

Silvana Fernandes

O Ensino da Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Ourique

Araranguá  
2016

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.**

Fernandes, Silvana

O Ensino da Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar / Silvana Fernandes; orientador, Fabrício de Oliveira Ourique - Araranguá, SC, 2016.

185 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Inclui referências

1. Ensino de Física. 2. Física Térmica. 3. Coletor Solar. 4. Arduino. I. de Oliveira Ourique, Fabrício. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Silvana Fernandes

**O Ensino da Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de **MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA** e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, Polo Araranguá

Araranguá, 12 de setembro de 2016.

---

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Ourique  
(UFSC – orientador)

---

Prof. Dr. Evy Augusto Salcedo Torres  
(MNPEF – UFSC - Coordenador do Programa)

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Ourique  
Presidente) – MNPEF/UFSC

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Cíntia Barbosa Passos  
Membro externo – IFC/BLU

---

Prof. Dr. Humberto Luz Oliveira  
Membro externo – IFSC/SJ

---

Prof. Mauricio Girardi  
Membro titular – MNPEF/UFSC



*Dedico esta dissertação  
aos meus pais Nilson e Adelaide, pela educação que me deram.  
Aos meus irmãos Dina e Lauro, por acreditarem em mim.  
À minha afilhada Lara, que me transforma em alguém melhor, todos os dias.*



## AGRADECIMENTOS

### *Agradeço...*

- *ao meu orientador professor Fabrício de Oliveira Ourique;*
  - *aos professores do MNPEF/Polo Araranguá pelas ótimas aulas e excelentes discussões e em especial ao Coordenador Prof. Dr. Evy Augusto Salcedo Torres por sua dedicação ao curso;*
  - *à amiga Leciani que me apoiou em vários momentos difíceis nesses dois anos, além das muitas horas de estudos;*
  - *aos amigos Rafael e Davi, pelas horas que passamos juntos, nos dedicando aos trabalhos, listas e seminários, o que fez surgir uma grande amizade;*
  - *aos colegas de sala, pelos momentos compartilhados;*
  - *ao amigo e professor Eduardo Tocchetto, responsável pelo Laboratório de Eletrônica do IFSC, pois sem sua ajuda este trabalho estaria incompleto;*
  - *ao amigo e professor Samuel Costa, pelas conversas sobre o trabalho e apoio durante a escrita;*
  - *aos meus amigos e colegas do IFSC, que compreenderam minha ausência nos momentos que precisava me dedicar a este trabalho;*
  - *à direção do IFSC/câmpus Araranguá, pelo apoio à aplicação do projeto;*
  - *aos alunos que participaram da implementação, por sua dedicação e interesse na realização das atividades;*
  - *ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - câmpus Araranguá;*
  - *à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida no decorrer do curso;*
  - *aos amigos e familiares pelo incentivo;*
- a todos vocês!***

***Muito Obrigada!***



## **RESUMO**

Neste trabalho apresenta-se uma Sequência Didática composta por uma série de atividades para abordagem da Física Térmica. O material instrucional está fundamentado na teoria interacionista de Vygotsky e nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti. Na busca de contextualizar os conteúdos utilizou-se o sistema de aquecimento de água por energia solar. Assunto este inserido no tema central escolhido. O que possibilitou a definição de quais os conceitos de Física envolvidos e que deveriam ser tratados nas aulas. Para potencializar esse fato foi idealizado e construído um Coletor Solar Didático com sensores de imersão ligados a uma placa Arduino. Este aparato experimental tem a função de realizar a conexão do tema gerador com os conceitos científicos. A proposta foi implementada em uma escola da rede federal de ensino, no primeiro semestre de 2016. Em relação as conclusões sobre a análise da aplicação, pode-se destacar os bons resultados em função das discussões nas atividades em grupo e também o interesse dos estudantes diante de experimentos que usam tecnologias, como por exemplo o Arduino.

**Palavras-chave:** Coletor Solar, Física Térmica, Arduino.



## **ABSTRACT**

This study presents a didactic sequence with a series of activities to approach the Thermal Physics. The supporting material is based on the interactionist theory of Vygotsky and in the three pedagogic moments of Delizoicov and Angotti. Aiming to contextualize Thermal Physics topics, a solar water heater system was used. This way, it was possible to define which topics of Physics would be included and which ones should be addressed in the classroom. To emphasize the main topic, a didactic solar heater system was designed and built with sensors and the Arduino Board. The function of this prototype was to link the heating system to the scientific concepts. The project was implemented at a Federal School, on the first semester of 2016. Regarding the conclusions of the project application, it can be highlighted that there were positive results based on the discussion and the group's activities. It is important to point out the students' interest on the prototype that uses new technologies, as the Arduino Board.

**Keywords:** Solar collector, Thermal Physics, Arduino Board.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Zona de desenvolvimento proximal. ....	31
Figura 4.1 - Coletor Solar Didático.....	37
Figura 4.2 - Desenho esquemático do aparato experimental.....	38
Figura 4.3 - Placa Arduino.....	39
Figura 4.4 - IDE do Arduino.....	40
Figura 4.5 - Articulação entre o tema central e os conteúdos de Física. ....	42
Figura 5.1 - Execução da Atividade 1.....	49
Figura 5.2 - Alunos utilizando o tato para a realização do Experimento 1. ....	52
Figura 5.3 - Alunos realizando o Experimento 2. ....	53
Figura 5.4 - Montagem do Experimento Demonstrativo 1. ....	54
Figura 5.5 - Etapas de execução do Experimento 3. ....	55
Figura 5.6 - Sequência de imagens da execução do Experimento 4. ....	56
Figura 5.7 - Sequência Experimento 5.....	57
Figura 5.8 - <i>Slides</i> utilizadas em parte da aula expositiva.....	58
Figura 5.9 - Exaustor Eólico - Experimento Demonstrativo 2.....	59
Figura 5.10 - Primeira etapa do Experimento Demonstrativo 3.....	60
Figura 5.11 - Segunda etapa do Experimento Demonstrativo 3.....	61
Figura 5.12 - Slides com os experimentos do Encontro 02.....	62
Figura 5.13 - Foto do momento da discussão sobre o Coletor Solar Didático ...	63
Figura 5.14 - Sequência de execução do Experimento Demonstrativo 4.....	64
Figura 5.15 - <i>Slides</i> Aula 06. ....	65
Figura 5.16 - Aparato Experimental. ....	66
Figura 5.17 - Alunos realizando a Atividade 6. ....	67
Figura 5.18 - Simulações. ....	68
Figura 5.19 - Explorando o Coletor Solar Didático. ....	69
Figura 5.20 - Exemplo de parte de uma questão da Atividade Avaliativa. ....	70
Figura 5.21 - Aluno realizando a Atividade Avaliativa. ....	71
Figura 5.22 - Diagrama das categorias em relação ao Equipamento. ....	74
Figura 5.23 - Diagrama das categorias em relação a Temperatura. ....	75
Figura 5.24 - Diagrama das categorias em relação ao Calor.....	77
Figura 5.25 - Diagrama das categorias em relação a Isolantes Térmicos.....	78
Figura 5.26 - Diagrama das categorias em relação a radiação térmica. ....	80
Figura 5.27 - Questão utilizada na Atividade 04.....	81
Figura 5.28 - Diagrama das categorias em relação a densidade antes.....	82
Figura 5.29 - Diagrama das categorias em relação às trocas de calor.....	84



## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Atividades elaboradas para a Sequência Didática.....	36
Quadro 4.2 - Momentos Pedagógicos e suas atividades. ....	43
Quadro 4.3 - Categorias. ....	45
Quadro 5.1 - Categorização para o equipamento antes. ....	72
Quadro 5.2 - Categorização para o equipamento depois. ....	73
Quadro 5.3 - Categorização para Temperatura antes. ....	74
Quadro 5.4 - Categorização para Temperatura depois. ....	75
Quadro 5.5 - Categorização para o Calor antes.....	76
Quadro 5.6 - Categorização para o Calor depois. ....	76
Quadro 5.7 - Categorização para Isolantes Térmicos antes. ....	77
Quadro 5.8 - Categorização para Isolante Térmico depois. ....	78
Quadro 5.9 - Categorização para radiação térmica antes. ....	79
Quadro 5.10 - Categorização para radiação térmica depois. ....	80
Quadro 5.11 - Categorização para densidade antes.....	81
Quadro 5.12 - Categorização para densidade depois. ....	82
Quadro 5.13 - Categorização para as trocas de calor antes. ....	83
Quadro 5.14 - Categorização para as trocas de calor depois. ....	84
Quadro 5.15 - Respostas da Questão 06. ....	91



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Número de alunos versus itens assinalados na Questão 1. ....	88
Gráfico 5.2 - Número de alunos <i>versus</i> itens assinalados na Questão 2. ....	88
Gráfico 5.3 - Número de alunos <i>versus</i> itens assinalados na Questão 3. ....	89
Gráfico 5.4 - Número de alunos <i>versus</i> itens assinalados na Questão 4. ....	90



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	25
2	JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA.....	27
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	29
3.1	A Teoria da Interação Social de Vygotsky .....	29
3.2	Os Três Momentos Pedagógicos .....	31
4	Material Instrucional e Procedimentos Metodológicos .....	35
<b>4.1</b>	<b>O Material Instrucional</b> .....	35
4.1.1	Coletor Solar Didático.....	37
4.1.2	Arduino .....	39
4.1.3	Sensores.....	41
4.1.4	Display .....	41
4.2	Procedimentos Metodológicos .....	41
4.2.1	Tema Central .....	42
4.2.2	Momentos Pedagógicos versus Sequência Didática.....	43
4.2.3	Dados: Instrumentos de Coleta e Tratamento .....	45
5	Implementação e Análise da Sequência Didática.....	47
<b>5.1</b>	<b>Contexto da Aplicação</b> .....	47
<b>5.2</b>	<b>Relato das Atividades</b> .....	48
5.2.1	Encontro 01 .....	48
5.2.2	Encontro 02 .....	54
5.2.3	Encontro 03 .....	57
5.2.4	Encontro 04 .....	65
5.2.5	Encontro 05 .....	70
5.3	Análise das Respostas das Atividades.....	71
5.3.1	Categorizando e Analisando.....	72
5.3.2	Atividades Experimentais .....	85
5.4	Análise das Respostas da Avaliação da Sequência Didática...87	
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	93
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	95
	<b>APÊNDICE A</b> - Material de Apoio ao Professor.....	99
	<b>APÊNDICE B</b> - Avaliação da Sequência Didática .....	177
	<b>ANEXO</b> - (TCLE) .....	181



## 1 INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência que trata dos assuntos relacionados aos fenômenos da natureza e suas manifestações e consequências, constituindo-se numa ciência dinâmica porém, de certa forma, não tão perceptível aos estudantes. Sendo assim, o seu processo de ensino necessita e permite que se utilize de ferramentas didáticas como experimentos, pesquisas, indagações, análises, diálogos e outras. Contudo, o que geralmente ocorre nas escolas é o ensino da Física na forma estritamente teórica, em sala de aula, com o auxílio do livro didático e explicações e exemplos não contextualizados. A explicação para isso se dá pelo fato de que, geralmente, não existem recursos materiais necessários, há dificuldade por parte do professor em trabalhar desta forma ou ocorre uma grande preocupação em trabalhar o conteúdo curricular em tempo hábil etc.

O que se verifica, com esta metodologia de ensino, é o crescente desinteresse dos alunos pelas aulas e conteúdos desta disciplina e o conseqüente baixo nível de aprendizagem, evidenciado pelos índices de reprovação em exames e baixas taxas de aprendizagem.

Sabe-se que o professor de Física deve ter várias contribuições paradidáticas presentes e de modo sistemático na sua prática pedagógica, neste contexto, destaca-se o uso de atividades experimentais, que possibilitam uma interação direta com os fenômenos naturais e tecnológicos, o que contribui para a formação de um aluno crítico, atuante e que compreende o mundo em que vive e as relações que se estabelecem nele.

É necessário aproximar o que se vê na sala de aula com o que os alunos veem fora dela, ou seja, deve-se buscar situações do cotidiano do aluno para que a construção dos conceitos científicos seja efetiva. Além disso, deve-se lembrar que, segundo Vygotsky (2009), o homem é resultado do meio em que vive, das suas relações com o outro. Por levar estes pontos em consideração este trabalho está embasado teoricamente em Lev Vygotsky e metodologicamente em Delizoicov e Angotti.

Levando em consideração o exposto anteriormente e que a energia térmica está envolvida em praticamente todos os processos, logo bastante presente no dia a dia do aluno o tema escolhido para ser trabalhado de forma contextualizada foi “calor, ambiente e usos de energia”. Este será melhor justificado no Capítulo 2 que esclarecerá alguns pontos em relação a necessidade de os materiais elaborados levando em consideração o cotidiano dos estudantes.

Esse trabalho resulta em um produto educacional que é uma Sequência Didática para o ensino de Física Térmica, composta por atividades individuais, experimentos para serem realizados em equipe, atividades experimentais demonstrativas, o uso de simuladores e um objeto educacional, chamado de Coletor Solar Didático que em conjunto com a placa Arduino<sup>1</sup>, sensores de temperatura e display constituem o que trataremos por Aparato Experimental. No material de apoio ao professor, serão detalhadas todas as atividades, inclusive seus objetivos, materiais necessários para os experimentos, além de dicas, de como prepará-los e sugestões de questionamentos. Também contará com o manual de construção do Coletor Solar Didático, o esquema de montagem do circuito responsável pela aquisição automática dos valores das temperaturas e o código que deve ser carregado na placa Arduino.

Os procedimentos metodológicos utilizados iniciaram com a definição do tema central e os conceitos unificadores. Para realizar a conexão entre o tema central e os conteúdos de Física a serem abordados foi utilizado o aquecimento de água pela energia solar. A partir daí foram elaboradas as atividades que compõem a Sequência Didática que foi implementada em uma escola do município de Araranguá, o relato dessa implementação e sua análise estão descritas no quinto capítulo dessa dissertação.

Com base no resultado dessa análise e por acreditar que este material possa contribuir para o ensino de Física, ele ficará à disposição de professores e pesquisadores da área. Este estudo visa também contribuir para o desenvolvimento de uma atividade docente voltada à contextualização dos conteúdos e principalmente à realização de experimentação na área da Física Térmica o que contribuirá significativamente no despertar do interesse do aluno pelas questões inerentes à esta área de estudo.

---

<sup>1</sup> Arduino é uma plataforma de desenvolvimento baseada em um microcontrolador de código aberto, fazendo assim parte do conceito de *hardware* e *software* livre.

## 2 JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA

Os alunos em geral enfrentam dificuldades diante da disciplina de Física, esta considerada por muitos uma disciplina “inalcançável” repleta de fórmulas sem sentido, o que acaba provocando desinteresse nos estudantes. Segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007), são várias as causas das dificuldades no processo de aprendizagem da Física entre elas, destaca-se:

[...] o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, [...] a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado (p. 196).

Rezende e Ostermann (2005), confrontaram a prática educacional com a pesquisa em ensino de Física no Brasil. Para isso utilizaram trabalhos publicados em periódicos e em atas de eventos científicos nessa área entre os anos de 2000 e 2004. Na pesquisa com os professores, os autores levantaram doze problemas no processo ensino aprendizagem. Desses pontos levantados, destaca-se a dificuldade que os professores tem em contextualizar o conteúdo, seja por falta de tempo ou por insegurança. Outros pontos que chamam atenção estão relacionados diretamente aos alunos, já que dizem respeito as deficiências cognitivas, pois chegam ao ensino médio com uma base precária em matemática e na maioria das vezes não conseguem ler e interpretar textos, dificultando assim a compreensão dos enunciados dos problemas. Existem ainda, muitos alunos que não se acham capazes para continuar seus estudos, ou não têm vontade, essa falta de perspectiva faz com que muitos não tenham interesse em aprender. Outro ponto relevante é a indisciplina dos estudantes. Os professores “[...] queixam-se do mau comportamento frequente dos alunos hoje em dia e do acúmulo de papéis que têm que desempenhar por também terem que educá-los para o convívio social” (p. 326).

Assim, um material que se baseie em situações do cotidiano do aluno pode auxiliar na minimização dos problemas acima citados, já que a contextualização é importante para motivar o aluno a aprender ciência,

pois através dela ele percebe a relevância do que está aprendendo (KRUMMENAUER, COSTA e SILVEIRA, 2010).

Essa contextualização neste trabalho será proposta para conteúdos relacionados à Física Térmica. Pois, “em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas, o calor está direta ou indiretamente presente” (BRASIL, 2002, p. 73). Essa frase abre o tema sobre Física Térmica nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) e por ela é possível perceber a importância deste assunto não apenas nos meios acadêmicos como também no dia a dia dos alunos. Este mesmo documento, apresenta sugestões de competências a serem desenvolvidas nos alunos acerca desse tema como por exemplo, a escolha adequada de materiais na busca de conforto térmico, compreender as variações que ocorrem no clima de maneira que possa lidar com elas de forma adequada e também avaliar de que maneira a interferência dos seres humanos afeta tais variações. É ressaltada ainda, a importância da identificação de fontes de energia térmica, do conceito de calor, do sentido em que ele ocorre e de como é transmitido. Além de formas de aproveitamento “identificando os diferentes sistemas e processos envolvidos, seu uso social e os impactos ambientais dele decorrentes” (BRASIL, 2002, p. 73).

Ao trabalhar com conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico é possível notar que os alunos possuem “dois mundos: o seu mundo do dia-a-dia (senso comum) e o dos conceitos científicos” (HÜLSENDEGER, DA COSTA e CURY, 2006, p. 45). O reconhecimento desse fato pode auxiliar os professores na preparação de suas aulas, pois não se pode achar que os estudantes simplesmente abandonam suas próprias explicações do seu mundo, decorando novos conceitos. Segundo Vygotsky (1991), um novo conceito é construído a partir do que já se sabe sobre o assunto.

Dessa maneira, se faz necessário que a escola auxilie os estudantes na aquisição das competências necessárias para a compreensão dos conceitos e situações anteriormente citados, já que é o local reconhecidamente favorável à construção e sistematização do conhecimento científico.

No próximo capítulo será apresentada a base teórica do desenvolvimento desse trabalho, ou seja, serão expostos pontos importantes sobre a teoria de Lev Vygotsky e sobre os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti..

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho tem como referencial teórico a teoria de aprendizagem de Lev Semenovitch Vygotsky, a qual preconiza que o conhecimento deve ser construído pelo sujeito através das suas relações com o mundo em que vive. A base metodológica serão os momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov e José André Angotti.

#### 3.1 A Teoria da Interação Social de Vygotsky

Nascido em 1896 na Cidade de Orsha, na Bielo-Rússia, Vygotsky, de 1914 a 1917 estudou Literatura e Direito, na Universidade de Moscou. Na Universidade de Shanyavsky se dedicou a estudos avançados de História e Filosofia. No período de 1925 a 1934 um grande grupo de cientistas russos interessados na compreensão da mente humana se mostraram simpatizantes às suas ideias. Faleceu, vítima de tuberculose, em junho de 1934 (ANTUNES, 2015).

Oliveira (1993), considera três pilares básicos para a abordagem Vygotskyana.

As funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral; O funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre os indivíduos e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico; A relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (p. 23).

Vygotsky dedicou-se ao estudo das funções psicológicas superiores que são assim consideradas por sua diferenciação em relação a mecanismos mais elementares. Essas funções originam-se em processos sociais e são a conversão de relações sociais em funções mentais. Isso significa que o desenvolvimento do pensamento cognitivo tem origem nas relações sociais. Isso porque o indivíduo tem uma história e está imerso em um meio social e cultural, assim sua forma de pensar, sentir e agir estão diretamente relacionadas à sua cultura (MOREIRA, 1999).

Para que aconteça o desenvolvimento cognitivo do sujeito, ou seja, para que as relações sociais se convertem em funções psicológicas superiores ou processos mentais superiores, deve ocorrer a interiorização de instrumentos e signos por meio da interação social. Sendo esses os mediadores desse processo. É importante esclarecer que:

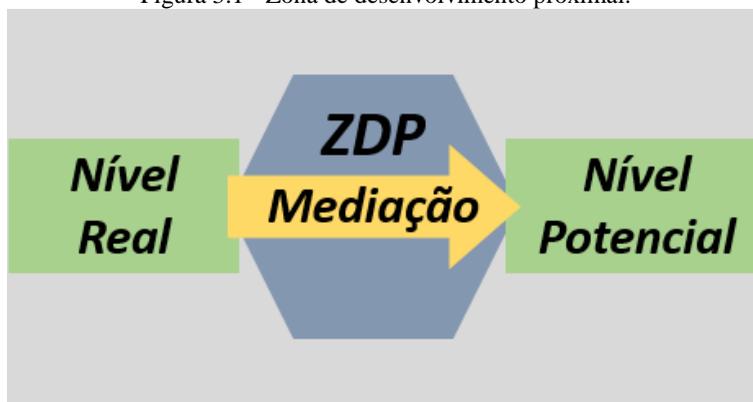
Os instrumentos são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; sua função é provocar mudanças nos objetos, controlar processos da natureza. Os signos, por sua vez, também chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos (OLIVEIRA, 1993, p. 30).

Os signos são construídos culturalmente, o sujeito por estar inserido em uma cultura que lhe fornece material e condições, desenvolve a capacidade de representação simbólica. A estrutura cognitiva desenvolve-se pelo uso de signos, quanto mais instrumentos e signos são apresentados ao sujeito, mais se amplia a gama de atividades que o ele pode aprender (VIGOTSKY, 2009). A mediação é um processo essencial para tornar possível atividades psicológicas intencionais e controladas pelo indivíduo. Esses processos de mediação transformam-se ao longo do desenvolvimento do sujeito justamente por serem processos mentais mais aprimorados (DE LA TAILLE, OLIVEIRA e DANTAS, 1992).

Segundo Oliveira (1993), para Vygotsky o desenvolvimento cognitivo do indivíduo deve ocorrer olhando-se para aquele conhecimento que ainda não aconteceu, porém está próximo de acontecer. É nesse momento que a ação educacional deve acontecer, no entanto, é preciso cuidar para não se ultrapassar a capacidade cognitiva do sujeito. Para isso deve se respeitar a zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Para Vygotsky (2009) existem dois níveis de desenvolvimento, o real e o potencial. O nível de desenvolvimento real é aquele em que o sujeito consegue realizar uma tarefa independente do outro e o potencial é aquele que se pretende alcançar. A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é a “distância” entre os dois níveis. A Figura 3.1, mostra uma representação da forma que se relacionam os conceitos supracitados.

Figura 3.1 - Zona de desenvolvimento proximal.



Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.2 Os Três Momentos Pedagógicos

Levando em consideração que o principal objetivo deste trabalho é a elaboração de uma Sequência Didática se faz necessário um alicerce metodológico. Dentro das intencionalidades do projeto, optou-se em utilizar Os Três Momentos Pedagógicos. Esses foram estruturados pelos professores Demétrio Delizoicov e José André Angotti, utilizando como base o trabalho desenvolvido na Guiné-Bissau, na África e outros dois no Brasil, um no Rio Grande do Norte e outro no estado de São Paulo (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014).

As Orientações Curriculares para o Ensino médio diz que:

Sendo que toda relação didática está definida dentro da escola, a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para poder se relacionar com o mundo. Num tempo posterior, a escola e o professor saem de cena, e espera-se que o aluno continue a manter uma relação independente com os saberes escolares construídos (BRASIL, 2006, p. 48).

Isto demonstra concordância com a proposta de Delizoicov e Angotti (1992), pois para esses autores, se um indivíduo possuir o mínimo de conhecimento científico tem condições de utilizá-lo nas mais diversas

situações da sua vida diária (p. 17). Para relacionar essas situações com os conteúdos de Física utiliza-se o que os autores anteriormente citados, chamam de Tema Central. Na preparação de um material didático nessa perspectiva após a escolha do tema central, verifica-se quais conteúdos de Física devem ser abordados e a partir deles monta-se a ementa do programa. Outro ponto a ser levado em consideração é o que Delizoicov e Angotti (1992) definem como Conceitos Unificadores que tem a função de “reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e o todo” (p. 22).

Esta metodologia, segundo os autores supracitados, foi bastante influenciada por questões de fundo, as quais estão sendo apresentadas a seguir:

1. *Extensão x Profundidade*: Esta pode ser entendida como a relação entre a quantidade e a qualidade do que se vai ensinar, segundo os autores, os programas de ensino baseados em temas centrais permitiram ao professor trabalhar determinados conteúdos com mais ou menos profundidade.
2. *Processo x Produto*: Muitas vezes a Física é apresentada aos alunos como sendo um produto acabado finalizado, deixando de lado que na verdade o fato de que é uma ciência e por esse motivo está em constante modificação, ou seja, a forma com que é produzida. Sendo assim, uma alternativa é discutir com os alunos sobre limitações de modelos físicos e o desenvolvimento científico das sociedades ao longo da história.
3. *Cotidiano x Distante*: É preciso uma preocupação no Ensino de Física, em apresentar situações do cotidiano dos estudantes, buscando diminuir a distância entre o que é ensinado e o que é vivenciado.
4. *Senso Comum x Conhecimento Sistematizado*: O aluno possui conhecimentos anteriores a sala de aula, que muitas vezes sofrem conflito com os conhecimentos científicos apresentados. Cabe ao professor o papel de mediador desse conflito, no sentido de auxiliar o estudante a construir o seu conhecimento de forma sistematizada.
5. *Diálogo x Monólogo*: O professor deve ter uma postura problematizadora, ou seja, deve ocorrer entre o professor e seus alunos um diálogo mediado pelo problema que está sendo analisado. Esse diálogo deve ocorrer de maneira equilibrada, o

professor deve cuidar para não ser centralizador e também não deve só questionar, mas sim participar ativamente das discussões.

6. *Desafio x Verdade*: É importante e desafiador ao professor as características típicas do adolescente como, sua imaginação, a forma com que desenvolve a sua construção mental entre outras. Logo, tem-se em sala de aula um meio rico para as trocas de saberes, facilitando o aprendizado em Física.

Nessa metodologia, o material didático é dividido em três momentos distintos, cada um com suas características e especificidades. Segundo Delizoicov e Angotii (1994), os momentos são:

### 3.2.1 Problematização Inicial

Este é o momento em que os alunos, são apresentados a situações e/ou questões que servem não somente para introduzir um determinado conteúdo, como também ligar este com situações do cotidiano dos estudantes. Pode-se ter duas intenções nessa etapa, uma é realizar o levantamento das concepções espontâneas dos alunos e a outra é a de provocar no aluno uma inquietude, no sentido de ele sentir a necessidade de adquirir novos conceitos e com isso construir novos conhecimento. O professor deve cuidar para que no momento da discussão não dê as respostas, assumindo um papel de questionador e provocador de dúvidas (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1994, p. 54).

### 3.2.2 Organização do Conhecimento

Aqui são utilizadas as estratégias didáticas planejadas para a organização e sistematização do conhecimento científico, para que o aluno de conta de responder as questões ou situações da problematização inicial. O estudante nesse resolve atividades que auxiliem no seu desenvolvimento cognitivo (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1994, p. 55).

### 3.2.3 Aplicação do Conhecimento

Nessa fase faz-se uma abordagem sistemática do conhecimento que está sendo internalizado pelo aluno. Ele deve ser capaz de responder (resolver) o que foi lhe apresentado na problematização inicial. Além disso ele deve ser questionado ou colocado diante de situações que sejam

diferentes, mas que necessitam dos mesmo conhecimentos em um grau de discernimento maior (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1994, p. 55).

O Capítulo 4, apresenta um relato do material instrucional e do objeto educacional construído com o objetivo de auxiliar na abordagem do ensino de Física Térmica, mais precisamente nos conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico, processos de transmissão de calor, quantidade de calor sensível e trocas de calor.

## **4 MATERIAL INSTRUCIONAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo serão apresentados um relato sucinto do produto educacional e quais os procedimentos metodológicos foram adotados, levando-se em consideração as colocações e teorias citadas nos capítulos anteriores.

### **4.1 O Material Instrucional**

Com o exposto anteriormente, este trabalho tem por objetivo a elaboração de um material instrucional sobre o conteúdo de Física Térmica. Para isso, foi construído um objeto educacional, a partir dele foi montado um aparato experimental com a utilização da placa Arduino e sensores de imersão para a determinação da temperatura na saída de água fria e entrada de água quente. No Material de Apoio ao Professor (Apêndice A) serão apresentados o manual de construção do Coletor Solar Didático, a montagem do Aparato Experimental, a programação dos sensores e todas as atividades elaboradas para a Sequência Didática. O Quadro 4.1, mostra o tipo, o nome dado a cada atividade, em que encontro foi utilizada e qual o seu principal objetivo.

Quadro 4.1 - Atividades elaboradas para a Sequência Didática.

Atividade	Nome	Encontro	Tipo/Objetivo(s)
1	<i>Diz aí!</i>	01	Questionário – Problematizar; – Levantar concepções espontâneas.
2	<i>O que você sabe sobre?</i>		
3	<i>Começando a conversa!</i>		
4	<i>Continuando a conversa!</i>	02	
5	<i>Finalizando a conversa!</i>	03	
Experimento 1	<i>Tá quente, tá frio?!</i>	01	Atividades experimentais em grupo. – Levantar concepções espontâneas; – Organizar conhecimentos.
Experimento 2	<i>Água, água, água...</i>		
Experimento 3	<i>Quem cai primeiro?</i>	02	
Experimento 4	<i>Preto ou Branco?!?</i>		
Experimento 5	<i>Colorindo a água...</i>		
Demonstrativo 1	<i>Ferve, água, ferve</i>	01	Atividades demonstrativas. – Ilustrar fenômenos; – Levantar hipóteses; – Organizar conhecimentos.
Demonstrativo 2	<i>Gira, gira, gira...por quê?</i>	03	
Demonstrativo 3	<i>Mistura ou não Mistura?!</i>		
Demonstrativo 4	<i>O ar, a areia e a água!</i>		
Atividade virtual	<i>Exercitando!</i>	04	– Simulações. – Aplicar conhecimento.
Coletor Solar Didático	<i>Colocando em Prática!</i>	04	Experimento, atividade em grupo. – Aplicar conhecimento.
Avaliação	<i>Atividade Avaliativa</i>	05	Atividade individual. – Aplicar conhecimento.

Fonte: Elaborado pela autora.

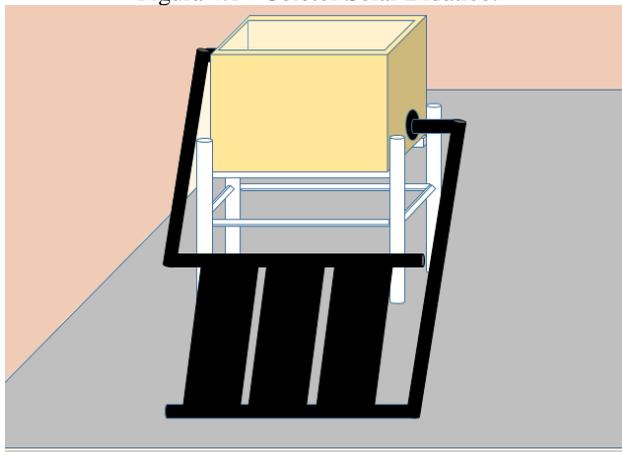
### 4.1.1 Coletor Solar Didático

Um objeto educacional possibilita a relação entre conceitos importantes ao entendimento de determinada situação ou fenômeno e a nova informação a ser construída (MONTEIRO, PÔNCIO, *et al.*, 2006), podendo facilitar as mudanças de conceitos e conseqüentemente o desenvolvimento cognitivo.

Com base nessa ideia, para esse projeto ocorreu a idealização e construção de um objeto didático para o tratamento de parte da Física Térmica. Esse consiste em um mini coletor baseado no Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC)<sup>2</sup> e será descrito com maiores detalhes no Material de Apoio ao Professor (Apêndice A).

Seu objetivo principal foi de auxiliar os alunos a utilizarem seus conhecimentos científicos acerca do aproveitamento da energia solar para o aquecimento de água. Na sua construção foram utilizados uma caixa de isopor, tubos e conexões de PVC, pedaços de uma porta sanfonada de PVC, entre outros componentes. Na Figura 4.1 é apresentado um esquema do Coletor Solar Didático, nome dado ao objeto educacional. Esse foi idealizado para ser utilizado durante toda a implementação da proposta didática.

Figura 4.1 - Coletor Solar Didático.



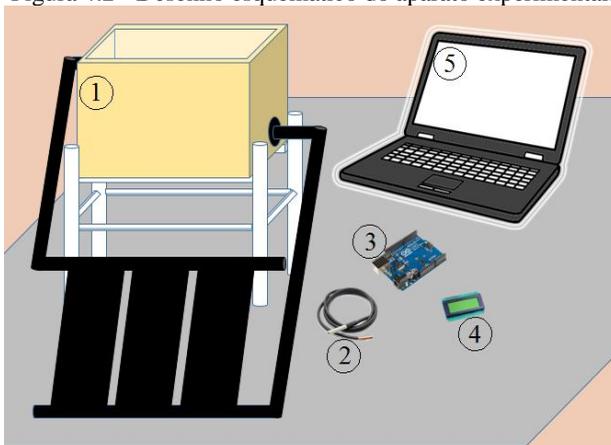
Fonte: Elaborada pela autora.

---

<sup>2</sup> Projeto da Sociedade do Sol, uma organização sem fins lucrativos que desenvolve tecnologias sociais para o aproveitamento da energia solar. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/asbc/>> Acesso em: 05 nov. 2015.

Para que os alunos pudessem verificar o aquecimento da água no coletor, foram utilizados sensores de imersão para temperatura, uma placa Arduino para coleta dos dados, um display para registro das temperaturas e um notebook para mostrar um gráfico da temperatura em tempo real. A este conjunto de equipamentos foi dado o nome de aparato experimental. A Figura 4.2 mostra um desenho esquemático de seus principais componentes: Coletor Solar Didático (1), sensor de imersão (2), placa Arduino (3), display (4) e notebook (5).

Figura 4.2 - Desenho esquemático do aparato experimental.



Fonte: Elaborado pela autora.

O uso da placa Arduino, que será apresentada na próxima seção, vem crescendo consideravelmente no ensino de Física nos últimos anos (DE SOUZA, PAIXÃO, *et al.*, 2011). A exemplo disso pode-se citar o trabalho de Santos (2014), o qual utiliza essa tecnologia numa série de experimentos de óptica, juntamente com um material instrucional baseado nas teorias de Ausubel e Vygotsky. Outro material a ser considerado é o de Fetzner Filho (2015), nesse o objetivo foi utilizar a placa Arduino em conjunto com experimentos de baixo custo para o estudo de conteúdos da Cinemática. O autor concluiu que a aquisição automática de dados, utilizada junto com uma metodologia adequada auxilia no aprendizado e interesse dos alunos.

Seguindo na ideia do uso da placa Arduino juntamente com materiais de baixo custo o artigo apresentado por Da Rosa, Trentin, *et al.* (2016), traz um relato da realização de um experimento de condução

térmica, feito em duas etapas. Primeiro com termômetros convencionais e depois com sensores de temperatura ligados ao Arduino, conectado a um computador, o qual mostrava a temperatura dos sensores em tempo real. Segundo os autores, foi possível perceber em ambas etapas vantagens e desvantagens. Na primeira etapa, a vantagem está no fato de os alunos serem mais ativos, colhendo os dados, construindo gráficos e analisando-os. Como desvantagem foi apontado a mesma situação nas duas etapas, o tempo necessário para a realização. Já na segunda etapa as vantagens citadas foram o uso das tecnologias que, além de servirem como motivadores e aproximarem a escola ao dia a dia do aluno, também servem como incentivo à pesquisar e discutir ciência.

Sendo assim, optou-se nesse trabalho na utilização da placa Arduino UNO para a aquisição automática das temperaturas. Na Seção a seguir, serão apresentadas algumas características da Placa Arduino e dos sensores utilizados no aparato experimental.

#### 4.1.2 Arduino

Arduino é uma plataforma de desenvolvimento baseada em um microcontrolador de código aberto, fazendo assim parte do conceito de hardware e software livre. Logo por ser open-source e de fácil aquisição, vem sendo bastante utilizado nas mais diversas áreas (ARAÚJO, SOUTO, et al., 2012). Por este motivo, muitas placas e modelos estão sendo desenvolvidas e neste trabalho será utilizado o modelo Arduino UNO, apresentada na Figura 4.3.

Figura 4.3 - Placa Arduino.

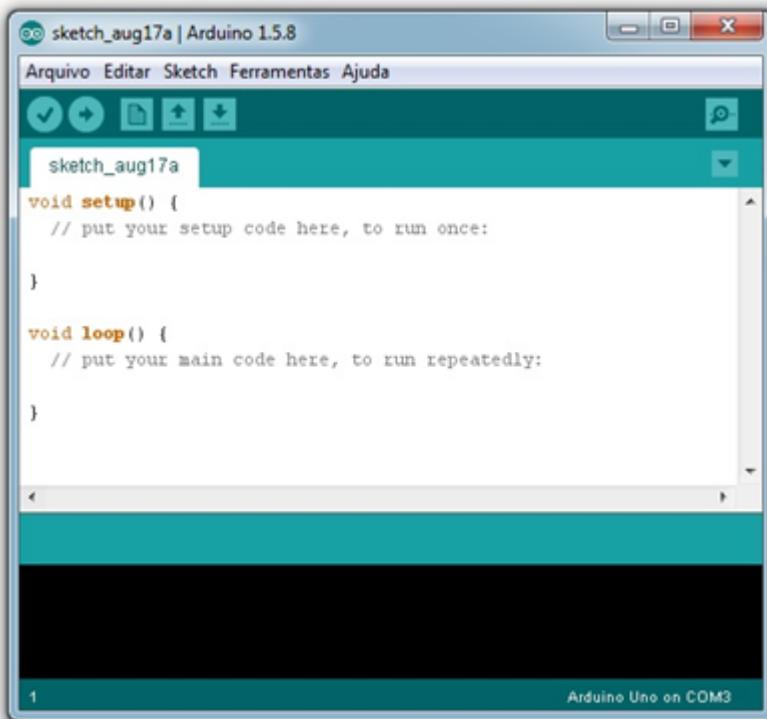


Fonte: <<https://www.arduino.cc/>> Acesso em: 10 de jun. 2016.

O fato dessa placa possuir um microcontrolador bastante versátil, faz com que suas funções sejam mais do que simplesmente a aquisição de dados. Com ela é possível o controle independente de vários dispositivos.

Para programar o Arduino utiliza-se o ambiente de desenvolvimento integrado, o IDE (*Integrated Development Environment*) no qual o programador escreve os códigos, que para o Arduino, são conhecidos como sketches, que usa uma linguagem baseada na linguagem C/C++. Feita a programação, esta deverá ser carregada na placa, ou melhor, deve-se realizar o upload para o Arduino que executará as instruções, interagindo com o que foi conectado a ele. Na Figura 4.4 é apresentada a tela do IDE<sup>3</sup> do Arduino.

Figura 4.4 - IDE do Arduino.



Fonte: < <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> > Acesso: 10 mar. 2016.

<sup>3</sup> Disponível para download em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>> Acesso: 10 mar. 2016.

Uma grande comunidade internacional se formou em torno do Arduino, essa composta por profissionais das mais diversas áreas que vão desde professores e alunos até hobbistas, passando inclusive por artistas plásticos. Esses profissionais “interagem através de sites, blogs e eventos patrocinados por diferentes instituições mundo afora” (DE SOUZA, PAIXÃO, *et al.*, 2011). Basicamente a placa Arduino foi desenvolvida para ser facilmente utilizada, ou seja, mesmo alguém que não tenha domínio de eletrônica tem a possibilidade de criar seus próprios protótipos e/ou ambientes interativos.

No caso desse trabalho, toda a parte de programação, montagem e implementação do circuito foi realizada pelo professor responsável pelo Laboratório de Eletrônica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/Câmpus Araranguá.

#### 4.1.3 Sensores

São utilizados dois sensores de temperatura digitais à prova d'água, para a determinação das temperaturas na entrada e saída da água no reservatório térmico. Este tipo de sensor é um componente eletrônico que pode ser aplicado em vários ambientes, devendo estar conectado a um sistema microprocessado, como por exemplo o Arduino UNO. O modelo indicado para este material é o DS18B20<sup>4</sup>.

#### 4.1.4 Display

Para mostrar a temperatura nos dois sensores e também a temperatura inicial da água, utiliza-se conectado a placa Arduino um display LCD 16x2, o que significa que ele possui duas linhas e pode exibir dezesseis caracteres em cada uma.

### 4.2 Procedimentos Metodológicos

Nesta seção serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a elaboração da sequência didática a ser utilizada no ensino de Física Térmica nos conteúdos de Transmissão de Calor e parte da Calorimetria.

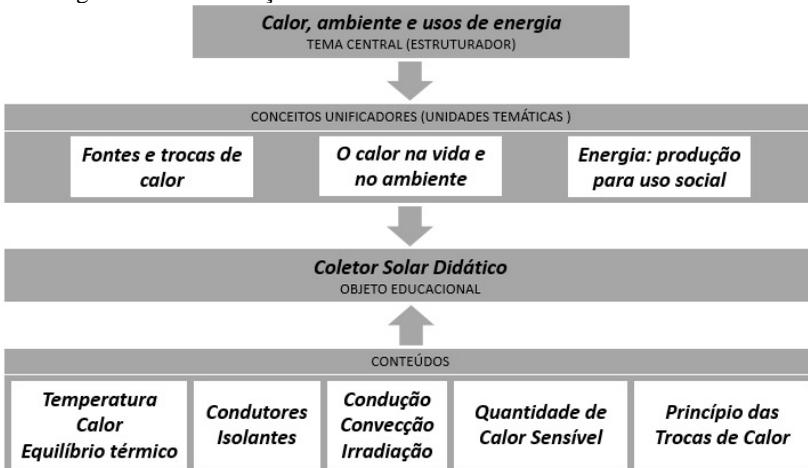
---

<sup>4</sup> Datasheet disponível em: < <https://goo.gl/9uFwGa> > Acesso: 10 mar. 2016.

#### 4.2.1 Tema Central

Seguindo as orientações de Delizoicov e Angotti (1992), apresentadas anteriormente no Capítulo 3, adotou-se para a elaboração da sequência didática um tema central permitindo assim a conexão entre situações do cotidiano do aluno e os conteúdos de Física. Nesse sentido a temática central estabelecida foi “calor, ambiente e usos de energia”, um dos temas estruturadores dos PCN+ (BRASIL, 2002, p. 73). Nesse documento, esses temas são desdobrados nas chamadas unidades temáticas que na metodologia adotada nesse trabalho, são os chamados conceitos unificadores. A partir do tema central e dos conceitos unificadores foi planejada a construção de um Coletor Solar Didático para auxiliar na relação dos conteúdos de Física com o funcionamento de um coletor solar para aquecimento de água, situação essa com grande relevância ambiental e social. Na Figura 4.5 é apresentada a relação entre o tema central, os conceitos unificadores, os principais conteúdos de Física que serão abordados e o objeto educacional.

Figura 4.5 - Articulação entre o tema central e os conteúdos de Física.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos PCN+.

Tomando por base a relação apresentada anteriormente, foram elaboradas as atividades a serem desenvolvidas nos encontros destinados a implementação da proposta, sempre levando em consideração a teoria sócio interacionista de Vygotsky e os Três Momentos Pedagógicos de

Delizoicov e Angotti que fundamentam este projeto. A seguir são apresentadas as características dos momentos pedagógicos nesse projeto.

#### 4.2.2 Momentos Pedagógicos versus Sequência Didática

O Quadro 4.2 exibe os assuntos e atividades utilizadas nos cinco encontros destinados à aplicação do projeto. Além de apresentar também à qual(is) momento(s) pedagógico(s) corresponde(m) cada encontro.

Quadro 4.2 - Momentos Pedagógicos e suas atividades.

Encontro	Momento Pedagógico	Assunto(s)	Atividade(s)	Local
01	Problematização Inicial	Energia Solar <i>versus</i> aquecimento de água	Vídeos e texto	Sala de Aula
	Organização do Conhecimento	Calor e Temperatura	Experimentos	Laboratório de Física
02	Organização do Conhecimento	Transmissão de Calor	Experimentos	Laboratório de Física
03	Organização do Conhecimento	Transmissão de Calor	Aula Expositiva e Experimentos Demonstrativos	Sala de Aula
		Calor Sensível		
04	Aplicação do Conhecimento	Calor Sensível e Coletor Solar Didático	Simulações e Experimentos	Laboratórios de Física e Informática
05	Aplicação do Conhecimento	Atividade Avaliativa	Avaliação da Proposta Didática	Sala de Aula

Fonte: Desenvolvido pela autora.

##### a) *Problematização Inicial*

Para realizar a problematização inicial foram utilizados um texto e um vídeo, que mostravam o aquecimento de água através da captação da energia térmica proveniente do Sol em coletores solares instalados em algumas residências dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha

Vida<sup>5</sup> do governo federal. Os alunos foram questionados sobre o tipo de equipamento e como ele funcionava, dessa maneira buscou-se levantar as suas concepções espontâneas e também levá-los a perceber se era necessário ou não a aquisição de novos conhecimentos. Isso ocorreu utilizando-se atividades escritas e com questionamentos orais vinculados ao conteúdo, tomando-se cuidado para questionar e levantar dúvidas sem fornecer maiores explicações.

### *b) Organização do Conhecimento*

Nesse momento, ocorreu o estudo sistemático dos conhecimentos de Física necessários para o entendimento do tema central. Para isso foram utilizadas atividades diversificadas com a intenção de contribuir para o aprendizado de novos conteúdos ou sistematizar os conhecimentos já existentes. As principais atividades dessa fase do projeto foram: (a) *Atividades Experimentais de Investigação* que são aquelas desenvolvidas pelos alunos, os quais podem discutir e questionar suas hipóteses podendo confirmá-las ou rejeitá-las, sempre buscando encontrar soluções possíveis ao problema que lhes foi apresentado (SUART e MARCONDES, 2008), (b) Experimentos Demonstrativos Abertos, esses segundo Araújo e Abib (2003), são atividades utilizadas para ilustrar algum conceito ou situação que possa servir de subsídio para a aula, os alunos observam a execução do experimento e são incentivados a levantar hipóteses sobre o que estão observando permitindo assim o surgimento de discussões em relação aos fenômenos que estão sendo tratados e (c) Aula Expositiva e Dialogada com o auxílio de slides. As atividades foram elaboradas de maneira a favorecer as interações sociais, pois “[...]na perspectiva de Vygotsky, construir conhecimentos implica numa ação partilhada, já que é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento são estabelecidas” (REGO, 2014, p. 110).

### *c) Aplicação do Conhecimento*

Nessa etapa, ocorre a interpretação e análise da problematização inicial após a sistematização dos conteúdos necessários ao seu entendimento. Além disso são apresentadas outras situações que necessitam dos mesmos conhecimentos para serem entendidas e explicadas. Para esse momento foram preparadas as atividades de

---

<sup>5</sup> “É um programa do governo federal que busca facilitar a conquista da casa própria para as famílias de baixa renda”. Disponível em: <<http://www.minhacasaminhavid.gov.br/>> Acesso em: 09 mar. 2016.

simulação, funcionamento do Coletor Solar Didático e uma avaliação individual com questões da problematização inicial e outras onde os alunos tiveram que extrapolar seus conhecimentos para novas situações ou fenômenos. Na seção a seguir serão apresentados os instrumentos utilizados na coleta de dados e de que maneira serão tratados.

#### 4.2.3 Dados: Instrumentos de Coleta e Tratamento

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados questões, antes e depois, da implementação que serão analisadas na seção 5.3 e um diário de aula que segundo Zabalza (2004), é um instrumento que serve para os docentes registrarem suas observações sobre o andamento de aulas. Autor ressalta ainda que “[...] é muito importante documentar o processo para se conhecer as dificuldades que vai se enfrentando, as proposições utilizadas, as reações que foram ocorrendo entre os diversos participantes, etc” (Ibidem, p. 143). Assim, este recurso foi utilizado para registros de impressões e comentários dos alunos, as anotações ocorreram durante a aplicação e eram complementadas ao final de cada encontro, tentando evitar assim a perda de informações.

Para organizar os dados coletados e tratá-los foi utilizada a análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), segundo ele categorizar significa examinar o que há de comum entre os elementos que estão sendo analisados, permitindo assim que sejam agrupados. Dessa maneira, a partir da leitura cuidadosa das respostas dos alunos, foram criadas quatro categorias baseadas no trabalho de Colovan (2003), no qual foi realizada a categorização de alunos conforme suas respostas à questões relacionadas ao conceito de entropia. No Quadro 4.3 são apresentadas as categorias criadas e suas definições, permitindo o agrupamento dos alunos conforme o enquadramento de suas respostas.

Quadro 4.3 - Categorias.

Categoria	Enquadramento
A	Respostas completas e corretas, dentro do esperado para a questão.
B	Respostas corretas, porém incompletas.
C	Respostas que não podem ser consideradas corretas no seu total, pois apresentam indícios de senso comum.
D	Respostas incoerentes e sem justificativas.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

No Capítulo 5 que trata da implementação e análise do projeto, os alunos e equipes foram identificados por letras acompanhadas por números, ou seja, para os alunos será utilizado A1, A2, A3, [...], A33 e para as equipes E1, E2, E3, [...], E11.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo é apresentada a implementação da Sequência Didática. Inicialmente serão apontadas algumas características da escola onde ocorreu, assim como da turma que participou da aplicação. Em seguida será exposto um relato do desenvolvimento de cada um dos encontros.

### 5.1 Contexto da Aplicação

O projeto foi implementado em uma escola da rede federal de ensino, antigo Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET-SC) que foi transformado em Instituto Federal pela lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, Lei de criação dos Institutos Federais. Localizada no município de Araranguá, iniciou suas atividades em fevereiro de 2008. Oferta cursos de qualificação profissional, técnicos e de graduação, atendendo alunos de toda a região do extremo sul catarinense. Atualmente ofertando os Cursos Superiores de Licenciatura em Física e Tecnologia em Design de Moda; Técnicos Concomitantes em Eletromecânica, Produção de Moda e Têxtil, além dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio em Vestuário e Eletromecânica.

A Sequência Didática foi implementada no Curso Técnico em Eletromecânica Integrado ao Ensino Médio. Em virtude das características do curso os conteúdos da disciplina de Física não seguem a ordem tradicional, sendo dividida da seguinte forma: Física I (Introdução à Física, Gráficos, Vetores e Eletromagnetismo), Física II (Dinâmica, Estática e Hidrostática) e Física III (Física Térmica, Ondulatória e Óptica). Sendo assim como o projeto trata de assuntos ligados ao conteúdo de Termodinâmica, o mesmo foi aplicado em uma turma do terceiro ano.

A turma é constituída por trinta e três alunos com idades entre dezesseis e dezoito anos. Apesar do número considerável de estudantes é vista pelos professores como bastante interessada e sem problemas com indisciplina, apenas conversas paralelas que não se estendem a ponto de prejudicar o andamento das aulas. O período das aulas é vespertino com exceção das segundas-feiras onde acontecem também no período matutino. Já as aulas de Física acontecem nas quartas-feiras, das 13h30min às 15h20min. São duas aulas semanais com duração de 55 min cada, compondo um total de 80 horas-aula no ano. A Sequência Didática foi aplicada em cinco encontros com duas horas-aula cada.

## 5.2 Relato das Atividades

Nesta seção será feito um relato sobre as atividades desenvolvidas nos encontros apresentados no Quadro 4.2, estes aconteceram no primeiro semestre de 2016. A Sequência Didática, objetivos, conteúdos e forma de avaliação foram apresentados aos alunos logo no início da primeira aula. Foi entregue a cada aluno um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo modelo consta no Anexo. Esse foi direcionado aos responsáveis legais dos estudantes para que, concordando com a aplicação o assinassem. Isso porque que a grande maioria dos alunos são menores de idade. Dessa forma, foi assegurado que suas respostas aos testes e questionários, assim como as imagens, seriam utilizadas apenas para fins de pesquisa, sem associação entre a resposta e o nome do participante. A turma mostrou-se bastante interessada e disposta a participar do Projeto, o que pôde ser observado durante o desenvolvimento das atividades, nas quais os alunos se mostravam a cada aula mais curiosos e engajados nas discussões.

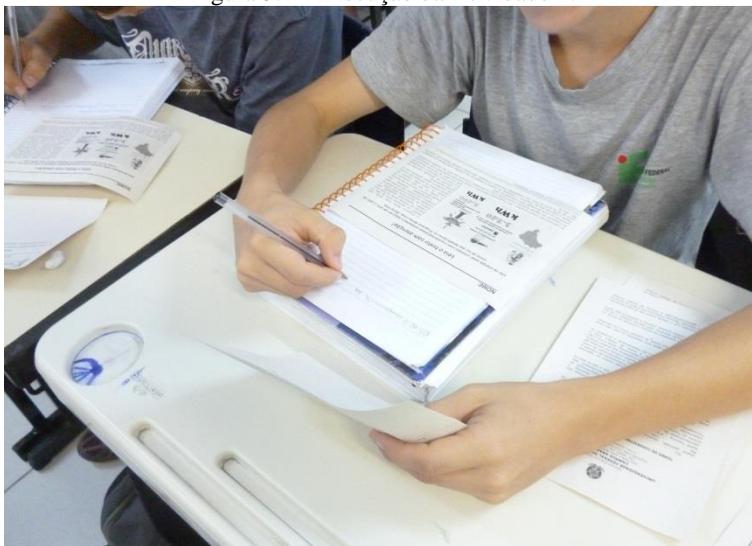
### 5.2.1 Encontro 01

Este encontro foi dividido em duas etapas a primeira onde ocorreu a Problemática Inicial com o uso de texto e vídeos e a segunda onde foi iniciada a Organização do Conhecimento com experimentos. Na primeira etapa, terminada a apresentação do projeto foi entregue a cada aluno um texto extraído do site do Ministério das Cidades (Anexo), sobre o uso de energia solar para aquecimento de água nas casas dos beneficiários do Programa Minha Casa, Minha Vida. Em seguida foi exibido um vídeo da NBR NOTÍCIAS, de 21 de novembro de 2014<sup>6</sup>, que trata sobre o mesmo assunto. Logo após, foi solicitado à turma que respondessem e entregassem as questões da Atividade 1 (Figura 5.1), contida no Apêndice A. Nesta os alunos são questionados sobre que equipamento o texto e o vídeo estão tratando e de que forma ele reduz a conta de energia elétrica.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=APySgDk4lWI](http://www.youtube.com/watch?v=APySgDk4lWI)> Acesso em: 06 abr. 2016.

Figura 5.1 - Execução da Atividade 1.



Fonte: Arquivo da autora.

Analisando as respostas dos alunos em relação à questão 1: “*Tanto o texto quanto o vídeo tratam de um equipamento. Que equipamento é este?*”. Alguns alunos responderam de forma adequada, porém outros confundiram um sistema para aquecimento de água com um sistema de energia solar fotovoltaica. Demonstrando assim que sabem que a energia solar é aproveitada, porém não sabem diferenciar formas de aproveitamento, o que ficou evidenciado em algumas das respostas dadas à questão 2: “*De que forma este equipamento reduz a conta de energia elétrica?*”, onde ocorreram respostas defendendo a ideia de que a economia ocorria devido a transformação da energia solar em energia elétrica. Após uma breve discussão sobre o texto e o vídeo, a aula prosseguiu com a exibição de outro vídeo<sup>7</sup>. Este mostra uma apresentação do projeto coordenado pelo engenheiro eletricista Augustin Thomas Woelz, nela ele apresenta o projeto sob sua coordenação Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) e algumas informações em relação a incidência dos raios solares na superfície do nosso planeta, assim como o percentual médio do consumo de energia elétrica nos chuveiros das residências

---

<sup>7</sup> Disponível em: <[www.sociedadedosol.org.br/apresentacao](http://www.sociedadedosol.org.br/apresentacao)> Acesso em: 06 abr. 2016.

brasileiras. A seguir, com auxílio de slides, foram feitas algumas considerações acerca do texto e dos vídeos.

Aproveitando o momento, foi apresentado aos estudantes o Coletor Solar Didático, onde foi esclarecido a eles que, para o entendimento de seu funcionamento seria necessário abordarmos alguns conteúdos relacionados à Física Térmica. Então os alunos foram desafiados a responder as questões da Atividade 2 (Apêndice A), esta trazia o esquema do Coletor Solar Didático onde era solicitado que descrevessem a função de cada uma de suas partes. Foi possível verificar que os estudantes em sua maioria identificaram corretamente as funções, porém questionados oralmente, não conseguiam explicar como funcionava, restringiram-se à respostas como a do aluno A28 “*O Sol bate nas placas pretas, daí a água aquece!*”. Algumas questões interessantes foram levantadas por eles, como a do estudante A18 “*Mas aquece mesmo? Água fica quente?*”. Como resposta a estes questionamentos foi exposto que nossos estudos no decorrer do projeto nos auxiliariam a respondê-las e que ao final testaríamos o experimento a fim de verificar se a prática corresponderia à teoria. A aula foi finalizada sendo colocada para a turma a seguinte situação “Um técnico e seu ajudante estão fazendo a manutenção de um coletor solar e percebem que esqueceram o termômetro. Isto era um problema pois a empresa exigia um parecer técnico onde deveria conter a temperatura da água no momento da manutenção. Tentando uma possível solução o ajudante permite que um pouco de água escorra sobre sua mão e diz que a temperatura está em torno de 30°C. Esta forma de determinar a temperatura é confiável?”.

Na segunda parte do encontro a turma foi encaminhada ao laboratório de Física, onde foi retomada a situação da aula anterior. Foi interessante a discussão dos alunos na busca de respondê-la corretamente. Isto porque alguns achavam que sim, o tato pode ser usado para determinar a temperatura. Inclusive comentaram que é dessa forma que suas mães verificam se estão com febre ou não. Outros afirmaram que não, o tato não era confiável para determinar a temperatura, porém quando solicitados a explicar por quê? Se resumiram a dizer que para isso deve-se utilizar um termômetro. Assim, para desconstruir a ideia dos que achavam que sim, o tato é um bom indicador de temperatura e construir juntamente com a turma uma resposta cientificamente correta, era necessária a compreensão dos conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico e também a relação entre eles. Vale ressaltar que no momento da aplicação deste projeto os alunos já haviam visto o conceito de temperatura e escalas termométricas.

Para auxiliar no segundo Momento Pedagógico, Organização do Conhecimento, foram elaboradas oito questões que foram colocadas em três atividades (Atividade 3, Atividade 4 e Atividade 5), todas apresentadas no Apêndice A. Estas foram elaboradas como se o aluno estivesse em casa conversando com seus familiares sobre uma notícia em um jornal, que tratava de um coletor solar de baixo custo. A conversa consiste em afirmações feitas por pessoas da família e o aluno é questionado se concorda ou não e caso discorde é solicitado a fornecer a resposta que acha adequada. O objetivo das atividades é levantar as concepções espontâneas dos alunos. Segundo Gravina e Buchweitz (1994), é importante ter ciência das concepções espontâneas dos estudantes, pois estas auxiliam na produção de um material potencialmente significativo.

Dando início à aula os alunos receberam a Atividade 03, nesta os questionamentos tratavam sobre os conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico. Logo que os alunos entregaram a atividade, a turma foi dividida em onze equipes de três alunos, estas se mantiveram as mesmas nas aulas seguintes em que eram solicitados trabalhos em grupos. De acordo com Sias e Ribeiro-Teixeira (2008) as discussões em grupo são ponto importante para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Isto porque em geral seus componentes não possuem os mesmos significados sobre um determinado conteúdo. Neste momento o professor aparece como mediador possibilitando aos alunos que construam seu conhecimento.

A cada equipe foram disponibilizados sobre a bancada os materiais e roteiros necessários para a realização dos Experimento 1 e do Experimento 2, ambos disponíveis no Apêndice A. Estes têm por objetivos que os alunos percebam que o tato não é preciso para determinar a temperatura de um corpo e também que diferentes materiais quando em equilíbrio térmico entre si, provocam diferentes sensações térmicas. Como eram muitas equipes para uma melhor logística na utilização do laboratório foi solicitado que as de números pares iniciassem com o Experimento 1 e as ímpares com o Experimento 2. Foi possível perceber o interesse dos alunos em desenvolver os experimentos e responder as questões relacionadas a cada um. Uma das justificativas para este interesse pode ser o fato de as atividades experimentais permitirem aos estudantes, transformar o abstrato em real (SÉRÉ, COELHO e NUNES, 2004).

No Experimento 1 (Figura 5.2), os alunos deviam através do tato classificar cinco placas de materiais diferentes em quente, morno e frio. A seguir com a ajuda de um termômetro medir a temperatura do ambiente

e de cada uma as placas. O fato desta ser a mesma nas cinco placas e no ambiente deixou muitos alunos bastante surpresos.

Figura 5.2 - Alunos utilizando o tato para a realização do Experimento 1.



Fonte: Arquivo da autora.

Isto pode ser evidenciado na fala de um dos estudantes, A11: *“Professora nosso termômetro não tá funcionando!”*. Quando questionados, por que eles achavam isso. A11: *“Porque ele tá marcando a mesma temperatura pra todas as placas!”*. Na tentativa de auxiliar a equipe, um outro grupo emprestou o termômetro. Mesmo constatando que a temperatura se mantinha a mesma para todos os materiais, a equipe não se sentiu “convencida”. O que os levou a solicitarem uma visita ao laboratório no dia seguinte, no contra turno, para que pudessem refazer e discutir com mais cuidado o experimento.

Neste dia foi fornecido a equipe para verificarem a temperatura das placas outros dois tipos de termômetros, um pirômetro óptico e um termopar. Assim que verificaram que a temperatura continuava não mudando para os diferentes materiais foi aberto com eles um diálogo sobre os conceitos vistos na aula, com isto aparentemente as dúvidas foram sanadas já que na mesma conversa o aluno A11 afirma: *“...tipo na porta, a porta e o trinco tão na mesma temperatura mais o trinco parece mais frio, porque é de metal? É isso?”*. Isso demonstra que conceitos que parecem simples por serem contra intuitivos acarretam uma maior dificuldade em seu entendimento.

A Figura 5.3, mostra alunos realizando o Experimento 2, onde existiam três recipientes nos quais foram colocados água morna, à temperatura ambiente e gelada, aproximadamente meio litro em cada. Os alunos foram orientados que água morna deveria permitir que a mão fosse mergulhada sem o perigo de queimaduras, ou seja, uma temperatura de aproximadamente 40°C. Eles deveriam colocar uma das mãos na água morna e a outra na água gelada, aguardar por aproximadamente trinta segundos e em seguida colocar as duas juntas na água a temperatura ambiente e responder: “Qual a sensação?”. Muitos alunos repetiram o experimento, pois achavam que tinham se enganado não conseguindo definir bem as sensações.

Figura 5.3 - Alunos realizando o Experimento 2.



Fonte: Arquivo da autora.

Para consolidar os conceitos envolvidos nesta aula foram discutidos os resultados obtidos nos experimentos e foi ainda realizado o Experimento Demonstrativo 1: “*Ferve, água, ferve*” (Apêndice A). Este consistiu em um becker com água colocado sobre uma chapa aquecedora, um termômetro preso a um suporte universal, foi mergulhado na água (Figura 5.4) para que se pudesse observar o que acontecia conforme a água recebia energia da chapa. Com isto esperava-se que os alunos conseguissem perceber a diferença entre calor e temperatura.

Figura 5.4 - Montagem do Experimento Demonstrativo 1.



Fonte: Arquivo da autora.

Experimentos de demonstração em sala de aula, segundo Gaspar e Monteiro (2005), têm como objetivo auxiliar na compreensão de conteúdos teóricos tornando-os mais interessante desenvolvendo assim a capacidade de observar e refletir dos estudantes.

Para finalizar esta aula foi retomada a questão inicial onde foi elaborada de forma coletiva uma resposta adequada.

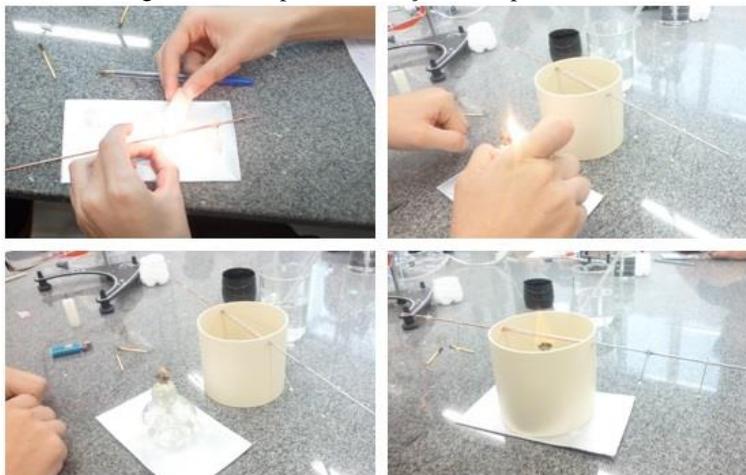
### 5.2.2 Encontro 02

Este foi realizado no laboratório de Física, onde os alunos realizaram experimentos relacionados ao conteúdo de Transmissão de Calor. Antes de os alunos iniciarem os experimentos foi entregue a cada um a Atividade 4 (Apêndice A). São quatro questões simulando uma continuidade na conversa do aluno com sua família, estas tratam de questões relacionadas a materiais isolantes térmicos e transmissão de calor. Recolhida a atividade, os alunos iniciaram os três experimentos.

O primeiro, Experimento 3 (Apêndice A), tratava da Condução Térmica, foi disponibilizado para os alunos dois pedaços de fios metálicos (cobre e arame galvanizado), alfinetes, parafina (vela) e fósforo. O objetivo deste era a percepção de que materiais diferentes propagam energia térmica em tempos diferentes. Assim antes de iniciar o experimento os alunos foram questionados sobre tal fato. A questão

comparava a propagação de calor entre o fio de cobre e o arame galvanizado, algumas equipes responderam que o cobre transmitia melhor o calor, porém não conseguiram justificar por que. A Figura 5.5 mostra as etapas de execução do Experimento 3.

Figura 5.5 - Etapas de execução do Experimento 3.



Fonte: Arquivo da autora.

Um ponto que chamou a atenção na execução deste experimento, foi a dificuldade que os alunos apresentaram para fixar com a parafina os alfinetes nas hastes metálicas. Porém, mesmo com esta dificuldade gostaram de realizá-lo, pois muitos achavam que por serem metálicas as duas hastes propagariam calor de forma praticamente iguais. O que pôde ser percebido por comentários como, o de um dos componentes da equipe E5 “*Nossa! O cobre esquenta bem mais rápido que o arame*”.

A próxima atividade experimental executada pelos alunos foi o Experimento 4 (Apêndice A), que tinha por objetivo demonstrar a absorção da energia térmica por materiais de cores diferentes. Para isso foi utilizada uma lâmpada, dois recipientes (um preto e outro branco), um termômetro e um cronômetro. Para executá-lo os alunos colocaram quantidades iguais de água nos recipientes, em seguida utilizando a lâmpada como fonte de energia térmica aqueceram a água por um determinado tempo. As temperaturas das massas de água de antes e depois, foram registradas. Questionados sobre o papel da lâmpada no experimento, mesmo parecendo uma questão com resposta óbvia nem todas as equipes responderam de forma satisfatória. O que pôde ser

percebido com a resposta da equipe E4: “*Para fornecer energia (luminosa)*”, não fazendo menção à energia térmica. Um problema observado aqui foi a falta de preocupação de algumas equipes em relação aos parâmetros que permitiam a comparação entre os recipientes, como por exemplo, colocar a mesma quantidade de água em ambos e posicionar a lâmpada à mesma altura. Com isso foi solicitado a essas que repetissem o experimento com os devidos cuidados, explicando às mesmas, a necessidade dos parâmetros de comparação.

Na Figura 5.6 é apresentada uma sequência de imagens da execução do Experimento 4, nela é possível observar os materiais sendo manipulados pelos estudantes.

Figura 5.6 - Sequência de imagens da execução do Experimento 4.



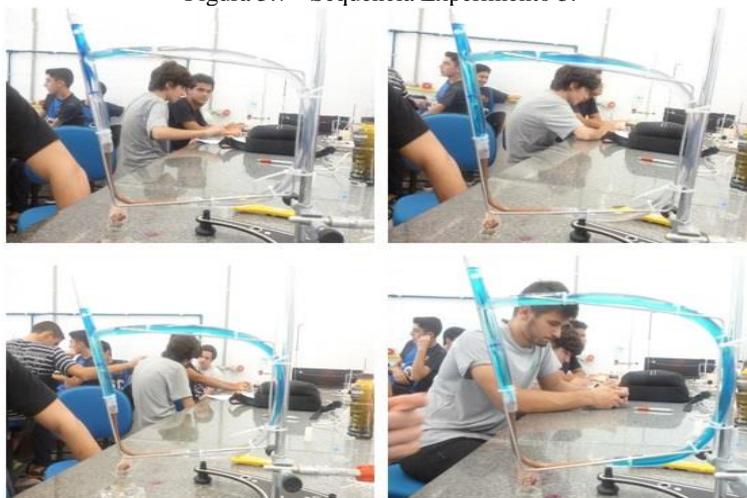
Fonte: Arquivo da autora.

Dos três experimentos realizados neste encontro, o Experimento 5 foi o que mais chamou a atenção dos alunos. Seu objetivo é demonstrar o que acontece com a água quando aquecida. É constituído por mangueira transparente e com pedaço de tubo de cobre ligados de maneira a formar um retângulo com uma abertura, conforme é apresentado no Apêndice A. Este foi entregue aos alunos já preenchido com água, a primeira tarefa da equipe foi fixar o aparato em um suporte universal de maneira que a parte com o cobre ficasse em uma altura adequada em relação à lamparina. A seguir, com a lamparina acesa, porém afastada, colocaram na abertura uma gota de corante e assim que este alcançou a marca, feita previamente, aproximaram uma lamparina acesa do tubo de cobre o que fez com que

água fosse aquecida e assim subisse pelo tubo, levando com ela o corante, permitindo dessa maneira, que os estudantes observassem o movimento da água devido à diferença de densidade.

A sequência de fotos apresentadas na Figura 5.7, mostra o movimento do corante devido ao aquecimento da água pela lâmparina. Em resposta ao que foi possível observar e por quê. Algumas equipes concluíram que foi porque a água quando aquecida sobe, porém nem todas. Um exemplo foi a equipe E7, pois concluiu que o corante aquece mais rápido e por este motivo sobe, deixando a entender que o comportamento em relação ao aquecimento é diferente para fluidos distintos.

Figura 5.7 - Sequência Experimento 5.



Fonte: Arquivo da autora.

A aula foi finalizada com uma conversa sobre os experimentos, porém sem estruturar os conceitos já que o tempo estava terminando.

### 5.2.3 Encontro 03

Este aconteceu na sala de aula e teve duas etapas distintas: a primeira foi utilizada para realizar um apanhado geral das aulas até o momento, organizando e sistematizando os conceitos juntamente com os alunos. Na segunda parte do encontro, foram abordados os conteúdos Quantidade de Calor Sensível e Princípio das Trocas de Calor. Assim este encontro serviu para finalizar o segundo momento pedagógico, através de

experimentos demonstrativos, aula expositiva-dialogada auxiliada por slides.

Esta aula foi baseada nas respostas dadas aos questionamentos feitos nas aulas anteriores, ou seja, nas concepções espontâneas dos estudantes apresentadas tanto nas atividades como nos experimentos. Onde foi possível perceber quais conceitos deveriam ser abordados com mais profundidade. Um exemplo disso, é a respeito do conceito de calor, no qual a maioria dos alunos responderam de maneira equivocada, em linhas gerais, que calor é uma medida da temperatura do corpo. Dessa maneira, foi montada uma apresentação em slides utilizando algumas respostas dadas pelos grupos nos dois primeiros experimentos, servindo assim de ponto de partida para as discussões. Parte da apresentação está exposta na Figura 5.8, na qual quatro slides são mostrados, em 1 e 2 tem-se as respostas dadas por uma das equipes, estas foram digitadas para evitar constrangimento ao grupo por um possível reconhecimento da letra. Já em 3 e 4, tem-se os slides apresentados para a consolidação dos conceitos de calor e temperatura.

Figura 5.8 - Slides utilizadas em parte da aula expositiva.

**1**

Análise dos experimentos

*Atividade Experimental 1: "Tá quente, tá frio?"*

**Etapa 1:** Coloque a mão sobre cada amostra e classifique-a em QUENTE (Q), FRIO (F) ou FRIO (P) usando seu Quadro 1. Conte a sensibilidade da pele que oferece de uma sensação para cada um. Quando 1 sentir o nome de cada um da equipe, permitindo assim que todos expressem sua opinião colocando um X na caixa correspondente.

Quadrado 1 - Sensações Térmicas		Metal		Isopor		Mármora		Cerâmica			
Material	Quente	Frio	Q	M	F	Q	M	F	Q	M	F
Nome											

**Etapa 2:** Com ajuda de um termômetro, registre a temperatura de cada amostra e a temperatura ambiente no Quadro 2.

**Quadrado 2 - Registro de Temperaturas**

Amostra	Mármora	Metal	Isopor	Mármora	Cerâmica
Temperatura	26,2	26,3	26,3	26,3	26,2

**2**

Análise dos experimentos

*Atividade Experimental 2: "Água, água, água..."*

	Recipiente 1	2	Recipiente 3
Temperatura (°C)	43,2	26,3	10,4

**3**

**CALOR**

É a forma de transferir energia térmica entre dois corpos, ou regiões de um mesmo corpo, em função de uma diferença de temperatura entre eles.

$T_1 > T_2$

Nenhum corpo armazena calor.

Quente e frio são **SENSAÇÕES TÉRMICAS**

No SI: joule (J).  
Unidade usual: caloria (cal).

Quando:  $T_1 = T_2$  } **Equilíbrio térmico**

**1 cal = 4,186 J**

**4**

**TEMPERATURA**

Medida do grau de agitação das moléculas ou átomos de um corpo

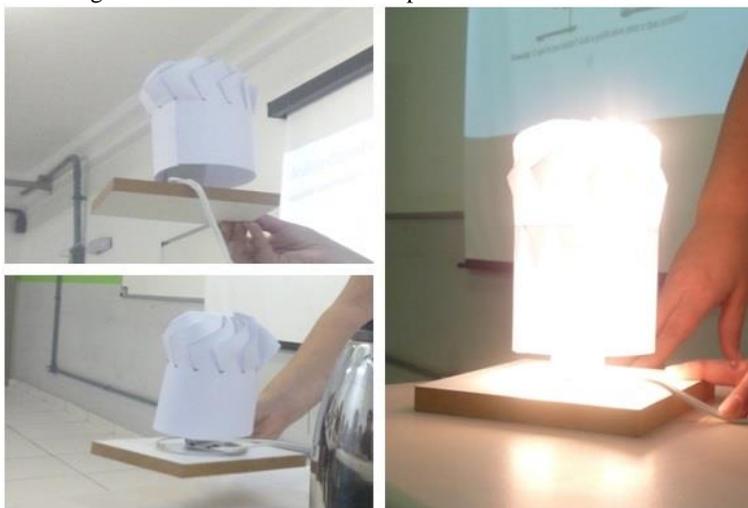
Quente: Moléculas em movimento rápido.  
Temperatura alta.  
Frio: Moléculas em movimento lento.  
Temperatura baixa.

Fonte: Elaborada pela autora.

Dando continuidade à aula foram realizados os experimentos demonstrativos 2 e 3. Os dois têm por objetivo mostrar o deslocamento de uma massa de fluido devido à diferença de densidade causada pelo aquecimento.

O primeiro simula um exaustor eólico, aparelho este que é utilizado para renovar a massa de ar de ambientes variados como fábricas e cozinhas industriais. O protótipo (Experimento Demonstrativo 2 - Apêndice A) utilizado nesta aula foi feito de papel e para que se movimentasse, foi utilizada uma lâmpada e sobre ela um suporte, no qual o exaustor foi posto de forma que ela ficasse dentro dele, de maneira semelhante a um abajur. Esta demonstração (Figura 5.9) chamou a atenção dos alunos pois muitos comentaram que já tinham visto aquele equipamento em alguns telhados, porém achavam que ele girava porque estava ligado à rede elétrica e não porque por ele passa uma massa de ar aquecida. Outros já sabiam que o responsável pelo movimento era o ar, no entanto a explicação era de que o ar aquecido é mais leve e sobe, mostrando assim uma concepção espontânea muito comum em discussões de situações do cotidiano, onde o menos denso é tratado como mais leve.

Figura 5.9 - Exaustor Eólico - Experimento Demonstrativo 2.

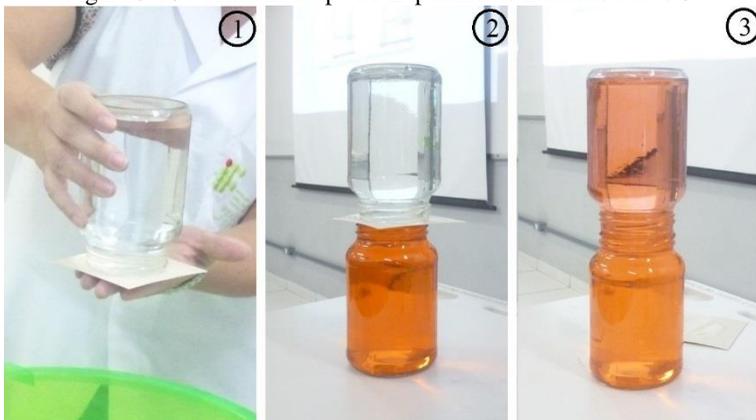


Fonte: Arquivo da autora.

Para o Experimento Demonstrativo 3 (Apêndice A) foram utilizados dois recipientes de vidro, um com água à temperatura ambiente e outro com água morna tingida com corante e um pedaço de papel cartão. Este foi realizado em duas etapas. A primeira, na qual o recipiente com a água à temperatura ambiente, foi posto em cima do outro com a água morna, de maneira que ficassem com suas bocas separadas pelo papel cartão, impedindo o contato direto das massas de água.

Na Figura 5.10, estão apresentados alguns passos da primeira etapa do experimento, no passo 1 consta o vidro com a água à temperatura ambiente sendo virado de “cabeça para baixo”, onde a água é mantida em seu interior pela folha de papel cartão, devido à pressão. Em 2, pode-se ver os recipientes colocados um sobre o outro com seus líquidos separados pelo papel cartão. Neste momento os alunos foram questionados oralmente sobre o que iria acontecer quando o papel cartão for retirado e ocorrer o contato direto entre as massas dos fluidos, situação apresentada no passo 3.

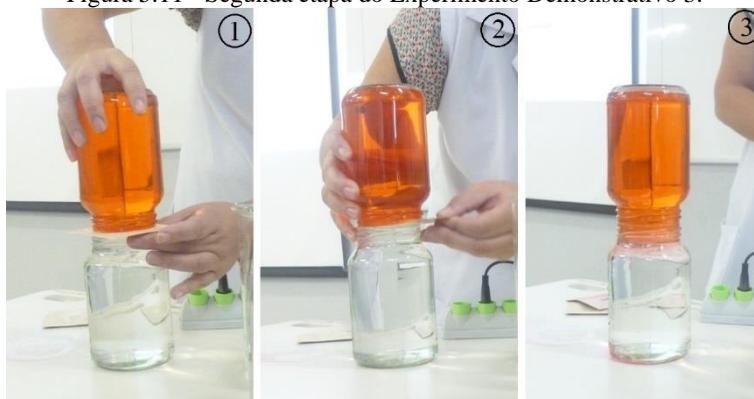
Figura 5.10 - Primeira etapa do Experimento Demonstrativo 3.



Fonte: Arquivo da autora.

Como resposta, muitos disseram que as águas se misturariam e justificaram dizendo que isto ocorreria em função da força peso, ou seja, que a água à temperatura ambiente é mais pesada que a água morna. Outros disseram que se misturariam porque nos dois recipientes o que tem é água e quando o papel fosse retirado por ser líquido iria ocorrer a mistura. Com isso foi perceptível que para a maioria ocorreu exatamente o que esperavam. Assim, sem responder as indagações dos alunos foi realizada segunda etapa do experimento. Mas agora trocando, o de água à temperatura ambiente em baixo e o de água morna com corante em cima, como visto no passo 1 da Figura 5.11.

Figura 5.11 - Segunda etapa do Experimento Demonstrativo 3.



Fonte: Arquivos da autora.

Repetida a pergunta: “*O que acontecerá quando o papel cartão for retirado?*”. As respostas foram bem parecidas com as dadas na etapa 1, a grande maioria afirmou que ocorreria a mistura das massas de água, mesmo os que afirmaram anteriormente que a água à temperatura ambiente é mais pesada que a água morna. Por fim a justificativa ficou em torno do fato de ser água e por isso quando fosse retirado o papel cartão ocorreria a mistura. Então, retirado o papel (passo 2) os alunos perceberam que as massas de líquidos não se misturaram como é possível ser observado no passo 3. Os alunos ficaram surpresos e ao mesmo tempo encantados com esta etapa do experimento o que pôde ser percebido em função de alguns comentários, como: “*Que legal!*”, “*Cara, não misturou!*”, “*Ficou separado ainda!*”.

Aproveitando o momento, foram novamente questionados. “*O que aconteceu? Por que não ocorreu a mistura?*”. A resposta veio de pronto, como exemplificado aqui na fala de um dos alunos A2 “*Porque a água quente sobe, daí como ela já tá em cima fica assim sem misturar*”, então é feito o questionamento em relação a situação anterior, o mesmo aluno responde “*Pelo mesmo motivo, só que lá a água quente tá embaixo daí ela sobe*”, continuando a questioná-los lhes foi perguntado “*Mas por que ela sobe?*” e então o aluno A15 “*Porque ela é mais leve que a água fria*”, vários alunos concordaram com esta resposta. Pegando esta discussão como gancho, foi dada continuidade a apresentação dos slides, onde agora eram apontados os experimentos do Encontro 02.

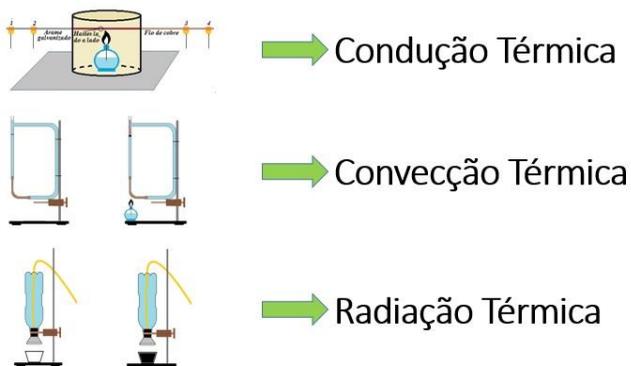
Para que fossem discutidas e apresentadas de maneira formal as características de cada um dos três processos de transmissão de calor, onde foram abordados temas como condutores e isolantes térmicos,

densidade, Lei de Fourier entre outros. Um dos slides está exposto na Figura 5.12. Nele são mostrados esquemas dos experimentos realizados pelos alunos e a principal forma de transmissão de calor de cada um.

Para finalizar esta aula, foi realizada uma conversa com a turma sobre a relação entre os experimentos realizados até este momento, os conceitos envolvidos e o Coletor Solar Didático.

Figura 5.12 - Slides com os experimentos do Encontro 02.

## PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR



Fonte: Produzido pela autora.

Para isso foi projetada em slides a imagem que consta na Atividade 2. Esta serviu para que pudessem ser discutidas cada uma das partes do equipamento realizando a organização dos conhecimentos acerca dos conteúdos envolvidos nas aulas, a Figura 5.13 mostra este momento. Além disso, outras aplicações foram apresentadas e discutidas, como a garrafa térmica, correntes de convecção e o efeito estufa.

Figura 5.13 - Foto do momento da discussão sobre o Coletor Solar Didático



Fonte: Arquivo da autora

A segunda parte do encontro foi iniciada solicitando aos alunos que realizassem a Atividade 5 - ...finalizando a conversa! (Apêndice A), esta tratava de uma única questão a fim de verificar as concepções dos alunos em relação às trocas de calor. Recolhida a atividade, deu-se início à aula com o Experimento Demonstrativo 4 (Apêndice A), no qual foram utilizados três balões, água, areia, vela e fósforo. A Figura 5.14 mostra a sequência de execução desse experimento. Inicialmente encheu-se um dos balões com ar (1), os alunos foram questionados sobre o que aconteceria se o colocássemos sobre a chama da vela. De maneira unanime a resposta foi “*Ele vai estourar!*”, feito o experimento, nenhuma surpresa (2).

Figura 5.14 - Sequência de execução do Experimento Demonstrativo 4.

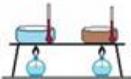


Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir colocou-se um pouco de areia em outro balão (3), repetiu-se o questionamento agora alguns mantiveram a ideia de que também iria estourar outros acharam que não estouraria, colocado sobre a chama da vela o balão estourou (4), a justificativa da maioria foi como exposto aqui na fala do aluno A28 “*O balão é de borracha, o fogo da vela derrete o balão, daí ele arrebenta*”. Então foi pego o terceiro balão, colocou-se dentro dele um pouco de água (5) e foi feita novamente a pergunta. A maioria novamente respondeu: “*Vai estourar!*”. Quando posto sobre a chama da vela, para surpresa da maioria, não estourou (6). Abrindo assim uma discussão sobre os tipos de materiais envolvidos, suas massas e como absorvem calor. O que possibilitou a abordagem dos conceitos de Capacidade Térmica, Calor Específico e Quantidade de Calor Sensível, como exemplificado na Figura 5.15 que apresenta alguns dos slides utilizados nesta aula.

Figura 5.15 - Slides Aula 06.

### Calor Específico



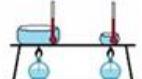
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

No SI sua unidade é dada em J/kg K  
A unidade usual é dada em cal/g°C

Amostras de substâncias diferentes, com a mesma massa, necessitam de diferentes quantidades de energia para sofrerem uma determinada variação de temperatura.

O calor específico de uma substância é a quantidade de energia que deve ser fornecida a uma unidade de massa da substância para elevar em um grau a sua temperatura.

### Capacidade Térmica



$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

No SI sua unidade é dada em J/°C  
A unidade usual é dada em cal/°C

Para corpos com maior capacidade térmica, maior será a quantidade de energia que deve ser fornecida ou retirada para provocar uma determinada elevação ou redução de temperatura.

### Calor Sensível

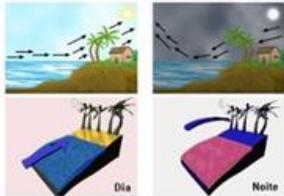
É o nome dado à Quantidade de Calor recebida ou cedida por um corpo quando este sofre uma variação de temperatura.

Depende de três grandezas:

- ✓ Da massa do corpo;
- ✓ Do material(a) de que é feito;
- ✓ Da variação da temperatura.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

No SI sua unidade é dada em joules (J)  
A unidade usual é dada em calorias (cal)



Dia                      Noite

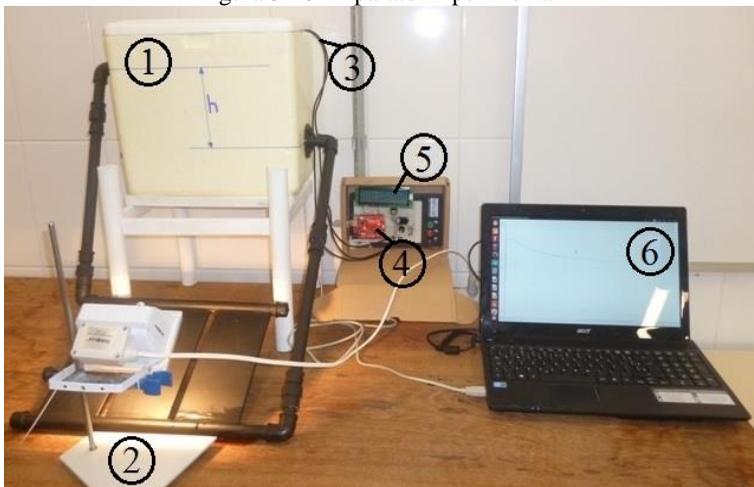
Fonte: Elaborado pela Autora

Retomando a questão da Atividade 05 “*Se a temperatura da água para um banho é em torno de 37°C, e o coletor pode aquecê-la até 60°C no verão, como se faz para chegar a temperatura adequada?*”, foram discutidas possíveis soluções para esta questão, dando assim possibilidade de ser abordado o conteúdo de Trocas de Calor. A aula foi concluída com a resolução de algumas questões que envolviam situações semelhantes a da Atividade 05.

#### 5.2.4 Encontro 04

Nesse iniciou-se a Aplicação do Conhecimento, onde uma das atividades foi verificar o funcionamento do equipamento que norteou as aulas até este momento e a outra o uso de simulações envolvendo situações pertinentes ao conteúdo abordado na segunda parte do encontro anterior. Para isso foram utilizados os laboratórios de física e informática concomitantemente, iniciando com a turma no primeiro. A Figura 5.16 mostra o aparato experimental apresentado aos alunos, nela podem ser vistos o Coletor Solar Didático (1), o refletor (2), os sensores de temperatura (3), a placa Arduino (4), um display (5) e um computador portátil (6).

Figura 5.16 - Aparato Experimental.



Fonte: Arquivo da autora.

No dia da aplicação dessa aula o céu estava encoberto, por este motivo houve a necessidade da utilização de um refletor com uma lâmpada (150 W), que serviu como fonte de energia térmica. Utilizando os sensores de imersão ligados a placa Arduino as temperaturas as quais eles estavam submetidos eram mostradas no display e concomitantemente, no notebook, um gráfico de temperatura por tempo, era gerado em tempo real.

É importante relatar que, mesmo não sendo primordial para o projeto, todos os alunos conhecem a placa Arduino, para que serve e a forma com que pode ser utilizada para a tomada de dados ou para automatizar algum equipamento isto porque a utilizam na disciplina de Projeto Integrador III, desenvolvendo trabalhos de automação de equipamentos ou de tomada automática de dados. Logo, primeiramente foi explanado aos alunos algumas considerações quanto ao uso do Arduino para a tomada automática das temperaturas ( $T_1$ ) na saída e ( $T_2$ ) na entrada de água do reservatório térmico. Explicando por exemplo, que seria visualizado o gráfico da temperatura ( $T_2$ ), pois esta é a temperatura da água ao entrar no reservatório térmico após a passagem pelas placas do coletor. Ligando a placa Arduino, foi solicitado as equipes que observassem e anotassem em seus cadernos além do horário, as temperatura ( $T_1$ ) e ( $T_2$ ) que estavam registradas no display. Dessa maneira perceberam que todo o sistema estava em equilíbrio térmico.

A seguir ligou-se o refletor e então, com base no aparato experimental, foram discutidos os conceitos vistos nas aulas anteriores e também os efeitos de estratificação da temperatura da água. Dando prosseguimento à aula os alunos foram encaminhados aos laboratórios de informática, pois era necessário tempo para o aquecimento da água nas placas do coletor. Nos laboratórios de informática os estudantes receberam a Atividade 6 que consta no Apêndice A, esta foi elaborada utilizando duas simulações do Laboratório Didático Virtual da Escola do Futuro da USP<sup>8</sup>, cada aluno utilizou um computador com acesso à internet e realizou a atividade, como mostrado na Figura 5.17. Apesar de cada um ter realizado a atividade individualmente os mesmos eram incentivados a debater com seus colegas os resultados obtidos ou os dados que estavam sendo utilizados nas simulações.

Figura 5.17 - Alunos realizando a Atividade 6.



Fonte: Arquivo da autora.

A primeira simulação que tem o nome *A Hora do Banho*, apresenta a situação de um casal que precisa preparar o banho do filho. Já a segunda intitulada *Faça você mesmo seu experimento*, mostra um professor e um de seus alunos no laboratório onde são feitos experimentos sobre trocas de calor. Nas duas os alunos deviam estipular valores para as grandezas envolvidas, como pode ser visto na Figura 5.18, na qual em (1) deveriam

---

<sup>8</sup> Disponível em <http://www.labvirt.fe.usp.br>

calcular a quantidade de água quente para que a temperatura final fosse de  $35^{\circ}\text{C}$ , enquanto que em (2), deveriam determinar a temperatura de equilíbrio térmico.

Figura 5.18 - Simulações.

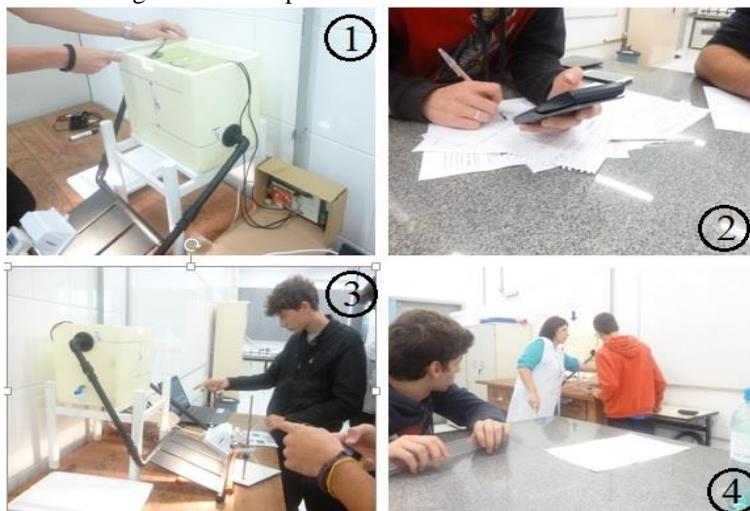
The image displays two screenshots of the LabVirt simulation interface. The top banner reads 'Simulações objetos Interativos'. Screenshot (1) is titled 'Simulação: A Hora do Banho' and shows 'Condições do Banho' with sliders for 'Temperatura inicial da água' (15°C), 'Massa de água fria' (7 kg), and 'Temperatura de água quente' (80°C). It includes a central thermometer icon and a question: 'Quanto de água quente precisaria para que a temperatura final da água seja de 35°C?'. Screenshot (2) is titled 'Simulação: Faça Você Mesmo Seu Experimento' and shows material selection for Aluminum (Al), Copper (Cu), Lead (Pb), Silver (Ag), and Iron (Fe), each with sliders for 'calor específico' and 'massa'. It also features a 'dica' (tip) and 'tabela' (table) button.

Fonte: <http://www.labvirt.fe.usp.br/> - acesso em 28 de março de 2016.

Passados aproximadamente trinta minutos do início das atividades com as simulações, as equipes foram sendo chamadas, uma a uma, ao laboratório de física onde receberam a Atividade Experimental: Colocando em Prática, detalhada no Apêndice A, esta consiste em tarefas referentes ao Coletor Solar Didático. Como por exemplo, determinar a variação da temperatura, a massa de água e a quantidade de calor absorvida pela mesma. O fato de poder dar atenção para cada equipe durante a tomada de dados e verificação da curva do gráfico, fez com que os alunos se sentissem a vontade para questionar tirando assim suas dúvidas sobre o que estavam observando, este foi um momento bastante produtivo.

A Figura 5.19 retrata os alunos explorando o aparato experimental, onde em (1) está sendo realizada a medida das dimensões do reservatório térmico, para que pudesse ser determinada a massa de água, em (2) estudantes respondendo as questões da atividade e em (3) e (4) tem-se alunos fazendo seus questionamentos em relação ao gráfico que está sendo plotado em tempo real e também em relação ao aparato experimental como um todo.

Figura 5.19 - Explorando o Coletor Solar Didático.



Fonte: Arquivo da autora.

Conforme as equipes terminavam a coleta de dados do coletor, voltavam ao laboratório de informática para concluir a atividade referentes as simulações. Esse encontro foi planejado desta forma, pois como havia apenas um aparato experimental e a turma, trinta e três alunos, esta foi a solução encontrada para que todos tivessem acesso ao experimento e que também pudessem explorá-lo com calma.

A estratégia funcionou bem, pois todas as onze equipes conseguiram explorar o equipamento e também executar a atividade no laboratório de informática. Um ponto importante foi o espanto de alguns alunos quando perceberam que realmente a água aquecia, o que está demonstrado no comentário do A15 *“Achava que não ia funcionar”*. Perguntado, de por que ele achava que não funcionaria, sua resposta foi no sentido de que a potência da lâmpada não seria suficiente para aquecer à água. Então outro colega da própria equipe acabou interferindo na conversa dizendo que a lâmpada daria conta porque ela emite calor, não só luz, e que o preto da placa ajudaria a absorver esta energia.

A aula encerrou com o recolhimento das atividades, além do aviso de que o próximo encontro seria utilizado para a realização de uma atividade individual e sem consulta sobre os conceitos trabalhados nos quatro encontros.

### 5.2.5 Encontro 05

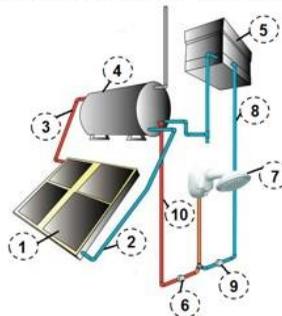
Este encontro foi destinado a realização da Atividade Avaliativa, que consta no Apêndice A, esta foi elaborada envolvendo os conceitos das últimas aulas, seu principal objetivo foi o de averiguar se houve evolução de conceitos. Como exposto através da Figura 5.20 que mostra a questão 01, onde foi apresentado um desenho esquemático de um coletor solar e a respeito dele foram feitos vários questionamentos, como por exemplo o seu funcionamento e a função das partes numeradas. Esta questão é uma evolução de questões exploradas nas Atividades 01 e 02, já que agora foram incluídos outros itens como a caixa d'água (5), chuveiro (7), registros (6 e 9) e os canos (8) e (10).

Figura 5.20 - Exemplo de parte de uma questão da Atividade Avaliativa.

**01** – Levando em consideração que o Brasil é um dos poucos países que ainda utilizam chuveiro elétrico. Os aquecedores de água através da energia solar, são uma boa opção para o momento atual de conscientização sobre a redução do uso da energia. Um aquecedor solar é constituído basicamente pelo coletor solar e o reservatório térmico. A figura a seguir representa um equipamento deste tipo, com base nele e nas aulas sobre este assunto responda as questões.

a) Como funciona? Nele onde ocorre a condução, a convecção e a irradiação?  
**Justificar.**

b) Observando a figura anterior e o equipamento apresentado, descreva a função de cada um dos itens enumerados?



Fonte: Elaborada pela autora.

É importante salientar que apesar deste encontro ter sido destinado a esta atividade, os alunos foram avaliados durante todo o desenvolvimento do projeto, através da sua participação nas atividades, envolvimento nas discussões e desempenho nas atividades experimentais. Além desta atividade foi solicitado aos estudantes que respondessem a Avaliação da Sequência Didática (Apêndice B). Foi esclarecido a importância das respostas, já que serviriam para auxiliar na melhoria do material utilizado nas aulas. Também foram orientados que não havia necessidade de identificação, acredita-se que assim, as respostas seriam

mais fiéis à realidade. Esta atividade questionou, entre outras coisas, se eles consideraram que as atividades propostas contribuíram de forma significativa para o aprendizado dos conceitos envolvidos, também foi questionado sobre o tempo utilizado para as atividades e em qual(is) delas eles tiveram maior dificuldade e por quê. A Figura 5.21 mostra um dos alunos realizando a Atividade Avaliativa.

Figura 5.21 - Aluno realizando a Atividade Avaliativa.



Fonte: Arquivo da autora

Apesar da não obrigatoriedade todos os alunos realizaram e entregaram a Avaliação da Sequência Didática, inclusive a maioria preencheu o espaço reservado ao nome, mostrando assim que faziam questão de se identificarem. Os resultados serão apresentados na seção 5.3, na qual serão analisadas respostas das atividades utilizadas no levantamento das concepções espontâneas juntamente com a Atividade Avaliativa (5.3.1) em seguida será feito um breve relato sobre as atividades em grupo (5.4) e por último a análise da aplicação da sequência didática.

### **5.3 Análise das Respostas das Atividades**

Durante a implementação do projeto foram feitos nos três encontros iniciais alguns questionamentos que envolviam os conteúdos que seriam abordados naquelas aulas. O objetivo das questões era realizar

um levantamento das concepções espontâneas dos alunos em relação aos temas. Com as respostas dos dois primeiros encontros foi possível perceber de maneira geral quais conceitos deveriam ser tratados mais profundamente e com base nessa análise e das respostas dadas nas atividades em grupo foi elaborada a aula utilizada no terceiro encontro. O outro motivo dessa sondagem foi obter informações que permitissem comparação com as respostas dadas na Atividade Avaliativa, possibilitando que fossem verificados indícios de uma evolução cognitiva dos alunos utilizando para isso a análise de conteúdos de Bardin.

### 5.3.1 Categorizando e Analisando

A categorização foi feita em relação a conceitos chave, isso porque na metodologia utilizada a *Aplicação do Conhecimento* deve ser realizada com questionamentos diferentes dos iniciais e que envolvam outras situações que sejam explicadas utilizando os mesmos conhecimentos. Assim, a seguir serão apresentados os conceitos chave e a categorização dos alunos em relação a esses conceitos nas atividades iniciais e em uma das atividades da aplicação do conhecimento, a Atividade Avaliativa. Em seguida da categorização de cada conceito, serão apresentadas as mudanças ocorridas nas categorias, antes e depois dos temas terem sido trabalhados com a turma.

O primeiro conceito chave onde os alunos foram categorizados foi o que envolve o tipo de equipamento tratado nas aulas. Inicialmente sem dar informações os alunos foram questionados sobre para que serve o equipamento que estava sendo apresentado a eles. O Quadro 5.1 apresenta a categoria, o número de alunos em cada uma e um exemplo de resposta.

Quadro 5.1 - Categorização para o equipamento antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	09	<i>Sistema de aquecimento solar que utiliza a energia do Sol para aquecer a água e assim trazer economia de energia elétrica.</i>
B	09	<i>Sistema de Aquecimento Solar</i>
C	06	<i>Sistema de aquecimento solar, constituído por tambores e placas fotovoltaicas.</i>
D	09	<i>O equipamento é uma placa fotovoltaica.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Na análise das respostas em relação ao equipamento no geral os alunos sabem para que serve, porém alguns se restringiram a responder

que era um sistema de aquecimento solar. Outros que era um sistema de aquecimento solar através de placas fotovoltaicas. O Quadro 5.2 exibi a categorização dos alunos em relação ao equipamento após a implementação da sequência didática.

Quadro 5.2 - Categorização para o equipamento depois.

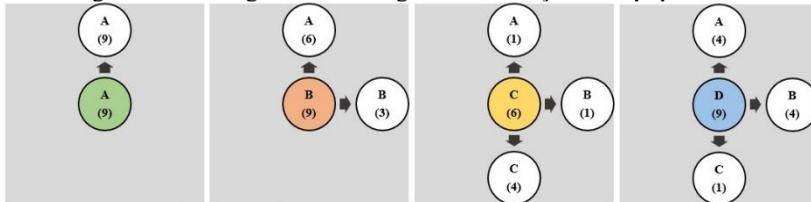
Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	20	<i>(...)ele recebe a energia do Sol que aquece a placa solar, onde a água passa e é aquecida e logo em seguida é armazenada no reservatório térmico. Ocorre a condução transferindo calor da placa para a água, a convecção pela movimentação da água mais gelada e mais quente e a irradiação pela energia enviada do Sol para a placa.</i>
B	08	<i>(...)começa com a parte externa absorvendo energia solar por irradiação, logo após a água armazenada é aquecida por convecção e dentro do reservatório a água que foi aquecida fica na parte superior, assim a água mais fria precisa ser reaquescida, por isso um cano fica responsável para levar novamente a água a parte externa.</i>
C	05	<i>Tem por base aquecimento de água por energia solar(...) (...) por meio de uma placa fotovoltaica que capta a irradiação solar aquecendo a água(...)</i>
D	0	-x-x-x-x-

Fonte: Elaborado pela autora.

É notável que a grande maioria dos estudantes compreenderam qual a função do equipamento e também que souberam explicar seu funcionamento, utilizando conceitos de condução, convecção, irradiação entre outros. Chama a atenção também que alguns alunos insistiram no termo “placa fotovoltaica” apesar de justificarem as respostas utilizando termos dos conteúdos de Termodinâmica. A Figura 5.22 mostra o diagrama de mudanças ocorridas entre as categorias. As categorias coloridas A (verde), B (salmão), C (amarelo) e D (azul) representam as

categorizações iniciais e estão postas no centro. As brancas representam as categorizações depois e as setas indicam as trocas ocorridas.

Figura 5.22 - Diagrama das categorias em relação ao Equipamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o diagrama pode-se verificar que houve alteração nas quantidades de alunos entre as categorias, sendo que a categoria D não ocorreu na Atividade Avaliativa, ou seja, todos os alunos souberam dizer ao menos minimamente do que se trata o equipamento e as funções dos seus elementos.

A temperatura foi um dos conceitos chave analisados durante a execução da proposta. O Quadro 5.3 traz a categorização dos alunos em relação às respostas dadas para este conceito na Atividade 3.

Quadro 5.3 - Categorização para Temperatura antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	15	<i>Temperatura é a medida da agitação das moléculas de um corpo.</i>
B	01	<i>Pois a temperatura é relevante a agitação das moléculas.</i>
C	0	-x-x-x-x-
D	17	<i>Temperatura mede o calor que o corpo está.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

O interessante no resultado apresentado no quadro, é que o conceito de temperatura já havia sido trabalhado com a turma pela professora titular, antes da implementação do projeto. No entanto é possível perceber que dezessete alunos não souberam responder a questão sobre tal conceito.

Na Atividade Avaliativa a questão 03 apresentou aos alunos uma imagem onde são representados dois corpos A e B e suas moléculas, no

corpo A as moléculas estão menos agitadas que no corpo B, nessa situação os estudantes foram questionados, no item a, sobre qual dos dois corpos possuía maior temperatura, sendo que a resposta devia ser justificada. Assim, o Quadro 5.4 apresenta a categorização dos alunos em relação as suas respostas.

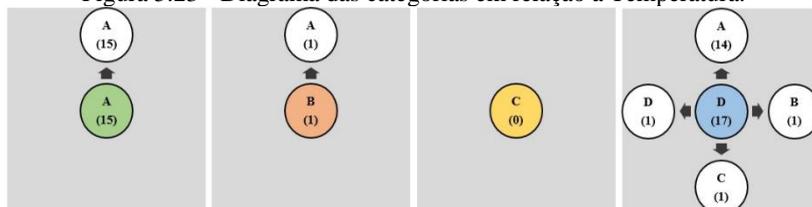
Quadro 5.4 - Categorização para Temperatura depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	30	<i>O corpo B, pois temperatura é o grau de agitação das moléculas e como a imagem mostra o corpo B tem suas moléculas mais agitadas.</i>
B	01	<i>O corpo B, pois está em maior agitação.</i>
C	01	<i>Corpo B, pois as moléculas tendem a ficar mais agitadas (...)</i>
D	01	<i>O corpo A, pois as moléculas estão agitadas.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos alunos respondeu corretamente, um dos alunos aparentemente não compreendeu a figura. Na Figura 5.23, é possível verificar como ocorreram as alterações nas categorias. Dos dezessete alunos que estavam na categoria D, um se manteve nela mas quatorze passaram para a categoria A.

Figura 5.23 - Diagrama das categorias em relação a Temperatura.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 5.5, apresenta a categorização das respostas dos alunos à questão que envolve o conceito de calor na Atividade 03. Na qual foi exposto que, “*Calor é a transferência de temperatura de um corpo para outro*”, os alunos tinham a tarefa de julgar esta afirmação e caso não concordassem deveriam justificar.

Quadro 5.5 - Categorização para o Calor antes

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	0	-x-x-x-x-
B	05	<i>Calor é uma forma de energia.</i>
C	0	-x-x-x-x-
D	28	<i>Calor é a medida da agitação das moléculas de certo material ou outro.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Nenhum aluno da turma conseguiu responder corretamente a questão, cinco deles apresentaram respostas que envolviam alguma noção de que calor é um tipo de energia, no entanto foram incompletas. Dos vinte e oito alunos que pertencem a categoria D, vinte e três responderam que concordavam que “*Calor é a transferência de temperatura de um corpo para outro*”. Questionados na Atividade Avaliativa, na mesma questão que envolveu o conceito de temperatura, porém agora no item *b*, no qual foi solicitado aos alunos que conceituassem calor utilizando a imagem apresentada na questão. Quanto as suas respostas os alunos foram categorizados conforme exposto no Quadro 5.6.

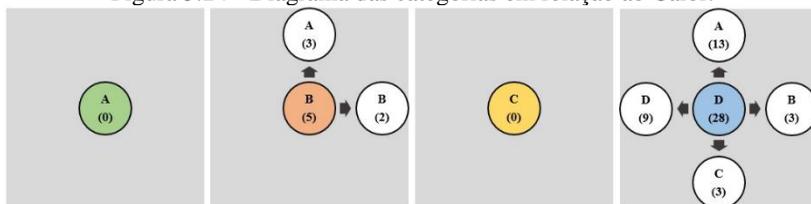
Quadro 5.6 - Categorização para o Calor depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	16	<i>Condições para a existência de calor: diferença de temperatura, energia em trânsito. Ex.: o corpo B (maior temperatura) transfere energia para o corpo A (menor temperatura) até ambos atingirem a mesma temperatura (equilíbrio térmico).</i>
B	05	<i>Calor é a transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas.</i>
C	03	<i>Calor é a forma de troca de energia térmica entre dois corpos.</i>
D	09	<i>Calor é a quantidade de movimento de um corpo. Quanto mais agitação de moléculas mais calor.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota-se que a maioria da turma conseguiu conceituar calor, porém nove alunos ainda utilizam-se de elementos do senso comum, como considerar que calor é a medida de temperatura de um corpo. Observando a Figura 5.24, é possível perceber que dos cinco alunos na categoria B dois se mantiveram nela e três evoluíram para a categoria A, que recebeu treze alunos que estavam inicialmente na categoria D. Porém nove estudantes se mantiveram na categoria D.

Figura 5.24 - Diagrama das categorias em relação ao Calor.



Fonte: Elaborado pela autora.

A fim de verificar se os estudantes compreendiam o conceito de isolante térmico e que frio e quente são sensações térmicas, foi apresentada aos alunos uma situação que consistia em uma afirmação (“*O reservatório é feito de um material isolante térmico para evitar que o frio entre em contato com a água e assim a esfrie.*”), a qual eles poderiam concordar ou não, caso não concordassem deveriam corrigi-la. O Quadro 5.7 mostra a distribuição dos alunos nas categorias.

Quadro 5.7 - Categorização para Isolantes Térmicos antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	04	<i>Serve para evitar as trocas de calor entre o meio externo e interno.</i>
B	05	<i>Para conservar a água aquecida, com o isolante térmico a água permanecerá aquecida por mais tempo.</i>
C	04	<i>É para evitar a distribuição de calor, não a absorção do frio.</i>
D	20	Responderam (x) <i>Sim</i> , ou seja, concordaram que “ <i>o reservatório é feito de um material isolante térmico para evitar que o frio entre em contato com a água e assim a esfrie</i> ”.

Fonte: Elaborado pela autora.

Apenas quatro alunos responderam corretamente esta questão, a grande maioria concordou com a afirmação, mostrando que confundem conceitos e entendem o frio como algo que se movimenta. Para averiguar se houve evolução nesse quadro após a implementação da proposta, os alunos foram questionados sobre o material do qual é feita a tampa de uma garrafa térmica. O Quadro 5.8 apresenta exemplos das respostas e o número de alunos em cada categoria.

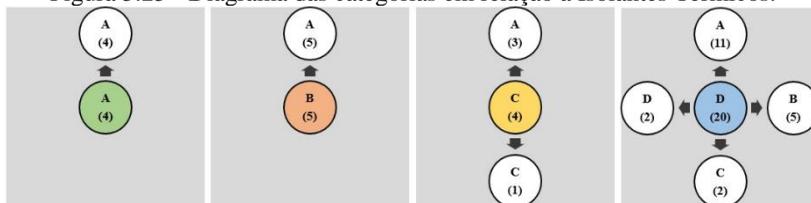
Quadro 5.8 - Categorização para Isolante Térmico depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	23	<i>Ele tem baixa condutibilidade, ou seja, é considerado um isolante térmico por não conduzir calor facilmente. Sua função é dificultar a troca de calor entre os meios interno e externo.</i>
B	05	<i>Diminuir a troca de calor por convecção.</i>
C	03	<i>Isolar a perda de temperatura entre os ambientes interno e externo.</i>
D	02	<i>Evitar o vazamento térmico de calor mantido dentro da garrafa.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

A maioria dos alunos mostrou entender razoavelmente bem o conceito de isolante térmico. Como se deu as mudanças nas categorias está exposto no diagrama da Figura 5.25.

Figura 5.25 - Diagrama das categorias em relação a Isolantes Térmicos.



Fonte: Elaborada pela autora

Para o levantamento das concepções sobre o conceito de radiação térmica foram usadas duas questões da Atividade 04. A primeira

questionava sobre a cor da tubulação e das placas do coletor e a segunda sobre a transmissão dessa radiação no vácuo. No Quadro 5.9 são apresentadas a análise desses questionamentos.

Quadro 5.9 - Categorização para radiação térmica antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	02	<i>A luz e a radiação do Sol são formas de ondas eletromagnéticas e não precisam de um meio material para se propagarem, assim elas podem chegar na Terra e aquecer o dispositivo.</i>
B	07	<i>O cobre conduz melhor o calor e o preto absorve mais incidência solar.</i>
C	06	<i>A luz se propaga no vácuo e o calor é produzido pela luz.</i>
D	18	<i>O Sol emite radiação que ao penetrar na camada de ozônio (O<sub>3</sub>) reage liberando energia luminosa, térmica.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Os alunos foram questionados sobre o funcionamento de uma garrafa térmica, ou seja, o motivo de as paredes serem duplas e espelhadas. Outra situação utilizada para categorizar as respostas dos alunos foi uma questão associativa, na qual os alunos deveriam associar os conceitos de condução, convecção e radiação térmica a algumas situações que envolviam o coletor. A categorização dos alunos em relação as suas respostas está representada no Quadro 5.10.

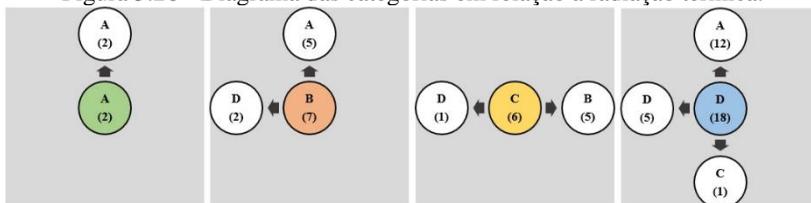
Quadro 5.10 - Categorização para radiação térmica depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	24	<i>O vácuo serve para evitar a condução e a convecção e a parte espelhada para evitar a radiação térmica.</i>
B	-x-x-	-x-x-x-x-
C	01	<i>O vácuo serve para impedir a convecção e irradiação e os espelhos para evitar a radiação.</i>
D	08	<i>A radiação é evitada pelo vácuo e a condução e a convecção pelo espelho.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos estudantes da turma acertou dentro do que era esperado as duas questões. Um aluno parece ter confundido irradiação com condução e oito não conseguiram responder as questões satisfatoriamente. A nova configuração das categorias está no diagrama apresentado na Figura 5.26.

Figura 5.26 - Diagrama das categorias em relação a radiação térmica.



Fonte: Elaborado pela autora.

No diagrama percebe-se que dois alunos dos que estavam na categoria B e um que estava na C passaram para a categoria D, analisando cuidadosamente suas respostas foi possível verificar uma confusão em relação aos conceitos necessários as respostas. Porém doze alunos da categoria D passaram para a categoria A.

Para que os alunos conseguissem compreender o funcionamento do coletor solar era necessário identificar seus conhecimentos prévios em relação a densidade da água e sua relação a variação da temperatura. Dessa forma foi apresentada na Atividade 04 a questão apresentada na Figura 5.27.

Figura 5.27 - Questão utilizada na Atividade 04.

**“Passo 7:** *Seu pai olha para a reportagem que deu início a toda essa discussão e prende o olhar na imagem referente ao texto e então diz: Por que os tubos de entrada e saída de água parecem ser em níveis diferentes?*



**Você consegue responder estas questões para seu pai?”**

Fonte: Elaborada pela autora.

No Quadro 5.11 são apresentadas as categorias e seus exemplos referente a esta questão.

Quadro 5.11 - Categorização para densidade antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	03	<i>Porque a água quente, devido a maior agitação das moléculas tende a subir e ficar na parte superior do reservatório e a água fria no fundo. Com isso, a água poderá circular espontaneamente através dos tubos.</i>
B	07	<i>Porque a água quente é menos densa que a água fria, por isso a quente fica em cima e a fria em baixo.</i>
C	07	<i>A água quente vai subir pois é mais leve, então a fria fica embaixo e vai para o aquecer.</i>
D	16	<i>Pressão juntamente com a força gravitacional possibilita que a entrada e saída sejam em níveis diferentes.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas respostas foi possível perceber a confusão que muitos alunos fazem com os conceitos de densidade, massa e peso. A questão utilizada para averiguar se ocorreu evolução conceitual nesse caso não foi muito diferente da questão anterior, já que foi solicitado aos alunos explicarem por que a entrada e a saída de água do reservatório devem ser em níveis diferentes. O Quadro 5.12 mostra o enquadramento dos alunos nas categorias.

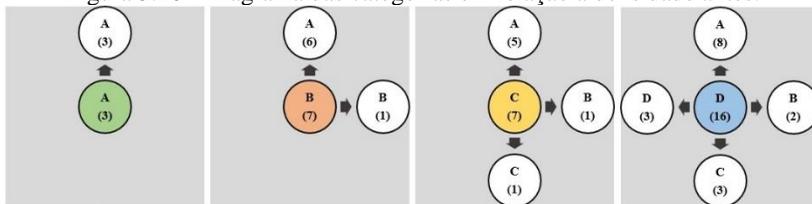
Quadro 5.12 - Categorização para densidade depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	22	<i>Porque a água “fria” irá se acumular em baixo do reservatório e escoará para o tubo 2 que leva a água para ser aquecida. E a água quente irá subir pelo cano 3 e será depositada no topo do reservatório onde a água quente irá se acumular.</i>
B	04	<i>Pois assim a água mais fria que precisa ser aquecida vai até o aquecedor, pois por ser mais densa ela fica embaixo.</i>
C	04	<i>Porque no 2 a água fria vai se depositando no fundo, por ser mais densa, assim, quando a água fria estiver no fundo irá entrar no cano e ir para o coletor solar que aquecerá ela. Após ser aquecida ficará mais densa passando pelo 3 e se depositando no topo do reservatório.</i>
D	03	<i>Por causa da gravidade a água vai cair então ela sai pelo duto de cima, passa pela placa, chegando no duto de baixo.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Com a análise das respostas pôde-se notar que alguns alunos persistiram com a ideia que o motivo da diferença nos níveis da tubulação tem relação direta com a força gravitacional e não com a densidade em função da diferença de temperatura. Outros alunos trocaram o mais denso pelo menos denso e vice-versa. No entanto vinte e dois estudantes responderam corretamente, dentro da intencionalidade da questão. A Figura 5.28 expõe as alterações entre as categorias.

Figura 5.28 - Diagrama das categorias em relação a densidade antes.



Fonte: Elaborado pela autora.

O diagrama mostra que cinco alunos que foram para a categoria A, são provenientes da categoria C enquanto seis vieram da B e oito da categoria D. Não demonstraram evolução conceitual um aluno na categoria B, um na C e três na D.

Na tentativa de identificar o que os alunos pensavam sobre trocas de calor foi solicitado a eles que respondessem a questão “*Se a temperatura da água para um banho é em torno de 37°C, e o coletor solar pode aquecê-la até 60°C no verão, como se faz para chegar a temperatura adequada?*”. Como mostra o Quadro 5.13 apenas dois alunos demonstraram ter conhecimento sobre como deveria ocorrer a mistura para que a água ficasse adequada ao banho. Quatorze alunos responderam de forma que foi possível perceber que sabiam da necessidade da mistura da água do coletor com água à temperatura ambiente, nove alunos mostraram conhecimentos e conceitos equivocados ou do senso comum.

Quadro 5.13 - Categorização para as trocas de calor antes.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	02	<i>Usa-se um registro secundário que libera água em uma temperatura menor que a do coletor, assim as duas águas irão se misturar, formando uma temperatura boa para o banho.</i>
B	14	<i>Misturando a água quente com a água que está a temperatura ambiente.</i>
C	08	<i>A água a 60° é misturada com água gelada.</i>
D	09	<i>Deixar o coletor desligado e mantém a água em equilíbrio com o ambiente.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Para verificar se houve evolução conceitual foram analisadas respostas dadas a duas questões da Atividade Avaliativa, na primeira questão dessa atividade foi apresentado aos estudantes um desenho esquemático de um coletor solar onde estavam representados os registros que controlavam as quantidades de água que chegavam no chuveiro oriundas do reservatório térmico (água quente) e da caixa d'água (água à temperatura ambiente). Os alunos foram questionados sobre esses registros e para que serviam. Além de terem que responder a mesma questão da categorização anterior, porém agora relacionando ao desenho

esquemático. O Quadro 5.14 apresenta o enquadramento dos alunos nas categorias.

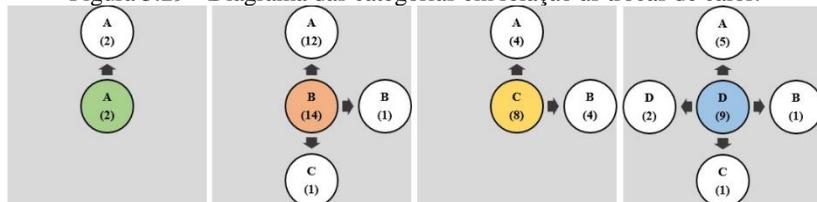
Quadro 5.14 - Categorização para as trocas de calor depois.

Categoria	Nº de alunos	Exemplos
A	23	<i>Nesse sistema existem dois registros, um com água quente (item 6) e outro com água à temperatura ambiente (item 9). Então para regular abre-se os dois até conseguir uma temperatura agradável para o uso no chuveiro (item 7).</i>
B	06	<i>Misturando a água aquecida com a água a temperatura ambiente.</i>
C	02	<i>A água a 60 °C deverá ser misturada a água fria do outro cano para chegar a temperatura adequada.</i>
D	02	<i>Aumentando a massa da água fria.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode ser percebido dois alunos não conseguiram desenvolver uma resposta adequada à questão, outros dois usaram o termo água fria ou invés de água à temperatura ambiente por este motivo foram classificados na categoria C já que o restante dos alunos utilizaram o termo correto. A Figura 5.29 mostra a movimentação dos estudantes entre as categorias.

Figura 5.29 - Diagrama das categorias em relação às trocas de calor.



Fonte: Elaborado pela autora.

A maior parte dos alunos nas categorias B, C e D passaram para a categoria A, no entanto dois alunos continuaram na categoria D e um aluno passou da categoria B para a categoria C.

Com base nos diagramas apresentados para cada questão foi possível concluir que há indícios de evolução conceitual dos alunos, pois ocorreram mudanças significativas entre as categorias nas quais os alunos foram enquadrados antes e depois, já que muitos mostraram evolução conceitual nas respostas após a implementação da sequência didática.

### 5.3.2 Atividades Experimentais

Nesta seção serão discutidas as respostas dadas pelos grupos nas atividades experimentais dos dois primeiros encontros e também na do Aparato Experimental. Os experimentos realizados no primeiro encontro tinham como objetivo verificar a utilização do tato como instrumento para avaliar a temperatura dos corpos. Para que as discussões fossem proveitosas de maneira a auxiliar na construção dos conhecimentos individuais, todos da equipe realizaram os experimentos e em seguida deveriam chegar a um consenso para responder as questões. Assim analisando as respostas dadas no Experimento 1, no qual os alunos deveriam avaliar a temperatura de cinco placas de materiais diferentes colocadas no mesmo ambiente. Foi possível perceber que no geral as equipes responderam que a sensação térmica depende do tipo de material e que varia de uma pessoa para outra, porém a maioria das justificativas trouxeram ideias do senso comum, como por exemplo a resposta do grupo E4 *“As percepções térmicas são diferentes, pois por exemplo o isopor preserva o calor do objeto rente a ele, diferente do metal”* já o grupo E6 apresentou uma resposta adequada ao questionamento *“Pode-se perceber que a sensação térmica varia de pessoa para pessoa. (...)por ser um condutor térmico nós perdemos mais energia térmica para o metal do que para o isopor que é isolante”*.

No Experimento 2 em que os estudantes inicialmente colocaram uma das mãos em água morna, a outra em água gelada e depois colocaram as duas em água à temperatura ambiente, a grande maioria dos grupos expressou corretamente o que perceberam como por exemplo o grupo E3 *“A mão que foi colocada anteriormente no recipiente de água fria, ficou quente. Já a mão que foi colocada anteriormente na água quente, ficou fria. Ocorreu uma inversão da temperatura sensível”*, no entanto apenas o grupo E1 justificou *“de acordo com a nossa temperatura, a sensação térmica pode ser diferente não dando certeza da temperatura do outro corpo”*. Uma resposta que chamou a atenção foi a da equipe E2 *“Ocorre um equilíbrio térmico, ao ponto de não sentir os dedos em alguns casos”*, pois mostra que provavelmente os alunos não conseguiram realizar o experimento ou não souberam expressar o que sentiram.

No segundo encontro foram executados três experimentos envolvendo os processos de transmissão de calor. No primeiro deles tratava sobre a condução térmica, nesse as equipes grudaram com parafina dois alfinetes em um fio de cobre e outros dois em um arame galvanizado, antes de aquecerem os arames eles responderam se os alfinetes cairiam juntos ou não. A maioria dos grupos responderam que não, que os alfinetes do cobre cairiam primeiro, justificando que o cobre é melhor condutor que o arame. Uma equipe achou que cairiam juntos porque o arame também é metal e outras duas acharam que os alfinetes do arame galvanizado cairiam primeiro, porém sem justificativa. Feito o experimento as conclusões das equipes no geral foram próximas à conclusão do grupo E9 *“O cobre é um condutor térmico melhor que o arame e quanto mais próximo da fonte de calor mais rápido o material é aquecido”*.

Para o processo de radiação térmica foi realizado um experimento utilizando uma lâmpada, dois recipientes com iguais quantidades de água (um branco e outro preto). As equipes foram questionadas sobre o papel da lâmpada no experimento e responderam que ela era a fonte de calor (energia térmica) para aquecer a água, já a equipe E4 deu como resposta *“Fornecer energia (luminosa)”*, aparentemente entendo que a luz é responsável pelo aquecimento. Para as temperaturas das águas nos recipientes após terem sido expostos à lâmpada durante o mesmo intervalo de tempo todas as respostas foram aproximadamente iguais como por exemplo a do E2 *“Pois a cor preta absorve melhor o calor e a branca reflete.”*, sem maiores explicações.

E por último o experimento sobre convecção térmica, no qual os alunos pingaram corante na água que em seguida seria aquecida. Sobre essa situação a maioria respondeu que o corante subiu porque a água aquecida sobe, um exemplo disso é a resposta do grupo E4 *“O corante começa a “subir” quando houve o aquecimento, pois quando a água é aquecida ela tende a “subir”, já que quando agitadas as moléculas começam a subir”*. Outros não conseguiram justificar adequadamente como o E10 *“A tinta subiu, a temperatura de ebulição do corante é mais baixa do que a da água”* por essa resposta pôde-se perceber que alguns alunos não compreendem o que ocorre em um líquido quando aquecido.

Durante a realização da atividade experimental do Coletor Solar Didático, foi possível constatar o interesse dos alunos principalmente pelo fato de conseguirem verificar o aquecimento da água em tempo real através do gráfico. Foi solicitado às equipes, que determinassem a potência do coletor e a comparasse com a da lâmpada, comentando o resultado. Essa atividade foi desenvolvida por todos sem grandes

problemas. Um exemplo de comentário é a do grupo E9 *“Pode-se observar que houve um aproveitamento de 2,33% da energia fornecida pela fonte e que o restante foi dissipada por outros corpos já que o experimento foi realizado em um ambiente real, não isolado, onde a energia acabou não sendo aproveitada apenas pelo dispositivo”*. Os alunos foram desafiados também a comentar sobre o gráfico, os comentários dos grupos foram que a temperatura aumentava proporcionalmente ao tempo, como exemplificado pela resposta do grupo E11 *“O gráfico mostra que o experimento tem uma temperatura que aumenta gradativamente com relação ao tempo. É um gráfico crescente (função do 1º grau)”*.

As atividades em grupo aparentemente cumpriram seus objetivos que era promover discussões de forma que auxiliassem tanto na construção de novos conhecimentos como na organização e sistematização de outros que já existiam. Os alunos se mostraram bastante interessados em realizar todas as atividades da melhor forma possível, questionando sempre que achavam necessário e em muitos momentos repetindo os experimentos de maneira a ficarem mais seguros em suas respostas. Durante as discussões a mediação sempre foi realizada tomando-se cuidado para que as respostas não fossem dadas aos alunos e sim que eles a construíssem.

#### **5.4 Análise das Respostas da Avaliação da Sequência Didática**

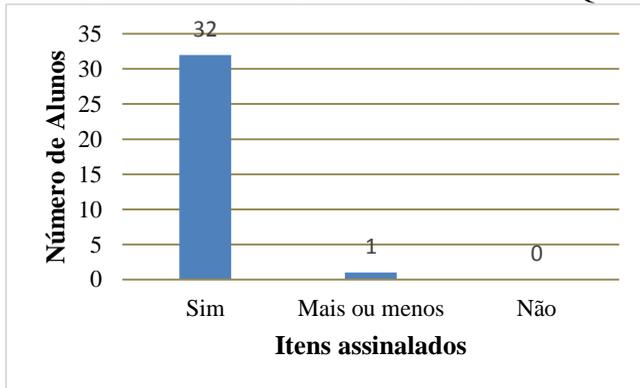
Quando na primeira aula ocorreu a apresentação do projeto à turma, foi perceptível o entusiasmo deles diante de uma nova estratégia didática. O que foi confirmado durante a implementação, pois pôde-se notar o interesse da turma em realizar da melhor forma possível as atividades, experimentos e discussões.

A fim de verificar se na opinião deles a Sequência Didática contribuiu para a aprendizagem e também para auxiliar na melhoria do material produzido, foi elaborado e aplicado um questionário de opinião com nove questões (Apêndice B). Todos os trinta e três alunos responderam mesmo sendo opcional a participação. A seguir serão apresentadas e analisadas as respostas dos alunos para cada um dos questionamentos.

Na primeira questão, *“As atividades realizadas foram significativas ao seu aprendizado?”* os alunos podiam optar por três alternativas *“Sim”*, *“Mais ou menos”* ou *“Não”*. Como pode ser visto no Gráfico 5.1, um aluno acha que as atividades realizadas contribuíram

parcialmente para seu aprendizado. O restante dos alunos acreditam que sim, as atividades foram significativas para o seu aprendizado.

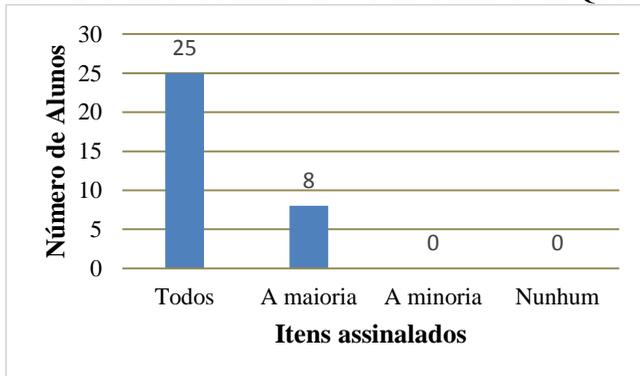
Gráfico 5.1 - Número de alunos versus itens assinalados na Questão 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segunda questão, “*Os experimentos foram interessantes?*” neste caso eram quatro respostas possíveis “*Todos*”, “*A maioria*”, “*A minoria*” ou “*Nenhum*”. Enquanto boa parte dos alunos consideraram que todos os experimentos foram interessantes, alguns acharam que uma pequena parte deles não lhes chamou a atenção. O que pode ser percebido no Gráfico 5.2.

Gráfico 5.2 - Número de alunos versus itens assinalados na Questão 2.

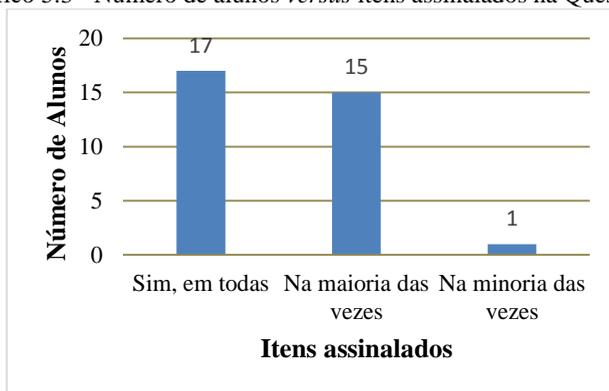


Fonte: Elaborado pela Autora.

Terceira questão, “*O tempo das atividades foi suficiente?*”, como resposta os alunos podiam optar entre “*Sim, em todas*”, “*Na maioria das vezes*” ou “*Na minoria das vezes*”.

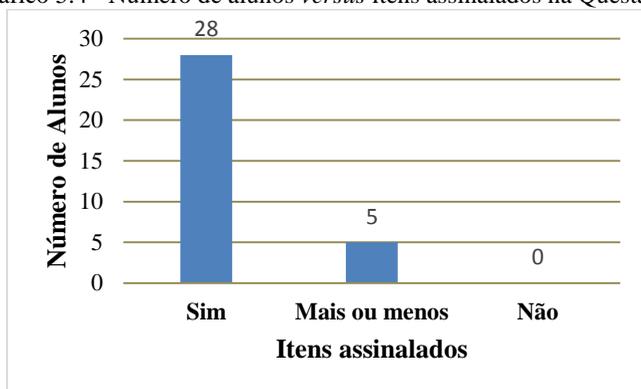
É possível perceber pelo Gráfico 5.3, que apesar de a maior parte da turma ter achado que o tempo destinado as atividades foi suficiente, uma quantidade considerável achou que faltou tempo para a execução de algumas atividades e um dos estudantes considerou que faltou tempo na maioria delas. Este é um ponto a ser levado em consideração em aplicações futuras.

Gráfico 5.3 - Número de alunos *versus* itens assinalados na Questão 3.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Quarta questão “*O Coletor Solar Didático facilitou o entendimento do conteúdo apresentado nas aulas?*”, assim como na primeira questão as possibilidades de respostas foram “*Sim*”, “*Mais ou menos*” ou “*Não*”. Percebe-se pelas respostas que grande parte dos alunos acreditam que o Coletor Solar Didático favoreceu a compreensão dos conteúdos apresentados, porém alguns alunos consideraram que este favorecimento foi parcial, assinalando o item “*Mais ou menos*” esta situação está representada no Gráfico 5.4.

Gráfico 5.4 - Número de alunos *versus* itens assinalados na Questão 4.

Fonte: Elaborado pela Autora.

Quinta questão “*O material impresso foi adequado?*”, as opções nesta também foram “*Sim*”, “*Mais ou menos*” ou “*Não*”. Todos alunos responderam “*Sim*”, julgaram adequado o material impresso entregue a eles no decorrer da aplicação.

A sexta questão “*Qual atividade você teve maior dificuldade? E qual lhe chamou a atenção?*”, esta é uma questão aberta, ou seja, não foram apresentadas opções de resposta. Assim o estudante pôde responder como achava melhor. Três alunos não responderam a questão e sete afirmaram não ter tido dificuldade em nenhuma atividade como por exemplo “*Todos os experimentos chamaram atenção, pois eles juntos com a explicação, ficou mais fácil entender*”.

Alguns alunos responderam que mais de um experimento chamou a atenção, outros responderam apenas uma questão ou a outra como pode-se perceber na resposta de um dos alunos “*A experiência sobre condução utilizando velas, foi difícil de realizar pois os alfinetes não paravam*”. Outro ponto importante a ser observado, foi que alguns alunos citaram a mesma atividade para as duas respostas, ou seja, a que tiveram maior dificuldade acabou lhes chamando mais atenção. O que pode ser constatado nesta resposta “*Acho que na condução do cobre e do metal (que esqueci o nome agora). E também achei essa a mais legal*”. Para uma visão geral das respostas dos alunos foi elaborado um quadro que mostra quais as atividades que eles tiveram maior dificuldade, quais as que mais lhes chamaram a atenção e o número de vezes foi citada.

Lembrando que serão apresentadas apenas as atividades que foram mencionadas pelos estudantes em suas respostas. Adotando como *MD* o número de vezes que a atividade considerada como a de maior dificuldade

foi apontada nas respostas, CA número de vezes que a atividade foi citada por ter chamado atenção e MD\CA número de vezes que a atividade foi citada como a de maior dificuldade, mas que também foi a que mais chamou a atenção. No Quadro 5.15 estão sintetizadas estas informações.

Quadro 5.15 - Respostas da Questão 06.

Atividade	Nome	MD	CA	MD\CA
Atividade 2	<i>O que você sabe sobre?</i>	1	3	
Experimento 1	<i>Tá quente, tá frio?!</i>	1	4	1
Experimento 2	<i>Água, água, água...</i>		5	
Experimento 3	<i>Quem cai primeiro?</i>	6	6	2
Experimento 4	<i>Preto ou Branco?!?</i>	1	3	
Experimento 5	<i>Colorindo a água!</i>	2	8	
Experimento Demonstrativo 2	<i>Gira, gira, gira...por quê?</i>		4	
Experimento Demonstrativo 3	<i>Mistura ou não Mistura?!?</i>		3	
Experimento Virtual	<i>Exercitando!</i>	4	5	2
Aparato Experimental	<i>Colocando em Prática!</i>	1	5	1

Fonte: Elaborada pela Autora.

A partir do quadro nota-se que a quantidade de atividades que chamaram a atenção foi maior que as consideradas difíceis.

As questões sete e oito são relacionadas ao projeto, na sétima questão “*Você gostou de participar deste projeto?*” os estudantes tinham quatro opções “*Sim*”, “*Mais ou menos*”, “*Indiferente*” ou “*Não*”. Para esta todos os alunos responderam que sim, isso juntamente com as respostas anteriores dá indícios que os estudantes gostaram do desafio de construir o seu próprio conhecimento. A oitava questão “*No espaço a seguir você pode expor sua opinião e/ou sugestões sobre as atividades desenvolvidas*”, apenas nove alunos escreveram algo, a seguir serão transcritos na íntegra alguns desses comentários:

*“Foi muito bom participar desse projeto, pois assim entendi como funciona detalhadamente um aquecedor de água”.*

*“Eu gostei trouxe informações as quais eu não tinha conhecimento.  
Obrigada”.*

*“Ajudam a fazer os alunos menos interessados a participar das aulas”.  
“Show”.*

*“Com as experiências melhorou e facilitou o aprendizado”.*

*“Achei muito interessante, facilitou muito a entender o conteúdo”.*

*“Foi uma ótima atividade bem legal pois facilitou o entendimento com  
os experimentos”.*

*“Gostei muito das atividades”.*

*“Foi um bom projeto, aulas excelentes. Talvez se houvesse mais tempo  
poderíamos trabalhar mais com exercícios”.*

Nesta última resposta é possível perceber a necessidade que os alunos sentem em ter listas de exercícios isso foi notado também em comentários feitos por outros alunos em momentos distintos da aplicação.

Quanto a aplicação do projeto pode-se perceber, pela análise das respostas às oito questões, que os alunos no geral gostaram de participar do projeto. Desse conjunto de questões duas eram abertas e por isso são as mais ricas em informações. A sexta questão permitiu aos alunos expressarem suas opiniões realizando uma espécie de julgamento das atividades, analisando as respostas dadas a ela pode-se notar que todos os experimentos que foram realizados pelos alunos foram citados ao menos uma vez e dos quatro experimentos demonstrativos apenas dois foram lembrados e esses fogem dos experimentos clássicos, vistos em livros didáticos por exemplo. Com isso é possível perceber indícios de que os alunos preferem participar da execução das atividades do que serem apenas expectadores, mesmo que sejam instigados a participarem com suas opiniões.

No Capítulo 6, serão feitas considerações sobre o que foi observado durante a implementação da Sequência Didática, sobre a análise feita nesse capítulo e sobre o material de maneira geral.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi de elaborar uma Sequência Didática a partir de um tema central “calor, ambiente e usos de energia”, tema esse retirado dos PCN+. A partir dele foi estruturada uma lista de conteúdos de Física necessários ao entendimento do funcionamento de um sistema de aquecimento de água através da energia solar. Assim, foi construído um objeto educacional, que consistiu basicamente em um protótipo, que foi chamado de Coletor Solar Didático. Este foi utilizado em todas as aulas destinadas à construção dos conhecimentos necessários para o entendimento do equipamento. Ainda para auxiliar nessa evolução cognitiva, foram elaboradas e/ou organizadas uma série de atividades, experimentos, experimentos demonstrativos, simulações e um aparato experimental para a coleta da temperatura da água conforme seu aquecimento. Este aparato experimental foi composto pelo Aquecedor Solar Didático, sensores de imersão, a placa Arduino, um display e um notebook.

O material elaborado tem por base a interação social de Vygotsky e metodologicamente está ancorado nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti. Após aplicada a proposta didática, foram analisadas as respostas dos alunos acerca do assunto antes e depois. A partir dessa análise, algumas considerações podem ser feitas, começando pelo envolvimento da turma com a execução das tarefas que pode ser classificado como muito bom. Mesmo sendo uma turma com um número considerável de alunos (trinta e três), em nenhum momento houve problemas graves de comportamento ou conversas paralelas. Assim que as atividades eram passadas às equipes eles tratavam de executá-las, foi interessante observar que além de eles discutirem entre eles as possíveis respostas e resultados, também buscavam interagir com outras equipes.

Outra situação que chamou bastante atenção nas atividades em grupos foi a falta de habilidade dos alunos para executarem os experimentos, onde esse fato ficou mais evidente foi no Experimento 3: *Quem cai primeiro?*, no qual muitos tiveram dificuldades para fixar com parafina os alfinetes nas barras metálicas. Esse fato, parece dar sinais da necessidade de se aumentar o número de aulas com experimentos, o que também pode ser percebido ao se analisar o comentário de um estudante após a execução do Experimento 4: *Preto ou Branco?!?* Onde ele afirmou ter tido dificuldade em utilizar o termômetro analógico.

As atividades demonstrativas, são uma ótima saída para quando não se tem equipamentos ou materiais disponíveis para vários grupos, porém deve-se ter o cuidado de se “destacar o que deve ser observado e,

sobretudo, explicar, ou seja, apresentar aos alunos o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado, estabelecido cultural e cientificamente” (GASPAR e MONTEIRO, 2005, p. 231). Segundo os mesmos autores, se não ficar claro aos alunos o objetivo da demonstração ela será pouco eficiente, pois todos devem estar em sintonia sobre o que de ser observado.

Nas atividades de simulação, ficou perceptível a necessidade de se incluir nos materiais didáticos as TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação). Os alunos se mostraram bastante curiosos, modificando os parâmetros e refazendo a atividade diversas vezes. Inclusive alguns afirmaram que mesmo tendo no início dificuldades para resolver os cálculos, depois gostaram muito de realizar experimentos através de simulações.

Na análise das respostas feitas no Capítulo 5, a utilização do Coletor Solar Didático como objeto educacional, realizando a ponte entre o tema gerador e os conceitos de Física, parece ter facilitado a aprendizagem dos conceitos científicos. Vale lembrar que, o aparato foi utilizado não só no momento da problematização inicial, no qual os alunos foram questionados sobre o tipo de equipamento e para que serve, mas também no momento da organização do conhecimento, no qual todas discussões na busca da sistematização dos assuntos abordados eram feitas alicerçadas nele. Para a aplicação do conhecimento, uma das estratégias utilizadas foi o aparato experimental com o Arduino, o que possibilitou aos alunos perceberem o funcionamento do Coletor Solar Didático através do gráfico que foi plotado em tempo real. Novamente nessa atividade, foi possível perceber o interesse dos alunos em função do uso de tecnologia, dessa maneira fica evidente a necessidade da sua inclusão nas aulas e nos materiais instrucionais.

Por fim, acredita-se que este material possa contribuir de forma significativa para o ensino de Física Térmica, mais precisamente nos conteúdos de propagação de calor, calor sensível e trocas de calor. E também que sirva para fomentar as discussões acerca de atividades como as desenvolvidas nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria? Em minha sala de aula**. 10ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

ARAÚJO, Í. B. Q. D. et al. Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. In. **Anais: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge)**, Belém, UFPA, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdos**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BRASIL, M. D. E. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC**, Brasília, 2002.

BRASIL, M. E. Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC**, Brasília, 2006.

CAVALCANTE, M. M. et al. A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ. In. **Anais do XXII Workshop sobre Educação em Computação**, p. 1687-1696, 2014.

COVOLAN, S. C. T. **O conceito de entropia num curso destinado ao Ensino Médio a partir de concepções prévias dos estudantes e da História da Ciência**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 112. 2003.

DA ROSA, C. T. W. et al. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 292-305, 2016.

DE AGUIAR JUNIOR, O. G.; SARAIVA, J. A. F. O planejamento do ensino a partir de um modelo para mudanças cognitivas: um exemplo na

física térmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 314-340, 2002.

DE LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K. D.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discurso**. 12<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Summus, 1992.

DE SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1702, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 205 p.

FETZNER FILHO, G. Experimentos de baixo custo para o ensino de física em nível médio usando a placa Arduino-UNO, Porto Alegre, p. 207, 2015.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 16, p. 110-119, 1994.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C.; DA COSTA, D. K.; CURY, H. N. Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura/Identification of conceptions of high school students about heat and temperature. **ACTA SCIENTIAE**, v. 8, n. 1, p. 35-46, 2006.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. **Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 84-96, 2002.

KRUMMENAUER, W. L.; COSTA, S. S. C. D.; SILVEIRA, F. L. D. Uma experiência de ensino de física contextualizada para a educação de jovens e adultos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 69-82, 2010.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. 2ª. ed. São Paulo: Novatec, 2015.

MONTEIRO, B. D. S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 388-397, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 194 p.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, v. 20, n.3, p. 617-638, 2014.

OLIVEIRA, M. K. D. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993. 111 p.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2009.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. 110 p.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005.

SANTOS, E. M. F. Arduino: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio., Porto Alegre, p. 192, 2014.

SÉRÉ, M.-G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 31-43, Janeiro 2004.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Ensino de Física Térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemento motivador de discussões conceituais. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, v. 19, n. 1, 2008.

VIEIRA, V. A. M. D. A.; SFORNI, M. S. D. F. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM CONCEITUAL. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 2, p. 45-58, 2010.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 2ª. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009. 496 p.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4ª brasileira. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALZA, M. A. **Diários de Aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZYLBERSZTAJN, A.; RICARDO, C. E. O Ensino de Ciências no Nível Médio: um estudo sobre dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 351-370, 2002.

## **APÊNDICE A - MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR**



## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>103</b>
	<b>ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>104</b>
<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>104</b>
<b>2</b>	<b>TEMA CENTRAL .....</b>	<b>104</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos Unificadores .....</b>	<b>104</b>
<b>3</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA.....</b>	<b>104</b>
<b>3.1</b>	<b>Saberes .....</b>	<b>104</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>105</b>
<b>3.3</b>	<b>Orientações ao Professor .....</b>	<b>105</b>
3.3.1	Problematização Inicial .....	105
3.3.2	Organização do Conhecimento .....	106
3.3.3	Aplicação do Conhecimento .....	108
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES.....</b>	<b>109</b>
<b>4.1</b>	<b>Diz aí!.....</b>	<b>110</b>
<b>4.2</b>	<b>O que você sabe sobre? .....</b>	<b>111</b>
<b>4.3</b>	<b>Começando a conversa! .....</b>	<b>113</b>
<b>4.4</b>	<b>Continuando a conversa! .....</b>	<b>114</b>
<b>4.5</b>	<b>Finalizando a conversa! .....</b>	<b>116</b>
<b>5</b>	<b>EXPERIMENTOS .....</b>	<b>117</b>
<b>5.1</b>	<b>Tá quente, tá frio?!.....</b>	<b>117</b>
5.1.1	Preparação do experimento .....	117
5.1.2	Guia experimental dos alunos .....	118
<b>5.2</b>	<b>Água, água, água... .....</b>	<b>120</b>
5.2.1	Preparação do experimento .....	120
5.2.2	Guia experimental dos alunos .....	121
<b>5.3</b>	<b>Quem cai primeiro? .....</b>	<b>123</b>
5.3.1	Preparação do experimento .....	123
5.3.2	Guia experimental dos alunos .....	124
<b>5.4</b>	<b>Preto ou Branco?!?.....</b>	<b>126</b>
5.4.1	Preparação do experimento .....	127
5.4.2	Guia experimental dos alunos .....	128
<b>5.5</b>	<b>Colorindo a água .....</b>	<b>131</b>
5.5.1	Preparação do experimento .....	131
5.5.2	Guia experimental dos alunos .....	133
<b>6</b>	<b>DEMONSTRAÇÕES.....</b>	<b>135</b>
<b>6.1</b>	<b>Ferve, água, ferve!.....</b>	<b>135</b>
<b>6.2</b>	<b>Gira, gira, gira...por quê? .....</b>	<b>137</b>
<b>6.3</b>	<b>Mistura ou não mistura?! .....</b>	<b>139</b>
<b>6.4</b>	<b>O ar, a areia e a água! .....</b>	<b>141</b>

<b>7</b>	<b>ATIVIDADES VIRTUAIS .....</b>	<b>142</b>
<b>8</b>	<b>COLETOR SOLAR DIDÁTICO.....</b>	<b>146</b>
<b>8.1</b>	<b>Manual de construção.....</b>	<b>146</b>
<b>8.2</b>	<b>Sistema de aquisição automática de dados .....</b>	<b>151</b>
<b>8.3</b>	<b>Colocando em Prática.....</b>	<b>161</b>
<b>9</b>	<b>ATIVIDADE AVALIATIVA .....</b>	<b>164</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>171</b>
	<b>ANEXO Texto: Problematização Inicial.....</b>	<b>174</b>

## Apresentação

Neste texto de apoio ao professor é apresentada a sequência didática proposta para o ensino da Física Térmica, tendo seu foco principal o Ensino Médio. Utilizou-se como referencial teórico nesse trabalho, a teoria sócio interacionista de Vygotsky e a dinâmica metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, proposta por Delizoicov e Angotti. Nele são apresentadas as sugestões de atividades a serem desenvolvidas em cada um dos momentos. Fazem parte desse material, as atividades individuais, os guias dos experimentos realizados em grupo, os roteiros das atividades demonstrativas, o manual de construção do objeto educacional e como realizar neste, a implementação da placa Arduino. Além disso, constam também as instruções de montagem do circuito e os códigos (*sketches*) necessários para a aquisição dos dados. Este material instrucional foi elaborado de maneira a atuar diretamente na *zona de desenvolvimento proximal* dos alunos, ou seja, busca-se que o aluno saia de um *nível de desenvolvimento real* e passe a um *nível de desenvolvimento potencial*. Para isso usou-se como estratégias didáticas, atividades em grupo e muitos momentos de debates a serem mediados pelo professor. Dessa forma, acredita-se que os alunos consigam construir suas explicações sobre o assunto. Vale lembrar que a intenção não é dar uma receita ou engessar criatividade existente no processo de ensino-aprendizagem, apenas sugerir atividades que permitam uma abordagem contextualizada dos conteúdos. Este material está organizado com atividades, experimentos, atividades demonstrativas, manual de construção do coletor solar, implementação do circuito para a aquisição automática de dados e atividade avaliativa. Este material foi desenvolvido para a dissertação de mestrado, cujo o título é “*O Ensino da Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar*”, submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão de bolsa.

## Organização da Sequência Didática

Esta sequência didática foi elaborada tomando por base os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992). Essa metodologia preconiza que os conteúdos de Física abordados, sejam estabelecidos a partir de um tema central e seus os conceitos estruturantes, que nesse trabalho, foram retirados das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002).

### 1 Objetivo

- Utilizar o coletor solar para aquecimento de água como instrumento de ensino para abordar conteúdos de Física Térmica.

### 2 Tema Central

Calor, ambiente e usos de energia.

#### 2.1 Conceitos Unificadores

Os Conceitos Unificadores estabelecidos foram três:

- *Fontes e trocas de calor;*
- *O calor na vida e no ambiente;*
- *Energia: produção para uso social.*

### 3 Organização Didático-Pedagógica

Nesta seção, é apresentada a estrutura da sequência didática, os conteúdos que serão trabalhados nas aulas, os objetivos e de que maneira as atividades estão distribuídas nos momentos pedagógicos.

#### 3.1 Saberes

Os conteúdos abordados são apresentados em três grupos conforme exposto a seguir:

- Conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutores e isolantes térmicos;
- Processos de transmissão de calor: condução, convecção e radiação térmica;
- Quantidade de calor sensível e princípio das trocas de calor.

### 3.2 Objetivos

- Perceber a importância do aproveitamento da energia solar;
- Identificar situações que envolvam os conceitos de calor e temperatura, possibilitando a escolha adequada de materiais conforme a necessidade;
- Compreender a relevância dos processos de transmissão e trocas de calor para situações do cotidiano;
- Aplicar os conhecimentos adquiridos após a implementação da sequência didática, extrapolando para outras situações.

### 3.3 Orientações ao Professor

Os Três Momentos Pedagógicos são detalhados a seguir. Em cada um são apresentados o período da aula, no qual deve ser usada determinada atividade. As orientações sobre cada uma, com sugestões de como utilizá-la, os materiais necessários, as instruções para a montagem e questões recomendadas, estão junto às atividades. Que foram divididas para efeitos de organização nesse material, em: Atividades, Experimentos, Demonstrações, Atividades Virtuais, Coletor Solar Didático e Atividade Avaliativa. No início de cada uma faz-se um breve relato do que se pretende e/ou os motivos de serem aquelas as atividades.

#### 3.2.1 Problematização Inicial

Este é o momento em que os alunos, são apresentados a situações e/ou questões que servem não somente para introduzir um determinado conteúdo, como também ligar este com situações do cotidiano dos estudantes. Nessa sequência didática são sugeridas as seguintes atividades para a problematização inicial:

#### Aula 01

- Fornecer a cada aluno da turma, o texto do [Anexo](#): *Uso da energia solar contribui com a sustentabilidade ambiental e reduz em até 30% o valor da conta de luz dos beneficiários do Programa Minha Casa, Minha Vida*.
- Exibir para a turma o vídeo: *Uso de energia solar em residências do Minha Casa, Minha Vida gera economia para moradores*<sup>1</sup>.
- Solicitar que respondam as questões da [Atividade 1](#): “Diz aí”.
- Apresentar o [Coletor Solar Didático](#), informando que este será o objeto educacional que será utilizado nas próximas aulas e orientá-

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://goo.gl/FJukJK>> Acesso em: 10 de jan. 2016.

los para que respondam as questões da [Atividade 2](#): “*O que você sabe sobre?*”.

- Iniciar um diálogo com os alunos a respeito da Importância da Energia Solar.
- Exibir o vídeo: *A importância da Energia Solar*<sup>2</sup>.
- Discutir e corrigir algumas informações e conceitos apresentados de forma equivocada no vídeo, além disso associar as informações como o objeto educacional, de maneira que eles percebam que apesar de ser um protótipo ele nos auxiliará muito no entendimento dos conteúdos e construção dos conceitos científicos.
- Finalizar com a seguinte situação: *Um técnico e seu ajudante estão fazendo a manutenção de um coletor solar e percebem que esqueceram o termômetro. Isto era um problema pois a empresa exigia um parecer técnico onde deveria conter a temperatura da água no momento da manutenção. Tentando uma possível solução o ajudante permite que um pouco de água escorra sobre sua mão e diz que a temperatura está em torno de 30°C. Esta forma de determinar a temperatura é confiável?*

Recolher as atividades para o levantamento das concepções espontâneas que devem ser utilizadas para a preparação da aula expositiva. Que é destinada a sistematização dos conhecimentos.

### 3.2.2 Organização do Conhecimento

Nesse momento, ocorre o estudo sistemático dos conhecimentos de Física necessários para o entendimento do tema central. Para isso foram utilizadas atividades diversificadas com a intenção de contribuir para o aprendizado de novos conteúdos ou sistematizar os conhecimentos já existentes.

#### Aula 02

Para esta aula deve-se utilizar o laboratório de Física/Ciências ou um espaço que permita atividades em grupo e que tenha mesas que possam ser usadas como bancadas.

- Iniciar a aula retomando a questão deixada na aula anterior, indagar os alunos em relação a situação posta permitindo que se expressem. Ao final da aula, essa mesma discussão será retomada e a resposta à questão, será construída em conjunto com a turma.

---

<sup>2</sup> Disponível em: < <http://www.sociedadedodosol.org.br/apresentacao/> > Acesso em: 22 de fev. 2016.

- A seguir, solicitar aos alunos que respondam a [Atividade 3](#): “*Começando a conversa!*”
- Dividir a turma em equipes de 3 a 4 componentes.
- Solicitar que os alunos realizem a [Atividade Experimental 1](#): “*Tá quente, tá frio?!*”.
- Fornecer os materiais necessários, conforme descrito no [Guia Experimental](#).
- Mediar a discussão sobre os resultados obtidos na atividade. Solicitar que cada equipe exponha sua resposta em relação a questão: *Se todos os materiais estão à mesma temperatura por que temos a sensação de que alguns estão a temperaturas mais baixas que outros?*
- Para auxiliar na busca das respostas a esta questão, entregar a cada equipe os materiais para a realização da [Atividade Experimental 2](#): “*Água, água, água...*”
- Mediar a discussão em relação ao que foi possível observar com os experimentos e assim auxiliar na consolidação dos conceitos envolvidos na aula, respondendo a questão inicial. Neste momento realizar o [Experimento Demonstrativo 1](#): “*Ferve, água, ferve*”.

#### Aulas 03 e 04

Iniciar a aula expondo aos alunos que ela será dedicada a experimentos que trarão novos conceitos, solicitar que respondam a [Atividade 4](#): “*Continuando a conversa!*”.

Nessas aulas, sugere-se que a turma execute três atividades experimentais envolvendo os processos de transmissão de calor. Assim, devem acontecer no laboratório de física/ciências ou em um espaço adequado para isso, com mesas que permitam o uso dos equipamentos. Os materiais dos experimentos devem ser preparados antes do início da aula conforme os guias experimentais de cada uma.

- Dividir a turma em equipes de 3 ou 4 alunos;
- Solicitar que realizem os experimentos:
- [Atividade Experimental 3](#): “*Quem cai primeiro?*”;
- [Atividade Experimental 4](#): “*Preto ou Branco?!?*”;
- [Atividade Experimental 5](#): “*Colorindo a água...*”;

Durante a execução dos experimentos deve-se passar pelas bancadas, buscando orientar e tirar possíveis dúvidas que possam surgir.

Ao final dessa aula deve ser realizada uma discussão com os alunos sobre suas observações durante a execução dos experimentos, permitindo que eles interajam o máximo possível e associando o

observado com o que acontece em um coletor solar para aquecimento de água. Os questionamentos levantados pelos alunos e as respostas dadas as questões nos experimentos, devem servir de base para as aulas 05 e 06.

#### Aula 05

Com base nas discussões e nas respostas das atividades das aulas anteriores, deve-se elaborar a aula expositiva com a intenção de sistematizar os conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico, isolantes e condutores térmicos. Além dos processos de transmissão de calor. Durante esta aula, aconselha-se a execução dos experimentos:

- [Experimento Demonstrativo 2](#): “Gira, gira, gira...por quê?”
- [Experimento Demonstrativo 3](#): “Mistura ou não Mistura?!”

Lembrar que, para este tipo de experimento é importante apresentar aos alunos o seu objetivo e deixar claro o que deve ser observado. Sugere-se também, que os estudantes sejam instigados a participar o máximo possível, levantando hipóteses para serem comprovadas ou refutadas. Depois de uma exaustiva discussão faz-se um apanhado geral das informações, sempre associando ao coletor solar.

#### Aula 06

Esta aula é dedicada a explorar o assunto de calor sensível e trocas de calor. Para iniciar, solicitar aos alunos que respondam a questão da [Atividade 5](#): “Finalizando a conversa!”.

- Sugere-se que seja realizado o [Experimento Demonstrativo 4](#): “O ar, a areia e a água!”.

A cada etapa do experimento, deve-se questionar os alunos sobre o que ocorrerá, sempre solicitando que eles justifiquem suas respostas. Com a discussão aproveitar para iniciar a abordagem de conteúdos de calorimetria, como por exemplo calor específico e capacidade térmica. Para auxiliar nessa abordagem pode-se utilizar a simulação<sup>3</sup> de sistemas que estão recebendo energia na forma de calor e por consequência tenham uma variação em sua temperatura. A conclusão dessa aula pode ser realizada com a resolução de exercícios.

#### 3.3.3 Aplicação do Conhecimento

Nessa etapa, ocorre a interpretação e análise da problematização inicial após a sistematização dos conteúdos necessários ao seu entendimento. Além disso são apresentadas outras situações que necessitam dos mesmos conhecimentos para serem entendidas e explicadas.

---

<sup>3</sup> Disponível em: < <http://goo.gl/DITYKn>> Acesso em 20 abr. 2016.

## Aulas 07 e 08

- Sugere-se aqui a realização da [Atividade Virtual](#): “*Exercitando*”.
- Esta deve ser realizada concomitantemente com a [Atividade do Coletor Solar](#): “*Colocando em Prática!*”.

Inicialmente com o Coletor Solar Didático exposto ao Sol, explicar aos alunos que será ligado o Arduino para que se possa verificar a variação de temperatura da água contida no reservatório térmico, mais especificamente, na saída de água fria e entrada de água aquecida. Solicitar que os alunos anotem as temperaturas e o horário assim que o sistema for posto em funcionamento. Deve ser explicado também que a temperatura final será feita pela média das temperaturas na saída e entrada de água, pois a massa de água está em constante movimento em função do seu aquecimento. Para chegar a esta conclusão foram feitos testes colocando-se outro sensor a meia altura entre os dois primeiros, a média das temperatura registrada por esses era praticamente a mesma que no sensor do meio. Assim, com boa aproximação pode-se pensar na temperatura final como sendo a média das temperaturas.

Colocado o equipamento para funcionar e feitas as devidas anotações, os alunos devem ser encaminhados ao laboratório de informática para executarem a atividade das simulações. Esta permite que os alunos trabalhem com outra estratégia didática enquanto a água está sendo aquecida no coletor.

Vale lembrar que caso não haja Sol no dia da aula pode-se utilizar como fonte de aquecimento uma lâmpada halógena dicróica ou incandescente.

Passados aproximadamente 30 min, solicitar que os alunos em grupos (chamar um grupo por vez), voltem a verificar o coletor solar para realizarem a atividade referente a ele. Questioná-los sobre todo o processo, promover uma discussão com o grupo em relação ao que está acontecendo.

## Aulas 09 e 10

Estas aulas serão destinadas a realização de uma [Atividade Avaliativa](#), nela constam questões que buscam verificar se os alunos conseguem relacionar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores, com outras situações que necessitam do mesmo conhecimento.

## 4 Atividades



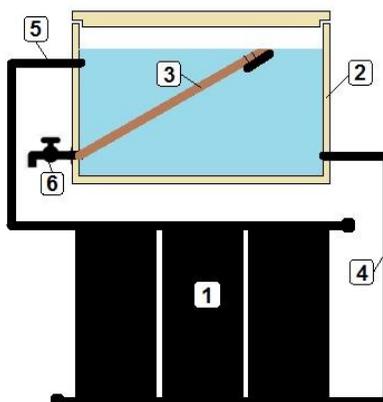
## 4.2 O que você sabe sobre?

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

### Atividade 2: O que você sabe sobre?

A Figura 1 representa um esboço do *Coletor Solar Didático*. Observando este esquema e o equipamento apresentado pela professora descreva a função de cada um dos itens enumerados?

Figura 1 - Esquema do Coletor Solar Didático.



Fonte: Elaborado pela autora

1:

2:

**3:**

**4:**

**5:**

**6:**

### 4.3 Começando a conversa!

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

#### *Atividade 3: Começando a conversa!*

#### **Responder de preferência a caneta!**

**01** – Você está em uma conversa com seus familiares onde o tema é uma reportagem sobre coletores solares para aquecimento de água. Alguns pontos são levantados, você bastante interessado no assunto se prontifica a esclarecê-los:

**Ponto 1:** Alguém pergunta a seu irmão o que é temperatura? E ele responde: *A temperatura mede a quantidade de calor que um corpo recebe ou perde.*

Você concorda com ele? ( ) Sim ( ) Não

Se respondeu “Não”. Explique para seu irmão o que é temperatura?

**Ponto 2:** Na sequência da conversa um primo afirma que: *Calor é a transferência de temperatura de um corpo para outro.*

Você concorda com ele? ( ) Sim ( ) Não

Se respondeu “Não”. O que é calor para você?

**Passo 3:** Seu pai demonstra uma certa preocupação com os grandes períodos chuva ou de tempo nublado. Você responde que: *No período de chuvas, os aquecedores acionam um sistema complementar elétrico, o chamado aquecedor auxiliar, que aquece a água por energia elétrica, permitindo que o usuário tenha sempre água quente. Este sistema é ligado junto ao quadro disjuntor da residência. Em dias*

*de chuva, gasta-se energia elétrica, mas não tanto quanto gastaria se fosse utilizado o chuveiro elétrico. Seu pai continua a conversa: E se não instalar o sistema auxiliar ou se ele estiver danificado, o que acontece com a temperatura da água e do coletor?*

O que você responderia a seu pai?

#### 4.4 Continuando a conversa!

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

#### ***Atividade 4: Continuando a conversa!***

#### **Responder de preferência a caneta!**

*E a conversa continua...*

**Ponto 4:** Agora vendo que a conversa fluía sua mãe resolve participar e afirma: Eu ouvi falar que o *reservatório é feito de um material isolante térmico para evitar que o frio entre em contato com a água e assim a resfrie.*

Você concorda com ela? ( ) Sim ( ) Não

Se respondeu “Não”. Corrija a informação recebida por sua mãe. Então, por que o reservatório deve ser feito de material isolante térmico?

**Ponto 5:** Sua mãe continua contando a vocês as informações que ela teve sobre os coletores solares e diz: *Outra coisa! A tubulação é feita de cobre e pintada de preto, porque assim o Sol aquece mais e aí é mais rápido o aquecimento da água.*

Você concorda com ela? ( ) Sim ( ) Não

Se respondeu “Não”. Explique para sua mãe o que está errado nessa afirmação.

**Ponto 6:** Seu irmão então diz: *Pois então! Falando do Sol! Como ele aquece o coletor se entre ele e a gente, que estamos aqui na Terra, existe o que chamam de vácuo? Dizem que o vácuo é um espaço vazio.* Ajude seu irmão a entender o que ocorre.

**Passo 7:** Seu pai, com o jornal nas mãos (Figura 2), olha para a reportagem que deu início a toda essa discussão e prende o olhar na imagem referente ao texto e então diz: *Por que os tubos de entrada e saída de água parecem ser em níveis diferentes? Será que é a pressão?*

**Figura 2 - Jornal Aru.**



**Fonte: Elaborado pela autora.**

Você consegue responder estas questões para seu pai?

#### 4.5 Finalizando a conversa!

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

**Atividade 5: Finalizando a conversa!**  
**Responder de preferência a caneta!**

*E finalizando a conversa...*

**Ponto 8:** Após ficar um tempinho em silêncio, seu irmão diz: *Se a temperatura da água para um banho é em torno de 37°C, e o coletor pode aquecê-la até 60°C no verão, como se faz para chegar a temperatura adequada?*

Você consegue responder esta questão para seu irmão?

## 5 Experimentos

As atividades experimentais foram idealizadas para serem realizadas em grupos. Porém deve-se orientar os alunos que sempre que possível, é viável que todos façam o experimento. Assim, todos poderão confrontar suas ideias com os resultados experimentais. Vale lembrar que as respostas às questões dos roteiros, também devem ser levadas em consideração na preparação das aulas expositivas.

### 5.1 Tá quente, tá frio?!

Este experimento tem por objetivo que os alunos percebam na prática, que corpos de diferentes materiais postos em um mesmo ambiente possuem a mesma temperatura. Concluindo assim que as sensações de quente e frio, não podem ser associadas à temperatura do corpo.

#### 5.1.1 Preparação do experimento

Devem ser providenciados para este experimento os seguintes materiais:

- 1 placa de madeira nas dimensões 20 cm x 20 cm;
- 1 placa de metal nas dimensões 20 cm x 20 cm;
- 1 placa de isopor nas dimensões 20 cm x 20 cm;
- 1 placa de cerâmica (piso ou azulejo) nas dimensões 20 cm x 20 cm;
- 1 pedaço de moletom (duplo) 20 cm x 20 cm;
- 1 termômetro.

Não há necessidade que as placas tenham exatamente as dimensões citadas acima, porém se faz necessário que tenham o mesmo tamanho, inclusive em espessura.

É importante garantir que todas as placas estejam em equilíbrio térmico, por isso se faz necessário que elas fiquem no mesmo ambiente por um tempo suficiente para que atinjam tal condição.

### 5.1.2 Guia Experimental dos alunos

Escola:		
Curso:		Turma:      Data: __/__/__
Disciplina:		Professor(a):
Equipe:  _____	Alunos	

#### Atividade Experimental 1: *Tá quente, tá frio?!*

##### Objetivo:

- Compreender a relação das sensações de quente e frio com a temperatura.

##### Materiais utilizados:

- 5 placas de materiais diferentes nas dimensões 20 cm x 20 cm;
- 1 termômetro.

Problematização: Um técnico e seu ajudante estão fazendo a manutenção de um coletor solar e percebem que esqueceram o termômetro. Isto era um problema pois a empresa exigia um parecer técnico onde deveria conter a temperatura da água no momento da manutenção. Tentando uma possível solução o ajudante permite que um pouco de água escorra sobre sua mão e diz que a temperatura está em torno de 30°. Esta forma de determinar a temperatura é confiável?

##### Desenvolvimento

Sobre a bancada estão dispostas as cinco amostras (Figura 3) dos diferentes materiais: Madeira, Metal, Isopor, Cerâmica e Moletom.

Figura 3 - Placas de diferentes materiais.



Fonte: Elaborada pela autora

Etapa 1: Colocar a mão sobre cada amostra e classificá-la em *QUENTE* (Q), *MORNO* (M) e *FRIO* (F) anotando no Quadro 1. Como a sensação térmica pode ser diferente de uma pessoa para outra, no Quadro 1 anotar o nome de cada um da equipe, permitindo assim que todos expressem sua opinião colocando um X na coluna correspondente.

Quadro 1 - Sensações Térmicas.

Mat. No_ me	Madeira			Metal			Isopor			Moletom			Cerâmica		
	Q	M	F	Q	M	F	Q	M	F	Q	M	F	Q	M	F

Fonte: Elaborado pela autora

Etapa 2: Com ajuda de um termômetro, registrar a temperatura de cada amostra e a temperatura ambiente no Quadro 2.

Quadro 2 - Registro de Temperaturas.

	Ambiente	Madeira	Metal	Isopor	Moletom	Cerâmica
T(°C)						

Fonte: Elaborado pela autora

Questões:

01 – O que é possível perceber sobre as temperaturas no Quadro 2?

02 – Se todos os materiais estão praticamente à mesma temperatura por que temos a impressão de que alguns estão à temperaturas mais baixas que outros?

## 5.2 Água, água, água...

Seu objetivo é que os alunos notem que o tato não é confiável para determinar a temperatura de um corpo. Auxiliando assim, o experimento anterior (5.1) nas questões em relação à sensação térmica. Além disso, com esses dois experimentos abre-se também discussões sobre os conceitos de calor e temperatura. A problematização desse experimento é a mesma do anterior, já que os experimentos surgiram a partir dela.

### 5.2.1 Preparação do experimento

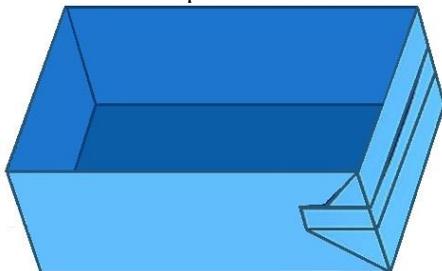
Devem ser providenciados para este experimento os seguintes materiais:

- 3 recipientes de tamanhos iguais;
- Água gelada (podem ser acrescentados cubos de gelo para garantir a baixa temperatura);
- Água quente (que permita colocar a mão sem o risco de queimaduras)
- Água à temperatura ambiente;
- Becker;
- Termômetro.

O motivo dos recipientes serem do mesmo tamanho, é para que os alunos não achem que as diferenças nas sensações, podem estar relacionadas as diferentes quantidades de água.

Como recipientes, podem ser reutilizadas caixas de leite tetra pak. Cola-se com fita adesiva a abertura que foi feita para a retirada do leite e corta-se a lateral da caixa. Após esses procedimentos a caixa ficará como apresentado na Figura 4. Os alunos podem ser os responsáveis em trazerem as caixas, inclusive cortadas.

Figura 4 - Desenho representando a caixa tetra pak.



Fonte: Elaborada pela autora

### 5.2.2 Guia Experimental dos alunos

Escola:		
Curso:		Turma:      Data: __/__/__
Disciplina:		Professor(a):
Equipe:	Alunos	
_____		

*Atividade Experimental 2: Água, água, água...*

**Objetivo:**

- Entender porque o tato não é preciso para determinar a temperatura de um objeto.

**Materiais utilizados:**

- 3 recipientes;
- Água morna, gelada e à temperatura ambiente;
- 1 becker de 1000 ml;
- 1 termômetro.

**Problematização:** Um técnico e seu ajudante estão fazendo a manutenção de um coletor solar e percebem que esqueceram o termômetro. Isto era um problema pois a empresa exigia um parecer técnico onde deveria conter a temperatura da água no momento da manutenção. Tentando uma possível solução o ajudante permite que um pouco de água escorra sobre sua mão e diz que a temperatura está em torno de 30°. Esta forma de determinar a temperatura é confiável?

**Desenvolvimento**

**Etapa 1:** Colocar em cada recipiente 500 ml de água:

- No recipiente 1, água quente, em torno de 40°C (acima disso pode causar queimaduras, CUIDADO!);
- No recipiente 2, água à temperatura;

- No recipiente 3, água gelada.

Etapa 2: Com o auxílio do termômetro, verificar a temperatura da água em cada recipiente e anotar no Quadro 3.

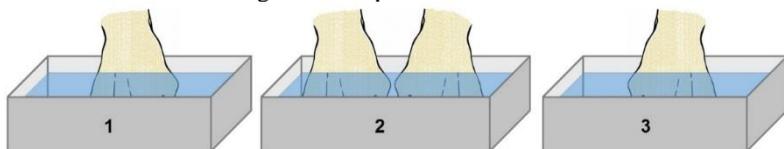
Quadro 3 - Temperatura da água nos recipientes.

	Recipiente 1 Água (quente)	Recipiente 2 Água (ambiente)	Recipiente 3 Água (gelada)
T(°C)			

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 3: Agora mergulhar a mão direita na água quente (recipiente 1) e a mão esquerda na água gelada (recipiente 3), esperar por aproximadamente 30 s e depois colocar as duas mãos, simultaneamente, na água à temperatura ambiente (recipiente 2). Como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Experimento do tato.



Fonte: Elaborada pela autora.

Questão: A água, no recipiente 2, está quente ou fria? Justificar.

### 5.3 Quem cai primeiro?

Neste o objetivo consiste em os estudantes perceberem que materiais diferentes propagam energia em tempos diferentes e também que o calor se propaga de forma gradativa em um barra. Assim levando o aluno a compreender por que nos coletores comerciais a tubulação é feita de cobre.

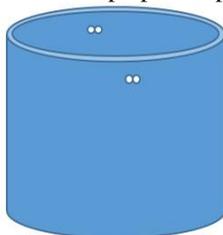
#### 5.3.1 Preparação do experimento

Devem ser providenciados para este experimento os seguintes materiais:

- 25 cm de arame galvanizado de 2 mm de espessura;
- 25 cm de fio de cobre de 2 mm de espessura;
- 9 cm de cano PVC de 100 mm;
- 2 alfinetes;
- 1 cronômetro;
- 1 vela;
- 1 lamparina;
- Fósforo.

Para endireitar o arame e o fio, existem alguns tutoriais disponíveis na internet<sup>1</sup>. O cano de PVC serve como suporte para as barras metálicas, por este motivo com o auxílio de uma furadeira deve-se fazer, a aproximadamente 1 cm de uma das bordas, dois furos, um ao lado do outro, de cada lado do cano e que fiquem diametralmente opostos a outros dois, como apresentado na Figura 6. A espessura dos furos, deve ser o suficiente para que caibam os fios.

Figura 6 - Cano PVC preparado para suporte.



Fonte: Elaborada pela autora.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HXeinEeJHmk>> Acesso em: 14 de mar. 2016.

### 5.3.2 Guia Experimental dos alunos

Escola:		
Curso:		Turma:      Data: __/__/__
Disciplina:		Professor(a):
Equipe:  _____	Alunos	

#### Atividade 1: *Quem cai primeiro?*

##### Objetivo:

- Perceber que o calor se propaga em tempos diferentes em metais diferentes.

##### Materiais utilizados:

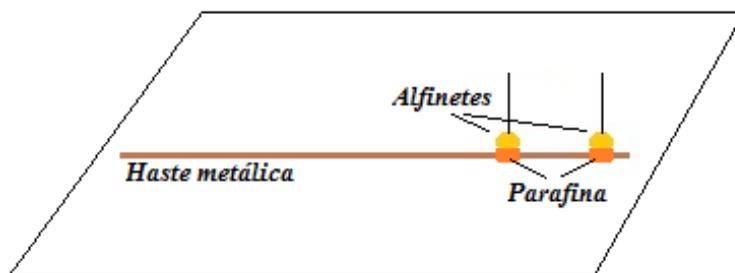
- 2 barras uma de arame galvanizado e outra de cobre;
- 1 suporte para os fio (cano PVC);
- 2 alfinetes;
- 1 cronômetro;
- 1 vela;
- 1 lamparina;
- Fósforo.

Problematização: Por que nos coletores solares o material utilizado nos tubos é de cobre, pintado de preto?

##### Desenvolvimento

Etapa 1: Utilizar a vela para fixar os alfinetes no arame e no fio de cobre, para isso acender a vela, pingar parafina nas marcas das hastes metálicas e colocar a cabeça do alfinete, conforme a Figura 7 (tentar colocar a mesma quantidade de parafina em todos os alfinete).

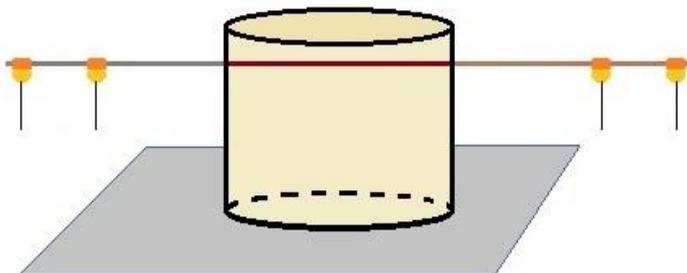
Figura 7 - Haste com a parafina e os alfinetes.



Fonte: Elaborada pela autora.

Etapa 2: Com cuidado para que os alfinetes não caiam, colocar as hastes no suporte (cano de PVC) como no esquema da Figura 8.

Figura 8 - Hastes no suporte.

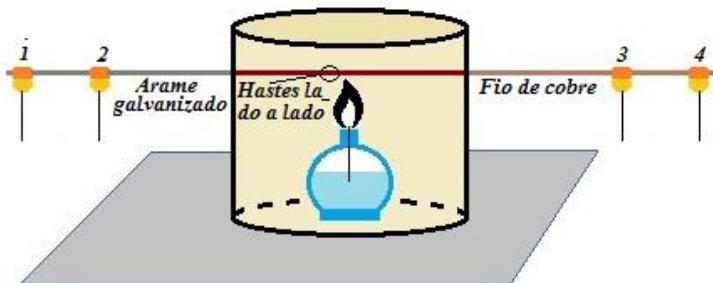


Fonte: Elaborada pela autora.

Questões:

01 – Se for colocada uma lamparina como mostrado na Figura 9. Os 4 alfinetes cairão juntos? Se não, qual(is) cai(em) primeiro Justificar.

Figura 9 - Experimento completo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Agora sim...

02 – Acender a lamparina e com cuidado colocar o suporte com as hastes de forma que a chama as atinja igualmente, como na Figura 3. Comece a marcar o tempo e anote no Quadro 1 o tempo que cada alfinete demorou para cair.

Quadro 4 - Registro dos Tempos de queda dos alfinetes.

Material	Arame galvanizado		Fio de cobre	
Alfinete	1	2	3	4
Tempo				

Fonte: Elaborado pela autora.

03 – O que é possível concluir com o Quadro 1? Justificar.

#### 5.4 Preto ou Branco?!?

É necessário que os alunos percebam e saibam porque materiais de diferentes cores absorvem energia de forma diferente. Dessa maneira, o objetivo desse experimento é que o aluno perceba por que os coletores têm as tubulações que estão expostas ao Sol, pintadas de preto.

### 5.4.1 Preparação do experimento

Devem ser providenciados para este experimento os seguintes materiais:

- 2 recipientes iguais, porém um preto e outro branco;
- 100 ml de água à temperatura ambiente;
- 1 termômetro de  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $110^{\circ}\text{C}$ ;
- 1 becker de 50 ml;
- 1 becker de 100 ml;
- 1 palito do tipo para picolé;
- 1 suporte universal;
- 1 garra;
- 1 soquete para lâmpada, com as devidas instalações elétricas;
- 1 lâmpada halógena dicróica de 50 W ou lâmpada incandescente de 100 W.

Os recipientes podem ser feitos com a parte inferior de garrafa pet de 500 ml (garrafa de água mineral) e depois pintados com tinta spray. Para aquecer a água será utilizada como fonte de energia térmica uma lâmpada halógena dicróica, isso porque a ideia da atividade é que os alunos percebam o aquecimento da água por radiação térmica, simulando o que acontece em um aquecedor solar.

Para o sistema com a lâmpada, utiliza-se:

- 1 garrafa pet de 500 ml;
- 1 soquete para lâmpada (o modelo vai depender do tipo de lâmpada);
- 1 lâmpada;
- 1 interruptor para cabo de abajur;
- 1 plug macho;
- 1 fio;

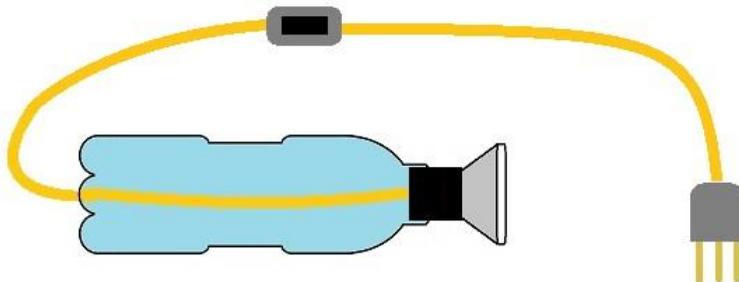
Para montar:

- Faça um furo no fundo da garrafa;
- Passe o fio por esse furo até sair no gargalo da garrafa;
- Nessa ponta monte o soquete depois encaixe-o no gargalo;
- Passe fita isolante garantindo que o soquete fique preso à garrafa e a fiação bem isolada;

- Na outra parte do fio instale o interruptor e na ponta instale o plug macho;
- Coloque a lâmpada e teste.

O sistema para a fonte de aquecimento deve ficar como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Representação do sistema para a fonte de aquecimento.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.2 Guia Experimental dos alunos

Escola:		
Curso:		Turma:      Data: __/__/__
Disciplina:		Professor(a):
Equipe:  _____	Alunos	_____
		_____
		_____
<b>Atividade 1: Preto ou Branco!?!?</b>		
<b>Objetivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar absorção da energia térmica por materiais de cores diferentes.</li> </ul>		
<b>Materiais utilizados:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 recipientes iguais, porém um preto e outro branco;</li> <li>- 100 ml de água a temperatura ambiente;</li> <li>- 1 termômetro de -10°C e 110°C;</li> </ul>		

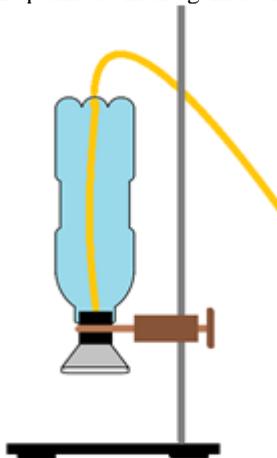
- 1 cronômetro;
- 1 becker de 50 ml;
- 1 becker de 100 ml;
- 1 palito do tipo para picolé;
- 1 suporte universal;
- 1 garra;
- 1 fonte de aquecimento.

Problematização: Por que nos coletores solares o material utilizado nos tubos é de cobre, pintado de preto?

### Desenvolvimento

Etapa 1: Montar o suporte universal com o soquete e a lâmpada, conforme a Figura 11;

Figura 11 - Esquema de montagem do experimento.

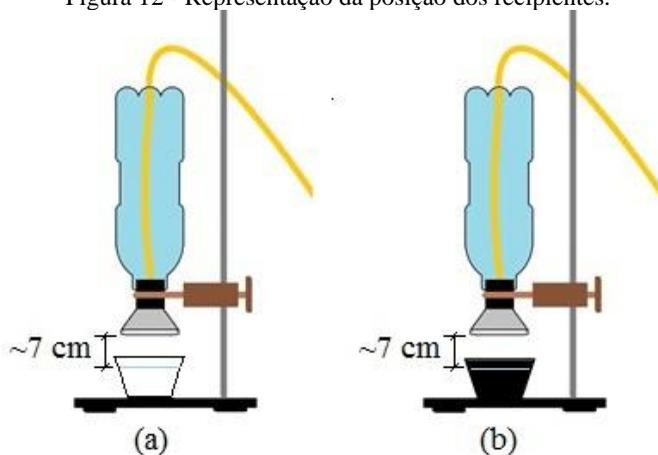


Fonte: Elaborada pela autora.

Etapa 2: Colocar 100 ml de água no becker maior, medir a temperatura ( $T_i$ ) da água e anotar no Quadro 5. Em seguida colocar 50 ml desta água no recipiente branco;

Etapa 3: Posicionar o recipiente com a água exatamente abaixo da lâmpada, ajustar para que a distância entre o nível de água e a lâmpada seja de aproximadamente 7 cm, como representado na Figura 12a.

Figura 12 - Representação da posição dos recipientes.



Fonte: Elaborada pela autora.

Etapa 4: Seguir os passos:

- Acender a lâmpada ao mesmo tempo em que aciona o cronômetro;
- Deixar aquecer por 6 min, mexendo com o palito por aproximadamente 10 s a cada 1 min (sem tirar o recipiente do lugar e sem desligar a lâmpada);
- Após os 6 min desligar a lâmpada, medir novamente a temperatura ( $T_f$ ) e anotar no Quadro 5.

Quadro 5 - Temperaturas antes e após o aquecimento.

$T_i$ (°C)		
	Recipiente Branco	Recipiente Preto
$T_f$ (°C)		

Fonte: Elaborado pela autora.

- Repetir os procedimentos anteriores, mas agora com o recipiente preto e também (Figura 12b) anotar no Quadro 5.

Questões:

01 – Qual o papel da lâmpada neste experimento?

02 – Se os volumes de água foram iguais nas duas situações por que as diferenças nos valores do Quadro 5?

## 5.5 Colorindo a água...

Esse experimento busca que o aluno perceba o motivo pelo qual os tubos de entrada e saída de água no reservatório térmico de um coletor solar ficam em alturas diferentes.

### 5.5.1 Preparação do experimento

Devem ser providenciados para este experimento os seguintes materiais:

- 1 arco feito de mangueira cristal e tubo de cobre;
- Água a temperatura ambiente;
- Corante;
- 1 conta gotas;
- 1 lamparina;
- Fósforo;
- 1 Suporte universal.

O arco para esse experimento é feito com os seguintes materiais:

- 68 cm de mangueira cristal 3/8 x 2mm;
- 14 cm de tubo de cobre flexível 1/4;

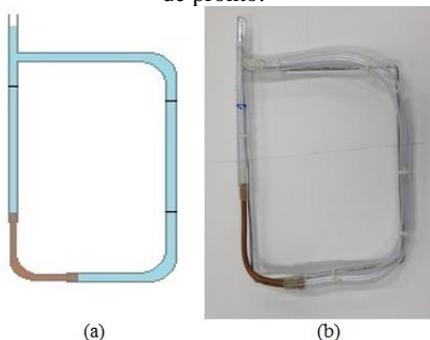
- 70 cm de arame galvanizado;
- Abraçadeiras de nylon;
- Cola instantânea e cola de isopor.

Para montar:

- Fazer um arco com o arame galvanizado, no formato de um retângulo com as medidas 18 cm x 15 cm;
- Com o tubo de cobre fazer um “L”, cuidando para não estrangular o tubo;
- Cortar a mangueira em duas partes uma de 16 cm e 42 cm;
- No pedaço de 16 cm fazer um furo na lateral da mangueira a 4 cm de uma das extremidades, este servirá para o encaixe de uma das extremidades do outro pedaço;
- Encaixar uma das extremidades de cada parte da mangueira no tubo de cobre.
- Com auxílio de abraçadeiras de nylon fixar no retângulo de arame, o cobre com as mangueiras formando também um retângulo, encaixando a outra extremidade da mangueira maior na abertura feita no pedaço menor.
- Para fixar a mangueira no encaixe, utilizar cola de isopor.

Após montado o arco fica como representado na Figura 13.

Figura 13 - Em (a) uma representação, em (b) uma foto do experimento depois de pronto.



Fonte: Elaborada pela autora.

### 5.5.2 Guia Experimental dos alunos

Escola:		
Curso:		Turma:      Data: __/__/__
Disciplina:		Professor(a):
Equipe:	Alunos	
_____		

Atividade 1:

Objetivo:

- Averiguar o que ocorre com um líquido quando aquecido.

Materiais utilizados:

- 1 arco feito de mangueira cristal e tubo de cobre;
- Água a temperatura ambiente;
- Corante;
- 1 conta gotas;
- 1 lamparina;
- Fósforo;
- 1 Suporte universal;
- 1 garra.

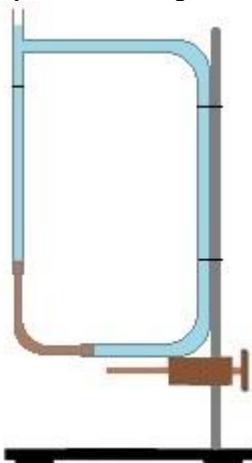
Problematização:

Desenvolvimento:

Etapa 1: Encher o arco com água, cuidar para que não fiquem bolhas de ar.

Etapa 2: Montar o suporte universal com o arco, tomando cuidado para a parte com o cobre ficar, conforme a Figura 13 e numa altura adequada para a lamparina que será utilizada para aquecer o cobre.

Figura 14 - Esquema de montagem do experimento.

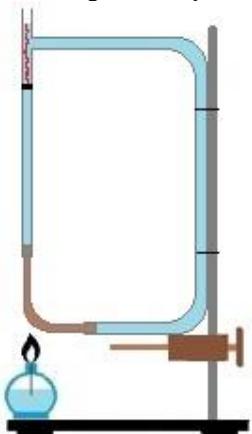


Fonte: Elaborada pela autora.

Etapa 3: Acender a lamparina, mas **NÃO** colocá-la para aquecer o cobre ainda.

Etapa 4: Pingar uma gota do corante que está no conta gotas na abertura do arco, Quando a gota alcançar a marca, colocar a lamparina para aquecer o cobre, como mostrado na Figura 14.

Figura 15 - Esquema de montagem do experimento com a lamparina.



Fonte: Elaborada pela autora.

Questão: O que foi percebido? Qual a justificativa para o que ocorreu?

## **6 Demonstrações**

São sugeridos quatro experimentos demonstrativos, que não devem ser tratados apenas como experimentos motivacionais ou instrumentos para tornar a aula mais agradável. Mas sim, como estratégias que aplicadas em momentos específicos podem proporcionar aprendizagem. Para isso deve-se, ao apresentar o experimento aos alunos chamar a atenção deles para o que deve ser observado durante a explicação. Outro ponto importante é seja incentivada a participação dos alunos através de questionamentos e levantamento de hipóteses. A seguir, são apresentados os experimentos demonstrativos seus objetivos, os materiais necessários, montagens quando necessário e sugestões de questionamentos para a discussão.

### **6.1 Ferve, água, ferve!...**

Este experimento foi escolhido pois com ele pode-se fazer vários questionamentos em relação a energia fornecida à água e a sua temperatura durante a mudança de estado físico. Possibilitando uma possível consolidação dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico.

Objetivos:

- Demonstrar a diferença entre calor e temperatura;
- Consolidar o conceito de equilíbrio térmico.

Materiais necessários:

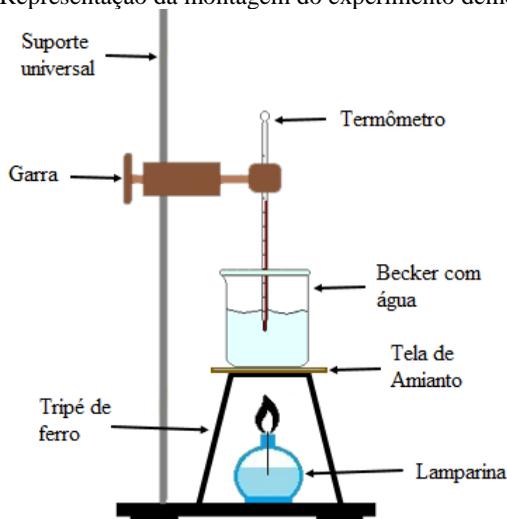
- 1 becker de 200 ml;
- 1 termômetro de álcool (-10°C a 110°C);
- 2 lamparinas a álcool ou bico de bunsen;
- 1 tripé de ferro (se for utilizado o bico de bunsen ou lamparina);
- 1 tela de amianto (se for utilizado o bico de bunsen ou lamparina);
- 1 suporte universal;
- 1 garra;
- 150 ml água a temperatura ambiente.

É sugerido o termômetro de álcool, pois facilita a visualização do movimento do líquido no tubo capilar. Porém, nada impede que sejam utilizados outros modelos, inclusive digital.

#### Preparação do experimento

- Montar o aparato experimental conforme a Figura 16.

Figura 16 - Representação da montagem do experimento demonstrativo 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

## Abordagem

Discutir com os alunos sobre o que ocorre quando a temperatura da água alcança seu ponto de ebulição. Podem ser feitas questões como por exemplo, quem é a fonte de energia? O que acontece com a temperatura da água quando atingir seu ponto de ebulição? Se a chama da lamparina fosse mais ou menos intensa o que aconteceria com a temperatura após o início da ebulição?

Colocar a segunda lamparina junto com a primeira de maneira a aumentar a intensidade da fonte de energia e discutir o que se observa. A partir daí diferenciar os conceitos de calor e temperatura. Outra possibilidade interessante de discutir seria, junto com os alunos construir um esboço do gráfico da temperatura por tempo no quadro negro e a partir dele iniciar os questionamentos.

### 6.2 Gira, gira, gira... por quê?

Este tem por objetivo demonstrar e discutir o que ocorre com uma massa de fluido quando aquecida. Sugere-se que seja realizado juntamente com o experimento demonstrativo 3.

Objetivos:

- Demonstrar a movimentação de uma massa de ar quando aquecida.

Materiais necessários:

- 1 exaustor de papel;
- 1 base de madeira;
- 1 lâmpada halógena dicrónica ou lâmpada incandescente;
- Suporte para a lâmpada (base de madeira com soquete e fio);
- Arame;
- Agulha.

Preparação do experimento

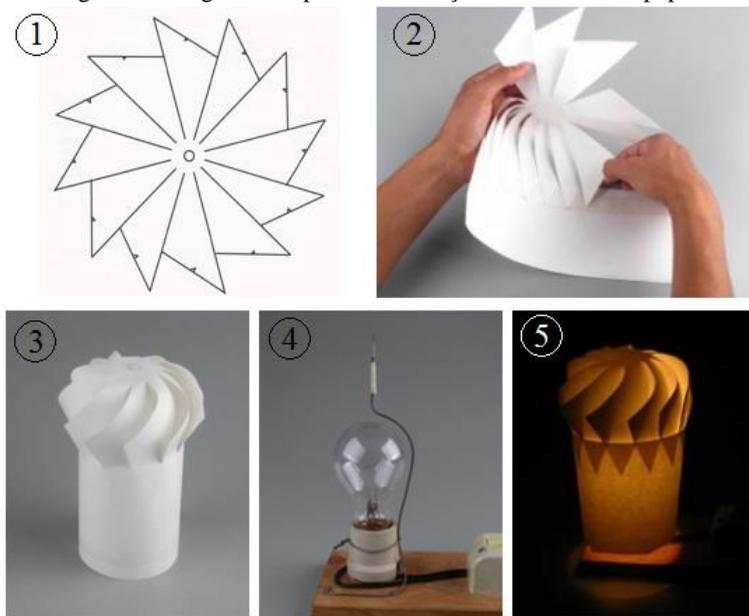
O exaustor de papel utilizado nesse experimento foi construído a partir das instruções contidas no material do *site ponto ciência*<sup>3</sup>. Este é um projeto desenvolvido por alunos e professores da Universidade Federal de Minas Gerais, com apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

---

<sup>3</sup> Detalhes da construção do exaustor de papel, disponível em: <<http://goo.gl/eUccA9>> Acesso em: 22 de fev. 2016.

A Figura 17 mostra algumas etapas da construção do exaustor, em (1) tem-se a imagem da hélice que deve ser impressa em uma folha A3 e recortada.

Figura 17 - Algumas etapas da construção do exaustor de papel.



Fonte: *Site Ponto Ciência* (Autor: Daniel Phillip Marques Bandeira).

Em seguida, cortar uma folha no tamanho 10 cm por 30 cm, fazer uma reta a 3 cm da borda longa e marcar 12 pontos sobre ela. Depois colar as pontas da hélice, como mostrado em (2). Para isso usa-se a fita dupla face, que também é serve para fechar o cilindro (3). Em (4), é apresentado o suporte com o soquete e o arame que deve ser fixado acompanhando a curvatura da lâmpada. Na extremidade livre do arame pode-se notar a presença de uma agulha. Esta serve para diminuir o contato com o exaustor, facilitando assim o seu movimento. Em (5), o exaustor está pronto para ser utilizado.

#### Abordagem

- Questionar os alunos sobre o que acontecerá com o exaustor colocado sobre a lâmpada acesa. Deixar que expressem suas opiniões, que façam suas apostas, ou seja, que levantem suas

hipóteses. A seguir realizar o experimento e mediar a discussão, auxiliando os alunos a construírem seu conhecimento.

### **6.3 Mistura ou não mistura?!...**

Como já foi dito anteriormente, sugere-se que este experimento seja realizado em conjunto com o experimento demonstrativo 2.

Objetivos:

- Demonstrar as posições de massas de águas com diferentes temperaturas quando postas em um mesmo recipiente.
- Consolidar o conceito de convecção térmica.

Materiais necessários:

- 4 recipientes de vidro;
- 2 pedaços de papel com aproximadamente 1 cm a mais que a boca dos recipientes;
- Água à temperatura ambiente;
- Água aquecida (~40 °C);
- Corante.

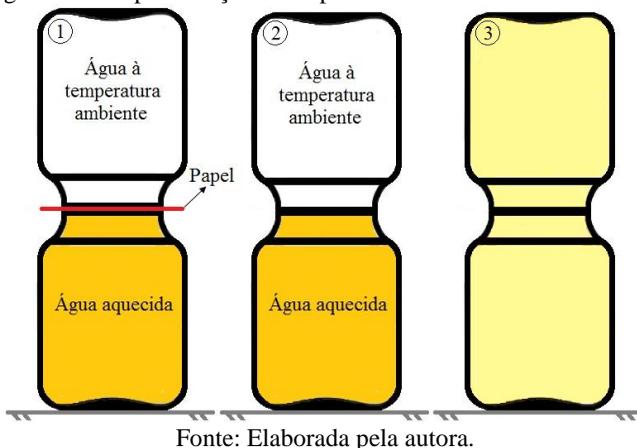
Preparação do experimento e Abordagem

Em dois recipientes colocar água a temperatura ambiente, nos outros dois colocar água aquecida e tingida com corante. Os recipientes devem ficar completamente cheios. O experimento será realizado em duas etapas:

Etapa 1: Utilizar um recipiente com água à temperatura ambiente e outro com água aquecida. A Figura 18 representa as fases dessa etapa do experimento, inicialmente deve-se colocar o papel na boca do recipiente com água à temperatura ambiente e virá-lo com a boca para baixo e então cuidadosamente colocá-lo sobre a boca do outro (1).

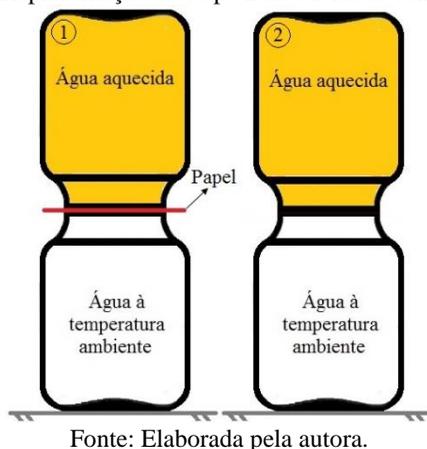
Deve-se explicar aos alunos o que está sendo feito e o que eles devem observar, questioná-los sobre o que acontecerá se o papel que separa os líquidos for retirado. Solicitar que justifiquem suas respostas, em seguida retirar o papel (2). Discutir com os alunos o resultado do experimento (3), ou seja, o que levou as massas de água a se misturarem.

Figura 18 – Representação da etapa 1 da atividade demonstrativa 3.



Etapa 2: Nessa, utiliza-se o outro par de recipientes com a massa de água à temperatura ambiente e água aquecida. Repete-se os procedimentos, porém agora com o recipiente de água quente em cima, como está representado na fase (1) da Figura 19. Então, novamente solicita-se aos alunos suas opiniões e palpites sobre o que irá ocorrer com as massas de água, assim que o papel que as separa for retirado (2).

Figura 19 – Representação da etapa 2 da atividade demonstrativa 3.



Feito o experimento, analisar junto com os alunos o seu resultado. Consolidar os conceitos de convecção térmica e densidade.

## 6.4 O ar, a areia e a água!...

Esse experimento é uma boa estratégia para as discussões sobre alguns conceitos de calorimetria.

Objetivo:

Comparar as capacidades caloríficas do ar, da areia e da água.

Materiais necessários:

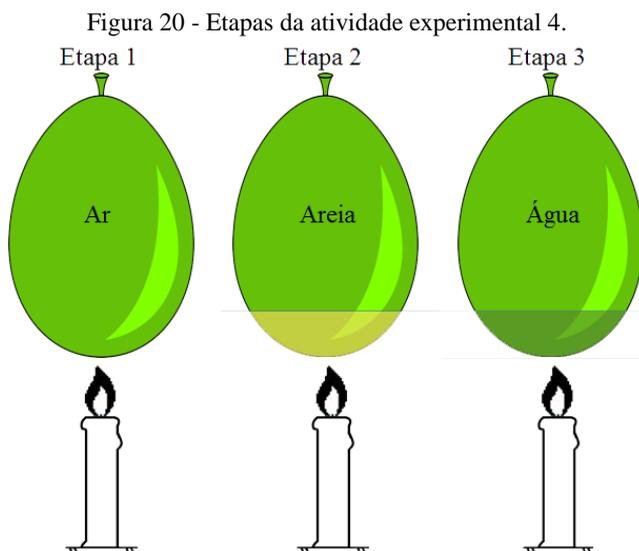
- 3 balões;
- 1 vela;
- Fósforo;
- Água;
- Areia.

Preparação do experimento

Colocar em um dos balões aproximadamente 100 ml de água, depois encher com ar e amarrar. Em outro balão colocar aproximadamente 100 g de areia, encher e amarrar. Agora encher o último balão apenas com ar e amarrar.

Abordagem

Esse deve ser realizado em 3 etapas, conforme a Figura 20.



Fonte: Elaborada pela autora.

Etapa 1: Acender uma vela, pegar o balão com ar e perguntar aos alunos o que acontecerá se esse for posto em contato com a chama da vela. Depois de respondida a questão realizar o experimento.

Etapa 2: Agora utilizar o balão com areia e também questionar sobre o que acontecerá se esse for colocado na chama da vela. Instigar os alunos a responderem justificando suas respostas, em seguida realizar o experimento (como o balão irá estourar e está com areia, sugere-se que essa etapa seja feita dentro de um recipiente, como uma bacia por exemplo).

Etapa 3: Acender a vela, já que foi apagada pela areia na fase anterior. Agora com o balão com água em mãos, novamente questionar os alunos sobre o que irá acontecer ao ser após o contato desse com a chama da vela. Assim que se esgotarem as respostas, realizar o experimento. Discutir com a turma o resultado do experimento aproveitando para iniciar a abordagem dos conteúdos de calorimetria, como calor específico e capacidade térmica.

## 7 Atividades virtuais

São sugeridas duas atividades com simulações do Laboratório Didático Virtual da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo. Elas devem ser utilizadas concomitantemente a atividade do coletor solar didático, como estratégia para que a turma possa explorar e discutir tanto estas atividades quanto o próprio coletor.

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		
<p>Atividade 1: <i>Simulação 1</i></p> <p>Esta é uma atividade do Laboratório Didático Virtual da Escola do Futuro da USP;          Deve ser feita individualmente:          Seguir as etapas a seguir:</p>		

1ª - Acessar: <http://www.labvirt.fe.usp.br/>

2ª - Seguir os passos:

[Física](#) → [Simulações do LabVirt \(NOVO\)](#) → [1.2.1 Física - Termodinâmica - Equilíbrio térmico e temperatura](#) → [A Hora do Banho](#)

Figura 21 - Print screen simulação "A Hora do Banho".

**Simulações**  
objetos **Interativos**

**Título** A Hora do Banho

**Descrição** Um casal vai preparar o banho do seu filho e precisa prepará-lo na temperatura correta. O usuário deve ajudá-los na preparação do banho.

**Acesso** [http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_calor\\_horadobanho.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_calor_horadobanho.htm)

**Ver Simulação**  **CLICAR**

**Download** 

Fonte: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>> Acesso em: 06 abr. 2016.

3ª - Clicar em “Ver Simulação”

4ª - Acompanhar a conversa e clicar no ícone

5ª - Até chegar na tela como a representada na Figura  22:

Figura 22 - Print screen das condições do banho.

**LabVirt** Simulação: A Hora do Banho

### Condições do Banho

 **15 °C**

Temperatura inicial de água Fria

 **7 kg**

Massa de água fria Mfria

 **80 °C**

Temperatura de água quente Quente

1 litro contém 1 kg de água.

Temperatura de equilíbrio: 35°C (fixo)  
Calor específico da água: 1 cal/g°C

CALCULADORA
AJUDA



Quanto de água quente precisaria para que a temperatura final da água seja de 35°C?"

resposta:  kg ok

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
autores: Bruno, Gustavo, Maurício e Raphael  
programação: Equipe FOLV  
design: Francisco Marcondes

Fonte: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>> Acesso em: 06 abr. 2016.

6ª - Movimentando os cursores para a direita ou para a esquerda, estipular as condições do Banho:

Temperatura inicial da água fria:  $T_{iF} = \underline{\hspace{2cm}}$

Massa de água fria:  $m_F = \underline{\hspace{2cm}}$

Temperatura inicial da água quente:  $T_{iF} = \underline{\hspace{2cm}}$

7ª - Conforme os valores que foram estabelecidos na 6ª etapa, realizar os cálculos necessários para responder à pergunta.

$M_Q = \underline{\hspace{2cm}}$

8ª - Colocar a resposta no local solicitado e clicar no ok.

9ª - Se acertou, Parabéns! E siga para a próxima Atividade, caso contrário retorne a 6ª etapa e tente novamente.

### Atividade Simulação 2

1ª - Acessar: <http://www.labvirt.fe.usp.br/>

2ª - Seguir os passos:

Física → Simulações do LabVirt (NOVO) → 1.2.1 Física - Termodinâmica - Equilíbrio térmico e temperatura → [Faça você mesmo seu experimento](#)

Figura 23 - Print screen simulação "Faça você mesmo seu experimento".

**Simulações**  
objetos **Interativos**

**Título** [Faça você mesmo seu experimento](#)

**Descrição** A simulação se passa em um laboratório onde um professor pede a seu aluno que prepare vários experimentos sobre trocas de calor, utilizando corpos distintos, com massas diferentes. O objetivo dessa simulação é que o aluno perceba como as variáveis interferem no processo de trocas de calor até atingirem o equilíbrio térmico.

**Acesso** [http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_termo\\_calorimetro.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_termo_calorimetro.htm)

[Ver Simulação](#)  **CLICAR**

Download \* [Download](#)

Fonte: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>> Acesso em: 06 abr. 2016.

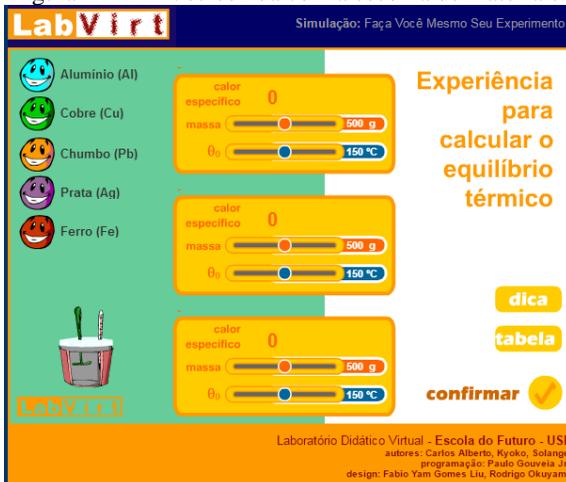
3ª - Clicar em “Ver Simulação”

4ª - Acompanhar a conversa e clicar no ícone

5ª - Até chegar na tela:



Figura 24 - Print screen da com a escolha de materiais.



Fonte: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>> Acesso em: 06 abr. 2016.

6ª - Movimentando os cursores para a direita ou para a esquerda, selecionar a massa e a temperatura inicial de cada uma das três substâncias escolhida.

7ª - Clique em confirmar e então preencha o Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 - Dados do experimento.

Materiais escolhidos			
Material	m (g)	T <sub>i</sub> (°C)	c (cal/g°C)

Fonte: Elaborado pela autora.

8ª - Conforme os valores que foram estabelecidos na 6ª etapa, realizar os cálculos necessários para responder à pergunta.

T = \_\_\_\_\_

9ª - Colocar a resposta no local solicitado e clicar em confirmar.

10ª – Se acertou, Parabéns! Caso contrário retorne a 6ª etapa e tente novamente.

## 8 Coletor Solar Didático

Nesta seção serão apresentados o manual de construção do *Coletor Solar Didático*, o circuito para aquisição automática de dados e atividade relacionada.

### 8.1 Manual de construção

Para a construção do Coletor Solar Didático são utilizados os seguintes materiais:

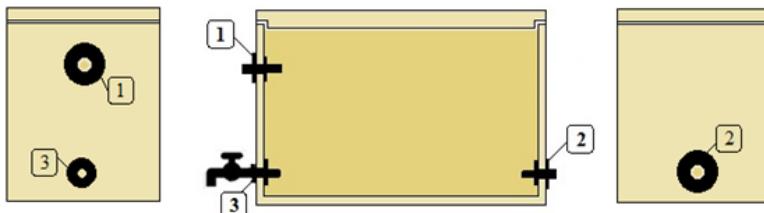
- 1 caixa de isopor de 12 litros;
- 1,8 m de cano de PVC de 20 mm;
- 4 joelhos soldáveis 90° de 20 mm;
- 2 adaptadores com flange para caixa d'água 20x1/2;
- 2 caps PVC soldável de 20 mm;
- 30 cm de conduíte ou mangueira cristal;
- 1 torneira para bebedouro com rosca 3/8;
- 3 pedaços de 25 cm de porta sanfonada de PVC;
- Silicone;
- Cola para cano PVC;
- Cola para isopor;
- Tinta spray preto fosco;
- Termolina leitosa 100 ml;
- 1 pincel;
- Armação em madeira com altura de aproximadamente 30 cm de altura.

### Preparação do Reservatório Térmico

Para o reservatório térmico, será utilizada a caixa de isopor. Como este material é poroso e a caixa será preenchida com água, ela deve ser selada para evitar que a água vazze. Para isso deve-se com um pincel passar termolina leitosa por toda a caixa, ou seja, tanto por dentro quanto por fora. Deixar secar e então passar outra demão.

Devem ser feitos na caixa três furos, dois para os flanges (1) e (2); e um para a saída de água aquecida (3), no qual será colocada uma torneira (Figura 25). As posições dos furos devem ser centralizadas horizontalmente, os inferiores o próximo ao fundo possível e o superior em posição que fique totalmente submerso.

Figura 25 - Vista esquerda, frontal e direita da caixa de isopor com flanges e torneira.



Fonte: Elaborada pela autora.

No momento de encaixar os flanges e a torneira nos furos, para evitar vazamentos utiliza-se cola de isopor.

Para a retirada de água aquecida deve-se utilizar um “pescador”, este pode ser feito de conduíte ou mangueira cristal, para a boia utiliza-se um frasco de plástico vazio (de acetona ou remédio por exemplo), usar para prendê-la ao conduíte uma abraçadeira de nylon (Figura 26).

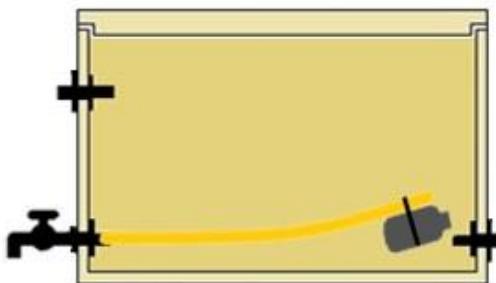
Figura 26 - Pescador



Fonte: Elaborada pela autora.

Instalar o pescador na torneira (Figura 27).

Figura 27 - Pescador instalado.



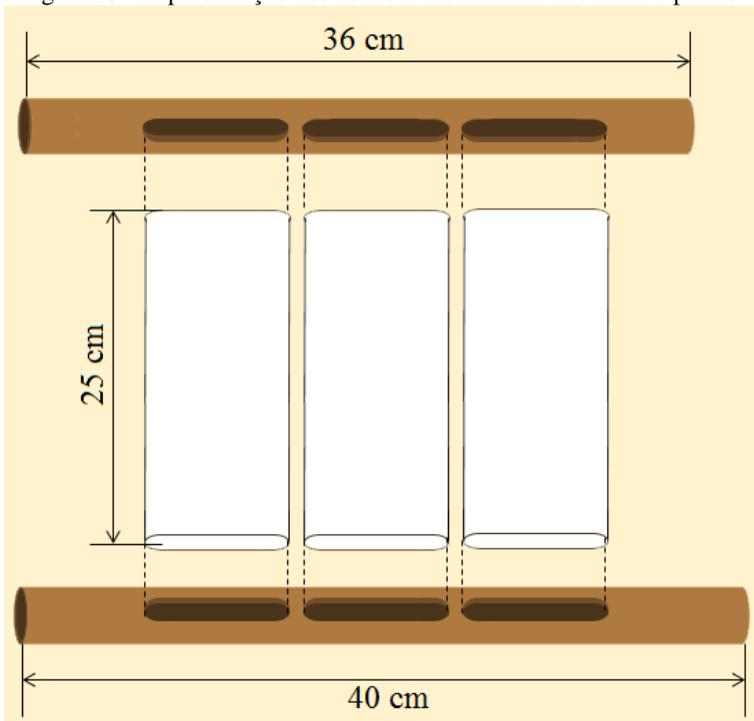
Fonte: Elaborada pela autora.

## Preparação das Placas Solares

Para montar as placas solares usar pedaços de 25 cm de porta sanfonada de PVC (ou 2 pedaços forro PVC), dois pedaços de cano PVC de 20 mm, um com 36 cm e outro com 40 cm.

As placas de PVC devem ser encaixadas nos canos, para isso deve-se fazer rasgos nos canos, estes devem ser feitos de forma fiquem o mais justo possível às placas. A Figura 28, representa os cortes e as medidas dos canos e das placas.

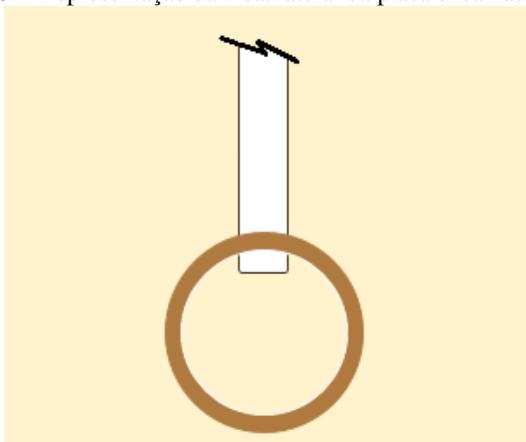
Figura 28 - Representação dos cortes e das medidas dos canos e placas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Feitos os cortes, as placas devem ser encaixadas. Coloca-se aproximadamente 5 mm da placa no corte, conforme a Figura 29.

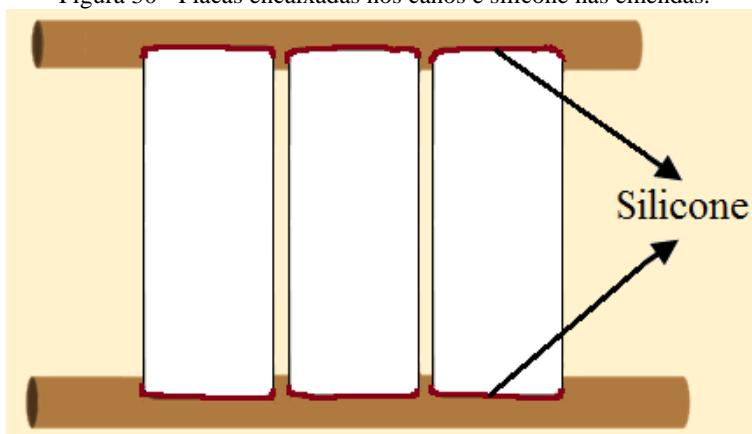
Figura 29 – Representação da vista lateral da placa encaixada no cano



Fonte: Elaborado pela autora.

Após as placas estarem encaixadas deve-se passar silicone nas emendas das placas com os canos (Figura 30), a fim de evitar vazamentos.

Figura 30 - Placas encaixadas nos canos e silicone nas emendas.



Fonte: Elaborado pela autora.

#### Instalação da tubulação e montagem do coletor

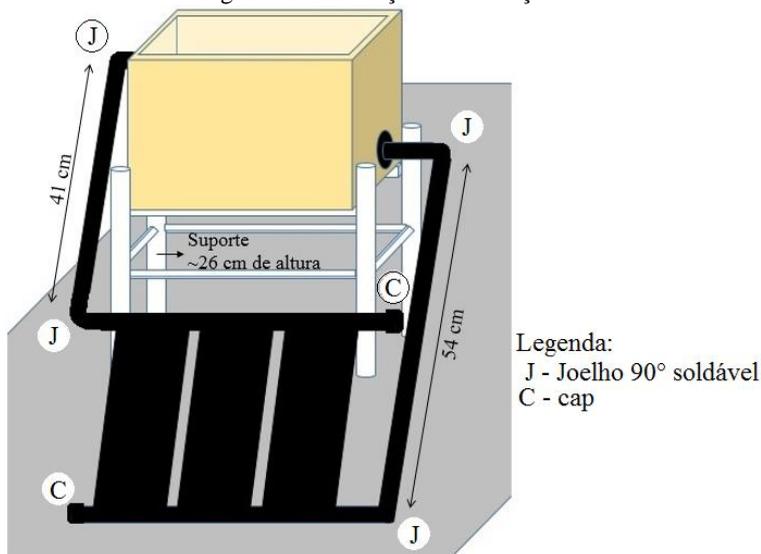
Antes de iniciar a montagem é necessário um suporte para apoiar a caixa de isopor, este deve ter uma altura de aproximadamente 26 cm. A instalação da tubulação deve ser feita baseada na Figura 31, a qual mostra um pedaço de cano de aproximadamente 4 cm, com uma de suas extremidades conectada ao flange que foi instalado na parte inferior da

caixa, na outra extremidade instala-se um joelho e neste 54 cm de cano e então faz-se a sua conexão com a parte inferior das placas solares com outro joelho.

No outro flange instalado na caixa, repete-se os passos anteriores, porém agora com um pedaço de cano de aproximadamente 41 cm e ligado a parte superior das placas.

Além disso a tubulação e a placa devem ser pintadas com tinta spray preto fosco.

Figura 31 - Instalação da tubulação.



Fonte: Elaborado pela autora.

As medidas aqui utilizadas são apenas sugestões, não há necessidade de segui-las com rigor, porém alguns pontos são importantes como a diferença entre os níveis dos flanges, o suporte deve ser posto de forma que a caixa fique acima do nível das placas e essas devem ficar inclinadas.

Depois de feita toda a montagem, coloca-se água para que seja possível detectar se existem vazamentos, se existirem toda a água deve ser retirada e o problema deve ser resolvido. Com isso o coletor solar didático estará pronto. O próximo passo é o sistema de coleta de dados que será detalhado a seguir.

## 8.2 Sistema de aquisição automática de dados

Para a análise do aquecimento da água utiliza-se:

- 1 placa Arduino UNO;
- 2 sensores DS18B20;
- 1 display 16x2;
- Potenciômetro;
- 1 protoboard;
- Fios.

### Placa Arduino UNO

Arduino é uma plataforma de desenvolvimento baseada em um microcontrolador de código aberto, fazendo assim parte do conceito de *hardware* e *software* livre. O mercado atualmente apresenta vários modelos de placas. Foi escolhida para ser utilizada nesse trabalho foi a Arduino UNO, cujas características básicas estão apresentadas no Quadro 7.

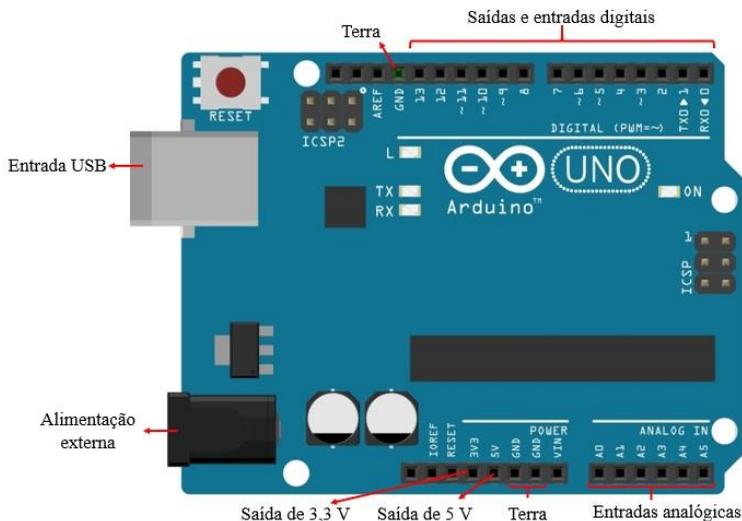
Quadro 7 - Características básicas da placa Arduino UNO.

Placa	Uno
Microcontrolador	ATmega328
Tensão de funcionamento	5 V
Tensão de entrada	6-20 V
E/S Digitais	14
Entradas analógicas	6
Flash Memory	32 k
Clock	16 Hz

Fonte: Material de apoio ao professor de Física (Arduino para Físicos)

A Figura 32 apresenta o esquema de entradas e saídas da placa Arduino UNO.

Figura 32 - Esquema de montagem de entradas e saídas de Arduino UNO.



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio do software fritzing.

Para programar o Arduino utiliza-se o ambiente de desenvolvimento integrado, o IDE (*Integrated Development Environment*) no qual o programador escreve os códigos, que para o Arduino são conhecidos como sketches, que usa uma linguagem baseada na linguagem C/C++. Feita a programação, esta deverá ser carregada na placa, ou melhor, deve-se realizar o upload para o Arduino que executará as instruções, interagindo com os dispositivos de entradas e saídas conectados a ele.

## Sensores

São utilizados dois sensores de temperatura digitais à prova d'água, para a determinação das temperaturas na entrada e saída da água no reservatório térmico.

Este tipo de sensor é um componente eletrônico que pode ser aplicado em vários ambientes, devendo estar conectado a um sistema microprocessado, como por exemplo o Arduino UNO. O modelo indicado para este material é o DS18B20<sup>4</sup>, apresentado aqui na Figura 33.

<sup>4</sup> Datasheet disponível em: < <https://goo.gl/9uFwGa> > Acesso: 10 mar. 2016.

Figura 33 - Sensor DS18B20

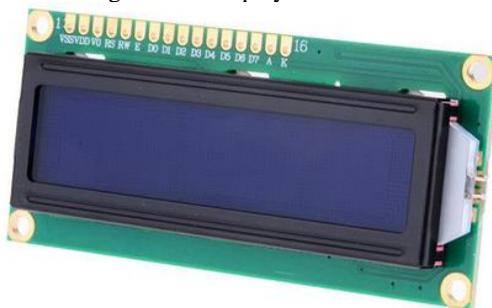


Fonte: < <http://www.filipeflop.com/>> Acesso: 20 ago. 2016.

## Display

Para mostrar a temperatura nos dois sensores e também a temperatura inicial da água, utiliza-se conectado a placa Arduino um display LCD 16x2, o que significa que ele possui duas linhas e pode exibir dezesseis caracteres em cada uma. Na Figura 34, tem-se a imagem de um dispositivo desse tipo.

Figura 34 - Display LCD 16x2.



Fonte: < <http://www.filipeflop.com/>> Acesso: 20 ago. 2016.

## Potenciômetro

A Figura 35 mostra esse dispositivo eletrônico, no qual a variação de sua resistência ocorre mecanicamente. É largamente utilizado em eletrônica para controlar as características de entrada e/ou saída, como por exemplo brilho, volume, tempo de funcionamento etc. Neste caso ele será utilizado para controlar o contraste no display.

Figura 35 - Potenciômetro.

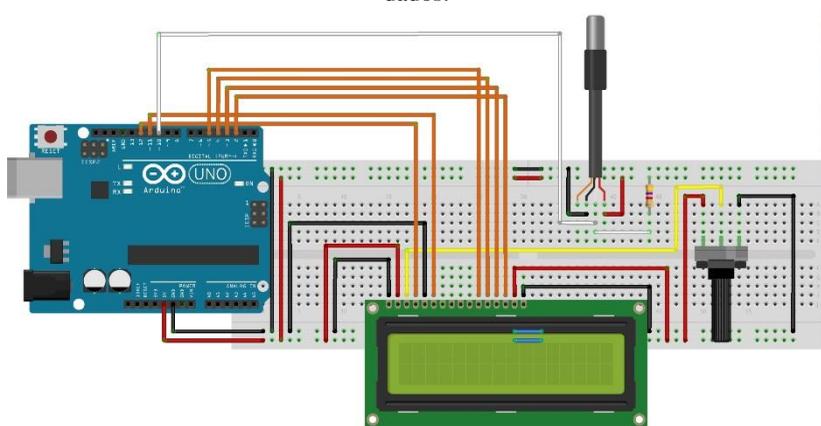


Fonte: < <http://www.recicomp.com.br> > Acesso: 20 ago. 2016

### Montagem do circuito

O circuito deve ser montado conforme mostra o esquema de montagem apresentado na Figura 36. Neste os dois sensores de temperatura devem ser ligados em paralelo.

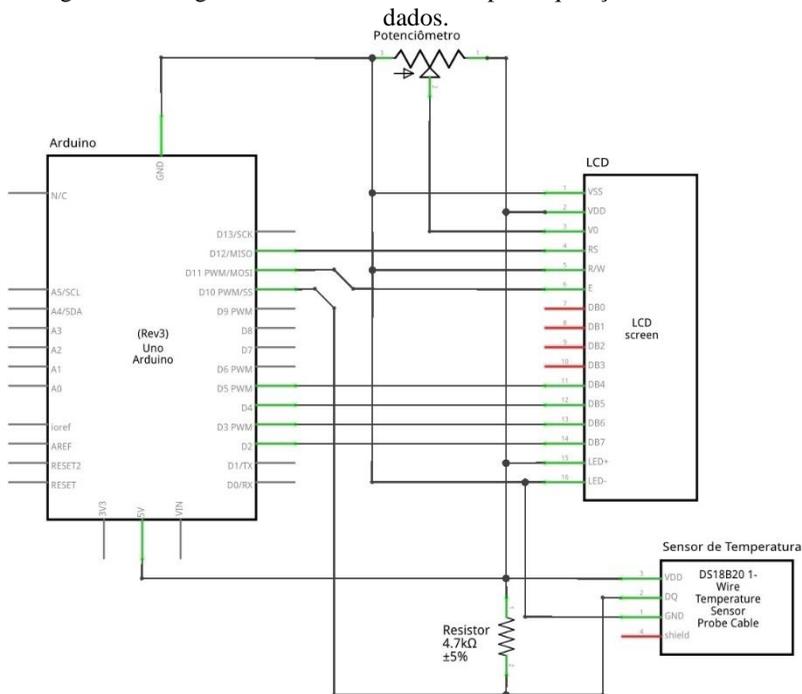
Figura 36 - Esquema de montagem do circuito para aquisição automática dos dados.



Fonte: Elaborado pelo professor Eduardo Tocchetto.

Na Figura 37, está representado o diagrama eletrônico do circuito para aquisição automática dos valores da temperatura.

Figura 37 - Diagrama eletrônico do circuito para aquisição automática dos

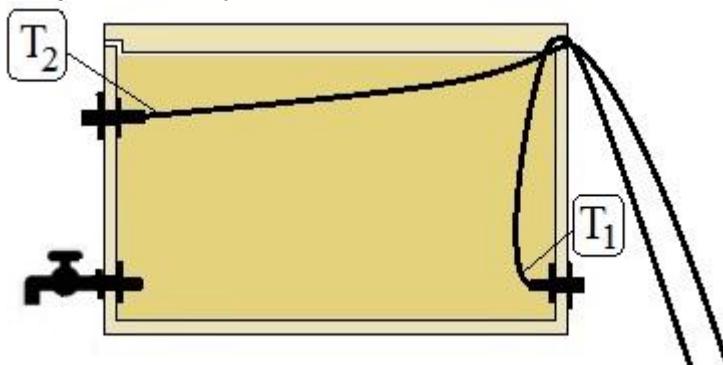


fritzing

Fonte: Elaborado pelo professor Eduardo Tocchetto.

Montado o circuito, colocar os sensores de temperatura nos seus locais no reservatório térmico,  $T_1$  na saída de água para as placas e  $T_2$  na entrada de água aquecida. Conforme é apresentado na Figura 38.

Figura 38 - Instalação dos termômetros no reservatório térmico.



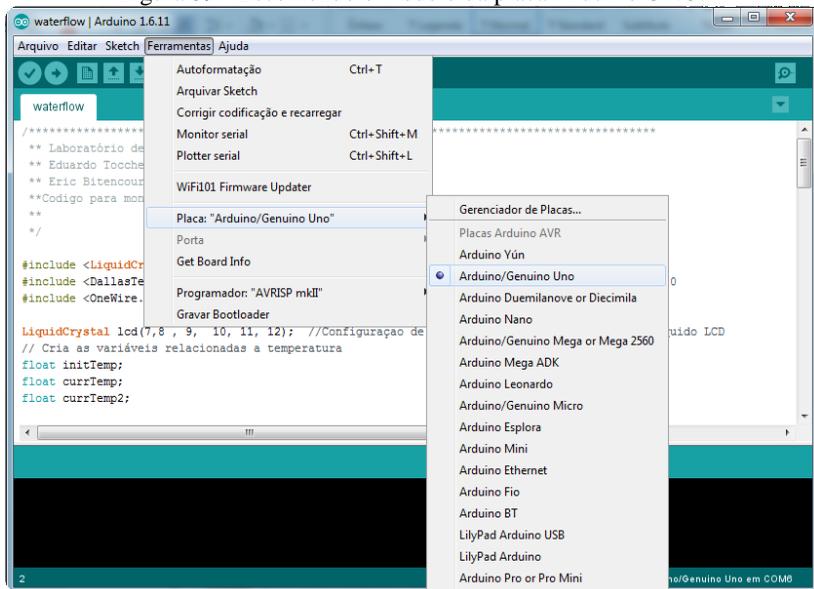
Fonte: Elaborada pela autora.

O próximo passo é enviar para a placa o código. Para fazer isso utiliza-se o IDE do Arduino, seu download pode ser feito no *site* da plataforma Arduino<sup>5</sup>. Após instalado o software, deve-se inicialmente configurá-lo para o modelo de placa Arduino UNO. Para isso, abrir o IDE e seguir os passos mostrados na Figura 39, *Ferramentas* depois *Placa "Arduino/Genuino Uno"* e então *Arduino/Genuino Uno*.

---

<sup>5</sup> Disponível para download em:  
<<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>> Acesso: 10 mar. 2016.

Figura 39 - Escolhendo o modelo da placa Arduino UNO.



Fonte: *Print screen* do IDE do Arduino.

## Código

Após a configuração, copiar o código e colar no IDE. A seguir conectar a placa ao computador através do cabo USB, em seguida compilar e enviar o código para a placa Arduino.

```

/*****
*****
** Laboratório de Eletrônica
** Eduardo Tocchetto
** Eric Bitencourt
**Codigo para monitoramento de dados de aquecedor
solar.
**
**/

#include <LiquidCrystal.h>      // inclusao da lib
de trabalho com              //display de cristal
liquido
#include <DallasTemperature.h> // inclusao da lib
de trabalho com //sensor de temperatura Ds18B20

```

```
#include <OneWire.h>           // inclusao de lib
de trabalho com //comunicação

LiquidCrystal lcd(7,8 , 9, 10, 11, 12);
//Configuração de como ligar //o display de cristal
liquido LCD
// Cria as variáveis relacionadas a temperatura
float initTemp;
float currTemp;
float currTemp2;

// Porta do pino de sinal do DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS 3

// Instancia a classe OneWire e usa para pegar
valores de temperatura
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  sensors.begin();

  //Inicializa a serial
  Serial.begin(9600);
  // Inicializa o LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();

  // Localiza e numera os sensores
  Serial.println("Localizando sensores
DS18B20...");
  Serial.print("Foram encontrados ");
  Serial.print(sensors.getDeviceCount(), DEC);
  Serial.println(" sensores.");
  Serial.println();
  Serial.println();

  // Configura o pino 2 para trabalhar como
interrupção
  pinMode(2, INPUT);
  attachInterrupt(0, incpulso, RISING);
  delay(1000);
```

```
sensors.requestTemperatures();
initTemp = (sensors.getTempCByIndex(0) +
sensors.getTempCByIndex(1)) / 2; // Pede o valor da
temperatura atual //dos dois termômetros e faz uma
média para colocar na variável de //temperatura
inicial
}

void loop() {

    // Pede o valor da temperatura e guarda nas
variáveis
    sensors.requestTemperatures();
    currTemp = sensors.getTempCByIndex(0);
    currTemp2 = sensors.getTempCByIndex(1);

    // Mostrar dados na serial
    Serial.println(currTemp);
    //Mostra os dados da temperatura no LCD
    switchDisplay("TI");
    switchDisplay("WT");
    delay(750);
    switchDisplay("T1");
    delay(1000);
    switchDisplay("T2");

}

void switchDisplay(const char * show) { /* Função
para trocar visualização no LCD */
    if (show == "T1") {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("T1:");
        lcd.print(currTemp);
        lcd.write(223);
    }
    if (show == "T2") {
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("T2:");
        lcd.print(currTemp2);
        // lcd.write(223); simbolo grau
    }
}
```

```

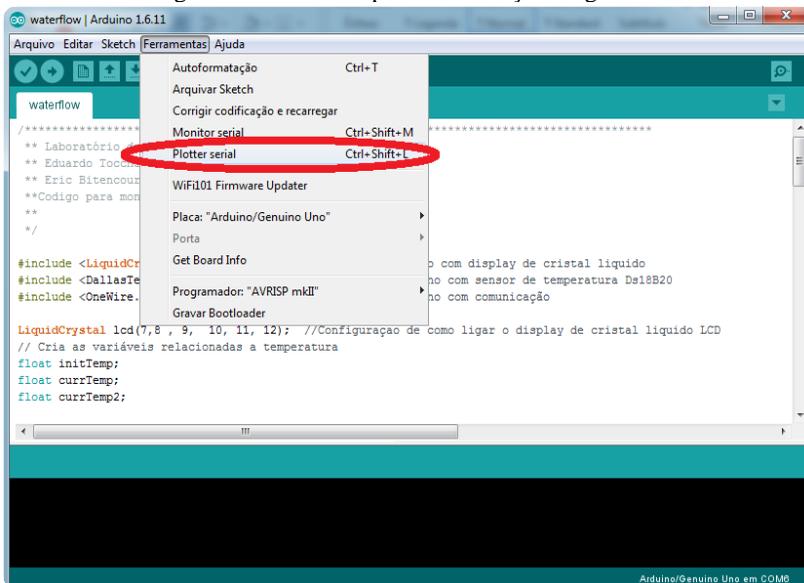
if (show == "TI") {
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.print("TI:");
  lcd.print(initTemp);
  // lcd.write(223); simbolo grau
}
}

```

A versão mais recente do *software* do Arduino, permite a visualização em um gráfico da temperatura em função do tempo. Nesse material o gráfico plotado indicará a temperatura registrada no sensor colocado no reservatório térmico, na entrada de água que foi aquecida pelas placas.

Para visualizar o gráfico deve-se seguir os passos mostrados na Figura 40, *Menu Ferramentas* depois em *Plotter serial*.

Figura 40 - Caminho para visualização do gráfico.



Fonte: *Print screen* da IDE do Arduino.

### 8.3 Colocando em Prática

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

#### Atividade 1: *Colocando em Prática*

##### Objetivos:

- Verificar o funcionamento do Aquecedor Solar Didático.

##### Materiais necessários:

- Coletor Solar Didático;
- Sensores de temperatura;
- Placa Arduino;
- Display.

##### Desenvolvimento

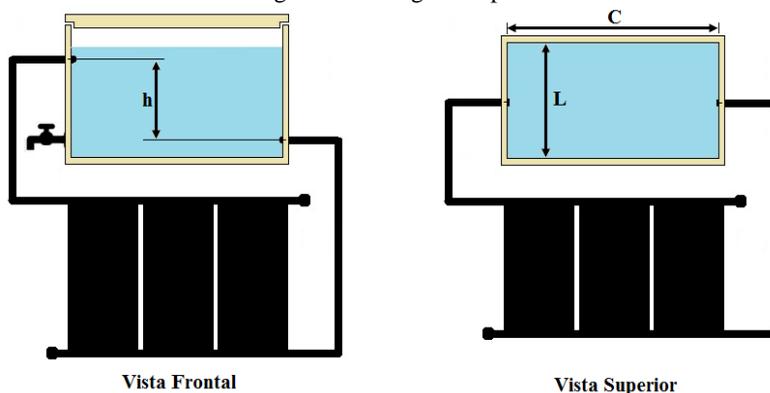
##### Etapa 1: Coleta dos dados iniciais

##### Anotar:

- A temperatura inicial da água:  $T_i = \underline{\hspace{2cm}}$
- O horário que esta temperatura foi medida:  $\underline{\hspace{2cm}}$

##### Etapa 2: Determinação da massa de água que está sendo aquecida.

Figura 41 - Imagem etapa 2



Fonte: Elaborado pela autora.

1) Medir:

- a diferença de altura entre a saída de água fria e entrada de água quente:  $h = \underline{\hspace{2cm}}$
- a largura interna do reservatório de água:  $L = \underline{\hspace{2cm}}$
- o comprimento interno do reservatório de água:  $C = \underline{\hspace{2cm}}$

2) Utilizar a equação  $V = L.C.h$  e calcular o volume de água no reservatório.

3) Determinar a massa de água no reservatório, utilizando a densidade da água como 1 kg/l.

Etapa 3: Coleta dos dados finais

- Determinação da temperatura final da água do reservatório.  
Para isso anotar as temperaturas:  
Temperatura na saída de água fria:  $T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$   
  
Temperatura na entrada de água quente:  $T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

Anotar:

- O horário que estas temperaturas foram medidas:  
 $\underline{\hspace{2cm}}$
- Para determinar a temperatura final da água no reservatório será feita a média com as temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ :

$$T_f = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

Etapa 4: Determinação da quantidade de calor absorvida pela água.

- Utilizar a equação:  $Q = m.c.\Delta T$  onde  $\Delta T = T_f - T_i$

### Etapa 5: Questões

01 – Quanto tempo, em segundos, levou para a água aquecer?

02 – Utilizando a equação  $P = \frac{Q}{\Delta t}$ , onde:

P é a potência;

Q é quantidade de calor absorvida pela água;

$\Delta t$  é o tempo de aquecimento.

Calcular a Potência, em W, sabendo que  $1 W = 1 J/s$  e  $1 cal \cong 4,18 J$ .

03 – Sabendo que a potência da lâmpada utilizada no experimento é de 150 W. Comparar esta potência com a calculada na questão 02. O que pode ser concluído a partir deste resultado?

04 – No gráfico, o que é possível perceber em relação à temperatura?

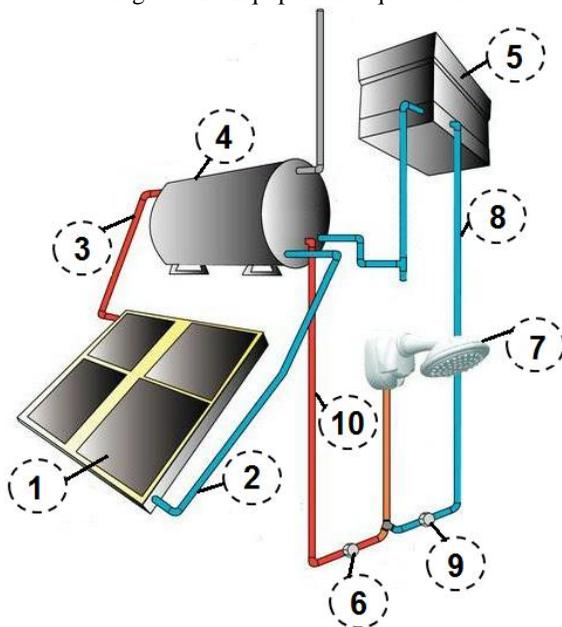
## 9 Atividade Avaliativa

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: __/__/__
Disciplina:	Professor(a):	
Aluno(a):		

### Atividade Avaliativa

01 – Levando em consideração que o Brasil é um dos poucos países que ainda utilizam chuveiro elétrico. Os aquecedores de água através da energia solar, são uma boa opção para o momento atual de conscientização sobre a redução do uso da energia. Um aquecedor solar é constituído basicamente pelo coletor solar e o reservatório térmico. A Figura 42 representa um equipamento deste tipo, com base nele e nas aulas sobre este assunto responda as questões.

Figura 42 - Equipamento questão 1.



Fonte: Elaborada pela autora.

a) Como funciona? Nele onde ocorre a condução, a convecção e a irradiação? Justificar.

b) Observando a figura anterior e o equipamento apresentado, descreva a função de cada um dos itens enumerados?

1:

2:

3:

4:

5:

6:

7:

8:

9:

10:

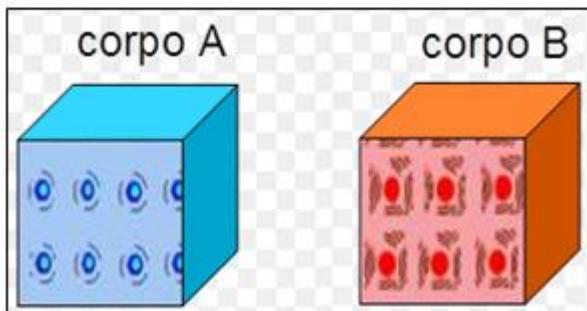
c) Por que a diferença de nível entre os itens 2 e 3?

d) No sistema apresentado, supondo-se que a temperatura da água aquecida chegue a aproximadamente  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Descreva de que maneira pode-se conseguir água a temperatura adequada ao banho que é em torno de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

02 – Um sistema isolado termicamente do meio possui três corpos, um de ferro, um de alumínio e outro de cobre. Após um certo tempo, verifica-se que as temperaturas do ferro e do alumínio aumentaram. Pode-se concluir que a temperatura do corpo de cobre \_\_\_\_\_ (*aumentou/diminuiu*) e que no final as temperaturas dos três corpos são \_\_\_\_\_. (*diferentes/iguais*). Neste momento pode-se afirmar que o sistema encontra-se em \_\_\_\_\_.

03 – Na figura a seguir são representados os movimentos das moléculas de dois corpos A e B termicamente isolados. Levando em consideração os conceitos de Temperatura e Calor, responder:

Figura 43 - Imagem representando movimento das moléculas em dois corpo.

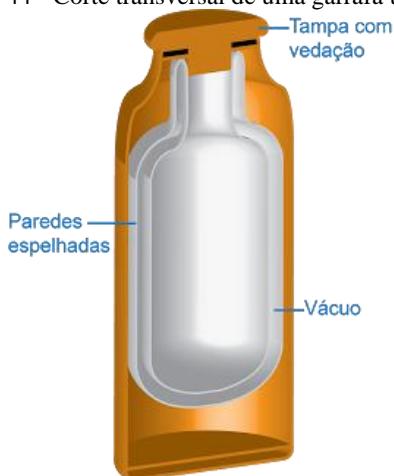


Fonte: <<http://goo.gl/H8HIVn>> Acesso em: 06 abr. 2016.

- a) Qual dos dois possui maior temperatura? Justificar.
- b) Qual o conceito de calor? Explicar utilizando a situação dos corpos A e B.

04 – A figura a seguir representa o corte transversal de uma garrafa térmica, mostrando as principais características do objeto: parede dupla de vidro (com vácuo entre as duas partes), superfícies interna e externa espelhadas, tampa de material isolante térmico e revestimento externo protetor. Sua função é manter a temperatura de seu conteúdo praticamente constante por algum tempo.

Figura 44 - Corte transversal de uma garrafa térmica.



Fonte: < <http://fisicailustrada.blogspot.com.br> > Acesso em: 06 abr. 2016.

- a) Isso ocorre porque as trocas de calor com o meio externo por \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_  
(*radiação/condução/convecção*) são reduzidas devido ao vácuo entre as paredes e as trocas de calor por \_\_\_\_\_  
(*radiação/condução/convecção*) são reduzidas devido às superfícies espelhadas.
- b) A tampa é feita de material isolante térmico, qual a função deste tipo de material?

05 – Uma mesa de madeira e uma de metal são colocadas em uma mesma sala fechada, com temperatura constante. Depois de alguns dias, um estudante entra na sala e coloca uma das mãos na mesa de madeira e a outra na de metal. O estudante afirma, então, que a mesa de metal está mais fria do que a mesa de madeira, isto é, a uma temperatura menor.

Em relação a esta afirmação pode-se dizer que o estudante está \_\_\_\_\_ (correto/errado), pois a condutividade térmica do metal é \_\_\_\_\_ (maior/menor) do que a da madeira e portanto, nesse caso, o metal estará \_\_\_\_\_ (na mesma/com maior/com menor) temperatura do que a da madeira.

06 – O Calor pode se propagar por Condução, Convecção e Irradiação. Assim relacionar a coluna da direita com a da esquerda, colocando corretamente o número do processo de transmissão de calor à sua(s) correspondente(s) situação em um coletor solar.

- |                        |  |
|------------------------|--|
| [ 1 ] Condução         | [ ] O aquecimento da Terra pelo Sol.   |
| [ 2 ] Convecção        | [ ] Movimentação da massa de água que está sendo aquecida em um coletor solar. |
| [ 3 ] Radiação Térmica | [ ] Aquecimento da água pelo contato com a tubulação em um coletor.            |
|                        | [ ] Placas coletoras e tubulações pintadas de preto.                           |
|                        | [ ] Desnível entre a tubulação de saída de água fria e entrada de água quente. |

07 – Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70°C. No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30°C. Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25°C. Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?



## REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria? Em minha sala de aula**. 10<sup>a</sup>. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary D.; DIAS, Helio. **Física para Universitários-Relatividade, Oscilações, Ondas e Calor**. AMGH Editora, 2013.

BRASIL, M. D. E. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC**, Brasília, 2002.

BRASIL, M. E. Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC**, Brasília, 2006.

CAVALCANTE, M. M. et al. A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ. In. **Anais do XXII Workshop sobre Educação em Computação**, p. 1687-1696, 2014.

DA ROSA, C. T. W. et al. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 292-305, 2016.

DE AGUIAR JUNIOR, O. G.; SARAIVA, J. A. F. O planejamento do ensino a partir de um modelo para mudanças cognitivas: um exemplo na física térmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 314-340, 2002.

DE SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1702, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 205 p.

DO ENSINO, GREF–Grupo de Reelaboração. **Física 2**: física térmica; óptica. 4ª ed. São Paulo: EDUSP, 1998.

FETZNER FILHO, G. Experimentos de baixo custo para o ensino de física em nível médio usando a placa Arduino-UNO, Porto Alegre, p. 207, 2015.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de Física**–Vol. 1. Tradução de Adriana VR da Silva e Kaline R. Coutinho. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 11ª. ed. Bookman, 2011.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. 2ª. ed. São Paulo: Novatec, 2015.

MONTEIRO, B. D. S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 388-397, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 194 p.

OLIVEIRA, M. K. D. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993. 111 p.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2009.

RODRIGUES, R. F.; CUNHA, S. L. S. Arduino para físicos: Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, v. 25, n. 4, 2014.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 2ª. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009. 496 p.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4ª brasileira. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZYLBERSZTAJN, A.; RICARDO, C. E. O Ensino de Ciências no Nível Médio: um estudo sobre dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 351-370, 2002.

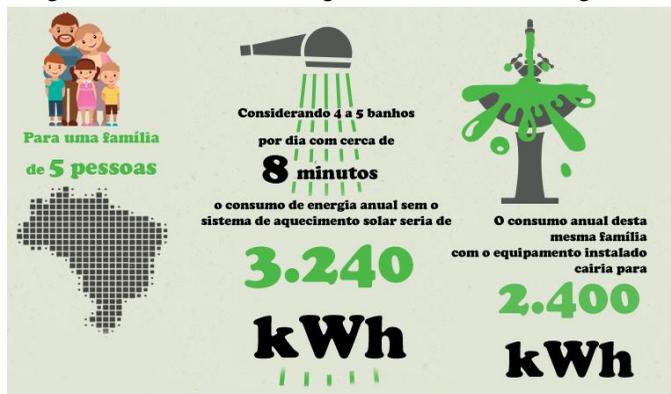
## Anexo Texto: Problematização Inicial

Nome: \_\_\_\_\_

**Leia o texto com atenção!**

*Uso da energia solar contribui com a sustentabilidade ambiental e reduz em até 30% o valor da conta de luz dos beneficiários do Programa Minha Casa, Minha Vida*

Figura 45 - Consumo de energia anual com e sem energia solar.



O Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV) vai beneficiar cerca de 896 mil pessoas em diversas partes do Brasil com unidades habitacionais equipadas com Sistema de Aquecimento Solar (SAS). A instalação representa medida de eficiência energética e de conforto, que contribui para a sustentabilidade ambiental dos empreendimentos e economia das famílias, na medida em que gera economia de energia. Os custos estão incluídos nos valores máximos de aquisição dos imóveis, não acarretando gastos adicionais para as famílias beneficiárias.

Em pesquisa de satisfação realizada em 2014 pela Caixa, Eletrobrás e Universidade UNA com apoio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ (Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável) com beneficiários do Programa nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, os resultados mostraram que 60% dos usuários perceberam economia na conta de energia com a utilização do SAS.

Desde a segunda fase do Programa, a instalação do sistema é obrigatória nas unidades unifamiliares contratadas a partir de 30 de junho de 2012, nas modalidades Empresas e Entidades, destinadas a atender famílias com renda até R\$ 1.600,00.

Disponível na íntegra em < <http://goo.gl/jlYzTu>> Acesso em: 16 set. 2015.



## **APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**



## Avaliação da Sequência Didática

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Responder de preferência a caneta!

*A sua participação nesta Avaliação é muito importante para a finalização da proposta didática, exponha sua opinião em relação às atividades desenvolvidas visando a melhoria do material.*

01 – As atividades realizadas foram significativas ao seu aprendizado?

Sim                       Mais ou menos                       Não

02 – Os experimentos foram interessantes?

Todos                       A maioria                       A minoria                       Nenhum

03 – O tempo das atividades foram suficientes?

Sim, em                       Na maioria das                       Na minoria das  
todas    vezes    vezes

04 – O Coletor Solar Didático facilitou o entendimento do conteúdo apresentado nas aulas?

Sim                       Mais ou menos                       Não

05 – O material impresso foi adequado?

Sim                       Mais ou menos                       Não

06 – Qual atividade você teve maior dificuldade? E qual lhe chamou a atenção?

07 – Você gostou de participar deste projeto?

Sim       Mais ou menos       É indiferente       Não

08 – Que conceito você atribui ao projeto?

Muito bom       Bom       Regular       Ruim

09 – No espaço a seguir você pode expor sua opinião ou sugestões sobre as atividades desenvolvidas.

Obrigada pela participação!!!

**ANEXO**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**  
**(TCLE)**





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS ARARANGUÁ**

RUA PEDRO JOÃO PEREIRA – MATO ALTO  
 CEP: 88905-120 - ARARANGUÁ - SC  
 TELEFONE (048) 3721-6250 - FAX (048) 3721-4680  
 E-mail: [ararangua@contato.ufsc.br](mailto:ararangua@contato.ufsc.br)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**  
**(TCLE)**

Eu,.....  
 .....,abaixo assinado, nacionalidade ....., .....anos,  
 RG..... RG....., CPF .....,  
 aluno da Escola.....  
 ....., estou sendo convidado a  
 participar voluntariamente de um Projeto denominado *O Ensino da Física  
 Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar*, cujo objetivo  
 nesta fase é a de implementar uma sequência didática para o ensino de  
 alguns conceitos de Termodinâmica.

A minha participação no referido projeto será no sentido de  
 participar das aulas e desenvolver as atividades solicitadas além de  
 responder a testes/questionários sobre os assuntos abordados durante a  
 implementação da sequência didática, se necessário, posteriormente serei  
 entrevistado pela pesquisadora a respeito destas atividades. Estou ciente  
 de que o que eu falar na entrevista será gravado para posterior estudo.

Além disso fui informado que minha participação poderá ser  
 registrada através de fotografias as quais poderão ser inseridas na  
 dissertação de mestrado a fim de demonstrar, para os avaliadores de meu  
 projeto, a implementação da minha sequência didática. Igualmente essas  
 mesmas fotografias poderão ser utilizadas em artigos científico a ser  
 publicado e/ou em pôsteres e palestras que poderei ministrar onde  
 explicarei a aplicação da estratégia didática desenvolvida. Desta forma o  
 teor deste instrumento tem por objetivo ceder o direito de imagem única

e exclusivamente para ser utilizada no âmbito da implementação e divulgação da estratégia didática.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Silvana Fernandes, mestranda do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFSC, Polo Araranguá – MNPEF/UFSC/ARA e Fabrício de Oliveira Ourique, orientador, professor do Centro de Araranguá e do MNPEF/UFSC/ARA e com eles poderei manter contato pelos telefones (48) 3311-5072 e (48) 3721-6250.

É assegurada a assistência durante todo projeto, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido projeto, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

No entanto, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Araranguá, 06 de abril de 2016.

---

(assinatura do aluno)

**PARA MENORES DE 18 ANOS ASSINATURA DO  
RESPONSÁVEL:**

Nome: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_  
(assinatura do representante legal do aluno)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do aluno ou representante legal para a participação neste projeto.

\_\_\_\_\_  
Silvana Fernandes (estudante do MNPEF)

\_\_\_\_\_  
Fabrício de Oliveira Ourique (orientador do MNPEF)