conhecimentos novos e reconstruir os conhecimentos adquiridos previamente, dando a estes novos significados, visando promover nos alunos uma postura crítica e ativa no processo de aprendizagem, tanto no contexto escolar como fora dele.

Para isso, além de ser um “bom” conhecedor da matéria a ser ensinada, o professor deve ser um agente capaz de direcionar e incentivar seus discentes a buscarem o saber, facilitando a aquisição e a apropriação de novos conhecimentos por estes, além de serem, também, capazes de sistematizarem e relacionarem os conhecimentos teóricos com os conhecimentos práticos.

Para ajudar no desenvolvimento do aluno Azevedo (2004) diz que:

“Por outro lado, o professor deve conhecer bem o assunto para poder propor questões que levem o aluno a pensar, deve ter uma atitude ativa aberta, estar

sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas certas questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, e sem achar que a sua resposta é a melhor, nem a única.” (AZEVEDO, 2004, p.32).

Portanto, o professor pode utilizar-se de procedimentos e atividades que sejam acessíveis ao ambiente escolar e aos estudantes, dentre os quais destacamos o uso de atividades experimentais utilizando materiais de baixo custo ou fácil aquisição, para que os alunos sejam incentivados na busca do conhecimento. Desta forma, desperta-se “o espírito de curiosidade” inerente ao ser humano, principalmente em se tratando de atividades práticas ou experimentais que, à primeira vista, muitas vezes apresentam um aspecto lúdico que podem despertar “a empatia” dos estudantes pelo saber.

A importância do Ensino por Investigação, além de despertar o interesse dos estudantes pelo conhecimento do mundo que os envolve, é também estimular uma conduta discente mais participativa, mais crítica e mais criativa, diante de novas e diversas situações. O aluno deve transformar-se de mero espectador (absorvedor de conhecimento) para ser um sujeito ativo, com um senso crítico e reflexivo mais apurado, aguçando sua curiosidade, que deve estar fundamentada na busca de novos conhecimentos e, conseqüentemente, com uma frequente exposição ao saber científico. Utilizando essa metodologia experimental no âmbito escolar, este poderá estar mais envolvido com essa prática, com a oportunidade de verificar a validade de suas hipóteses, expondo, conseqüentemente, para seus colegas e professores, seus pontos de vista e soluções para determinadas situações que o envolve, com capacidade para relacionar, de forma mais consciente, o conhecimento popular adquirido em sua vivência pessoal e diária com o conhecimento técnico-científico proporcionado pela escola.

Observa-se que as atividades pedagógicas experimentais podem ser consideradas atividades investigativas mas, para isso, o aluno, além de observar ou manipular os recursos didáticos, deve ter ações imbuídas com os procedimentos e características de um trabalho científico, ou seja, os estudantes devem, com consciência, refletir, discutir, explicar e expressar os procedimentos práticos realizados por eles e pelo seu professor. (AZEVEDO, 2004)

Azevedo (2004) sugere ainda que:

“Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado.

Para isso, é fundamental nesse tipo de atividade que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado. A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para criação de um novo conhecimento.” (AZEVEDO, 2004, p.21).

Nessa perspectiva de ensino, o professor é um agente facilitador, que cumpre o papel primordial de orientar e auxiliar seus alunos a observarem e a compreenderem, de forma mais sólida e crítica, a Ciência, em particular a Física.

Desta forma, o professor envolve o discente em atividades de experimentação que têm como principal foco a investigação do saber, dando aos estudantes a oportunidade de ação, liberdade de discussão, argumentação, comprovação ou validação de suas hipóteses, desenvolvendo assim seus sentidos críticos. Para que isso aconteça, as aulas de Física devem ser acrescidas de métodos que favoreçam as práticas experimentais, mesmo em situações desfavoráveis, como a inexistência de laboratórios multidisciplinares, a reduzida carga horária destinada à disciplina, a falta de motivação dos alunos, entre outras, como é o caso da maioria das escolas rurais que são atendidas pelo SOME.

2. 2. 1. Sequência de Ensino por Investigação

Para efetivar o ensino por investigação nas aulas de Ciências pode-se lançar mão de uma estratégia de ensino que é a Sequência de Ensino por Investigação (SEI) que contempla várias atividades-chaves: a *proposta de um problema contextualizado*, que pode ser experimental ou teórico; a *sistematização dos conhecimentos construídos pelos alunos*, que pode ser considerado um resgate da resolução do problema anteriormente proposto; a *contextualização desses conhecimentos* no cotidiano dos aprendizes, fazendo com que o aluno associe o conhecimento à importância da aplicação do ponto de vista social, e avaliação dos alunos, sendo a avaliação uma atividade comumente exigida pelo sistema educacional e pode ser desenvolvida ao término de cada ciclo de uma SEI (CARVALHO, 2013).

2. 2. 2. Atividades-chaves de uma Sequência de Ensino por Investigação

O levantamento de uma questão ou uma situação-problema (experimental ou teórica) que seja relevante para o contexto do aluno, deve ser a fase inicial de uma SEI, pois através da proposta de um problema é que se pode chegar a alguma solução, é o que afirmam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio,

“As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão

a ser respondida. Ao professor cabe orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, teste-as, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e sobretudo o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido.” (BRASIL, 2006, p.26).

Portanto, o problema deve chamar a atenção dos discentes, de alguma forma, despertando a curiosidade intrínseca do ser humano e, conseqüentemente, o interesse em solucioná-lo.

Segundo Carvalho *et al.* (2013), o problema inicial para uma SEI pode ser organizado de várias maneiras, o mais comum é o problema experimental, sendo que, se houverem situações que envolvam elementos perigosos aos alunos, como a utilização de fontes de calor, por exemplo, a manipulação deve ser feita pelo professor e o problema passa a ser uma demonstração investigativa.

Existem também problemas não experimentais com base em meios alternativos como figuras de jornal ou internet, textos ou mesmo ideias que os docentes já dominam. Porém, qualquer que seja o tipo de problema proposto, estes devem obedecer a uma seqüência de etapas que vise dar oportunidade aos alunos de levantarem suas hipóteses, de testá-las para resolver o problema e, por conseqüência, passarem de ações manipulativas para intelectuais (CARVALHO, 2013).

Ainda para Carvalho *et al* (2013):

“O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto.” (CARVALHO, 2013, p.11).

Carvalho *et. al.* (2013) expõem as ações dos professores e alunos, nas atividades experimentais na sala de aula, que podem fazer uso dos seguintes procedimentos:

- distribuição do material experimental e proposição do problema aos alunos;
- resolução, pelos alunos, de problema propostos;
- sistematização dos conhecimentos;

- escrita e desenhos feitos pelos alunos para expressar seus pontos de vista e hipóteses.

Em todas essas etapas procedimentais, o papel do professor, como mediador, é muito importante. O docente deve ficar atento para perceber se os alunos estão entendendo o problema, tendo o cuidado de não mostrar a solução antecipadamente, frustrando a possibilidade da busca do conhecimento pelo aluno.

Na demonstração investigativa pode utilizar-se das mesmas etapas, mas o professor tem que ter mais “autocontrole”, principalmente na fase de resolução do problema, e entender que a etapa mais importante nesse processo é a sistematização dos conhecimentos, que é a mudança da ação manipulativa para a ação intelectual (ibid).

Existem também os problemas não experimentais que, embora não tenham um caráter propriamente experimental, possuem as mesmas etapas procedimentais das anteriores, podendo ser utilizados como atividades de introdução ou complementares que darão base ao conhecimento que se quer ensinar (CARVALHO, 2013).

A motivação para a Aprendizagem Significativa nas escolas do SOME, especialmente nas disciplinas de Ciências Naturais, como é o caso da Física, não é uma tarefa fácil, pois requer uma habilidade e um comprometimento, em especial dos docentes. É fácil perceber, em muitos casos, que os alunos não encontram motivações para aprender, e provavelmente, quando os discentes não encontram essas motivações na aquisição de novos conhecimentos, estes podem “perder o gosto”, o prazer em aprender e, conseqüentemente, suas aprendizagens ficarão comprometidas.

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (1997) destaca-se que:

“Os caminhos podem ser diversos e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aulas, com materiais do dia-a-dia podem levar a descobertas importantes.” (BRASIL, 1997, p.72).

Por isso que se faz valer a pena a introdução, nas aulas de Física, de atividades experimentais demonstrativas e de investigação, utilizando-se de materiais de baixo custo e de fácil aquisição, para que se possibilite uma maior motivação aos estudantes, despertando, assim, o gosto pelo saber, possibilitando uma aprendizagem significativa e conduzindo-os ao senso crítico.

Carvalho (2011) sugere que a Ciência precisa ser ensinada de forma planejada, para ir além dos conceitos e ideias científicas, ensinar os estudantes a construir o conhecimento com que possam “atuar” com consciência e racionalidade, principalmente no ambiente externo à escola:

“O ensino de Ciências precisa ser planejado para ir além do trabalho com conceitos e ideias científicas: é preciso que a escola ofereça condições para que a cultura da ciência seja conhecida pelos estudantes. É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza sejam capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos.” (CARVALHO, 2011, p.253).

2.3. A importância da utilização de experimentos nas aulas de Física

No ensino de Física, no Ensino Médio, espera-se a formação de uma cultura científica efetiva, permitindo ao aprendiz a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais. Para tanto, é primordial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. Para isso, é imprescindível considerar o contexto em que os alunos vivem, suas realidades, os objetos e fenômenos com que estes efetivamente lidam, ou as indagações que despertam a curiosidade dos educandos. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada (BRASIL, 1999).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio observam que:

“A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas, sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física. Uma parte significativa dessa forma de proceder traduz-se em habilidades relacionadas à investigação. Como ponto de partida, trata-se de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes.” (BRASIL, 1999, p.24).

Portando, o uso de atividades experimentais em salas de aula pode servir também como uma forma de quebrar paradigmas, romper ou aperfeiçoar as concepções

alternativas dos discentes, transpor os obstáculos que impedem os alunos de entenderem plenamente os conhecimentos científicos a eles apresentados.

A experimentação no Ensino Médio tem uma função pedagógica, diferentemente das experiências realizadas em laboratórios pelos cientistas. Porém, as atividades experimentais podem ser realizadas no âmbito escolar, principalmente por demonstração, mas quaisquer que sejam as atividades experimentais desenvolvidas no ambiente escolar, deve-se ter clara a necessidade de períodos, anteriores e posteriores às atividades, visando à construção dos conceitos. (BRASIL, 1999)

A experimentação no ensino de Ciências, para Giordan (1999) pode despertar um forte interesse entre os alunos e aumentar a capacidade de aprendizagem:

“Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta.” (GIORDAN, 1999, p.43).

Para Séré *et al.* (2003) o papel da experimentação no ensino da Física deve ter, pelo menos, quatro enfoques diferentes:

No *primeiro*, verifica-se a validade de uma lei, o professor explica ao aluno o funcionamento e o objetivo de um experimento, esse método baseia-se na confirmação da teoria e o aluno fica “preso” aos procedimentos do roteiro, ou seja, não tem escolha. No *segundo* enfoque, “Comparando Modelos”, o objetivo, mesmo de forma implícita, é fazer com que os alunos percebam a possibilidade de que um mesmo conjunto de dados pode ser modelado diferentemente – as tarefas propostas implicam uma escolha e uma decisão do aluno. No *terceiro*, “Comparar Métodos Experimentais”, o professor tem como objetivo utilizar a teoria, que se supõe conhecida, para trabalhar o método experimental, e ao aluno são apresentados pelo menos dois métodos diferentes para que ele escolha. No *quarto* e último enfoque, “Conceber um experimento”, o aluno tem a liberdade elabora o experimento, ficando a cargo do aluno a montagem, calibração e análise do experimento. (SÉRÉ, 2003).

Ainda para Séré *et al.* (2003), as atividades experimentais transcendem o conhecimento do aluno para além das teorias, leis, conceitos e linguagem científica, passando a perceber o objeto como uma representação de fenômenos presentes em sua

vida. Os experimentos devem possibilitar aos alunos questionar, manipular e decidir sobre modelos, isso lhe permite ser atuante na construção da aprendizagem de ciências.

“Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento.” (SÉRÉ, 2003, p.39).

Oliveira (2010) apresenta algumas possíveis contribuições das atividades experimentais no ensino de ciências, entre elas, motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a iniciativa pessoal, a capacidade de trabalhar em equipe e a tomada de decisões; estimular a criatividade dos alunos; aprimorar a capacidade de observação e o registro de informações; aprender a analisar dados e propor hipóteses; aprender conceitos científicos detectando e corrigindo os possíveis erros conceituais; compreender a natureza da ciência, o papel do cientista em uma investigação; as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e, por fim, aprimorar habilidades manipulativas.

2.4 Aspectos compatíveis entre Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação

Entre a Aprendizagem Significativa e o Ensino por Investigação existem alguns aspectos comuns:

- Ambas têm *bases construtivistas*: o aluno utiliza seus conhecimentos prévios relevantes, seus subsunçores, para ancorar os novos conhecimentos, modificando-os e sendo modificados. Nessa perspectiva, há uma construção e uma reconstrução dos conhecimentos;
- A *existência de subsunçores*: a aquisição de novos conhecimentos está pautada nos conhecimentos prévios relevantes que se relacionem de

forma não literal e não arbitrária com o novo conhecimento, sendo que sem esses subsunçores não é possível a construção e a confirmação ou não de hipóteses para resolução de um determinado problema;

- *A predisposição dos alunos em aprender:* no Ensino por Investigação a predisposição em aprender surge a partir da proposta de um problema que tenha significado para o aluno, existindo uma relação cíclica entre a disposição em aprender e a Aprendizagem Significativa;
- *A proposta de uma questão inicial:* a investigação deve começar com uma situação problema – só tem sentido investigar algo se este for uma questão ou um problema que possibilite ao aluno atuar sobre ele. As soluções a esses questionamentos auxiliam na construção de novos conhecimentos ou novas situações que evidenciam a aprendizagem significativa;
- *O uso de experimentação:* Na Aprendizagem Significativa as atividades experimentais, se forem potencialmente significativas, podem contribuir para a construção de modelos mentais facilitando a aprendizagem significativa. No Ensino por Investigação os experimentos possibilitam a passagem de ações manipulativas pelos alunos a ações intelectuais com auxílio do professor;
- *O relato dos resultados:* descrever os resultados obtidos em atividades experimentais faz parte da metodologia investigativa. O aluno utiliza-se da linguagem no processo de negociação de significado;
- *A presença do professor:* Ambas têm no professor um agente mediador. Na Aprendizagem Significativa existe uma relação triádica (professor – materiais potencialmente significativos – alunos) e no Ensino por Investigação, cabe ao professor a proposição dos problemas, a orientar e incentivar seus alunos na busca do saber.

Capítulo 3. METODOLOGIA

3.1. Produto Educacional

Este trabalho resulta em um Produto Educacional que é um Guia Didático para o ensino da Física Térmica baseado em uma sequência didática que aplicamos em turmas de segunda série do Ensino Médio Modular, em duas turmas das comunidades rurais assistidas pelo SOME, Costa do Tapará (composta de oito alunos) e Santarém Miri (composta de quatorze alunos), no período de duas semanas, em um total de oito e sete dias letivos, respectivamente, com duas aulas “conjugadas” de quarenta e cinco minutos cada. Utilizamos, nessas duas turmas, as mesmas atividades experimentais demonstrativas com uma visão baseada na proposta de Ensino por Investigação, tendo como suporte teórico a Aprendizagem Significativa na visão crítica de Moreira (2000).

A realização de atividades experimentais nas turmas atendidas pelo SOME é um grande desafio para os docentes, pois a precariedade nas estruturas físicas das escolas rurais, muitas vezes, é empecilho para que o docente desenvolva essas atividades, por isso buscamos alternativas que sejam factíveis, i. e., que sejam atividades experimentais relativamente fáceis de serem realizadas em condições adversas.

Em atividades experimentais, como a experiência de Locke e o Dilatômetro, faz-se necessário a utilização de fontes de calor, que podem ser mantas térmicas ou aquecedores elétricos. Entretanto, onde não há rede energia elétrica para funcionar esses equipamentos, pode-se utilizar fontes de calor alternativas, como lamparinas ou fogareiros. Em nosso produto, utilizamos um fogareiro de combustão a álcool (Figura 3.1), confeccionado a partir da reutilização de latinhas de alumínio, usadas em refrigerantes ou cervejas, e latas de flandes, usadas nas embalagens de leite em pó e de cereal.



Figura 3.1. Fogareiro de combustão a álcool. Fonte: Os autores.

Na instrumentalização das atividades experimentais foram utilizados materiais de baixo custo ou de fácil aquisição, tais como, panela de pressão, termômetros analógicos (Figura 3.2), frascos vazios de perfumes (de vidro ou de plástico) com *spray*, caixas térmicas de isopor, frascos vazios de perfumes, álcool líquido ou em gel, tubos metálicos de cobre e alumínio, equipamentos de proteção individuais (EPIs), como luvas, entre outros.



Figura 3.2. Termômetros analógicos. Fonte: Os autores.

Apresentaremos as duas etapas da aplicação do produto em tópicos diferentes, apontando assim, suas semelhanças e diferenças nos procedimentos.

3.3.1. Primeiro Módulo: Comunidade de Costa do Tapará

- Primeiro Dia: Apresentação e questionários de sondagem.

Utilizamos para essa atividade duas horas-aula que foram divididas em três momentos distintos.

No primeiro momento, com duração de trinta minutos, apresentamos o projeto aos alunos, explanamos sobre as atividades de experimentação que seriam realizadas durante o projeto, tais como: a experiência de Locke, o termoscópio e o dilatômetro, onde falamos da importância da participação deles nas atividades experimentais para que o processo de ensino-aprendizagem seja eficaz. Os alunos aparentaram estar bem motivados – observamos no semblante de cada um que estavam bastante atentos à explanação.

No segundo momento, aplicamos um questionário individual com questões abertas (Apêndice A) objetivando coletar informações acerca dos conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos.

E no terceiro momento, aplicamos individualmente aos alunos questões com respostas induzidas segundo uma escala Likert com cinco opções (Apêndice A),

servindo de complemento na verificação dos subsunçores, objetivando fazer uma comparação entre os conhecimentos anteriores e posteriores às atividades de experimentação e avaliar de forma quantitativa os indícios de aprendizagem significativa.

Na aplicação desses questionários, instruímos os alunos a não copiarem dos colegas e nem de qualquer outro material disponível e que suas respostas fossem as mais “sinceras” possíveis, informamos ainda, que as respostas não seriam classificadas com notas e sim serviriam para uma diagnose dos seus conhecimentos prévios.

Para cada um dos momentos do encontro, utilizamos cerca de trinta minutos.

- Segundo Dia: Atividade com termômetro

Essa atividade com termômetros, que desenvolvemos em duas horas-aula, não estava no escopo do produto. A introduzimos, após constatarmos, na aula anterior, que uma aluna não sabia o que era um termômetro, apesar de que, na aula introdutória, foi feita referência ao aparelho e exposto sua função de medir temperaturas. Embora a atividade usando termômetros nos parecesse óbvia, os resultados foram surpreendentes porque nenhum dos oito alunos mencionou a palavra termômetro, quando questionados.

Pode-se até utilizar, nessa atividade, termômetros clínicos digitais (Figura 3.3) ou termômetros culinários digitais (Figura 3.4). Todavia, além dos clínicos possuírem uma faixa de medição pequena (35,5°C a 42°C) e os culinários, geralmente possuem um “espeto”, que pode causar ferimentos, o funcionamento de ambos se dá a partir de *termistores*, i.e., de sensores cujas propriedades termométricas são *resistências elétricas*, que variam sua condutividade elétrica com a alteração da temperatura (OLIVEIRA, 2011). Neste caso, a relação entre a variação de temperatura e a dilatação térmica, não poderá ser aplicada.



Figura 3.3. Termômetro clínico digital. Fonte: Os autores.



Figura 3.4. Termômetro culinário digital. Fonte: Os autores.

Por isso, sugerimos a utilização de termômetros de dilatação de líquido em vidro (químicos ou analógicos) (Figura 3.2), que serão utilizados em atividades posteriores.

Oliveira (2011) define e classifica (Figura 3.5) os aparelhos que medem valores de temperaturas:

“Do ponto de vista conceitual, um instrumento que mede valores de temperatura é chamado de termômetro. Estes instrumentos podem ser separados em duas classes, de acordo com a forma que os mesmos medem as variações de temperatura, [...]. Existe uma classe de sensores de temperatura, como no caso dos termopares, termômetros de resistência, termômetros bimetalícos, termômetros de líquido em vidro, que necessitam estar em contato direto com o corpo cuja temperatura se deseja determinar. A segunda classe de sensores não necessita estar em contato com os corpos a serem medidos, como é o caso dos pirômetros óticos que são sensores de infravermelho.” (OLIVEIRA, 2011, p.40).

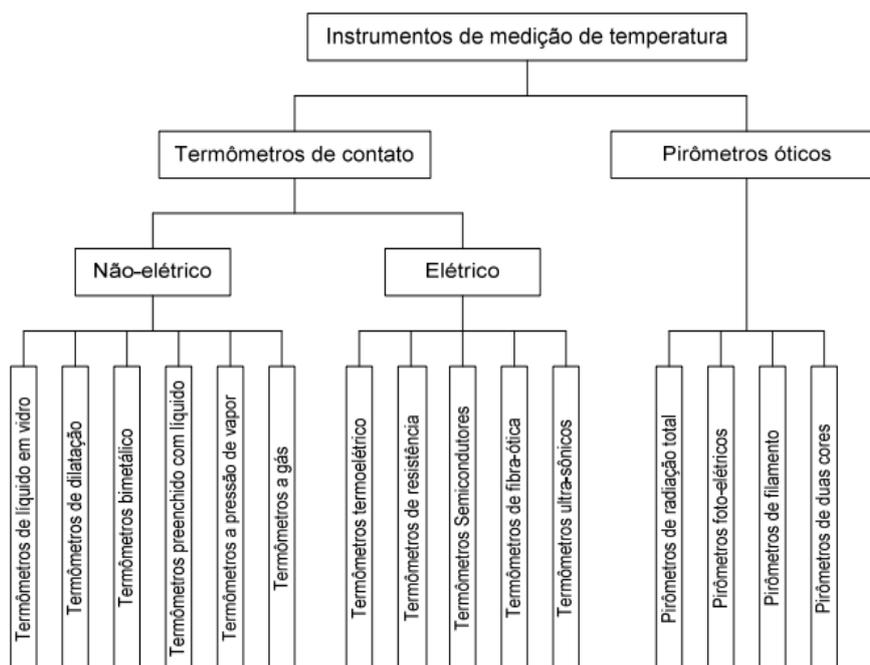


Figura 3.5. Diferentes tipos de medidores de temperatura.
Fonte: Michalski et al. 1991 Apud Oliveira, 2011.

É importante sugerir aos alunos que ao manipular os termômetros (Figuras 3.2) o façam com o devido cuidado, pois, por ser de vidro, podem quebrar-se ou causar acidentes.

Para cada dupla de alunos, entregamos um termômetro e pedimos que observassem e conversassem sobre as características do aparelho. Neste interim, não mencionamos a palavra “termômetro”, para que os alunos não fossem influenciados e suas respostas ao questionário fossem as mais fiéis possíveis.

Após os discentes manipularem e observarem as características dos termômetros, os recolhemos, e em seguida, aplicamos um questionário com as três perguntas: 1) Que instrumento é esse? 2) Para que serve? 3) Como funciona?

Os objetivos dessas perguntas foram investigar os conhecimentos prévios dos alunos e introduzir os conceitos de temperatura, calor e da relação entre a variação da temperatura com a variação do comprimento da coluna do líquido, i.e., da dilatação térmica. Após, recolhemos os questionários e fizemos a socialização dos resultados obtidos.

Esse e outros momentos de socialização são muito importantes no processo ensino-aprendizagem, pois podemos verificar quais as dificuldades e as conquistas que nossos alunos tiveram, além de podermos fazer uma avaliação contínua das atividades realizadas, e também servindo de estímulo aos discentes em busca do conhecimento, pois fortificam o *elo afetivo* entre os participantes desses encontros.

Cada etapa desse encontro – manipulação do termômetro, resolução do questionário e socialização – durou cerca de trinta minutos.

- Terceiro Dia: Aula Expositiva Dialogada.

Desenvolvemos esse encontro em duas horas-aula em uma abordagem expositiva, porque detectamos, através dos questionários e da socialização nas aulas anteriores, o pouco conhecimento dos alunos em relação aos conceitos básicos de Física Térmica.

No final da aula, pedimos aos alunos que trouxessem, no próximo encontro, frascos vazios de perfume com *bombinha de spray* para confecções de termoscópios.

- Quarto Dia: Atividade com termoscópio.

Começamos a aula, que teve a duração de duas horas-aula, com a instrução de como construir *termoscópios*. Para isso, utilizamos: álcool etílico, tinta para pincel

marcador de quadro branco e os frascos vazios⁴ usados para armazenar perfume que pedimos, no encontro anterior, que os alunos trouxessem.

Nessa turma, como o número de alunos era pequeno, os quatro frascos que os alunos trouxeram foram suficientes para a atividade. Essa construção durou em torno de quarenta minutos e simultaneamente os alunos manipularam e observaram as semelhanças e diferenças entre termoscópios e termômetros. Em seguida, perguntamos: *Como você acha que funciona o termoscópio? e por quê?* Os alunos utilizaram aproximadamente vinte minutos para respondê-las. Nos últimos trinta minutos do encontro fizemos a socialização dessas respostas.

- Quinto Dia: Experiência de John Locke.

Os objetivos dessa atividade foram de reconhecer que o sentido humano do tato não é um bom avaliador de temperatura e estudar os conceitos de temperatura e calor. Nesse encontro de duas horas-aula, iniciamos com uma breve apresentação dos materiais que utilizaríamos na atividade experimental, como um fogareiro artesanal (Figura 3.1), uma panela⁵ (Figura 3.6), três caixas de isopor com capacidade de três litros (Figura 3.7), um termômetro químico (Figura 3.2) e três termômetros analógicos de ambiente (Figura 3.2).



Figura 3.6. Panela de pressão. Fonte: Os autores.

4 Sugerimos que o professor providencie alguns frascos vazios, pois geralmente, os alunos “esquecem” de trazer.

5 Optamos em usar uma panela de pressão, pois a utilizaremos em outras atividades experimentais.



Figura 3.7. Caixas térmicas de isopor. Fonte: Os autores.

Após a apresentação dos materiais acendemos o fogareiro e em uma panela colocamos para ferver, aproximadamente, três litros de água. Quando a temperatura dessa água chegou aproximadamente a 42°C ⁶, retiramos dois litros dessa água e colocamos em uma das caixas de isopor (1^a caixa).

Em outra caixa de isopor (3^a caixa) colocamos, aproximadamente, dois litros de água à temperatura ambiente, com algumas *pedrinha* de gelo para que a temperatura dessa água fique, aproximadamente, a 20°C . Não tivemos dificuldade em conseguir o gelo para esse experimento, pois, nessa comunidade, é comum os comunitários adquirirem *gelo em escamas* para a utilização na conservação do pescado e para “esfriar” a água utilizada no consumo humano.

E na última caixa térmica (2^a caixa ou do meio), pomos, aproximadamente, dois litros de água à temperatura ambiente, cerca de 30°C .

Aproveitamos essa oportunidade para pedir aos alunos que medissem, utilizando o termômetro químico⁷, a temperatura da água fervente e da água misturada com gelo que estava em outra caixa térmica à parte, o que fez com que percebessem os valores indicados no termômetro.

Pedimos a cada aluno que mergulhassem suas mãos na água do recipiente do meio (Figura 3.8), i.e., na água que está à temperatura ambiente. Para, em seguida, retirar e mergulhar suas mãos, simultaneamente, nas águas dos dois recipientes das

⁶ O monitoramento da temperatura foi feito por um aluno, usando um termômetro químico.

⁷ Sempre observar a faixa de medição que o termômetro suporta para não danificá-lo.

extremidades (Figura 3.9), i.e., águas à temperaturas de 20°C e de 40°C, respectivamente. Aguardando uns sete segundos e retornando a submergir as duas mãos na água da caixa térmica central.



Figura 3.8. Inserindo as mãos no recipiente central. Fonte: Os autores.



Figura 3.9. Inserindo as mãos nos recipientes das extremidades. Fonte: Os autores.

Para motivar os alunos a perceberem a experiência com mais literalidade, sugerimos, a cada procedimento, a seguinte pergunta: *qual a sensação que você está sentindo em relação à água?*

Todos os alunos realizaram esse experimento e responderam, oralmente, o que estavam sentindo.

Alguns alunos solicitaram que realizassem novamente o procedimento, só que nesta segunda vez, utilizaram uma toalha para enxugar as mãos antes de emergi-las na água da segunda caixa. Este novo procedimento nos pareceu que facilitou a percepção dos alunos no entendimento da experiência, ou seja, pelo menos o primeiro objetivo da experiência foi alcançado.

Recomendamos a utilização, em que cada caixa térmica, de um termômetro para que os alunos verifiquem as medidas das temperaturas das águas contidas em cada vasilhame, pois percebemos que esse procedimento estimulou a compreensão dos alunos em relação a valores das temperaturas.

Depois que realizamos essas atividades, convidamos os alunos a escrever um relato das suas impressões sensoriais (Figura 3.10) em relação aos experimentos realizados.



Figura 3.10. Alunos escrevendo os relatos da experiência de Locke. Fonte: Os autores.

Nessa experiência, tivemos sempre o cuidado em relação à estabilidade e ao monitoramento das temperaturas das águas, para que a temperatura da água utilizada não excedesse 43°C , sob o risco de queimaduras, principalmente em pessoas que têm a pele mais sensível, e para água de temperatura mais baixa, seus valores não fossem abaixo de 18°C , pois poderiam provocar uma sensação de “dormência” nas mãos dos estudantes e não percebessem plenamente o experimento.

Essa atividade experimental é conhecida como experiência das três bacias, atribuída ao filósofo empirista John Locke (1632-1704), que consiste em três recipientes com água: o primeiro com água “fria”, o segundo com água a temperatura ambiente e um terceiro com água “quente”, na qual pede-se para os alunos submergissem suas mãos nas águas do primeiro e do terceiro recipiente (uma mão em cada recipiente), e após “alguns” segundos, emergissem as duas mãos, simultaneamente, na água do segundo recipiente (água a temperatura ambiente).

A ocorrência de sensações térmicas diferentes em ambas as mãos, nessa atividade, é devido às *qualidades secundárias*, como o frio e o quente, que não existem nos objetos (nesse caso a água). (LOCKE, 1689 apud SCHULTZ e SCHULTZ, 1992).

Schultz e Schultz (1992) relatam que:

“[...] Outra doutrina proposta por Locke, relevante para a psicologia, é a noção de qualidades primárias e secundárias aplicada a idéias sensoriais simples. As qualidades primárias existem no objeto quer as percebamos ou não. O tamanho e a dimensão de um edifício são qualidades primárias, ao passo que a sua cor é uma qualidade secundária. A cor não é inerente ao objeto, mas depende da pessoa que a percebe. As qualidades secundárias — como a cor, o odor, o som e o gosto — não existem no objeto, mas na percepção que a pessoa tem dele. As cócegas provocadas por uma pena não estão na pena, mas em nossa reação a ela. A dor infligida por uma faca não está na faca, mas em nossa experiência da faca.

Um experimento simples ilustra essa doutrina. Prepare três recipientes com água: um com água fria, um com água morna e um com água quente. Coloque uma das mãos na água fria e a outra na água quente; então, ponha ambas as mãos no recipiente com água morna. Uma das mãos vai perceber essa água como quente e a outra como fria. A água morna tem, é claro, uma só temperatura; ela não é quente e fria ao mesmo tempo. A qualidade secundária ou experiência do calor ou do frio só existe em nossa percepção, não no objeto (nesse caso, a água). Para reiterar, as qualidades secundárias existem apenas no ato da percepção.” (SCHULTZ e SCHULTZ, 1992 , p. 45)

Para instrumentalização desse experimento utilizamos três caixas térmicas de isopor com capacidade de três litros (Figura 3.7). Recomendamos o uso desses recipientes (material: isopor e capacidade: 3 litros) tanto pelo “baixo” valor de aquisição como por facilitar seu manuseio, i.e., pode-se colocar nessas caixas, a quantidade de 2 litros de água, que facilitará aos alunos a imersão total de suas mãos, facilitando a percepção da sensação térmica na atividade experimental proposta, além de manter as temperaturas das águas estáveis por um período de tempo maior, para que “todos” os alunos possam realizar o experimento a contento, diminuindo o número de vezes necessário para aquecer a água.

A principal dificuldade que encontramos nessa atividade foi aquecer a água, pois na escola São Benedito, da Costa do Tapará, assim como a maioria das escolas do SOME, não tem energia elétrica disponível, para utilização de aquecedor elétrico ou manta térmica. A solução mais prática que encontramos para esse problema foi a

utilização de um fogareiro artesanal de combustão a álcool (Figura 3.1), confeccionado a partir da reutilização de latinhas de refrigerantes, que será explicado com maiores detalhes em nosso produto. Utilizamos também uma panela de pressão de 4,5 litros de capacidade (Figura 3.6) para colocar a água para aquecer. O uso deste tipo de panela, neste experimento, não se faz necessário, porém, a utilizaremos em outra atividade para fornecimento de vapor de água. A utilização destes aparelhos se justifica pela praticidade e eficiência. O fogareiro dispensa o uso de energia elétrica e a panela de pressão, diminui o tempo de aquecimento da água.



Figura 3.11. Panela contendo água em ebulição. Fonte: Os autores.

Recomenda-se que o manuseio das caixas térmicas, do fogareiro, da panela e da água seja feito somente pelo professor e, se possível, utilize equipamentos de proteção individuais, como luvas apropriadas para manusear objetos com temperaturas baixas ou elevadas para evitar acidentes, principalmente estados de dormência ou queimaduras.

Para facilitar a percepção da sensação térmica pode-se enxugar as mãos, imediatamente após retirá-las da água, utilizando para isso uma toalha. Esse procedimento, quando feito, deve ser realizado o mais rápido possível, para amenizar as trocas de calor entre as mãos e o ambiente.

Após a realização desses procedimentos, os alunos relataram, de forma escrita, suas ações e impressões dos experimentos realizados.

Nesse experimento utilizamos três termômetros analógicos de intervalo de medição -40°C a 50°C , que facilitou a leitura das temperaturas dos líquidos, pois utilizamos um termômetro em cada recipiente.

As caixas térmicas de isopor, a panela e o fogareiro chamaram a atenção dos alunos assim que chegamos em sala de aula. Compararam as caixas térmicas com as

utilizadas por ambulantes nas vendas de sorvetes, a panela disseram que usavam no preparo de feijão e de outras comidas de difícil cozimento, e observaram que fogareiro, pela praticidade, poderia ser utilizado em ocasiões que “faltassem” gás de cozinha em suas residências. Alguns alunos sugeriram que, em vez de utilizarmos as caixas térmicas, poderíamos usar garrafas pets cortadas ao meio, sugestão que aceitamos prontamente (Figura 3.12).



Figura 3.12. Uso de garrafas PETs na Experiência de Locke. Fonte: Os autores

- Sexto Dia: Experiência com Dilatômetro.

Nesse encontro, com duas horas-aula, realizamos a atividade experimental com um dilatômetro, objetivando o estudo da dilatação térmica dos sólidos e relacionar a variação de temperatura com a dilatação térmica.

Esse dilatômetro foi fabricado previamente, para isso utilizamos dois tubos metálicos de um metro e trinta centímetros de comprimento, um de alumínio e outro de cobre, dois termômetros químicos de intervalo de medição -10°C a 110°C , dois suportes de madeira, um alfinete de 0,6 mm de diâmetro, um transferidor plástico de 180° , um canudo de refrigerante para improvisarmos um ponteiro, uma mangueira plástica de um metro e meio de comprimento e $\frac{1}{2}$ (meia) polegada de diâmetro.

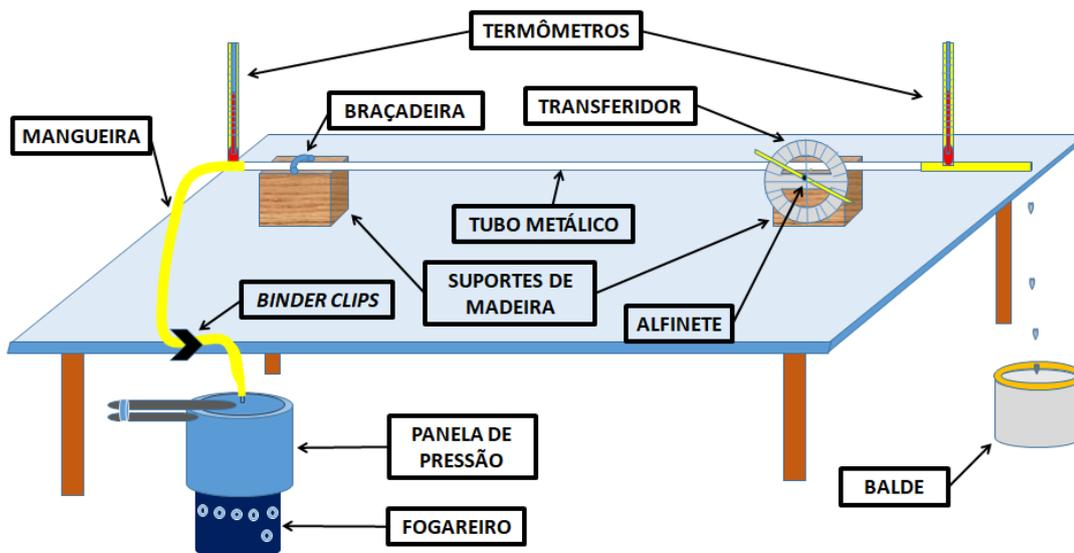


Figura 3.13. Esquema de montagem do dilatômetro. Fonte: Os autores.

Um fato que nos chamou a atenção foi que quando chegamos com esses materiais, para montagem do dilatômetro, os alunos compararam os tubos metálicos com “varas de pescar”.

Em nossa experiência como professor, contatamos que nossos alunos sempre fazem comparações dos objetos utilizados em seus cotidianos com os que não tiveram acesso antes.

Na aplicação desse produto foi possível determinar a dilatação térmica linear (ΔL) de dois materiais, um tubo de alumínio e um de cobre, e seus respectivos coeficientes de dilatação linear (α).

Para determinar as temperaturas inicial e final do tubo metálico são consideradas as médias aritméticas dos valores obtidos nos dois termômetros (a e b), respectivamente, pela equações 3.1 e 3.2.

$$T_i = \frac{T_{ia} + T_{ib}}{2} \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde: T_i é a temperatura inicial (média) do tubo metálico, T_{ia} é a temperatura inicial do termômetro **a** e T_{ib} é a temperatura inicial do termômetro **b**.

$$T_f = \frac{T_{fa} + T_{fb}}{2} \quad (\text{Equação 3.2})$$

Onde: T_f é a temperatura final (média) do tubo metálico e, T_{fa} e T_{fb} são as temperaturas finais dos termômetros **a** e **b**, respectivamente.

O valor da variação da temperatura (ΔT) do tubo metálico será a diferença entre as temperaturas médias finais e iniciais, assim:

$$\Delta T = T_f - T_i \quad (\text{Equação 3.3})$$

Para determinar o valor da dilatação linear (ΔL) do tubo, pode-se relacionar com a variação do ângulo de rotação (ω) do alfinete, representado pela Equação 3.4.

$$\Delta L = \frac{\pi \cdot R \cdot \omega}{180^\circ} \quad (\text{Equação 3.4})$$

Onde: R é o raio da secção transversal do alfinete.

E para determinar o coeficiente de dilatação linear do tubo (α), utiliza-se a Equação 3.5.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_i \cdot \Delta T} \quad (\text{Equação 3.5})$$

Os valores obtidos para o tubo de cobre, na turma de Costa do Tapará, foram:

$$\Delta T_{Cu} = \frac{84^\circ C + 84^\circ C}{2} - \frac{30^\circ C + 30^\circ C}{2} \quad \Delta T_{Cu} = 84^\circ C - 30^\circ C = 54^\circ C$$

$$\Delta L_{Cu} = \frac{\pi \cdot 0,3 \text{ mm} \cdot 104^\circ}{180^\circ} \quad \Delta L_{Cu} \cong 0,554 \text{ mm}$$

$$\alpha_{Cu} = \frac{0,554 \text{ mm}}{1,10^3 \text{ mm} \cdot 54^\circ C} \quad \alpha_{Cu} \cong 1,01 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ C^{-1}$$

O valor de α_{Cu} é $1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ C^{-1}$ (NUSSENZVEIG, 2003), portanto, temos um erro percentual de:

$$\text{erro percentual} = \frac{1,7 \cdot 10^{-5} - 1,01 \cdot 10^{-5}}{1,7 \cdot 10^{-5}} \cong 0,4059 \text{ ou } 40,59\%$$

Devido as condições experimentais, é um erro aceitável.



Figura 3.14. Dilatômetro aplicado no SOME. Fonte: Os autores.

- Sétimo Dia: Aulas expositivas dialogadas.

Nesse encontro de duas horas-aula realizamos a socialização dos relatos dos alunos e continuamos com a aula expositiva dialogada em que foram abordados os conceitos de calor, temperatura e dilatação térmica.

- Oitavo Dia: Avaliação da sequência didática.

O último encontro da implantação do produto, com duas horas-aula, foi destinado à aplicação dos mesmos questionários aplicados no primeiro encontro. O objetivo de repetir os questionários foi para fazermos uma comparação entre os momentos antes e depois das atividades experimentais e avaliar se houve indícios de aprendizagem significativa nos conceitos dos alunos.

3.3.2. Segundo Módulo: Comunidade de Santarém Miri

Na escola da comunidade Santarém Miri, realizamos praticamente os mesmos procedimentos da escola anterior. Aqui iremos destacar algumas semelhanças e diferenças nas atividades realizadas.

Uma diferença dessa aplicação da primeira, foi que implementamos o produto em sete dias, cada um com duas horas-aula, totalizando quatorze horas-aula no total.

- Primeiro Dia: Apresentação do projeto e questionários de sondagem.

Semelhantemente à primeira comunidade, desenvolvemos essa atividade em três fases.

Na primeira fase utilizamos trinta minutos para apresentar o projeto aos alunos. O que nos chamou atenção, foi que alguns alunos comentaram que no Ensino Fundamental, nas aulas de Ciências, o professor realizou algumas atividades experimentais.

Na segunda fase foi aplicado individualmente um questionário (Apêndice A) para coletarmos informações acerca dos conhecimentos prévios dos alunos.

No terceiro momento aplicamos um questionário com respostas induzidas segundo uma escala Likert com cinco opções (Apêndice A).

- Segundo Dia: Atividade com termômetro

Nessa atividade, os alunos se agruparam em quatro equipes, sendo duas de três componentes (Figura 3.15) e outras duas de quatro componentes, cada.

Disponibilizamos um termômetro analógico para cada equipe e pedimos que observassem o aparelho, manipulando-o com cuidado por ser de vidro. Semelhante à primeira escola, tivemos o cuidado de não mencionar a palavra “termômetro”, durante essa atividade.



Figura 3.15. Alunos manipulando um termômetro. Fonte Os autores.

Depois que os discentes manipularam os termômetros, estes foram recolhidos e, em seguida, aplicamos o questionário com três perguntas: 1) Que instrumento é esse? 2) Para que serve? 3) Como funciona?

Após recolhimento dos questionários, fizemos a socialização dos resultados.

Cada etapa desse encontro – manipulação do termômetro, resolução do questionário e socialização – durou cerca de trinta minutos.

Ao final da aula, pedimos para que os alunos trouxessem frascos de perfume vazios com *bombinha de spray* para serem utilizados na próxima aula.

- Terceiro Dia: Atividade com termoscópio

Iniciamos a aula com a confecção de termoscópios, utilizamos para isso, os quatro frascos de perfume que trouxemos, totalizando seis, pois só dois alunos atenderam ao nosso pedido.

A construção desses termoscópios foi feita em torno de quarenta minutos e logo após pedimos para observarem suas características e determinassem as possíveis semelhanças e diferenças com os termômetros. Em seguida, perguntamos: *Como você acha que funciona o termoscópio? E por quê?* E, para finalizarmos, fizemos a socialização dessas questões.

- Quarto Dia: Experiencia de John Locke.

Nesse encontro realizamos a experiência atribuída a John Locke.

Para instrumentalização desse experimento utilizamos os mesmos materiais da primeira aplicação.

Uma dificuldade que encontramos nessa atividade foi conseguir água com gelo, pois nessa escola, nesse dia, a cantina estava fechada. A solução que encontramos para esse problema foi “pegar” uma cuba de gelo (panela com água colocada previamente no congelador) na geladeira da casa dos professores.

Para aquecermos a água para o experimento utilizamos novamente o fogareiro artesanal, mesmo a escola dispondo de energia elétrica. Optamos pela utilização deste fogareiro pela sua praticidade e eficiência no aquecimento, sugerimos que o professor o utilize sempre, pois problemas como a falta de tomadas elétricas nas salas de aulas e, até mesmo, a interrupção de energia elétrica são muito comuns, podendo ser superados com a utilização desse equipamento.

Novamente, as caixas térmicas de isopor, a panela e o fogareiro chamaram a atenção dos alunos assim que chegamos em sala de aula. Pois os alunos os compararam com materiais de seus cotidianos.

Alguns alunos pediram-nos que os ensinassem a confeccionar o fogareiro, em um momento oportuno, sugestão que aceitamos.

Após a realização desses procedimentos, os alunos, individualmente, elaboraram um relatório descrevendo suas ações e impressões dos experimentos realizados.

Ao final da aulas, realizamos a orientação e construção de um fogareiro artesanal.

- Quinto Dia: Experiencia com Dilatômetro.

Nesse encontro, com duas horas-aula, realizamos a atividade experimental com um dilatômetro, cujo objetivo foi o estudo da dilatação térmica dos sólidos.

Antes de começarmos o experimento, instruímos os alunos para ficarem atentos aos procedimentos de segurança, ou seja, que em hipótese alguma, não deveriam tocar nas peças que compõem o aparato, sob risco de graves acidentes.

O aparelho e os materiais que utilizamos foram os mesmos utilizados na turma de Costa do Tapará. Mesmo a escola possuindo energia elétrica, optamos pela utilização do fogareiro, pela praticidade e eficiência.

Os valores obtidos para o tubo de alumínio, na turma de Santarém Miri, foram:

$$\Delta T_{Al} = \frac{83^{\circ}C + 82^{\circ}C}{2} - \frac{30^{\circ}C + 30^{\circ}C}{2} \quad \Delta T_{Al} = 82,5^{\circ}C - 30^{\circ}C = 52,5^{\circ}C$$

$$\Delta L_{Al} = \frac{2\pi \cdot 0,3\text{mm} \cdot 154^{\circ}}{360^{\circ}} \quad \Delta L_{Al} \cong 0,806 \text{ mm}$$

$$\alpha_{Al} = \frac{0,806 \text{ mm}}{1.10^3 \text{mm} \cdot 52,5^{\circ}C} \quad \alpha_{Al} \cong 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}C^{-1}$$

O valor de α_{Al} é $2,3 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}C^{-1}$ (NUSSENZVEIG, 2003), portanto, temos um erro percentual de:

$$\text{erro percentual} = \frac{2,3 \cdot 10^{-5} - 1,53 \cdot 10^{-5}}{2,3 \cdot 10^{-5}} \cong 0,3348 \text{ ou } 33,48\%$$

Que é aceitável, em decorrência das condições experimentais.

Após a fase experimental pedimos para os alunos fazerem um relato, na sequência foi realizada a socialização.

- Sexto Dia: Aulas expositivas dialogadas

Nesse encontro de duas horas-aula realizamos a socialização dos relatos dos alunos sobre o dilatômetro e continuamos com a aula expositiva dialogada em que foram abordados os conceitos de calor, temperatura e dilatação térmica. Percebemos, nessa aula uma maior participação dos alunos que fizeram vários questionamentos.

- Sétimo Dia: avaliação

O último encontro da implantação do produto, com duas horas-aula, destinamos à aplicação dos mesmos questionários aplicados no primeiro encontro. O objetivo de repetir os questionários foi para fazermos uma comparação entre os momentos antes e depois das atividades experimentais e avaliar se houve indícios de aprendizagem significativa nos conceitos dos alunos.

E para encerrar, aplicamos uma atividade avaliativa das atividades experimentais.

Capítulo 4. ANÁLISE E DISCUSSÕES

Neste capítulo, faremos a análise das informações obtidas no decorrer da aplicação do Produto Educacional na Escola São Benedito, localizada na comunidade de Costa do Tapar, e na Escola Antonio Pereira da Silva, na comunidade de Santarém Miri.

Em ambas as escolas, aplicamos o produto em turmas de segunda série do Ensino Médio, atendidas pelo SOME. É importante salientarmos que o objetivo desse produto educacional é de servir como instrumento que facilite uma *aprendizagem significativa*. Para que essa aprendizagem aconteça, além da predisposição dos alunos em aprender, eles devem ter conhecimentos prévios relevantes (subsunçores) e os materiais utilizados devem ser potencialmente significativos (Moreira, 2012)

Com a análise e interpretação dos dados obtidos nessa pesquisa, buscamos saber se esse Produto Educacional pode ser utilizado para facilitar a Aprendizagem Significativa nas aulas de Física, ou seja, estamos interessados em verificar se esse produto é um material *potencialmente significativo*, factível e se pode ser um instrumento importante no incentivo aos alunos dessas comunidades rurais na busca ao saber.

As atividades realizadas pelos alunos permitiram que inferssemos acerca de seus subsunçores e de seus novos conhecimentos. Para isso, consideramos vários aspectos do processo ensino-aprendizagem, como as respostas dos alunos aos questionários, suas indagações e comentários, seus relatos e as discussões (socializações) durante a implementação do produto.

4.1 Critérios de Análise dos Resultados

Para aplicarmos o produto educacional, utilizamos a mesma *metodologia* nas duas turmas:

- Aulas expositivas dialogadas para introduzirmos o conteúdo necessário aos conceitos de física pertinentes.
- Atividades experimentais, em uma perspectiva investigativa;
- Aplicação de questionários, com questões abertas e fechadas;
- Relatos dos procedimentos experimentais escritos individualmente pelos alunos;

- Momentos de socialização das respostas e relatos para esclarecimento das dúvidas dos alunos;
- Avaliação das atividades realizadas na aplicação do produto educacional, através de um questionário individual.

Como ferramentas de coleta de informações acerca dos conhecimentos prévios e também para avaliar os indícios de aprendizagem significativa dos alunos, aplicamos os questionários (com questões abertas e fechadas) de forma individual e coletamos os relatos dos alunos sobre os experimentos realizados. Na análise dessas respostas e relatos procuramos observar as principais semelhanças e diferenças entre os dois contextos de aplicação.

Os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa com base na *Análise de Conteúdo por Categorização* de acordo com Bardin (2016).

A organização da análise dos dados neste trabalho obedeceu a uma dinâmica em torno dos três polos cronológicos referidos por Bardin (2016): a *pré-análise*, a *exploração do material* e o *tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação*.

Formamos e agrupamos em *categorias de análise* que dependeu do contexto de aplicação, das atividades realizadas e das respostas escritas pelos alunos. Essas categorias foram criadas na fase de *pré-análise* a partir de uma *leitura flutuante* dos textos que os alunos produziram

“A primeira atividade consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações. Esta fase é chamada de leitura ‘flutuante’, por analogia com a atitude do psicanalista. Pouco a pouco, a leitura vai se tornando mais precisa, em função de hipóteses emergentes, da projeção de teorias adaptadas sobre o material e da possível aplicação de técnicas utilizadas sobre materiais análogos.” (BARDIN, 2016, p.126)(grifo do autor).

Na fase *exploração do material* selecionamos os documentos escritos pelos alunos das duas comunidades e agrupamos os relatórios por atividade desenvolvida e para os questionários (pré e pós), cada questão foi separada em “antes” e “depois” das atividades experimentais, que correspondem aos questionários aplicados no primeiro e no último encontro da aplicação do produto, respectivamente. Esse procedimento serviu para facilitar a análise, pois as *categorias de análise* sugeridas, nos dois contextos de aplicação do produto educacional, foram semelhantes, permitindo, assim, uma terceira fase (o *tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação*) mais consistente.

Ao propormos as categorias, nos baseamos nos critérios apresentados por Bardin (2016) da *exclusão mútua*, que determina a exclusividade de categoria para cada elemento, ou seja, um elemento não deve ser enquadrado em mais de uma categoria. Da *homogeneidade*, que estipula um único princípio de classificação. Da *pertinência*, que considera a ideia das categorias adaptada à intenção desse estudo, da *produtividade* por considerar os resultados *férteis* para a pesquisa, *objetividade* e da *fidelidade* que estipula a codificação da mesma maneira para diferentes partes do mesmo material.

“A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos. O critério de categorização pode ser semântico (categorias temáticas: por exemplo, todos os temas que significam a ansiedade ficam agrupados na categoria ‘ansiedade’, enquanto que os que significam a descontração ficam agrupados sob o título conceitual ‘descontração’), sintático (os verbos, os adjetivos), léxico (classificação das palavras segundo o seu sentido, com emparelhamento dos sinônimos e dos sentidos próximos) e expressivo (por exemplo, categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem).” (BARDIN, 2016, p.147).(grifo do autor)

Nessa perspectiva de análise demos ênfase aos conhecimentos e atitudes explicitadas pelos alunos, ou seja, os que foram apresentados de forma escrita – respostas às perguntas feitas durante a aplicação do produto e os relatórios das atividades experimentais.

Nas *unidades de registro* retiradas dos escritos dos alunos, tentamos preservar suas originalidades, i e., tentamos manter a forma escrita com o *mínimo de intervenção possível*, salvo quando forem difíceis as suas compreensões ou interpretações.

Buscamos, deste modo, nas respostas escritas pelos alunos, *indícios de Aprendizagem Significativa*, pois a linguagem surge como reflexo das operações mentais (Ausubel 1968, apud, Moreira 2003).

Para facilitar a leitura nesse texto e preservar a identidade dos discentes utilizamos as letras “C” e “S”, para representar, respectivamente, os alunos das comunidades Costa do Tapará e Santarém Miri, seguida por um número em algarismos

arábicos para identificarmos os alunos dentro de cada turma. Exemplo: S11 – décimo primeiro aluno da comunidade de Santarém Miri.

Para identificarmos os relatos dos alunos ou suas respostas aos questionários como “antes” e “depois” das atividades experimentais, acrescentamos as letras “A” ou “D”, respectivamente. Exemplos: C5A – resposta ou relato do quinto aluno da comunidade de Costa do Tapar ao questionário realizado *antes* das atividades experimentais, S6D – resposta ou relato do sexto aluno da comunidade de Santarém Miri ao questionário realizado *depois* das atividades experimentais.

4.2 Apresentao e Análise dos Resultados

Nos dois contextos de aplicao do produto educacional, participaram das atividades num total de vinte e dois alunos, sendo oito da Costa do Tapar e quatorze de Santarém Miri.

4.2.1 Atividade envolvendo termômetros

Para facilitar a análise dos resultados da atividade envolvendo termômetros sugerimos três aspectos ou dimensões: *Gnero*, *Finalidade* e *Funcionamento*. Essas dimensões foram baseadas nas respostas dos alunos respectivamente às três perguntas: 1) Que instrumento é esse? 2) Para que serve? 3) Como funciona?

- Respostas  Questão: *Que instrumento é esse?*

A dimensão *Gnero* retrata o tipo de instrumento disponibilizado aos alunos. Metade da turma da Costa do Tapar (C1, C3, C4 e C5) chamou o instrumento de “régua”, provavelmente por este possuir uma escala numérica, um aluno (C7) denominou-o de “incotermi” [*sic*], decerto por ter copiado do rótulo do instrumento (Figura 4.1), e três não fizeram referência ao “nome” do aparelho, mas indicaram sua finalidade de medir temperatura, como vemos nos exemplos de C2, “ o instrumento [instrumento] que servi [serve] para medi o grau de temperatura.” e de C8, “ o instrumento [instrumento] que mede o grau da gua.”.

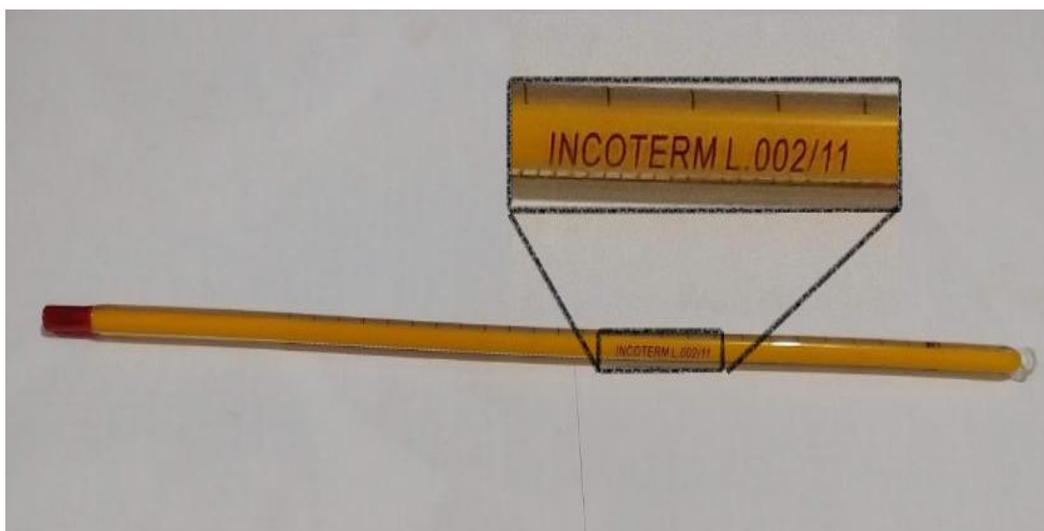


Figura 4.1.Termômetro analógico químico. Fonte: Os autores

Na turma de Santarém Miri, composta por quatorze alunos, os discentes responderam de forma direta que o instrumento é um termômetro, com exceção do aluno (S3) que indicou ser “um relógio que marca tudo”, entretanto, na terceira pergunta (Como funciona?) este discente respondeu que “Ele funciona como medidor de temperatura.”.

Como falamos anteriormente, nos parecia óbvio perguntarmos para os alunos do Ensino Médio “o que é um termômetro”, mas ficamos surpresos com as respostas inusitadas dos alunos C1, C3, C4 e C5, da Costa do Tapará, que denominaram o aparelho de régua [milimétrica], demonstrando que seus conhecimentos prévios em relação ao termômetro são precários, podemos perceber que esses alunos têm contato muito restrito aos componentes tecnológicos da sociedade moderna, ademais, sendo o termômetro um instrumento comum em Centros de Saúde, observa-se que eles são mal servidos por este tipo de serviço sob a responsabilidade do Estado, além de não buscarem informações nos meios de comunicação de massa, como rádio e televisão.

- Respostas à Questão: *Para que serve?*

Na dimensão *Finalidade*, sugerimos três categorias, *Medir grandezas físicas*, tais como peso, massa e comprimento, *Medir temperatura*, no sentido próprio, e *Medir variação de temperatura*.

Os quinze alunos (C1, C2, C6, C7, C8, S1, S3, S5, S7, S8, S10, S11, S12, S13 e S14) nas duas turmas, falam expressamente que o aparelho serve para medir temperatura. As exceções se deram por parte dos alunos C3, “serve para coloca [colocar] em balança e calculas [calcular] pesos”, C5, “serve para numera os persos

[pesos] que pesa [pesa] numa balança.”, S2, “Ele serve para ver a variação da temperatura no sólido” e S6, “Para o estudo do efeito que a variação de temperatura.”.

Os alunos, C3 e C5, devem ter usado o termo “uma balança” como resposta (equivocada para nós) para a questão, por fazerem analogia aos equipamentos utilizados para medir o “peso” da produção familiar (peixes, cereais, etc.) que, geralmente, é realizado com auxílio de “balanças de mola”, i.e., dinamômetros (Figura 4.2).



Figura 4.2. Balança de mola ou dinamômetro. Fonte: Os autores

- Respostas à questão: *Como funciona?*

Na terceira e última dimensão, *Funcionamento*, relacionamos com a terceira pergunta: “Como funciona?”. Essa pergunta tem o objetivo de investigar se os alunos têm conhecimentos sobre os conceitos térmicos de temperatura e calor.

Dividimos essa dimensão em cinco categorias: *em contato térmico com o objeto, como uma balança, calor sensível, para medir temperatura e não codificado* e apresentamos na tabela 4.1 as *unidades de registro* correspondentes às *categorias*.

Em Costa do Tapará, mesmo não citando na resposta à primeira pergunta a palavra “termômetro”, na resposta à segunda alguns alunos não souberam informar que o termômetro serve para medir temperatura. A maioria, segundo suas respostas, sabe o que é necessário para o funcionamento do termômetro – que este seja colocado em contato térmico com o objeto (neste caso a água).

Em Santarém Miri, metade dos alunos (S1, S2, S7, S6, S8, S10 e S13) afirmou que o termômetro, para seu funcionamento, deve entrar em contato com o objeto para indicação de suas temperaturas e quatro alunos (S3, S11, S12 e S14) relacionaram temperatura com o funcionamento dos termômetros, permitindo-nos inferir que a turma dessa comunidade, de modo geral, possui subsunçores adequados para uma aprendizagem significativa.

Tabela 4.1. Categorização das respostas sobre o funcionamento do termômetro.

CATEGORIAS	ALUNOS	UNIDADES DE REGISTRO
Em contato térmico	C1	“Metendo a régua na água gelada e na quente.”
	C2	“Funciona com água de gelada e água normal e a água quente.”
	C4	“Quando coloca na água natural ela fica para cima quando coloca na água gelada ela abaixa.”
	C6	“Colocando na água gelada e na água quente o natural.”
	C8	“Funciona com água gelada e água morna e água quente.”
	S1	“Coloca debaixo [contato] do braço.”
	S2	“Tipo coloca debaixo [contato] do braço ou outro lugar.”
	S6	“Coloca no sólido ou líquido.”
	S7	“Coloca em baixo do braço para saber se a temperatura da pessoa esta normal ou esta alta.”
	S8	“A pessoa coloca na boca ou embaixo do braço.”
	S10	“Colocamos sobre o corpo e ele medi a temperatura.”
S13	“Colocar em um lugar quente a gente vai ver a temperatura a cada passo.”	
Como uma balança	C3	“Coloca em uma balança e ver quantos quilos pesou.”
	C5	“Funciona quando coloca o perso [peso] e fala quantos persou [pesou] numa balança.”
Calor sensível	S5	“Quando o corpo é aquecido, ou seja, recebe calor e ocorre uma variação de temperatura.”
Para medir temperatura	S3	“Ele funciona como medidor de temperatura.”
	S11	“Funciona para avaliar a temperatura do corpo humano.”
	S12	“Funciona em escala de temperatura, quando ta calor ou frio.”
	S14	“Funciona conforme a temperatura do ar.”
Não codificado	C7	“Ele forsono como um objeto que tranformo aguns coisa que trais agulmais coisa que prendizado de cada um de nós.”
	S4	“Não sei.”
	S9	“Colocando de cabeça para baixo.”

Fonte: Os autores

4.2.2 Experiência com o termoscópio

Nessa atividade, com nosso auxílio, os alunos construíram de maneira artesanal seus *termoscópios*, reutilizando fracos vazios de perfumes para manipularem e observarem suas características e funcionamento.

Simultaneamente à manipulação dos termoscópios pelos alunos, fizemos as perguntas, *Como você acha que funciona o termoscópio?* e *por quê?* para que os discentes, de forma escrita, respondessem individualmente.

As respostas foram agrupadas em quatro dimensões distintas: *Relato da experiência*, *Finalidade*, *Explicação* e *Comparação*.

Na dimensão *Relato da experiência*, composta por duas categorias: *percepção correta* e *percepção equivocada*, as repostas são exclusivas dos alunos da Costa do Tapará, entretanto, estes alunos se limitaram em descrever o fenômeno que ocorreu ao

tocarem com suas mãos nos termoscópios. Os relatos dos sete alunos incluídos na primeira categoria são semelhantes entre si, como exemplo, temos os alunos C1 “Líquido sobe na água quente. Líquido abaixa na água fria” e C2 “O líquido sobe na água quente. Ele abaixa na água gelada.”. O único relato pertencente à categoria *percepção equivocada* foi o do aluno C3 “O líquido não sobe e nem desce.”.

Em nossa análise, criamos a dimensão *finalidade* que tem como característica a utilidade do termoscópio. Essa dimensão, que foi exclusiva dos alunos de Santarém Miri, é composta por duas categorias, *Serve para medir a temperatura* e *Não codificado*.

Na categoria *Não codificado* foram incluídos seis alunos (S2, S3, S6, S10, S12 e S13) que não fizeram nenhuma referência à finalidade do termoscópio. Na outra categoria, *Medir temperatura*, oito alunos (S1, S4, S5, S7, S8, S9, S11 e S14) relataram uma possível finalidade do termoscópio. Ilustramos essa categoria com as expressões dos alunos S5, “E serve para medir a temperatura.” e S7, “Na minha opinião o termoscópio é um aparelho que também serve para medir a temperatura.”.

Criamos a dimensão *Explicação* baseada nas tentativas que os alunos (dos dois contextos) tiveram em explicar o funcionamento do termoscópio a partir da relação com conceitos físicos, neste caso, termodinâmicos. Compomos essa dimensão em quatro categorias *Temperatura*, *Calor*, *Pressão* e *Não codificado*.

Na categoria *Temperatura*, cinco alunos (S1, S4, S5, S7 e S9) de Santarém Miri e um (C7) da Costa do Tapará revelaram que o aumento da coluna do líquido no termoscópio se deu por influência da temperatura de suas mãos. Como exemplo, podemos citar os relatos dos alunos S4, “O termoscópio para mim funciona com a temperatura da pessoa. Por exemplo: Quanto mais quente tiver a mão da pessoa mais rápido ira subir e quanto menor for a temperatura ira subir mais devagar.”, S5, “Quando a pessoa cobre o termoscópio com as mãos a temperatura aumenta e o álcool sob [sobe].” e S7, “pois eu observei que quando seguramos ele, o nível do álcool sobe e isso acontece por causa da temperatura das nossas mãos.”.

Os relatos de quatro alunos (C2, S8, S10 e S13) representam a categoria *Calor* (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Unidades de registro da categoria "Calor"

CATEGORIA	ALUNOS	UNIDADES DE REGISTRO
Calor	S8	“...quando nos colocamos a nossas mãos nele devido o calor das nossas mãos o álcool de dentro sobe.”

	S10	“Isso ocorre devido o calor que transmite da mão para o plástico, fazendo assim subir o álcool, devido a troca de calor.”
	S13	“com a quentura [calor] o liquido que esta dentro vai subir para cima ele faz isso porque o nosso corpo é quente...”
	C2	“...e na quentura da mão passa o liquido sobe.”

Fonte: Os autores

Para a categoria *Pressão*, três alunos (S2, S6 e S12), todos de Santarém Miri, mencionaram o conceito pressão como responsável pelo efeito observado no termoscópio (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Unidades de registro da categoria "Pressão"

CATEGORIA	ALUNOS	ES
Pressão	S2	“...quando a gente segura no meio dele tipo uma pressão por dentro que sobe aquele liquido”
	S6	“É a pressão das mãos que da a quentura do corpo.”
	S12	“...eu acho que fica sem ar [baixa pressão] por isso que sobe.”

Fonte: Os autores

4.2.3 *Experiência de Locke*

A primeira atividade experimental, propriamente dita, que realizamos nesse projeto foi a experiência das três bacias (atribuída a John Locke) com participação plena dos alunos nas turmas em que foram aplicados o produto. Vale ressaltar que, como de praxe em nossas aulas, no início os alunos estavam um pouco tímidos e relutaram em participar da aula experimental, mas quando começamos a preparação do experimento começando por acender o fogareiro e aquecer a água, eles mudaram de atitude, e começaram a participar ativamente durante toda a aula.

Na Costa do Tapará todos os oito alunos participaram dessa aula, em Santarém Miri, dois alunos (S2 e S14) faltaram ao encontro e não foi possível codificar o relato do aluno (S3).

Depois que todos os alunos presentes realizaram a experimentação pedimos para que escrevessem o relato da experiência realizada. Analisamos as narrativas dos alunos com base nesses relatos que foram classificados em quatro dimensões principais: *empirismo, utilização de termômetro, aspecto lúdico e conceitos térmicos*.

Na dimensão *empirismo* observamos uma categoria que denominamos de *sensações térmicas diferentes*. Nessa categoria está um dos principais objetivos⁸ dessa

⁸ perceber que as duas mãos sentem, ao mesmo tempo, sensações térmicas diferente, em um mesmo recipiente, portanto o tato não é um bom avaliador de temperatura.

experimentação. Houve unanimidade em relação às sensações térmicas diferentes, i. e., todos perceberam o experimento, segundo os relatos escritos pelos alunos. Como exemplo, destacamos o relato de S4: “Porque uma mão estava em água morna e a outra em água gelada, ao colocarmos as duas na água natural mesmo sendo a mesma água sentimos diferenças, a mão que estava na água morna sentimos fria e a mão que estava em água gelada sentimos quente.”.

Nos dois contextos de aplicação, os alunos pediram para que o experimento fosse realizado uma segunda vez. Aceitamos o pedido e sugerimos que antes de submergirem suas mãos na água à temperatura ambiente, utilizassem uma toalha para enxugá-las, pois assim perceberiam melhor o experimento. O aluno C6 relatou “... coloquei as duas mãos de novo na mesma água natural e a sensação da mão que tava na água quente fica fria, e a mão que tava na água gelada fica um pouco quente.”.

Quanto à categoria *aspecto lúdico*, destacamos a fala do discente C7 “Foi incrível eu nunca vi isso eu não sabia que a temperatura de um corpo pode fazer isso. Eu nunca tinha sentido isso na minha vida.”.

Observamos na dimensão *utilização de termômetro* que podemos dividi-la em duas categorias: *Mensuração* e *Operacionalização*.

Os alunos (C3, C5, C8, S1, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S12 e S13), três de Costa do Taparú e nove de Santarém Miri conseguiram se expressar corretamente em relação aos valores de temperatura, como exemplo, destacamos as *unidades de registro* atribuídas aos alunos C3 “A água gelada estava 20°C normal estava 30°C e a fervida com 40°C.” e S10 “Primeiro colocamos água no isopor e acrescentamos gelo, colocamos os termômetros dentro e verificamos que a água chegou em 0 graus °C. Em seguida colocamos água no isopor em temperatura ambiente, depois medimos a água estava em 27 graus °C. Depois fervemos a água ate ficar morna e em seguida com ajuda do termômetro medimos e estava em 40 graus °C. Logo, fervemos a água bastante e medimos e constatamos que a água chegou em 100 graus °C.”.

Na categoria *Operacionalização* observamos que os alunos começaram a relacionar o instrumento termômetro com sua finalidade. Como exemplo, o aluno S11 “o termômetro é colocado dentro do isopor para ver a temperatura se diminui.”.

Na dimensão *conceitos térmicos* observamos claramente os conceitos de calor e de equilíbrio térmico e, fazendo com que dividíssemos essa dimensão em duas categorias, *Calor por mistura térmica* representada pelos relatos dos alunos S5, S7, S10 e S11 e *Equilíbrio térmico* pelos alunos S12 e S13.

A categoria *Calor por mistura térmica* pode ser representada pelo relato de S7 “A mistura de água quente com a água natural faz com que a água baixe a temperatura, já a água fria com a água natural faz com que aumente a temperatura. Aprendi também que a mistura de água fria com a água quente pode varia a temperatura [de ambas].”

Representamos a categoria *Equilíbrio térmico* pela *unidade de registro* do aluno S12: “Porque a água tava natural e não modificou nada, uma mão ficou fria e a outra morna, as temperaturas ficaram iguais.”.

De maneira geral, na turma de Santarém Miri, os alunos tentaram ser bastante completos em sua resposta, tentando de várias formas explicarem o mesmo fato.

4.2.4 Atividade experimental utilizando o dilatômetro

Realizamos a atividade experimental utilizando o *dilatômetro*, nas duas turmas, com procedimentos semelhantes. Antes da atividade propriamente dita, fizemos aos alunos a pergunta: “O que acontece com o tamanho de um objeto metálico quando ele é aquecido?” e após o experimento, pedimos que relatassem de forma detalhada os procedimentos realizados na aula.

Para facilitar a análise das respostas dos alunos à pergunta, feita antes da atividade experimental do dilatômetro, criamos três categorias: *Variação nas dimensões* (VD), *Mudança de fase* (MF) e *Variação nas dimensões e mudança de fase* (VD e MF).

A categoria VD possui três subcategorias: *Diminuiu o tamanho*, *Aumentou o tamanho* e *Não alterou o tamanho*.

O aluno S13A respondeu que quando aquecemos um objeto metálico, este diminui de tamanho, portanto sua resposta, “Ele vai diminui de tamanho, porque ele é aquecido.” foi incluída na subcategoria *Diminuiu o tamanho*. Na subcategoria *Não alterou o tamanho* estão incluídos quatro alunos (C1A, C3A, S4A e S12A) que descreveram a hipótese de que o tamanho de um objeto não varia quando é aquecido, como *unidade de registro*, citamos C1A “O tamanho do objeto não se modifica pois, ao ser colocado no fogo ele apenas esquenta.” e S12A “Ele vai ficar do mesmo tamanho ele não vai esticar e nem aumentar. Porque se for uma barra de ferro ele não vai se modificar.” e na subcategoria *Aumentou o tamanho* os quatro alunos (S1A, S8A S11A e S14A) relataram que, quando um objeto é aquecido seu tamanho aumenta, para ilustrarmos, citamos os alunos S8A “quando ele é aquecido ele tem a tendências de aumenta o seu tamanho.”.

Avaliamos as respostas dos alunos (C4A, C6A, C7A e S6A) e enquadrámos na categoria *Mudança de fase*, pois relataram que o objeto entraria em fusão (derreteria) quando fosse aquecido. Como *unidades de registo*, temos: C4A “Um objeto metálico ao ser aquecido vai começar a derreter.” e S6A “Ele derrete, porque a temperatura do fogo é muito forte e o metal não suporta.”. Contudo, observamos que a pergunta se refere ao tamanho (dimensões) do objeto e não a mudança de fase.

Seis alunos (C5A, C8A, S5A, S7A, S9A e S10A) foram mais além, mesmo a pergunta se referindo ao tamanho do objeto, consideraram uma possível mudança nos estados físicos dos objetos metálicos. Por isso suas respostas foram agrupadas na subcategoria dupla *Variação nas dimensões e mudança de fase*, como exemplos de *unidades de registo*, temos: C8A “Ele diminui de tamanho com a temperatura ele derrete fica um pouco menor.” e S10A “Ele diminui de tamanho, pois com a temperatura ele derrete fica um pouco menor.”.

Os alunos (C2A, S2A e S3A) não foram enquadrados em nenhuma das categorias acima, pois se fizeram ausentes no dia dessas atividades.

Após as atividades experimentais pedimos aos alunos que relatassem os procedimentos realizados, que foram categorizados com base nas semelhantes opiniões que os alunos explicitaram. Para facilitar a análise dos dados obtidos, dividimos os relatos em uma dimensões compostas por categorias.

Compomos a dimensão *Variação nas dimensões do objeto metálico* por duas categorias (Tabela 4.4): *Aumenta de tamanho*: Onde quatorze alunos foram incluídos, por relatarem que, com o aumento da temperatura, os objetos metálicos tendem a aumentar de tamanho e *Aumenta ou diminui de tamanho*: Nesta categoria, enquadrámos cinco alunos, pois em seus relatos, afirmaram que, conforme variamos a temperatura o tamanho dos objetos podem também variar, tanto aumentar como diminuir.

Os alunos (C2D, S2D e S3D) não foram enquadrados em nenhuma das categorias acima, pois se fizeram ausentes no dia dessas atividades.

Tabela 4.4. Categorização dos relatos após atividade experimental do dilatômetro.

CATEGORIAS	ALUNOS	UNIDADES DE REGISTRO
Aumenta de tamanho	C1D	“...a varas de metálicas aumenta com ao aumento da temperatura.”
	C3D	“Colocamos uma panela de pressão para esquentar a água no fogo para esquentar, no termômetro mediu a temperatura, nesse momento a barra almentou [aumentou].”
	C4D	“... com a temperatura aumenta o ferro cresce.”

	C5D	“... porque quando a panela de pressão alcançou os 98°C e a barra alcançou 86°C, o ponteiro girou para saber que a barra crescia.”
	C6D	“... a vara de metal ia aumentando conforme aumenta a temperatura da barra.”
	C7D	“...o termômetro mediu o quantos graus dava e também a vara de alumínio aumenta de tamanho.”
	C8D	“...a temperatura aumenta e a barra aumenta de tamanho.”
	S5D	“Logo depois de aquecido o metal aumentou, porque teve um aumento de temperatura.”
	S6D	“...a vara de metal era aquecida...e a vara aumentou algum centímetro [centímetro].”
	S7D	“se a temperatura subir pra 75°C e o subir pra 130°C isso pode-se afirma que a vara cresceu.”
	S8D	“...aqueceu a vara o tamanho dela aumentou.”
	S9D	“...o medidor medira o grau de variação de temperatura e também dar pra saber se a vara de alumínio aumenta de tamanho.”
	S10D	“...a vara de alumínio aumento devido a temperatura [calor] transmitida da panela pelo cano para a vara, estando a vara com temperatura inicial de 30°C passando então para 80°C.”
	S11D	O cano cresce através da temperatura aumenta
Aumenta ou diminui de Tamanho	S1D	“...o ferro crescia quando a temperatura aumentou e diminuía conforme a temperatura fosse diminuindo.”
	S4D	“...nesse momento o indicador colocado na barra de ferro dirá se aumentou ou diminuiu.”
	S12D	“...um objeto crescer e diminuir com a temperatura.”
	S13D	“...a vara aumenta e ou diminui conforme a temperatura sendo assim não podemos ver a olho nu.”
	S14D	“o ponteiro girou por causa do vapor da temperatura [água] que alcançou na barra metálica, durante a temperatura não podemos ver a olho nu se a barra crescia ou não, mais identificamos conforme o ponteiro que girava, e quando diminuiu a temperatura o ponteiro girou ao contrario.”

Fonte: Os autores

4.3. Análise das respostas das questões discursivas

Para alcançarmos os objetivos de determinar os subsunçores e fazer uma avaliação dos indícios de aprendizagem significativa dos alunos, aplicamos nas duas turmas um questionário composto de questões discursivas (Apêndice A) no primeiro e no último encontro da implementação do produto educacional.

- Questão 1 (condutores e isolantes térmicos)

Os objetivos da questão *Você vai tomar um café quente. Existem três copos, um de plástico, um de vidro e um de alumínio. Qual você usaria? Explique o motivo de sua escolha:* foram para sabermos acerca dos conhecimentos dos alunos sobre condutores e isolante térmicos (no primeiro questionário) e para avaliarmos as mudanças nas concepções dos alunos sobre o assunto em questão.

De acordo com a resposta dos alunos das duas turmas, criamos quatro categorias baseadas em suas concepções de um objeto (alumínio, plástico ou vidro) ser isolante ou condutor térmico: *plástico ou vidro condutores, plástico ou vidro isolantes, alumínio condutor e ambiguidade.*

Na categoria *plástico ou vidro condutores térmicos* agrupamos as respostas de nove alunos (S1A, S2A, S3A, S5A, S6A, S7A, S11A, S12A e S14A) que indicaram, no primeiro questionário, como condutores térmicos os copos feitos de plásticos ou de vidro.

Desses nove, quatro alunos (S3D, S5D, S6D e S11D) não mudaram suas concepções e voltaram a se referir, no questionário posterior, que copos de vidro ou de plásticos são condutores térmicos.

Na categoria *plástico ou vidro isolantes térmicos* agrupamos as respostas de oito alunos (C1A, C3A, C6A, C7A, S4A, S8A, S9A e S13A) que indicaram, no pré-questionário, que copos feitos de plásticos ou de vidro são isolantes térmicos. Porém, três alunos (C7D, S8D e S13D) mudaram suas concepções e indicaram, em suas respostas posteriores, que o vidro ou o plástico são condutores térmicos. Podemos representar essa categoria pela unidade de registro do aluno S8D “Usaria o copo de vidro por ele tem facilidade de fazer com que o café esfrie mais rápido”.

No questionário final, onze alunos (C4D, C5D, C7D, C8D, S3D, S5D, S6D, S8D, S10D, S11De S13D), expressaram suas concepções de que copos de plástico ou de vidro são condutores térmicos.

Para nós, as concepções alternativas dos alunos, relatadas nessa primeira questão, foram difíceis de serem “quebradas”, ou pela maior disponibilidade (por questões culturais, econômica ou de conveniência) de copos de plástico (inclusive descartáveis) ou de vidro em relação a copos de alumínio ou porque materiais como plásticos e vidro, por serem isolantes térmicos, não permitem que o calor, por condução,

do café (líquido do interior do copo) chegue até as mãos, daí a expressão (indicador) “esfria mais rápido” dos dezesseis discentes (tabela 4.5).

Tabela 4.5. Unidades de registro da categorização das repostas à questão 1.

QUESTÃO 1 Você vai tomar um café quente. Existem três copos, um de plástico, um de vidro e um de alumínio. Qual você usaria? Explique o motivo de sua escolha:		
CATEGORIA	ALUNO	UNIDADES DE REGISTRO
plástico ou vidro condutores	S1A	“porém eu acho que no de plástico esfria mais rápido”
	S2A	“de vidro porque esfriava mais rápido”
	S3A	“plástico para tomar café porque ele esfria muito rápido.”
	S3D	“Porque o café esfria mais rápido no copo de plástico”
	S5A	“Porque o copo de plástico esfria mais rápido o café.”
	S5D	“Eu usaria o de plástico, porque ele esfriaria mais rápido o café”
	S6A	“o de plástico esfria mais rápido o café”
	S6D	“porque o de plástico ia esfria mais rápido o café.”
	S7A	“No de plástico por motivo do café esfria mais rápido.”
	S11A	“De plástico, porque se torna mais frio pra se tomar.”
	S11D	“De plástico porque se esfria mais rápido”
	S12A	“Eu usaria um de vidro. Por causa que esfria mais rápido a temperatura.”
	S14A	“usaria o de plástico, pois ele esfria muito mais rápido”
	C4D	“de vidro é mais rápido para esfriar.”
	C5D	“de plástico porque o café esfria mas rápido.”
	C7D	“de vidro ele esfria mais rápido de que os outros...”
C8D	“de vidro porque ele esfria muito rápido e esquentava também muito rápido por ele esfria rápido.”	
S8D	“Usaria o copo de vidro por ele tem facilidade de fazer com que o café esfrie mais rápido.”	
S10D	“o copo de vidro, porque ele esfria o café mais rápido.”	
S13D	“usaria o de plástico porque com certeza a temperatura iria esfriar mais rápido o café.”	

Fonte: Os autores.

No geral, nas duas comunidades, os alunos têm noção de condução térmica, embora não saibam expressar corretamente, com base em conceitos físicos pertinentes a esta ideia.

Essa interpretação pode ser confirmada na próxima questão por se tratar do mesmo enfoque.

- Questão 2 (condutores e isolantes térmicos)

Os objetivos da questão *A ponta de um objeto é posta em uma fogueira, você precisa pegá-lo com a mão (sem proteção) para retirar do fogo. De que material você preferiria ser esse objeto – uma ripa de madeira ou um vergalhão de ferro? Por quê?*, são semelhantes aos da anterior – sabermos acerca dos subsunçores dos alunos sobre *condutores e isolante térmicos* e avaliarmos as mudanças nas concepções dos alunos sobre o assunto em questão, com uma situação distinta da anterior.

Para as respostas dos alunos a essa questão, nos dois contextos de aplicação, formulamos três categorias: *madeira isolante*, *madeira isolante e ferro condutor* e *não codificado* baseadas em suas concepções da condutibilidade térmica da madeira e do metal.

Como indicadores dessas categorias, temos como exemplos as unidades de registro: para *madeira isolante*, S2A, “A madeira porque não esquenta muito.”; para *madeira isolante e ferro condutor*, S14D, “porque a ripa [de madeira] vai queimar somente a ponta e não vai esquentar até o final e o vergalhão vai esquentar por inteiro.” e para *não codificado*, C1A, “vergalhão, pega com uma luva para tirar do fogo.”

Na Figura 4.3 indicamos a “evolução” das respostas dos alunos nas categorias, onde cinco alunos (C6, S2, S4, S6 E S14) “saíram” da categoria *madeira isolante* para a categoria *madeira isolante e ferro condutor*. Em contra partida dois (S1 e S5) fizeram o caminho inverso e dois (C1 e S3), que não estavam em nenhuma categoria no primeiro questionário, passaram para a categoria *madeira isolante*. O destaque, em nossa análise, é em relação à resposta do aluno C5, que passou de *não codificado* para a categoria *madeira isolante e ferro condutor*, i.e., para uma categoria mais completa.

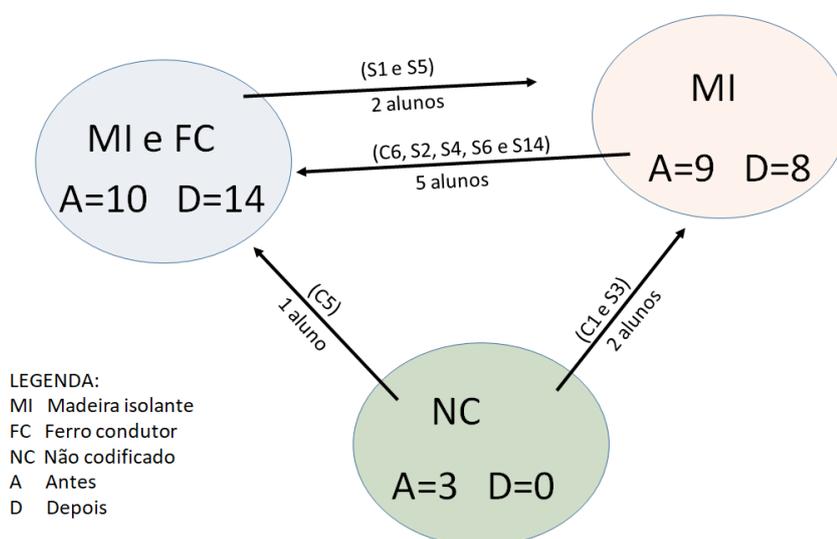


Figura 4.3. Evolução das respostas nas categorias da questão 2. Fonte: Os autores

Diante dos resultados das duas primeiras questões, podemos inferir que os alunos, no geral, reconhecem as características de condutores e isolantes térmicos, pois em situações cotidianas lidam com esses materiais. É interessante observar que a maioria (treze) dos alunos, fizeram suas escolhas e tentaram explicar o motivo pelo qual não escolheram o outro objeto.

- Questão 3 (uso do termômetro)..

Os objetivos da questão *Uma criança está gripada. Como você procederia para verificar se ela está ou não com febre? O que significa “estar com febre”?* são de identificar os subsunçores dos alunos (questionário inicial) sobre temperatura e de como medi-la e de observar se houve indícios de Aprendizagem Significativa (questionário final) a respeito de como medir a grandeza temperatura com mais confiabilidade.

Essa questão tem duas partes: como verificar a temperatura de um corpo e quais os sintomas (características) de uma pessoa com febre.

Na primeira parte, com base nas respostas dos alunos à essa questão, criamos quatro categorias: 1) *usa o sentido* (tato), 2) *usa o termômetro*, 3) *usa o sentido ou o termômetro*, e 4) *não codificado*. Essas categorias retratam quais os procedimentos que os alunos teriam se uma pessoa (no caso uma criança) estivesse em *estado febril*.

Na Costa do Tapará, no primeiro questionário, a maioria, i e., cinco dos oito alunos (C2, C3, C6, C7 e C8) exporam que usariam *o tato* para verificar se uma criança estaria com “febre”, desses cinco quatro repetiram a resposta no segundo questionário.

Em nossa visão, as possíveis explicações para essa situação é a indisponibilidade de aparelhos (termômetros) no contexto rural em que vivem e também, a comodidade de usar as mãos para verificar o estado febril de uma pessoa, não se preocupando, a princípio, o quanto a temperatura está acima da temperatura normal (em torno dos 36,5°C) para os seres humanos.

Como indicadores das categorias elaboradas, temos como exemplos, as unidades de registro: para a categoria *usa o sentido* C3A, “eu colocaria a minha mão sobre o rosto da criança...” e S2D, “sempre coloco a mão no corpo para ver a temperatura...”, para a categoria *usa o termômetro* temos, a resposta de S9A “Eu usaria um termômetro para medir a sua temperatura.”, na categoria *usa o sentido ou o termômetro*, o aluno S12A “Eu pegaria nela e veria se ela ta quente. E pegaria um termômetro e verificaria com quantos de febre ela teria.”.

Na Figura 4.4 indicamos como as respostas dos alunos “migraram” de categorias durante a aplicação do produto, com destaque para respostas de dois alunos (S1 e S6) que mudaram da categoria *usa o sentido* para a categoria *usa o termômetro*, outras mudanças não foram significativas. Pelo contrário, nesta situação, a maioria permaneceu em suas categorias iniciais. Por exemplo, sete alunos (S3, S4, S5, S7, S8, S9 e, S10), todos de Santarém Miri, permaneceram na categoria *usa o termômetro* e

mais quatro (C3, C6, C7 e C8), da Costa do Tapar, se mantiveram na categoria *usa o sentido*.

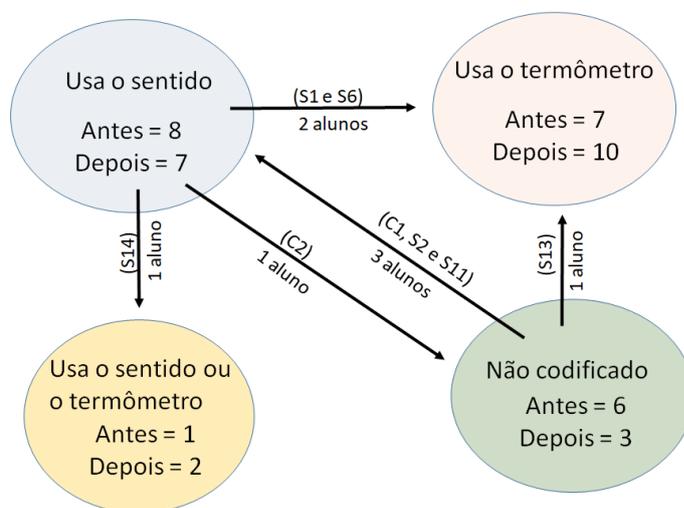


Figura 4.4. Evoluo das respostas nas categorias da primeira parte da questão 3.
Fonte: Os autores.

Diante desses resultados, podemos inferir que os alunos, em geral, utilizam o sentido para verificar a situao de febre de uma pessoa, pois é um ato instintivo, porém, o termômetro, por se tratar de aparelho que tem pouca disponibilidade em seus contextos, e pela comodidade em usar o tato, a preferência  para uso deste.

Na segunda parte da terceira questão, os alunos relataram sobre os sintomas de uma pessoa com febre. A categorizao que sugerimos, também está em torno de quatro categorias: *temperatura alta*, *dores no corpo*, *temperatura alta e dores no corpo* e *não codificado*.

Na Figura 4.5 indicamos a pouca “migrao”, de um questionário para outro, das respostas dos alunos nas categorias, onde quatorze alunos (C1, C8, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S13 e S14) “permaneceram” na categoria *temperatura alta*. Destacamos a saída de dois alunos (S6 e S1) dessa para a categoria *não codificado*.

Destacamos, nos relatos dos alunos, o uso mais frequente do termo *temperatura*, saindo de termos mais coloquial como quente e frio. Essa maior frequência indica que os alunos se apropriaram de termos que não são acostumados a falar em seus cotidianos. Como exemplo C2D “eu ia v ser ela esta com a temperatura alta.”.

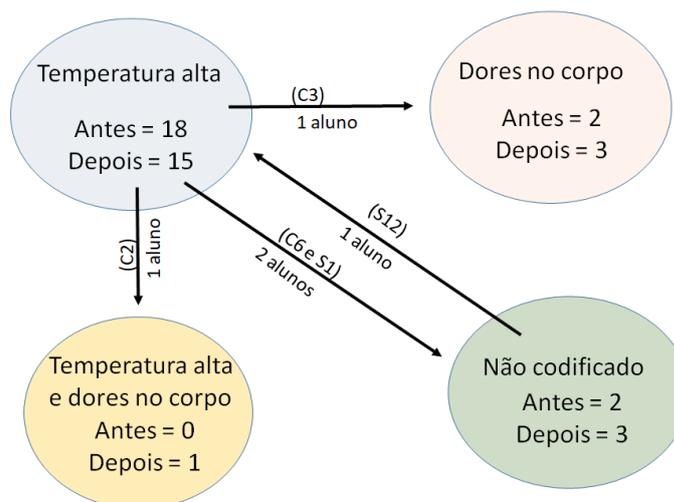


Figura 4.5. Evolução das respostas nas categorias da segunda parte da questão 3.
Fonte: Os autores.

- Questão 4 (consequências da variação de temperatura)

A questão *O que pode acontecer quando se aquece um objeto?* teve por objetivo verificar se os alunos sabem os principais efeitos como consequência do aumento de sua temperatura.

Para um melhor estudo das respostas dos alunos a essa questão, propomos dez categorias (Tabela 4.6):

Tabela 4.6. Índices de categorias propostas das respostas à questão 4.

CATEGORIAS	ÍNDICES
mudança de fase	MF
aumento de temperatura	AT
aumento de pressão	AP
dilatação ou contração térmica	DCT
mudança de fase e dilatação térmica	MF e DT
mudança de fase e agitação molecular	MF e AM
aumento de temperatura e agitação molecular	AT e AM
aumento de temperatura, agitação molecular e dilatação	AT, AM e DT
mudança de fase, aumento na temperatura e dilatação térmica	MF, AT e DT
não codificado	NC

Fonte: Os autores.

Propomos essas categorias para as resposta à quarta questão do questionário aplicado antes e depois das atividades experimentais. Como exemplo de indicadores dessas categorias, temos: C8A “pode derreter [fusão] quando se aquece [à] temperatura do fogo” para a categoria MF, S10A “O objeto esquenta se for de plástico ele derrete. se for de vidro ele explode [dilata ate quebrar, trincar]” para a categoria MF e DT, S4A “o aumento de temperatura, porque o objeto estaria sendo aquecido no fogo” para AT, e C6A “o gasis [gás] se altera, assim como um resfrigerante [garrafa de refrigerante] quando a gente balança balança o gasis [gás] de dentro do resfrigerante [garrafa de refrigerante] se altera e aumenta [aumenta] a temperatura do gasis [gás].” para a categoria AP.

No Gráfico 4.1 indicamos a frequência dos conceitos relatados pelos alunos para a questão aberta: *O que pode acontecer quando se aquece um objeto?* e podemos observar a tendência dos alunos, no questionário inicial, em indicar que quando um objeto é aquecido ele muda de fase, geralmente, a fusão (os alunos não escreveram o termo *fusão*, porém, utilizaram, em sua maioria, o termo “derrete”). No questionário final, pelo menos oito alunos, quatro (S8D, S9D, S11D e S12D) na categoria “DCT”, dois (S1D e S10D) na categoria “MFe DT” e dois (S4D e S7D) na categoria “AT, AM e DT”, relataram que a dilatação térmica é consequência do aquecimento de objeto.

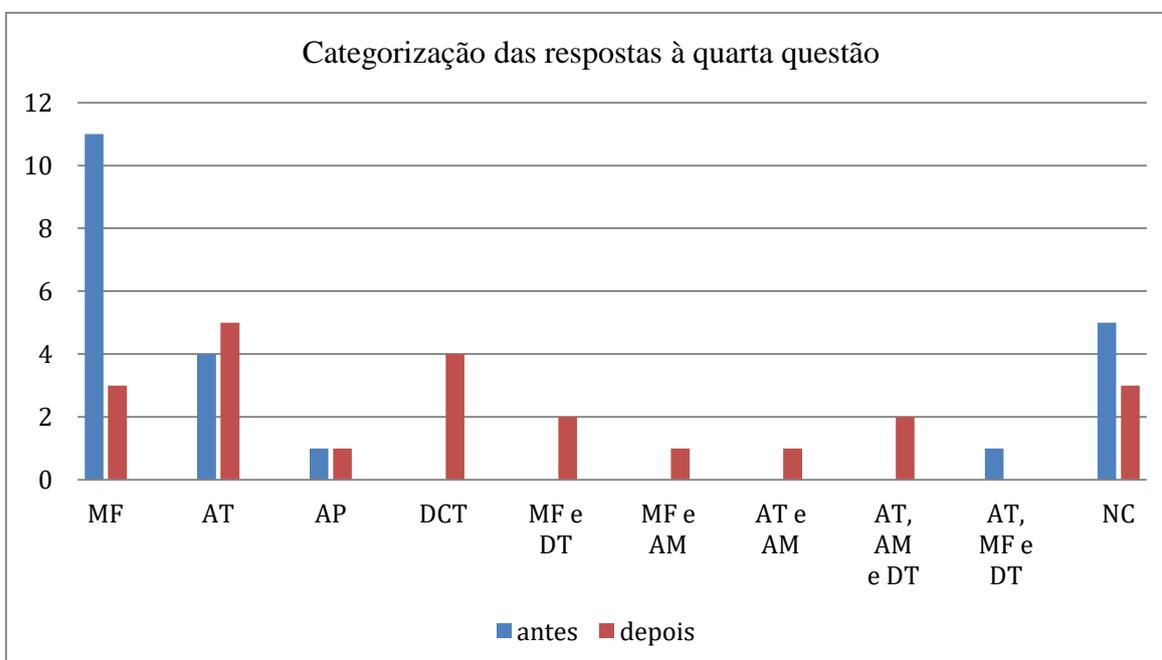


Gráfico 4.1. Respostas dos alunos para a pergunta 4.

Com isso podemos inferir que as atividades experimentais foram essenciais para o ensino sobre dilatação térmica, contudo podemos confirmar essa inferência com a análise da próxima questão.

Observamos também que quatro alunos (S4D, S5D, S6D e S7D), nessa questão e outros cinco (S1, S8, S9, S10 e S12), em questões diversas (todas da comunidade de Santarém Miri), fizeram referência ao conceito de *agitação molecular*, tentando relacionar o aquecimento de objetos com a agitação das partículas que os compõem. Como unidade de registro, podemos citar: S4D “Ele esquentando e aumenta seu tamanho. Pois as moléculas do objeto se agitam e isso faz com a temperatura aumente.”.

Consideramos que essas referências ao conceito de *agitação molecular* seja um indício de Aprendizagem Significativa, pois normalmente, em seu contexto, os alunos não têm este conhecimento para conceituar temperatura (depois da aula, flagramos alguns alunos conversando sobre este conceito).

- Questão 5 (consequências da variação de temperatura nos metais)

A questão, “*O que acontece com o tamanho de um objeto metálico quando é esquentado? Explique:*”, teve por objetivo verificar o conhecimento dos alunos em relação à dilatação térmica dos sólidos, em especial dos metais.

Para as respostas dos alunos, propomos seis categorias (Tabela 4.7):

Tabela 4.7. Índices de categorias propostas das respostas à questão 5.

CATEGORIAS	ÍNDICES
mudança de fase	MF
dilatação térmica	DT
dilatação ou contração térmica	DCT
aumento de temperatura	AT
não varia de tamanho	NVT
não codificado	NC

Fonte: Os autores.

Os indicadores que utilizamos para determinar essas categorias podem ser identificados nas unidades de registro: S10A, “porque ele irá derreter [fusão]” para a categoria MF, S13A, “Ele vai aumentar de tamanho porque esta sendo aquecido.”, para a categoria DT e S9A, “Ele pode aumentar de tamanho ou diminuir” para DCT.

Indicamos no Gráfico 4.2 as frequências dos índices das categorias relativas às respostas dos alunos para a quinta questão. Podemos observar que, na primeira

aplicação desse questionário, nove alunos (C3A, C4A, C6A, C7A, C8D, S1A, S5A, S10A e S14A) responderam que quando se aquece um objeto metálico este muda de fase (mais uma vez, os alunos não expressaram o termo fusão, para mudança de fase, e sim expressões coloquiais, como “ingilhando” [sic], “derreter”, “intorta” [sic] e “disfazer” [sic]). Observamos também que, do total dos alunos, sete (C2A, S4A, S6A, S7A, S8A, S9A e S13A) denotaram, na primeira aplicação do questionário, que um objeto metálico pode variar de tamanho se aquecido.

Na segunda aplicação, ou seja, depois de nossa intervenção usando atividades experimentais, dezessete afirmaram a relação entre dilatação térmica com aquecimento do metal.

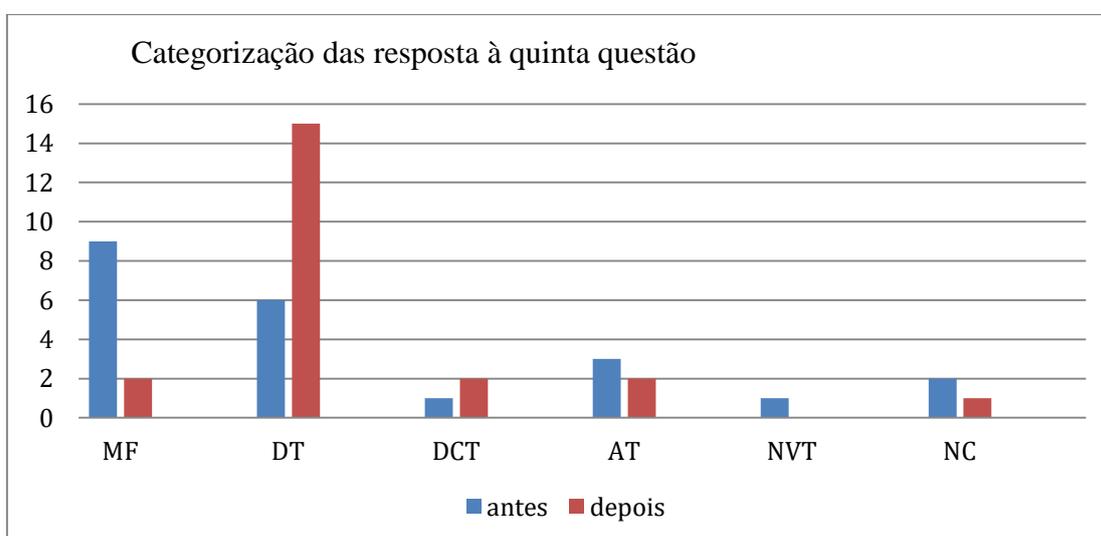


Gráfico 4.2. Respostas dos alunos para a pergunta 5.

4.4. Análise do questionário Likert

O questionário de onze questões em escala Likert (apêndice B) foi aplicado nas mesmas condições e objetivos do questionário anterior, i.e., no início e no final da implementação do produto nas duas escolas. Serviu como complemento na verificação dos subsunçores dos alunos, possibilitando fazer uma comparação entre os conhecimentos anteriores e posteriores às atividades de experimentação a fim de avaliar de forma quantitativa os indícios de aprendizagem significativa.

As questões estão na forma afirmativa, sendo seis, Q1, Q3, Q5, Q8, Q9 e Q11, positivas e cinco, Q2, Q4, Q6, Q7 e Q10, negativas.

A escala Likert que utilizamos possui cinco categorias: *discordo totalmente*, *discordo*, *não sei*, *concordo* e *concordo totalmente*.

Para análise desse questionário determinamos a moda dos valores obtidos

- Questão 1) *Um líquido quente, como o café, por exemplo, esfria mais rápido em um copo de alumínio do que em um copo de plástico.*

Essa questão tem um caráter positivo. Sendo que seu objetivo é de investigar os conhecimentos dos alunos sobre o processo de condução térmica nos materiais, i.e., se um material é condutor ou isolante térmico.

Baseados nas respostas dos alunos a essa questão, podemos inferir, de um modo geral, que as duas turmas obtiveram um ganho no conceito de condutibilidade térmica com as atividades de experimentação pois, antes da aplicação dos experimentos, pelo menos dezesseis alunos discordavam que um líquido esfria mais rápido em um copo de alumínio do que em um de plástico. Ao final, este número diminuiu para dez e a frequência nas categorias *concordo* e *concordo totalmente* aumentou de cinco para doze (Gráfico 4.3). Os alunos passaram a entender melhor as características de um condutor térmico, representado aqui pelo copo de alumínio.

Esse fato é justificado pela mudança de opinião, mesmo porque este tipo de material é pouco disponível no cotidiano desses alunos.

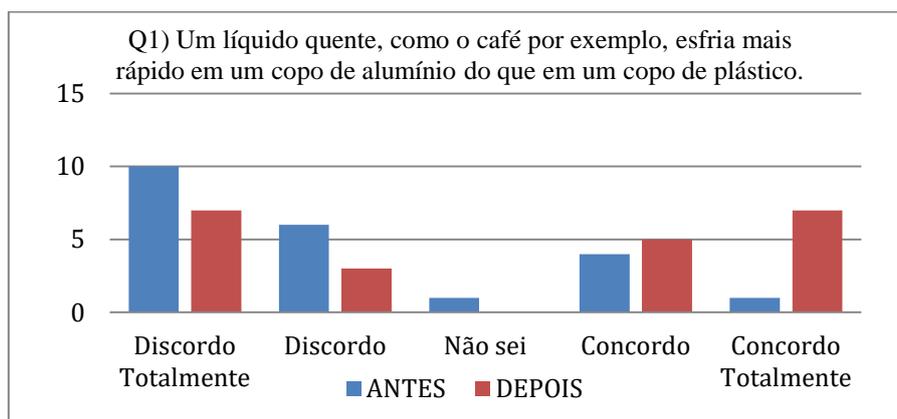


Gráfico 4.3. Respostas dos alunos para a questão 1.

- Questão 2) *Ao tocar em uma porta de madeira e em sua maçaneta de metal, ao mesmo tempo, as sensações térmicas são diferentes porque suas temperaturas também são diferentes.*

Essa questão é negativa pelos critérios físicos. Observamos uma possível retração de alguns alunos em relação aos conceitos de sensação térmica e equilíbrio térmico (Gráfico 4.4). Inferimos que os alunos não relacionaram a situação descrita na questão à experiência de Locke possivelmente porque a situação problema traz dois objetos com características térmicas distintas (madeira e metal) em equilíbrio térmico, enquanto que na experimentação apenas existe a água que, ademais, é um líquido.

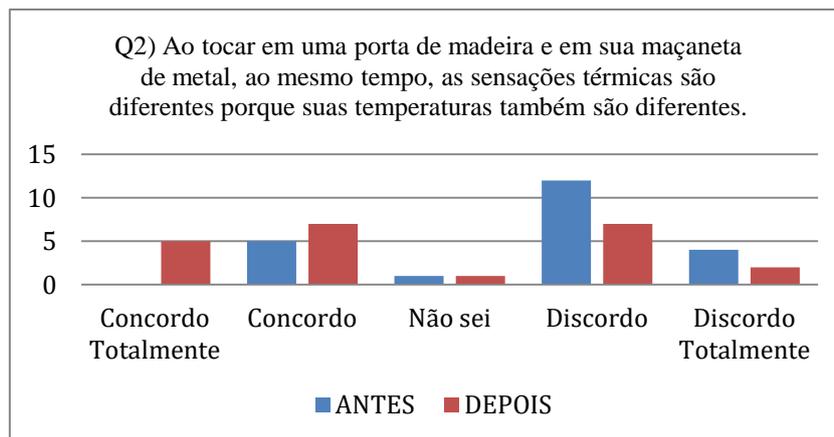


Gráfico 4.4. Respostas dos alunos para a questão 2.

- Questão 3) *Existe um valor mínimo que a temperatura de um corpo pode alcançar.*

Essa questão está relacionada ao conceito de zero absoluto, que é um conceito que os alunos têm dificuldade em assimilar. Nos questionários iniciais e finais (Gráfico 4.5) a maioria dos alunos das duas comunidades, em torno de dezesseis, respondeu que concordam com um limite mínimo de temperatura, portanto não havendo diferença significativa, nos dois momentos.

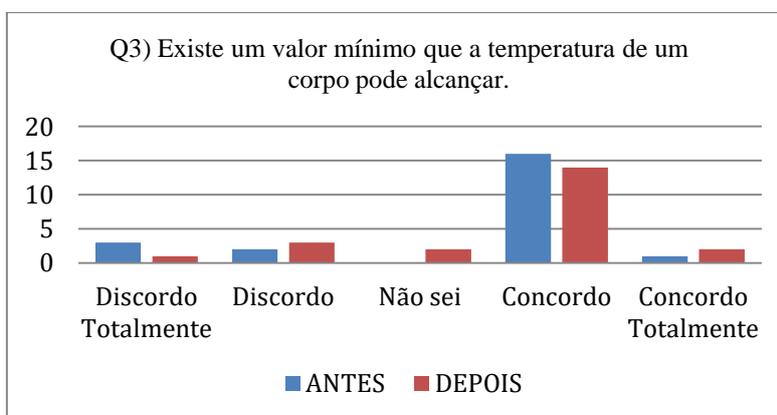


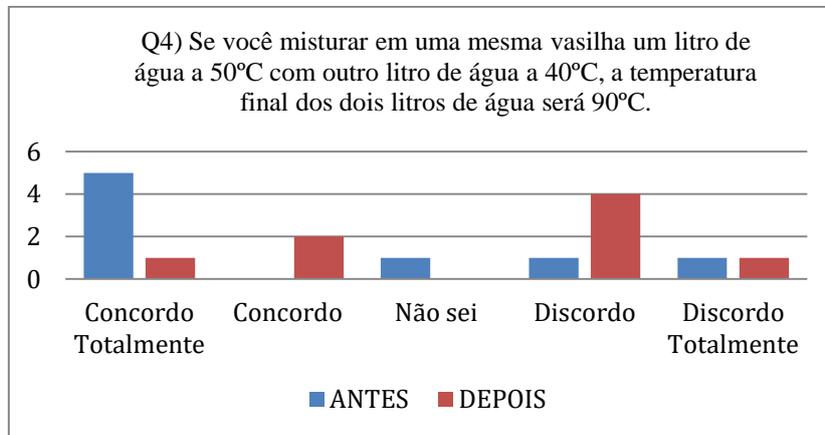
Gráfico 4.5 Respostas dos alunos para a questão 3.

- Questão 4) *Se você misturar em uma mesma vasilha um litro de água a 50°C com outro litro de água a 40°C, a temperatura final dos dois litros de água será 90°C.*

Essa questão tem aspecto contrário ao conhecimento físico, que declara que misturando líquidos de diferentes temperaturas, o valor da temperatura da mistura não será a soma destas, mas a média ponderada pelas respectivas massas. Foi proposta com o objetivo de verificar o conhecimento intuitivo de transferência de calor entre dois corpos.

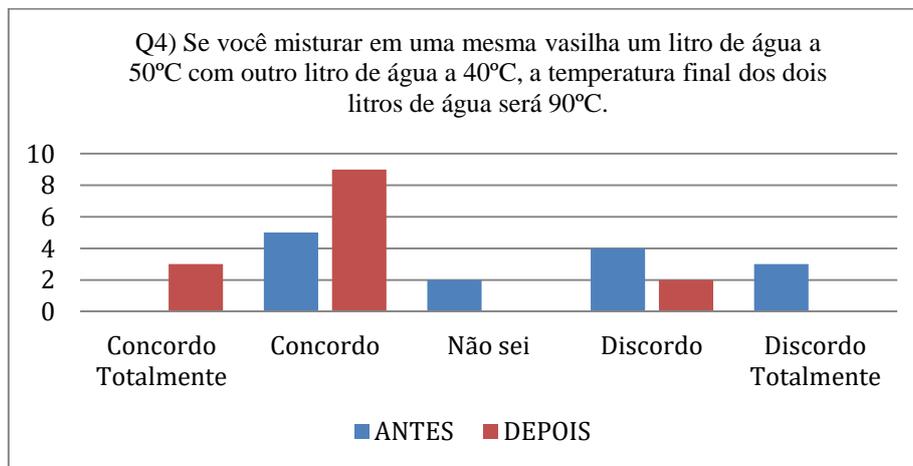
Percebemos uma dissonância nas respostas dos alunos entre as duas escolas.

Enquanto que na turma de Costa do Tapar (Gráfico 4.6) houve uma mudança sensível no nível de compreensão, pois na aplicao inicial somente dois discordavam da questão e na aplicao final cinco passaram a discordar.



Gráfico 4.6. Respostas dos alunos de Costa do Tapar para a questão 4.

Na de Santarém Miri foi o contrário (Gráfico 4.7), inicialmente cinco erroneamente concordaram, depois doze passaram a concordar com a declarao.



Gráfico 4.7. Respostas dos alunos de Santarém Miri para a questão 4.

- Questão 5) *Quando um objeto metálico é aquecido seu tamanho aumenta.*

Nessa questão o conhecimento dos alunos teve um ganho, pois dez alunos, no primeiro questionário, concordavam que as dimensões de um objeto metálico aumentam com o aquecimento, enquanto que no segundo questionário esse número dobrou, passando a vinte.

Inferimos, assim, que o experimento do dilatômetro teve influência nessa mudança de opinião dos alunos.

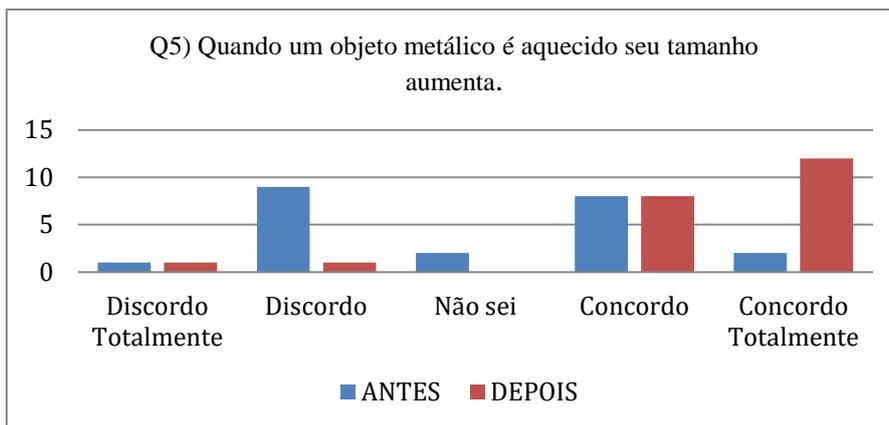


Gráfico 4.8. Respostas dos alunos para a questão 5.

- Questão 6) *A temperatura de ebulição da água (temperatura em que a água ferve) na comunidade em que você vive, é de 36,5°C.*

Analisando as respostas a essa questão, podemos inferir que houve um ganho no conhecimento de alguns alunos, embora um pouco discreto, pois o número de alunos que discordaram da questão passou de cinco para sete e dos nove que disseram que não sabiam, houve uma redução para três. Contudo a frequência dos alunos que passaram a concordar que a temperatura de ebulição da água é semelhante à temperatura do corpo humano, subiu de oito para doze, demonstrando que alguns alunos não conseguiram assimilar o conhecimento em relação às indicações corretas de temperatura.

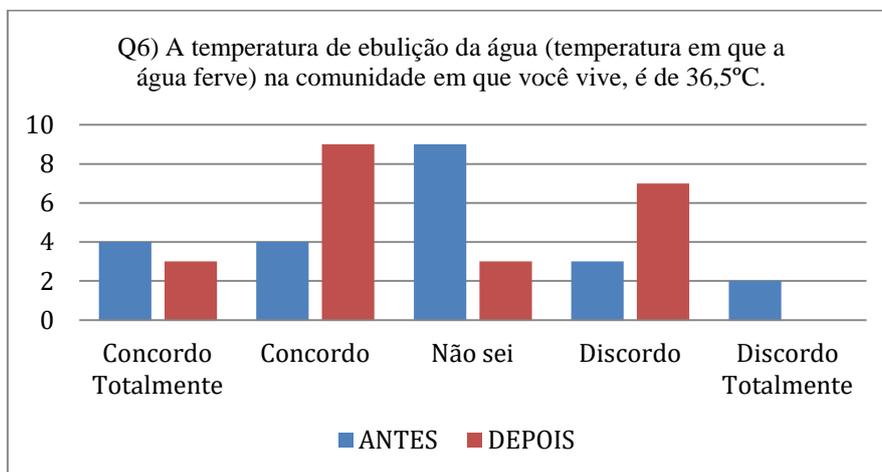


Gráfico 4.9. Respostas dos alunos para a questão 6.

- Questão 7) *Duas barras metálicas, uma de cobre (Cu) e outra de alumínio (Al), tem inicialmente o mesmo comprimento e a mesma temperatura. Ao variar (aumentar) suas temperaturas de um mesmo valor, seus comprimentos aumentarão igualmente.*

Os resultados dessa questão não condizem com o que esperávamos na aplicação do produto, pois foi feito o experimento de dilatação térmica. Entretanto, podemos inferir que alguns alunos não conseguiram interpretar o comando da questão ou leram de forma apressada e passaram despercebidos pelo termo final da questão, i.e., *aumentarão igualmente*.

Fundamentamos essa nossa inferência, nas respostas à questão 5, que trata também do conceito de dilatação térmica.

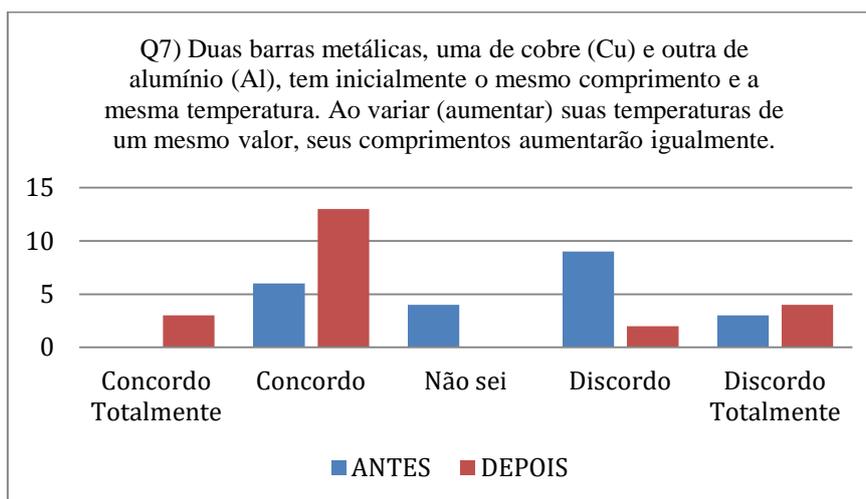


Gráfico 4.10. Respostas dos alunos para a questão 7.

- Questão 8) *Uma cozinheira usa a panela de pressão para aumentar a pressão e, conseqüentemente, aumentar a temperatura de ebulição da água dentro da panela diminuindo, portanto, o tempo de cozimento.*

Essa questão é bastante complexa em relação aos conceitos físicos para os estudantes de ensino médio, pois, abrange diretamente quatro conceitos físicos: *pressão, variação de temperatura, mudança de fase e tempo de cozimento*.

Apesar de que a maioria das respostas dos alunos (dezessete, antes e dezenove, depois) a essa questão estar condizente com a realidade física, não podemos inferir acerca de uma possível aprendizagem significativa.

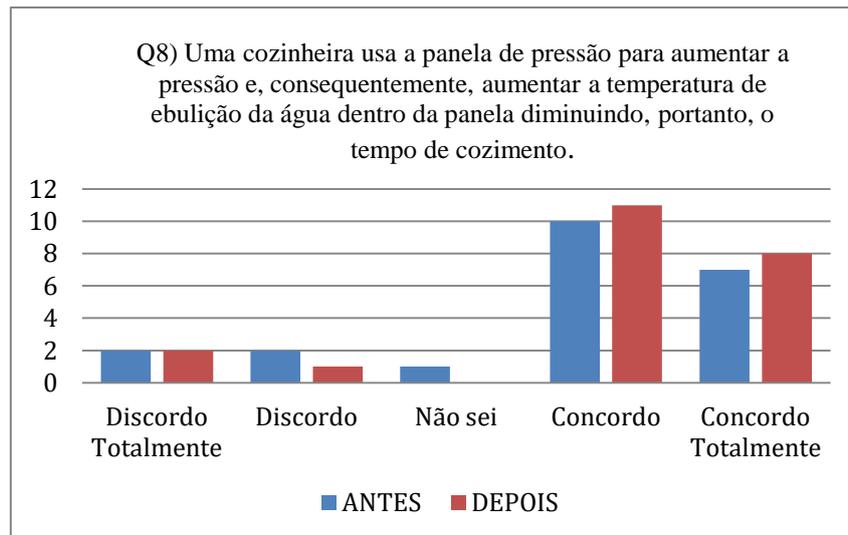


Gráfico 4.11. Respostas dos alunos para a questão 8.

- Questão 9) *Os fios de energia entre os postes ficam mais esticados em um dia frio do que em um dia de sol forte.*

Essa questão, em nossa análise, alcançou o objetivo pretendido de determinar os conhecimentos dos alunos sobre o conceito de dilatação térmica. Entretanto, como na comunidade de Costa do Tapará não possui sistema de eletrificação, essa questão está descontextualizada da realidade destes.

Contudo, esperávamos que os alunos usassem o conhecimento adquirido no experimento do dilatômetro, para modificarem suas opiniões. Percebemos através do gráfico ??, que, em geral, não houveram mudanças nas respostas às questões, antes e depois.

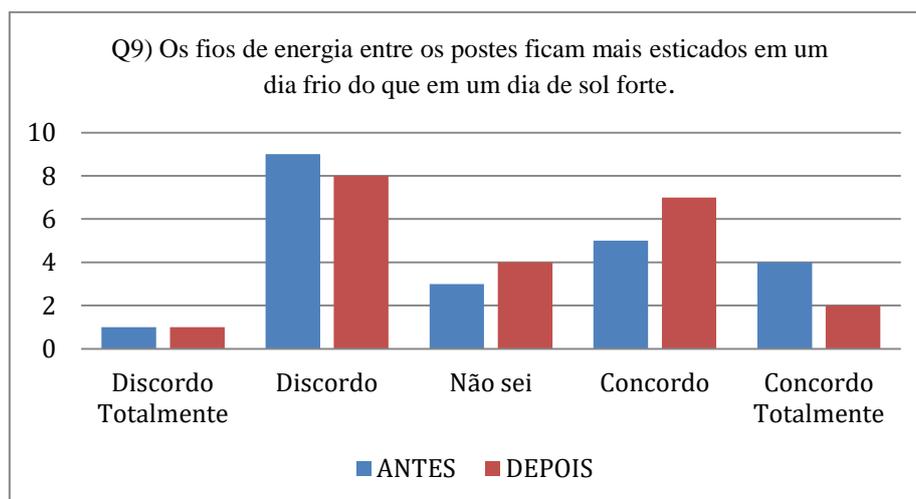


Gráfico 4.12. Respostas dos alunos para a questão 9.

- Questão 10) *Quando a madeira fica mais úmida ela aumenta de tamanho por causa da dilatação térmica.*

Um dos principais objetivos dessa questão é verificar se os alunos percebem que nem toda dilatação de objetos é consequência da variação de temperatura.

Percebemos, porém, que, em média, as respostas dos alunos não modificaram da primeira à segunda aplicação, com exceção de alguns alunos que no início discordavam, (acertadamente) e passaram a concordar (erroneamente) com a questão.

Neste caso, não podemos inferir a respeito dos indícios de aprendizagem significativa, pois, no decorrer das atividades experimentais não deixamos claro para os alunos que a dilatação térmica de um corpo não é exclusiva de uma eventual variação em sua temperatura.

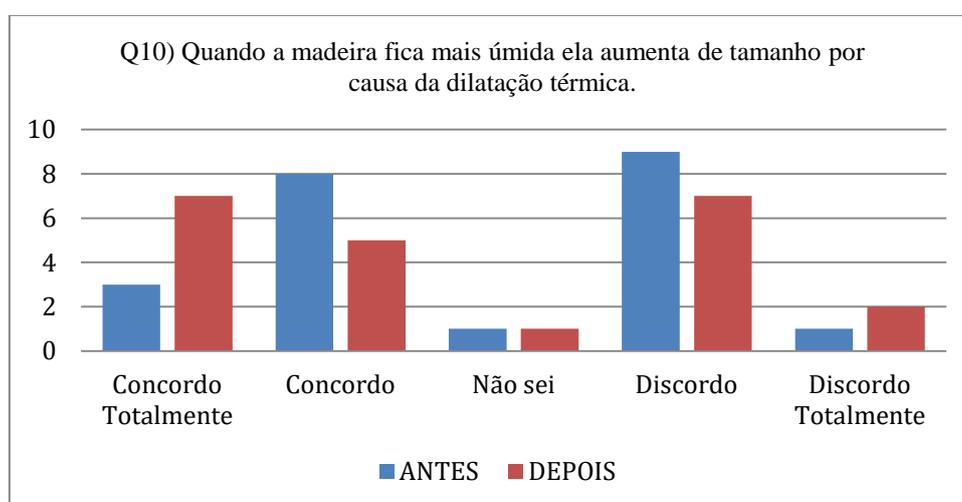


Gráfico 4.13. Respostas dos alunos para a questão 10.

- Questão 11) *Sob o sol forte a areia da praia é mais quente do que a água do rio pela qual é banhada, porque a temperatura da areia é maior que a da água.*

Observamos nas respostas dos alunos a essa questão afirmativa que a maioria (quatorze) concordava que há diferença, tanto nas sensações térmicas como nas temperaturas, da areia da praia e da água do rio, sob sol forte, baseados certamente em seus conhecimentos empíricos. Sugerimos, deste modo, que a aplicação dos experimentos contribuiu para a mudança ou para o aprimoramento de suas concepções, pois dezenove alunos, no questionário aplicado depois, concordaram acertadamente com a afirmação da questão.

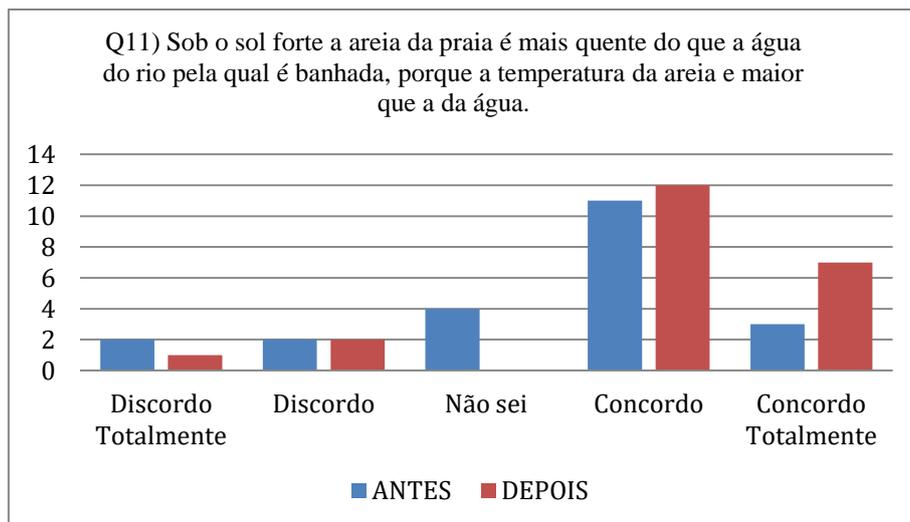


Gráfico 4.14. Respostas dos alunos para a questão 11.

4.5. Análise da avaliação da aplicação do produto

No decorrer da aplicação do produto, sentimos necessidade de conhecer quais opiniões os discentes têm sobre as atividades experimentais. Por esse motivo, aplicamos um questionário (Apêndice A) para investigarmos o ponto de vista dos alunos em relação à sequência didática.

Essa avaliação foi aplicada somente na escola de Santarém Miri com a participação de treze alunos.

Os resultados dessa pesquisa foram os seguintes.

Pergunta 1: *Os experimentos ajudaram você a entender melhor os conteúdos de Física? Por quê?*

O objetivo dessa pergunta foi saber, na opinião dos discentes, se as atividades experimentais ajudaram a compreender melhor os conteúdos de física térmica.

A maioria (dez alunos) afirmou que “sim”, justificando que a atividade experimental, além de ser novidade para eles, também foi muito interessante, pois os ajudou a compreender os conceitos ensinados.

Os outros três alunos assinalaram que os experimentos ajudaram “mais ou menos”, com a indicação de que os experimentos fizeram com que eles prestassem mais atenção às aulas e estimularam suas participações nas atividades realizadas nas aulas (Gráfico 4.15).

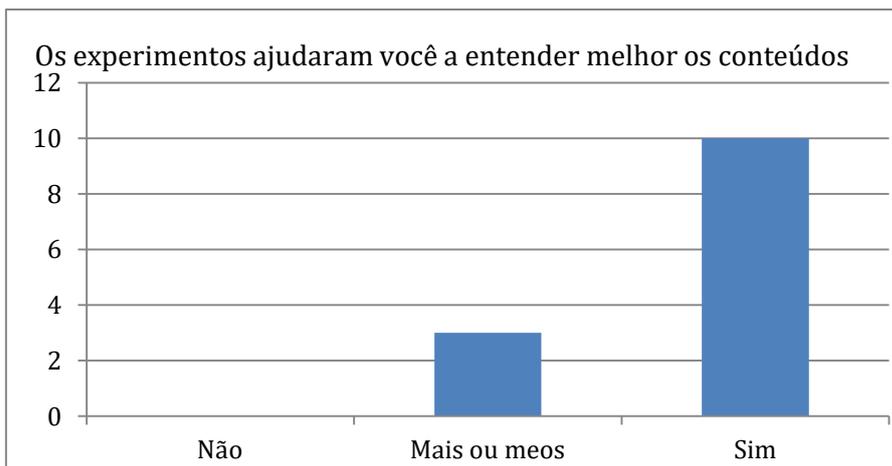


Gráfico 4.15. Questionário de opinião pergunta 1.

Pergunta 2: Como você considera os experimentos?

Essa pergunta foi para determinarmos o nível de aceitação ou interesse dos alunos às atividades experimentais. As opções são que as atividades realizadas nas aulas foram: *muito, mais ou menos, pouco* ou *nada interessantes*.

Doze alunos responderam que as atividades foram *muito interessantes*, pois, com essas atividades, conseguiram perceber os fenômenos e aprender mais os conceitos físicos, e um marcou que foram mais ou menos interessantes, pois não conseguira entender os experimentos (Gráfico 4.16).

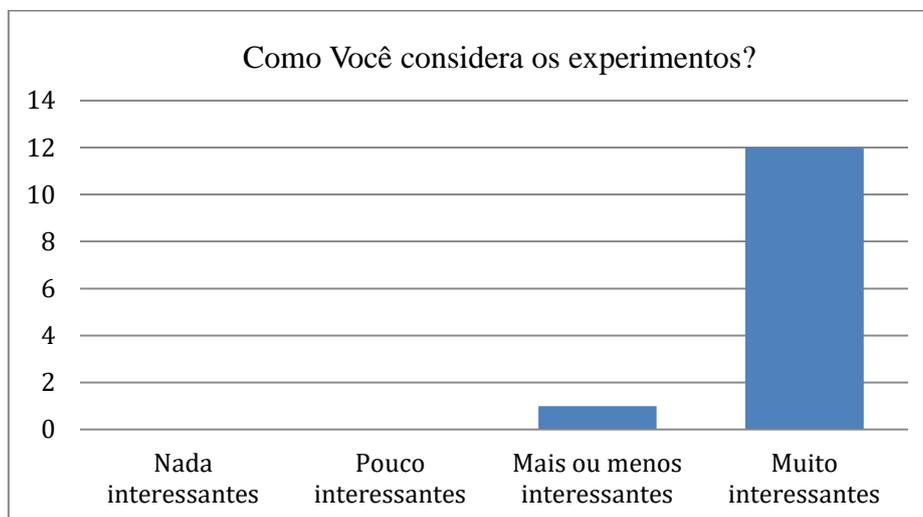


Gráfico 4.16. Questionário de opinião pergunta 2.

Pergunta 3: Qual a atividade que você teve maior dificuldade? Quais foram essas dificuldades?

Nessa pergunta queríamos saber qual a atividade que os alunos tiveram maior dificuldade (Gráfico 4.17).

Um aluno descreveu que teve dificuldade em entender os processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção e radiação –, que foram ensinados em aulas expositivas.

Cinco alunos citaram que tiveram alguma dificuldade na experiência de Locke. Destes, um não conseguiu perceber a experiência e os quatro restantes perceberam a diferença nas sensações térmicas de suas mãos, *embora não aceitassem esse fato*, daí a dificuldade em explicar o fenômeno.

Outros cinco tiveram dificuldade na atividade do dilatômetro, em suas opiniões, dois alunos descreveram que tiveram dificuldade em relacionar a variação angular do ponteiro com a expansão linear do tubo metálico, contudo, essa dificuldade não está relacionada com o conceito físico e sim com o matemático, dois alunos acharam que deveriam observar a dilatação do tubo a olho nu, essa dificuldade pode ser expressa por “Porque, por mais que eu [me] concentrasse não conseguia ver a diferença no tamanho [do tubo]” e um teve dificuldade em entender como a temperatura aumentou no tubo, que está, essa dificuldade, relacionada com o conceito de calor.

Outros dois relataram que suas dificuldades estavam relacionadas aos cálculos, principalmente na aula expositiva que tiveram sobre calor sensível e calor latente.



Gráfico 4.17. Questionário de opinião pergunta 3.

Podemos inferir, através dessas respostas, que uma dificuldade importante está relacionada à matemática, especialmente na resolução de equações.

Pergunta 4: Quais atividades lhe chamaram mais a atenção? Por quê?

O objetivo dessa pergunta era saber quais atividades foram mais marcantes para os alunos. Por esse motivo, o número absoluto das respostas é superior a treze (Gráfico 4.18).

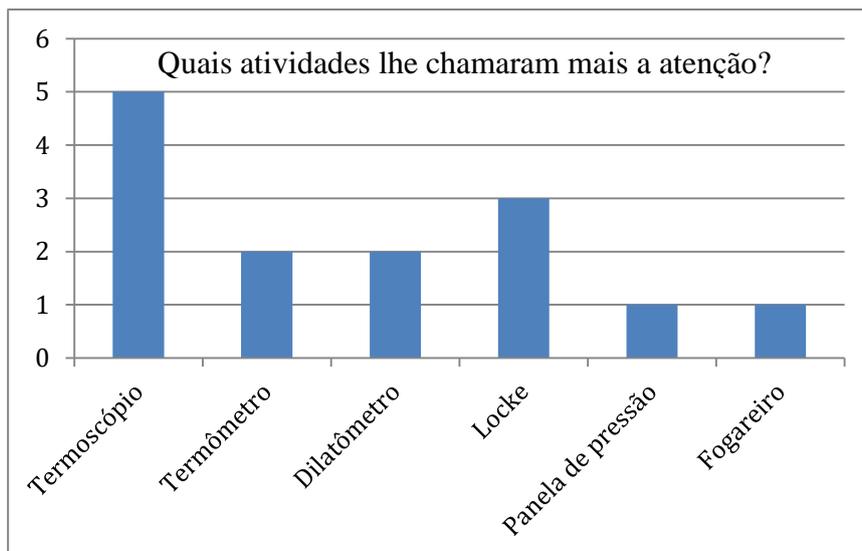


Gráfico 4.18. Questionário de opinião pergunta 4.

Observamos que o *termoscópio* foi a atividade que mais chamou a atenção dos alunos. Podemos atribuir essa preferência ao seu aspecto lúdico porque, nessa atividade, os alunos participaram ativamente da construção dos *termoscópios*, ou seja, a atividade em que os alunos tiveram maior participação direta foi a que mais chamou a atenção.

Pergunta 5: Você gostou das aulas com experimentos?

Essa questão foi para saber se os alunos gostaram das aulas com experimentação. As opções de respostas a essa pergunta foram: *sim, gostei muito, mais ou menos, tanto faz e não gostei*.

Apesar da maioria não ter justificado, onze responderam que gostaram muito das aulas com experimentos e dois que gostaram mais ou menos dessas aulas (Gráfico 4.19).

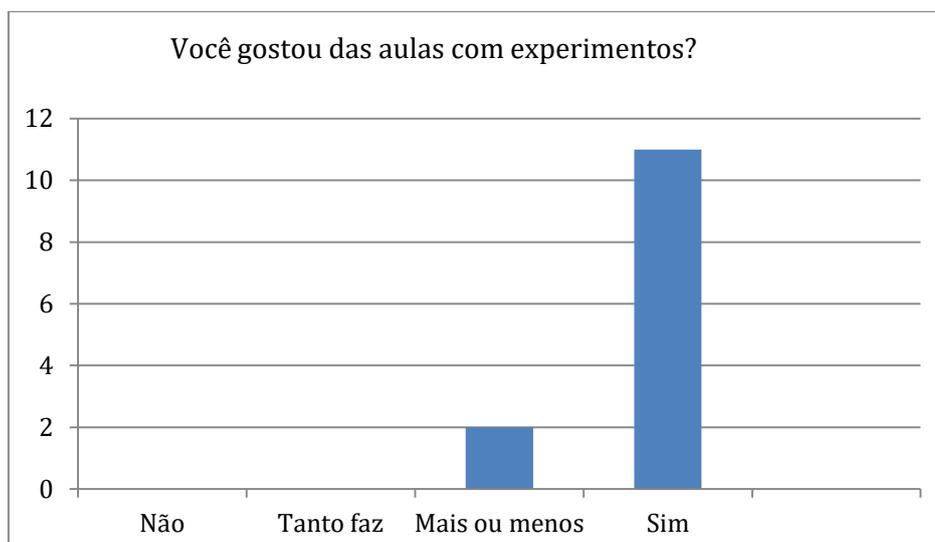


Gráfico 4.19. Questionário de opinião pergunta 5.

Pergunta 6: Como você avalia nossas aulas? Por quê?

As opções de respostas a essa pergunta foram: *foram muito boas*, *boas*, *regulares* e *foram ruins*.

Sete marcaram a opção *foram muito boas*. Destacamos, através das respostas dos alunos, o aspecto lúdico que as atividades experimentais tiveram e a passagem da teoria à prática. Os outros seis citaram que as aulas *foram boas*, com destaque, segundo os alunos, à aprendizagem que foi facilitada com a utilização de atividades experimentais (Gráfico 4.20).

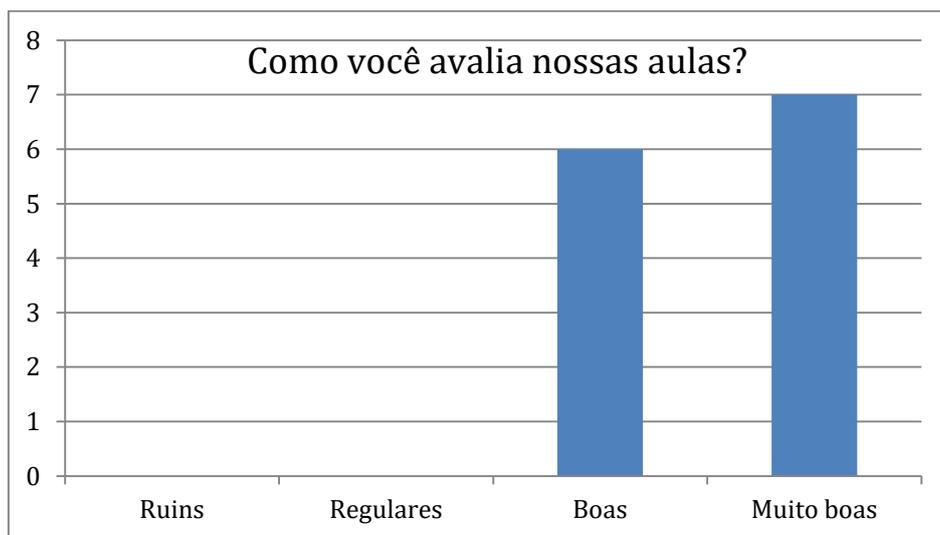


Gráfico 4.20. Questionário de opinião pergunta 6.

Através desse questionário percebemos que as atividades experimentais, além de seu aspecto lúdico, também podem contribuir para uma melhor aprendizagem dos conteúdos da disciplina, pois podem despertar o interesse dos alunos para as aulas de física, contribuindo, assim, para uma aprendizagem significativa.

Capítulo 5. CONCLUSÃO

Neste capítulo, relatamos as conclusões que tivemos da implementação do Produto Educacional nas turmas de segunda série do Ensino Médio em escolas rurais atendidas pelo SOME.

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física possibilitou-nos a elaboração de um Produto Educacional composto por um Guia Didático que visa ser suporte de apoio aos professores em aulas de Física, tanto no SOME como em outros sistemas educacionais, principalmente nas escolas em que as estruturas físicas são precárias.

Elaboramos esse Guia Educacional Didático com base em quatro atividades principais de experimentação demonstrativa: *Uso do termômetro; Experiência de Locke; Termoscópio e Dilatômetro.*

A proposta de aplicação dessas atividades em escolas da zona rural teve como objetivo preparar material instrucional em termos teóricos, metodológicos e experimentais como instrumento auxiliar aos professores na condução de suas aulas de física, na área de termodinâmica em foco, sendo um aporte para a execução de experimentos em sala de aula como metodologia didática, principalmente onde há dificuldade de aplicação dessas metodologias em decorrência da falta de condições para execução de atividades práticas, como por exemplo, de laboratórios multidisciplinares.

Os aparatos utilizados nas experimentações têm uma característica básica: em suas instrumentações foram utilizados materiais de baixo custo e de fácil aquisição, não demandando altos recursos para sua construção e execução, tornando as atividades experimentais factíveis no aspecto econômico e reproduzíveis no aspecto didático.

Ambos os aspectos – factível e reproduzível – são importantes para que os professores sejam incentivados a implantarem atividades experimentais no ensino de física.

A *exequibilidade* de nosso produto é importante, pois os professores que quiserem trabalhar com atividades experimentais se sentirão mais estimulados a realizar este tipo de atividade, haja vista que uma dificuldade importante na realização de experimentação em aulas de física ainda é a precária estrutura física de muitas escolas.

O Guia Didático oferece a explicação necessária para reproduzir o aparato experimental didático utilizado no desenvolvimento deste trabalho, de modo que o professor poderá, com algum esforço e dedicação, construir os experimentos propostos

neste trabalho e aplicá-los metodologicamente, o que é um dos objetivos principais deste trabalho.

Nesse sentido, a aproximação do que é estudado em sala de aula com o que os estudantes percebem em seu dia a dia, foram apresentados com situações que devem ser relevantes ao aprendizado dos educandos.

A construção de equipamentos, como os termoscópios, por exemplo, proporcionou aos alunos uma efetiva participação na construção de seus conhecimentos. Essa participação mais efetiva os motivou a procurarem estabelecer uma relação de proximidade de seus conhecimentos empíricos com os conhecimentos científicos abordados em sala de aula.

Capítulo 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades Experimentais: Do Método À Prática Construtivista**, *Tese de Doutorado*. CED/UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ARAÚJO, M. S. T e ABIB, M. L. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, pp. 176 – 194, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís Antero reto e Augusto Pinheiro. Edições 70. São Paulo, 2016

BASSALO. José Maria Filardo, **A Crônica do Calor: Termometria**. *Revista de Ensino de Física*, vol. 13, departamento de Física da UFPA, Belém, Pará, 1991.

BRASIL, **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** / Secretaria de Educação Básica. - Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2), 2006.

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

CARVALHO, A. M. P., capítulo 18 org. Marcos. D. Longhini, O uno e o diverso na educação. Uberlândia, EDUFU, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de Ciências por Investigação Condições para Implementação em Sala de Aula** In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequência de Ensino Investigativo*. Cengage Learning, São Paulo, 2013.

FERNANDES, Silvana. **O Ensino da Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar**. *Dissertação (mestrado)*, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá – SC, 2016.

GIORDAN, Marcelo. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências** - Artigo apresentado no II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS** Disponível em <<http://moreira.if.ufrgs.br/>> Acessado em 22 de janeiro de 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. Instituto de Física, UFRGS, 2ª edição Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **O Que é Afinal Aprendizagem Significativa?** Disponível em <<http://moreira.if.ufrgs.br/>> Acessado em janeiro de 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Abandono da Narrativa, Ensino Centrado no Aluno e Aprender a Aprender Criticamente**. In *Anais do III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. São Paulo, São Paulo/Brasil, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: da Visão Clássica à Visão Crítica**. In: *I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. Campo Grande, MS, Brasil. 2005

MOREIRA, Marco Antonio. **Linguagem e Aprendizagem Significativa**. In: *II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição*, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 1, pp. 7-29, 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica. Fluidos, Oscilações e Ondas de Calor**. 4.ed. Editora Edgard Blucher, 2003

OLIVEIRA, Francisco Edson Sousa de. **O Ensino Modular em Pequenas Comunidades da Amazônia Paraense, Uma Estratégia de Gestão em Áreas Carentes de Desenvolvimento – Uma Análise em Santarém-PA**, dissertação de mestrado, Universidade Moderna, Lisboa, Portugal, 1999

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2012.

OLIVEIRA, Luiz Henrique Paraguassú de. **Análise Metrológica de Redes de Bragg de Alta Temperatura Voltadas para Aplicações em Sensoriamento**. Tese (doutorado), orientador: Arthur Martins Barbosa Braga; co-orientador: Cícero Martelli. - Departamento de Engenharia Mecânica. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

PEREIRA, Rosenildo da Costa, **SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO MODULAR DE ENSINO (SOME) E A INCLUSÃO SOCIAL DOS JOVENS E ADULTOS DO CAMPO. MARGENS** - Revista Interdisciplinar Dossiê: Formação Docente Versão Digital – ISSN: 1982-5374 VOL.10. N. 14. Jun 2016. (p. 187-198) <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistamargens/article/download/4257/4128>

RODRIGUES, Micaías Andrade. & TEIXEIRA, Francimar Martins. **REFLEXÕES SOBRE A BAIXA PROCURA PELO CURSO DE FÍSICA NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DE PERNAMBUCO, 2009**. Disponível em: <http://www.http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/339.pdf> . Acessado em [02/07/2016](http://www.02/07/2016)

SÁ, José Marcos de. **Experimento de dilatação linear dos sólidos para auxiliar no estudo de termologia**. *Dissertação (mestrado)*, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2016.

SCHULTZ, Duane P. e SCHULTZ, Sydney Elien. **História da Psicologia Moderna**. Tradução Adail Ubirajara Sobral e Marta Stela Gonçalves. 5ª edição, revista e ampliada. Editora CULTRIX. São Paulo, 1992

SERÉ, M.G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O Papel da Experimentação no Ensino da Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 30-42 abr. 2003.

TORMA, Edilson da Silva. **Sequência Investigativa em Circuitos Elétricos no Ensino Médio**. *Dissertação (mestrado)*, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Instituto de Matemática, Estatística e Física - FURG. Rio Grande, 2015.

Disponível em http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rip&cod=_opticaestacaometeorologi. Acessado em 20 de junho de 2018.

Disponível em http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rip&cod=_termosciopiodegalileu-termologia-txttem0004. Acesso em 20 de junho de 2018.

Disponível em <https://super.abril.com.br/historia/o-termometro/>. Acesso em 25 de julho de 2018.

Disponível em <https://catalogo.museogalileo.it/multimedia/TermoscopioTermometro.html>. Acesso em 25 de julho de 2018.

Disponível em < <http://ediario.ioepa.com.br/ver-flip/1581/#/p:4/e:1581>>. Acesso em 2 de junho de 2016

Disponível em http://www.sbfisica.org.br/v1/images/stories/MNPEF/Linhas_MNPEF.pdf. Acesso dia 02 de junho de 2016

Disponível em <<http://modularnoticiassomepolodesantarem.blogspot.com.br/>>. Acesso em 11 de julho de 2017

Disponível em <<http://www.ioepa.com.br/pages/2014/2014.04.30.DOE.pdf>>. Acesso em 14 de junho de 2017.

APÊNDICE A

Questionário de questões abertas

Olá alunos, estamos interessados em averiguar como estão os seus conhecimentos sobre: Temperatura, Calor, Termômetro. Equilíbrio térmico, Dilatação térmica. Condutividade Térmica.

Para isso pedimos que leia e responda com atenção cada questão:

Aluno(a) _____

1. Você vai tomar um café quente. Existem três copos, um de plástico, um de vidro e um de alumínio. Qual você usaria? Explique o motivo de sua escolha:

2. A ponta de um objeto é posta em uma fogueira, você precisa pegá-lo com a mão (sem proteção) para retirar do fogo. De que material você preferiria ser esse objeto – um ripa de madeira ou um vergalhão de ferro? Por quê?

3. Uma criança está gripada. Como você procederia para verificar se ela está ou não com febre? O que significa “estar com febre”?

4. O que pode acontecer quando se aquece um objeto?

5. O que acontece com o tamanho de um objeto metálico quando é esquentado? Explique:

Questionário de questões fechadas (escala Likert)

Olá alunos, estamos interessados em averiguar como estão os seus conhecimentos sobre: Temperatura, Calor (sensação térmica), Termômetro. Equilíbrio térmico, Aplicações/contextualização, Dilatação térmica. Condutividade Térmica.

Para isso pedimos que:

- 1) Leia com atenção cada uma das afirmativas.
- 2) Perceba que não são perguntas e sim afirmações.
- 3) Marque a opção que mais reflete seu nível de concordância sobre cada afirmativa.

Agradecemos pela sua participação.

Nome: _____

1) Um líquido quente, como o café por exemplo, esfria mais rápido em um copo de alumínio do que em um copo de plástico.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

2) Ao tocar em uma porta de madeira e em sua maçaneta de metal, ao mesmo tempo, as sensações térmicas são diferentes porque suas temperaturas também são diferentes.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

3) Existe um valor mínimo que a temperatura de um corpo pode alcançar.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

4) Se você misturar em uma mesma vasilha um litro de água a 50°C com outro litro de água a 40°C, a temperatura final dos dois litros de água será 90°C.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

5) Quando um objeto metálico é aquecido seu tamanho aumenta.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

6) A temperatura de ebulição da água (temperatura em que a água ferve) na comunidade em que você vive, é de 36,5°C.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

7) Duas barras metálicas, uma de cobre (Cu) e outra de alumínio (Al), tem inicialmente o mesmo comprimento e a mesma temperatura. Ao variar (aumentar) suas temperaturas de um mesmo valor, seus comprimentos aumentarão igualmente.

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

03- Qual a atividade que você teve maior dificuldade? Quais foram essas dificuldades?

04- Quais atividades lhe chamaram mais a atenção? Por quê?

05- Você gostou das aulas com experimentos?

sim, gostei muito.

tanto faz

mais ou menos.

não gostei.

06 - Como você avalia nossas aulas? Por quê?

foram muito boas

boas

regulares

foram ruins

07- Deixe abaixo suas sugestões sobre nossas aulas com atividades experimentais.

ANEXO A: Lei do SOME

LEI Nº 7.806, DE 29 DE ABRIL DE 2014

Dispõe sobre a regulamentação e o funcionamento do Sistema de Organização Modular de Ensino - SOME, no âmbito da Secretaria de Estado de Educação - SEDUC, e dá outras providências.

A ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARÁ estatui e eu sanciono a seguinte Lei:

CAPÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Esta Lei regulamenta o Sistema de Organização Modular de Ensino - SOME, como Política Pública Educacional do Estado, estabelecendo normas gerais para sua adequada estrutura e funcionamento.

Art. 2º O Ensino Modular visa garantir aos alunos acesso à educação básica e isonomia nos direitos, assegurando a ampliação do nível de escolaridade e a permanência dos alunos em suas comunidades, observando as peculiaridades e diversidades encontradas no campo, águas, florestas e aldeias do Estado do Pará.

Parágrafo único. O Ensino Modular é direcionado à expansão das oportunidades educacionais em nível de ensino fundamental e médio para a população escolar do interior do Estado, onde não existir o ensino regular, de modo complementar ao ensino municipal.

Art. 3º O Sistema de Organização Modular de Ensino deve ser desenvolvido em consonância com as orientações e diretrizes curriculares vigentes no Estado do Pará e no Brasil.

Art. 4º O Ensino Modular terá os seguintes objetivos e fins:

I - assegurar o direito a uma escola pública gratuita e de qualidade;

II - levar em consideração a diversidade territorial, reconhecendo os diversos povos do campo, das águas, das florestas e das aldeias, a fim da compreensão da dinâmica sócio espacial da Amazônia;

III - valorizar atividades curriculares e pedagógicas voltadas para o desenvolvimento sustentável, baseando-se na economia solidária e na inclusão dos povos que vivem no campo;

IV - garantir a manutenção dos laços de convívio familiar e comunitários dos jovens e adultos que, por necessidade de acesso e/ou continuidade dos estudos, teriam que se afastar dos costumes e valores de suas comunidades;

V - possibilitar aos alunos a conclusão de seus estudos no ensino fundamental e médio;

VI - garantir um ensino de qualidade levando desenvolvimento e justiça social a todas as regiões do Estado.

Art. 5º O Ensino Modular deverá ser implantado nos municípios quando:

I - não existir escola pública estadual que ofereça os anos finais do ensino fundamental ou ensino médio;

II - existir escola pública municipal de ensino fundamental com espaço físico disponível e capacidade de expansão;

III - existir comprovada demanda nas localidades do município, quando não existir escolas estaduais, para criação de turmas com, no máximo, quarenta alunos;

IV - houver comprovada necessidade e solicitação da comunidade a ser beneficiada, que será analisada pela URE e convalidada pela Coordenação Estadual do SOME.

§ 1º A implantação de turma do ensino modular dependerá da análise da Coordenação Estadual do SOME, independente de número mínimo de alunos.

§ 2º A diagnose favorável para implantação do SOME em novas localidades deve envolver as seguintes condições: demanda, condições de permanência do professor, condições para desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem, e transporte de qualidade para os alunos.

Art. 6º No Sistema de Organização Modular de Ensino, a carga horária anual mínima será de 800 (oitocentas) horas, distribuídas em pelo menos duzentos dias letivos de efetivo trabalho escolar.

§ 1º O ano letivo, no SOME, será composto de quatro módulos desenvolvidos em, no mínimo, cinquenta dias, para o desenvolvimento do conteúdo programático e aplicação de, no mínimo, duas avaliações em cada disciplina, excetuando-se o mês de julho e o período de recesso escolar definido no calendário escolar da Secretaria de Estado de Educação.

§ 2º Para alunos em dependência será ofertada no ano subsequente, a atividade curricular paralela ao período letivo correspondente.

§ 3º No caso da não oferta de disciplina dentro dos quatro módulos, a mesma será ofertada entre períodos letivos consecutivos, ou paralelamente ao período letivo no ano seguinte.

Art. 7º A documentação escolar dos alunos do ensino modular será expedida pela Escola Sede dos municípios, obedecendo às exigências curriculares legais estabelecidas pelo Conselho Estadual de Educação.

Art. 8º Os professores que atuam no Sistema Modular de Ensino - SOME serão lotados com jornada integral de 40 (quarenta) horas semanais, definida no inciso III do art. 35 da Lei nº 7.442, de 2 de junho de 2010.

§ 1º A lotação de professor do quadro docente do SOME, por circuito e módulo, será feita conjuntamente pela Direção de URE'S, Escolas Sedes, Supervisão Pedagógica, e Coordenação Geral do SOME, observando a diversidade geográfica com diferentes distâncias entre as localidades e as sedes na composição dos circuitos.

§ 2º As disciplinas ofertadas como dependência e reposição comporão a carga horária docente anual para cumprimento da jornada.

§ 3º O professor lotado no SOME poderá complementar a carga horária de sala de aula com projetos educacionais na sua área de atuação, de modo a atingir a jornada de 40 (quarenta) horas semanais, quando a oferta de turmas não for suficiente para atingir o limite da carga horária em regência de classe da respectiva jornada.

§ 4º Para fins desta Lei, denomina-se circuito o conjunto de localidades em que o professor deverá atuar durante o ano letivo, devendo na composição do mesmo priorizar o município e a URE em que o professor estiver lotado.

Art. 9º Na organização pedagógica e administrativa do SOME deverá ser lotado um Supervisor Pedagógico por município, ocupante de cargo de Especialista em Educação, conforme enquadramento funcional na rede estadual de ensino.

§ 1º O Supervisor Pedagógico subordinar-se-á à Coordenação Estadual do SOME, ao Gestor da Unidade de Ensino e à Direção da Escola.

§ 2º Para a organização administrativa do SOME, deverá ser designado no mínimo um Assistente Administrativo por município que será lotado na Escola Sede ou URE, dentre os servidores do quadro da Secretaria de Estado de Educação.

Art. 10. São atribuições do Supervisor Pedagógico do Sistema de Organização Modular de Ensino:

- I - administrar e executar o calendário escolar específico da modalidade de ensino;
- II - colaborar com o planejamento anual do SOME no município, em articulação com a Coordenação Estadual do SOME e o Gestor da URE;
- III - elaborar, em conjunto com a comunidade local, o Projeto Político Pedagógico, inclusive o Planejamento da Proposta Pedagógica das disciplinas na modalidade de ensino;
- IV - disseminar e apoiar, de forma articulada com o município ou localidade, a eficiência e eficácia da prestação do serviço educacional na modalidade de ensino, que implique no perfeito entrosamento entre o corpo docente, discente, técnico pedagógico, administrativo e a comunidade;
- V - informar ao Diretor da Escola Sede, URE e posteriormente à Coordenação Estadual do SOME o descumprimento dos deveres funcionais dos professores lotados no Sistema de Organização Modular de Ensino, inclusive o não cumprimento regular da jornada obrigatória de trabalho;
- VI - comunicar à Coordenação Estadual do SOME a eventual necessidade de professores, visando garantir o estabelecido na matriz curricular;
- VII - manter atualizadas as informações específicas do gerenciamento do Sistema de Organização Modular de Ensino, referente ao município, inclusive as ocorrências funcionais dos servidores, encaminhando-as ao Diretor da Escola Sede, URE e posteriormente à Coordenação Estadual do SOME;
- VIII - acompanhar e avaliar os planos, programas e projetos voltados para o desenvolvimento do Sistema de Organização Modular de Ensino em relação a aspectos pedagógicos, administrativos, de pessoal e de recursos materiais;
- IX - coletar e analisar os resultados de desempenho dos alunos do Sistema de Organização Modular de Ensino do município, visando à correção de desvios no Planejamento Pedagógico ou do Planejamento Administrativo;
- X - cumprir e fazer cumprir as disposições contidas no Planejamento Escolar da Modalidade de Ensino e Projeto Político Pedagógico da Escola Sede, em razão da especificidade do sistema;
- XI - articular junto à direção da unidade de ensino ou Escola Sede a emissão de certificados, atestados, guias de transferência e demais documentos, visando agilidade no atendimento do aluno;
- XII - controlar o mapa de frequência dos docentes do SOME, por disciplina ministrada, nos módulos de cada localidade;
- XIII - controlar e informar à Coordenação Estadual do SOME a movimentação docente, quando dos afastamentos legais;
- XIV - convocar os professores para a definição da distribuição das aulas de acordo com a sua habilitação, adequando-as à necessidade do SOME e a do Professor, observadas as orientações da Coordenação Estadual do SOME, com vistas ao cumprimento e atendimento das diretrizes do Ensino Médio e dos Anos Finais do Ensino Fundamental;
- XV - zelar pelo patrimônio sob sua responsabilidade, bem como o uso dos recursos disponíveis para funcionamento administrativo do SOME;

XVI - exercer outras atribuições correlatas e afins, sempre no interesse da prestação do serviço educacional e do processo ensino-aprendizagem oferecido pelo Sistema de Organização Modular de Ensino.

CAPÍTULO II

ENSINO MÉDIO MODULAR INDÍGENA

Art. 11. O Ensino Modular Indígena será desenvolvido em aldeias indígenas, garantindo a oferta de educação de forma intercultural, específica, diferenciada, bilíngue/multilíngue e comunitária.

Art. 12. O Ensino Médio Modular Indígena em sua organização baseia-se em:

I - especificidade e diferença, pois as sociedades indígenas brasileiras possuem tradições culturais próprias, tendo cada povo suas especificidades e devendo suas escolas serem diferenciadas das escolas dos não-indígenas;

II - interculturalidade, uma vez que as escolas devem reconhecer as diversidades de saberes, promovendo situações de comunicação entre eles;

III - bilinguismo, porque o uso da língua ancestral representa a preservação de suas identidades e é um direito assegurado aos povos indígenas;

IV - globalidade do processo de aprendizagem;

V - currículo baseado nas práticas socioculturais de cada sociedade indígena.

Art. 13. O Ensino Médio Modular Indígena é desenvolvido através de blocos de disciplinas ministradas ao longo do ano letivo, obedecendo a um esquema de revezamento composto por equipes de professores, sendo que, cada bloco de disciplinas corresponde a um módulo.

Art. 14. Os módulos são trabalhados respeitando-se a flexibilidade do calendário das escolas indígenas que poderá ser organizado independente do ano civil, de acordo com as atividades produtivas e socioculturais das comunidades indígenas.

Art. 15. O Ensino Modular poderá ser implantado nas aldeias quando:

I - não existir escola pública estadual de ensino médio;

II - existir escola pública estadual de ensino fundamental com espaço físico disponível e capacidade de expansão;

III - estiver comprovada a demanda para criação de turmas com no mínimo doze e máximo quarenta, e demanda potencial para os anos seguintes;

IV - houver manifestação favorável das lideranças indígenas para implantação do Ensino Modular;

V - houver diagnose favorável da URE para implantação do Ensino Modular, devidamente convalidada pela Coordenação Estadual do SOME.

Art. 16. Na Coordenação do Ensino Médio Modular Indígena será lotado um Coordenador Indígena na Escola Sede ou URE para atender o município com mais de cem alunos.

§ 1º O Coordenador subordina-se à Coordenação de Educação Escolar Indígena e à Coordenação Estadual do SOME.

§ 2º Aplicam-se, no que couber, à coordenação do Ensino Médio Modular Indígena as atribuições do Supervisor Pedagógico do Sistema de Organização Modular de Ensino contidas no art. 10 desta Lei.

CAPÍTULO III

DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 17. A Secretaria de Estado de Educação poderá celebrar convênio de cooperação técnica com os municípios, visando desenvolver o Sistema de Organização Modular de Ensino.

Art. 18. A Secretaria de Estado de Educação, no prazo de até dezoito meses, a contar da publicação desta Lei, desenvolverá estudo, planejamento e reordenamento da oferta dos anos finais do ensino fundamental na modalidade do Sistema de Organização Modular de Ensino, visando transferir a gerência desses anos finais às prefeituras cujo ensino fundamental esteja municipalizado.

Art. 19. A Secretaria de Estado de Educação providenciará moradia em condições adequadas, para uso exclusivo dos professores que desempenham as atividades pedagógicas no Sistema de Organização Modular de Ensino, em parceria com os municípios.

Art. 20. Cabe à Secretaria de Estado de Educação, em parceria com os municípios, garantir aos alunos do Sistema de Organização Modular de Ensino, transporte e alimentação escolar, bem como a distribuição de livros didáticos.

Art. 21. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO, 29 de abril de 2014.

SIMÃO JATENE

Governador do Estado

DOE Nº 32.632, DE 30/04/2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
REITORIA

SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA CENTRAL RUY BARATA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

1. Identificação do autor

Nome completo: Benildo Antonio Barbosa da Cruz

CPF: 442.355.002-44 RG: 2513353 Telefone: (93) 992262425

E-mail: benildoabcruz@gmail.com

Titulação recebida: Mestre

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página de rosto?

(X) Sim () Não

2. Identificação da obra

() Monografia () TCC (X) Dissertação () Tese () Artigo científico () Outros: _____

Título da obra: Proposta de ensino por investigação em física térmica no sistema de organização modular de ensino visando facilitar a aprendizagem significativa.

Programa/Curso de pós-graduação: Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

Data da conclusão: 23 / 10 / 2018

Orientador: Dr. Carlos José Freire Machado

E-mail: cjfm.uniam@gmail.com

Co-orientador: Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Examinadores: Dr. Sergio Antonio de Sousa Farias

Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos

3. Termo de autorização

Autorizo a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) a incluir o documento de minha autoria, acima identificado, em acesso aberto, no Portal da instituição, na Biblioteca Ruy Barata, no Repositório Institucional da Ufopa, bem como em outros sistemas de disseminação da informação e do conhecimento, permitindo a utilização, direta ou indireta, e a sua reprodução integral ou parcial, desde que citado o autor original, nos termos do artigo 29 da Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Essa autorização é uma licença não exclusiva, concedida à Ufopa a título gratuito, por prazo indeterminado, válida para a obra em seu formato original.

Declaro possuir a titularidade dos direitos autorais sobre a obra e assumo total responsabilidade civil e penal quanto ao conteúdo, citações, referências e outros elementos que fazem parte da obra. Estou ciente de que todos os que de alguma forma colaboram com a elaboração das partes ou da obra como um todo tiveram seus nomes devidamente citados e/ou referenciados, e que não há nenhum impedimento, restrição ou limitação para a plena validade, vigência e eficácia da autorização concedida.

Santarém, 07 / 01 / 2019.

Benildo Antonio Barbosa da Cruz

Assinatura do autor

4. Tramitação

Secretaria / Coordenação de curso

Recebido em ___ / ___ / _____. Responsável: _____

Siape/Carimbo