



MARILENE PROBST NOVACOSKI

O ARDUINO NA PROGRAMAÇÃO DE EXPÊRIÊNCIAS EM
TERMODINÂMICA E EM FÍSICA MODERNA

PONTA GROSSA

2016

MARILENE PROBST NOVACOSKI

O ARDUINO NA PROGRAMAÇÃO DE EXPÊRIÊNCIAS EM
TERMODINÂMICA E EM FÍSICA MODERNA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG- do Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira

Co-Orientador: Prof. Dr. Gelson Biscaia de Souza

Ponta Grossa- PR

Agosto /2016

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Novacoski, Marilene Probst
V935 O Arduino na programação de
expêriências em Termodinâmica e em Física
Moderna/ Marilene Probst Novacoski. Ponta
Grossa, 2016.
208f.

Dissertação (Mestrado Profissional em
Ensino de Física - Área de Concentração:
Física na Educação Básica), Universidade
Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Américo
Alves Pereira.

Coorientador: Prof. Dr. Gelson Biscaia
de Souza.

1.Ensino de Física. 2.Ensino Médio.
3.Temperatura. 4.Propagação de calor.
5.Cubo de Leslie.. I.Pereira, Luiz Américo
Alves. II. Souza, Gelson Biscaia de. III.
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Mestrado Profissional em Ensino de Física.
IV. T.

CDD: 530

TERMO DE APROVAÇÃO

***O Arduino na Programação de Experiências em
Termodinâmica e em Física Moderna.***

Mestrando MARILENE PROBST NOVACOSKI

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Polo 35 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela seguinte banca examinadora.



Professor Dr. Luiz Américo Alves Pereira (orientador)
Departamento de Física — UEPG/PR



Professor Dr. Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Junior
Universidade Estadual de Maringá (UEM)



Professor Dr. André Vitor Chaves de Andrade
Departamento de Física - UEPG/PR

Ponta Grossa, 22 de agosto de 2016

Dedico ao meu esposo Joelson e a meus
filhos: Talita e Tales, que me apoiaram e
me auxiliaram nos dois anos de estudo.

Agradecimentos

Agradecer é sinônimo de reconhecer a colaboração de pessoas que nos auxiliaram e contribuíram de alguma forma para concretizar essa jornada. Portanto agradeço:

A Deus, que iluminou meu caminho e meus pensamentos, durante meus estudos.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira e Prof. Dr. Gelson Biscaia de Souza, pela paciência e segurança, durante esta jornada.

Aos meus colegas de mestrado, que me auxiliaram nas tarefas e me incentivaram a finalizar cada etapa do curso.

Aos meus pais Pedro e Elza e às minhas irmãs, que sempre souberam compreender minhas ausências nas reuniões de família.

Aos alunos e professores do Colégio Estadual Prof. Pedro Carli-EFM 2ª série do Ensino Médio, pelo auxílio na implementação de meu projeto.

Aos Mestres e Doutores que conduziram as aulas do Mestrado, auxiliando-nos na aprendizagem e na obtenção dos créditos necessários para obter o título de Mestre.

À CAPES, pelo apoio financeiro, o que me auxiliou nas despesas de viagem de Guarapuava a Ponta Grossa.

“Ciência é física o resto é coleção de selos”.

(Lorde Kelvin)

RESUMO

O objetivo principal desta dissertação foi propor e realizar experimentos utilizando a Placa Integrada Arduino. A placa foi utilizada em experimentos de Termodinâmica, para medidas de temperatura ambiente, nas discussões sobre sensação térmica e processos de propagação de calor. Na abordagem de temas de Física Moderna, foi construído um cubo metálico, similar ao Cubo de Leslie comercial e outro modificado. As medidas de temperatura em tempo real nas faces do Cubo, foram obtidas utilizando a Placa Integrada Arduino, sensores de temperatura NTC e o sistema de aquisição de dados (PLX DAQ). Como resultados das atividades desenvolvidas nesta dissertação, podemos citar: produção de um Cubo de Leslie similar ao tradicional, produção de um cubo modificado, onde, as faces internas apresentam cores diferentes uma em relação à outra, produção de um guia de introdução ao Arduino e um roteiro de experiências relacionadas à Termodinâmica e Física Moderna. Concluímos que a Placa Integrada Arduino é uma ferramenta importante e adequada para a inserção de diferentes tecnologias no ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino Médio, Temperatura, Propagação de Calor, Cubo de Leslie.

ABSTRACT

The main purpose of this work was to propose and implement experiments using the Arduino Integrated Plate. The plate was used in Thermodynamics experiments to room temperature measures, in discussions about thermal sensation and heat propagation processes. In the approach of Modern Physics topics, a metal cube was built, similar to the commercial Leslie Cube and other modified. The temperature measurements in real time on the faces of the cube were obtained using the Arduino Integrated plate, NTC temperature sensors and data acquisition system (DAQ PLX). As a result of this work we include: production of a Leslie Cube similar to the traditional, production of a modified cube, where the inner faces have different colors in relation to each other, producing an introductory guide to Arduino and a guide of experiences related to Thermodynamics and Modern Physics. We conclude that the Integrated Arduino board is an important and appropriate tool for the integration of different technologies in high school.

Keywords: Physics Teaching, High School, Temperature, Heat Spread, Leslie Cube.

Figuras

Figura 1: Termômetros utilizados em laboratórios. Fonte: A autora.	18
Figura 2: Termômetro digital clínico. Fonte: A autora.....	18
Figura 3: Termômetro digital de infravermelho. Fonte: A autora.	19
Figura 4: Fluxo de calor. Fonte: A autora.	21
Figura 5: Experiência 1 Laboratório de Física. Fonte: A autora.....	23
Figura 6: Experiência 2 Lab. de Física. Fonte: A autora.	24
Figura 7: Irradiação. Fonte: apresentação- aula 3- Prof ^a . Ninoska Bonjorge	26
Figura 8: Cavidade com pequeno orifício na sua parede. Fonte : A autora.	28
Figura 9: Termômetro diferencial de Leslie: Fonte:< http://www.museocabrerapinto.es/blascabrera/museo-virtual/energia-y-calorimetria/termometro-diferencial-de-leslie > acesso 10/06/2016.....	31
Figura 10: Experiência de Leslie. Fonte: < http://www.museocabrerapinto.es/blascabrera/museo-virtual/energia-y-calorimetria/cubo-de-leslie > acesso 10/06/2016	32
Figura 11: experiência de Macedônio Melloni.	35
Figura 12 a: Cubo de Leslie propriedade do laboratório de Física Moderna UEPG. Fonte Arquivo pessoal. 12 b: Sensor de radiação TD-8553. Disponível em< https://www.pasco.com/prodCatalog/TD/TD-8553_radiation-sensor/ > acesso em 05/07/2016	36
Figura 13: Colégio Estadual Professor Pedro Carli- Fonte: A autora.	38
Figura 14: Matriz Curricular: PPP Colégio Pedro Carli-EFM.....	39
Figura 15: Sala de aula do Colégio Est. Prof. Pedro Carli- EFM- Fonte: A autora.	40
Figura 16: Laboratório do Col. Est. Prof. Pedro Carli-EFM- Fonte: A autora.	40
Figura 17: Conteúdo estruturante. Fonte: DCEs Paraná- Paraná- 2008.	41
Figura 18: Placa eletrônica, <i>Arduino</i> Uno- Fonte: A autora.	50
Figura 19: Organização da placa. Fonte: Tutorial Laboratório de Garagem	51
Figura 20: <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	52
Figura 21: Tutorial. Fonte: Laboratório de Garagem	52
Figura 22: Tabela comparativa: Fonte: http://blog.filipeflop.com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html	53
Figura 23: Site <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	53
Figura 24: Site <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	54
Figura 25: <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	55
Figura 26: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	55
Figura 27: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	56
Figura 28: Instalando <i>Arduino</i> , tela 1. Fonte: A autora.	56
Figura 29: Instalando <i>Arduino</i> , tela 2. Fonte: A autora.	57
Figura 30: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	57
Figura 31: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	58
Figura 32: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	58
Figura 33: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	59
Figura 34: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	59
Figura 35: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	60
Figura 36: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	60
Figura 37: <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora.	61
Figura 38: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	61
Figura 39: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	62

Figura 40: Trabalhando com o programa do Arduino. Fonte: A autora.	62
Figura 41: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	63
Figura 42: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	63
Figura 43: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	64
Figura 44: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	64
Figura 45: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	65
Figura 46: Site <i>Parallax</i> . Fonte: A autora.	66
Figura 47: atalho PLX-DAQ. Fonte: A autora.	66
Figura 48: Trabalhando com o PLX-DAQ. Fonte: A autora.	67
Figura 49: Trabalhando com PLX-DAQ. Fonte: A autora.	67
Figura 50: Trabalhando com PLX-DAQ. Fonte: A autora.	67
Figura 51: port. Fonte: A autora.	68
Figura 52: Programa Fritzing. Fonte: A autora.	69
Figura 53: Protoboard. Fonte: A autora.	70
Figura 54: <i>Termistor</i> . Fonte: A autora.	70
Figura 55: jumpers. Fonte: A autora.	71
Figura 56: Resistores. Fonte: A autora.	71
Figura 57: Montagem do circuito no <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora.	72
Figura 58: Desenho esquemático. Fonte: A autora.	72
Figura 59: Programa Arduino. Fonte: A autora.	73
Figura 60: Programa <i>Thermistor</i> . Fonte: Tutorial Laboratório de Garagem.	74
Figura 61: Programa. Fonte: A autora.	74
Figura 62: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	74
Figura 63: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	75
Figura 64: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	75
Figura 65: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	76
Figura 66: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora.	76
Figura 67: Serial Monitor. Fonte: A autora.	76
Figura 68: conferindo a temperatura de contato. Fonte: A autora.	77
Figura 69: aluno em sala de aula, cuja temperatura registrada foi de 24°C. Fonte: A autora.	77
Figura 70: Serial Monitor. Experiência com o tato. Fonte: A autora.	78
Figura 71: Cubo com faces ligadas. Fonte: A autora.	79
Figura 72: Cubo com faces separadas. Fonte: A autora.	79
Figura 73: Base de Madeira. Fonte: A autora.	80
Figura 74: Lâmpada incandescente. Fonte: A autora.	80
Figura 75: Fio e pino macho. Fonte: A autora.	81
Figura 76: Soquete de porcelana. Fonte: A autora.	81
Figura 77: Dimmer. Fonte: A autora.	82
Figura 78: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.	82
Figura 79: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.	83
Figura 80: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.	83
Figura 81: Tinta utilizada na pintura das faces. Fonte: A autora.	83
Figura 82: Desenho esquemático, <i>Protoboard</i> organizado o circuito para verificar a temperatura em cada face. Fonte: A autora.	84
Figura 83: Protoboard. Fonte: A autora.	84
Figura 84: Programa Arduino. Fonte : A autora.	85
Figura 85: Gráfico da temperatura cubo de faces ligadas e iguais internamente.	86
Figura 86: Cubo com Faces separadas: preta, branca fosca e polida. Fonte: A autora.	89

Figura 87: Gráfico da temperatura do cubo com faces separadas. Fonte: A autora..	89
Figura 88: Gráfico de temperatura do cubo de faces separadas por madeira e pintadas na parte interna e externa da mesma cor. Fonte: A autora.	90
Figura 89: Cubo com as faces pintadas na parte interna e externa iguais. Fonte: A autora.....	92
Figura 90: Montagem do circuito no <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora.	93
Figura 91: Face branca parte interna e parte externa da outra face. Fonte: A autora.	93
Figura 92: Face preta parte externa e parte interna da outra face. Fonte: A autora. .	94
Figura 93: Lâmpada ligada para aquecer as faces. Fonte: A autora.	94
Figura 94: PLX- DAQ calibrando <i>termistor</i> . Fonte: A autora.	95
Figura 95: PLX-DAQ registro de temperatura. Fonte: A autora.	95
Figura 96: Gráfico a partir da aquisição das temperatura das faces. Fonte: A autora.	95
Figura 97: Programa <i>Arduino</i> para dois <i>termistor</i> . Fonte: A autora.	97
Figura 98: Montagem do circuito no <i>Protoboard</i> com <i>termistor</i> . Fonte: A autora.	102
Figura 99: a, b, c. Experiência temperatura da água. Fonte: A autora.	103
Figura 100: Calculando a área. Fonte: A autora.	104

Tabelas

Tabela 1: Escalas termométricas.....	19
Tabela 2: Coeficientes de condutibilidade.....	22
Tabela 3: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo.	86
Tabela 4: comparação de temperatura, tabela Plx Daq.....	88
Tabela 5: Radiação das faces do cubo, obtida com sensor de radiação da UEPG...88	
Tabela 6: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo.	90
Tabela 7: Diferença de temperatura nas faces.....	91
Tabela 8: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo e montar o gráfico da Figura 96.	96

Sumário

INTRODUÇÃO	15
Capítulo 1 - Termodinâmica	17
1.1 TERMOMETRIA.....	17
1.2 Processos de Propagação de Calor.....	20
1.2.1 Condução Térmica	22
1.2.2 Convecção Térmica.....	23
1.2.3 Irradiação e Radiação Térmica	25
1.4 Cubo de Leslie	28
1.5 LÂMPADA INCANDESCENTE	36
Capítulo 2 - Implementação do Projeto	38
2.1 Colégio.....	38
2.2 Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná e Base Nacional Comum Curricular.....	41
2.3 Tecnologia	43
2.4 Teoria de Aprendizagem.....	44
2.4.1 Teoria dos Campos Conceituais.....	45
2.4.2 Aprendizagem Significativa.....	46
2.4.3 Mapas Conceituais	47
Capítulo 3 - Arduino.....	50
3.1 Placa Integrada ARDUINO	50
3.2 PLX DAQ	65
3.3 Fritizing	68
3.4 Componentes do Produto	69
4 Experiências.....	72
4.1 Temperatura ambiente e sensação térmica.....	72
4.2 Temperatura das faces de um cubo	78
4.3 Resultados obtidos	84
4.3.1 Primeira experiência.....	84
4.3.2 Segunda experiência.....	89
4.3.3 Terceira experiência.....	92
4.4 Aplicação do Produto.....	98
Conclusão	107
Referências Bibliográficas	109
Apêndice A- Produto	113
Apêndice B – Diagrama V	182
Apêndices C - Mapa Conceitual	185
Mapa conceitual: terminologia	185
Mapa Conceitual 1	186
Apêndice D - Planos de aula.....	187
Plano de aula 1	187
Plano de aula 2.....	190
Identificação	190
Plano de aula 3.....	192
Plano de aula 4.....	194
Plano de aula 5.....	197
Identificação	197
Anexo	199
Trabalho laboratório:.....	199

Texto 1.....	201
Porque os beduínos usam roupas pretas e largas enquanto vagam no deserto?	
.....	201
Questionário aplicados	203
Aluno1	203
Aluno 2	204
Aluno 3	205
Aluno 4	207
Mapa conceitual alunos:.....	208

INTRODUÇÃO

A Termodinâmica é um dos conteúdos estruturantes da disciplina de Física. A unificação do conhecimento sobre gases, pressão, temperatura e calor (DCE, 2008), faz parte dessa estrutura com conceitos, definições, leis, princípios e paradoxos que envolvem esse conteúdo, “No entanto qualquer que seja a gama de teorias mecânicas elas não se aplicam aos efeitos do calor. Estes se fazem em uma ordem especial de fenômenos que não podem ser explicados pelos princípios de movimento e equilíbrio ” (FOURIER, 1827, p.25).

Os seres humanos sempre se preocuparam em facilitar a execução de tarefas. Um dos fatos mais discutidos na história da Física é a de Arquimedes que no sec. III a.C. apresentou conhecimentos técnicos e incendiou as galeras de Marcelus com o uso de espelhos (THUILLIER, 1994, p. 35), durante o cerco de Siracusa. O surgimento de máquinas capazes de substituir o homem nas atividades militares, em trabalhos pesados e na produção de energia, resultou na necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

O domínio do homem na produção do fogo abriu caminhos nesse processo de modernização e transformação de elementos da natureza, qualquer transformação de energia constitui conceitos apresentados pela termodinâmica. “Como as necessidades reais do homem são sempre físicas, um conhecimento das leis da natureza, ao mesmo tempo que expande suas energias mentais tem uma tendência evidente de melhorar a sua condição real” (LESLIE, 1804, p. 5).

Na condição real de melhorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Termodinâmica e de Física Moderna, a presente dissertação foi realizada com a finalidade de inserir uma tecnologia diferente no ambiente escolar, a Placa integrada *Arduino*. O uso da placa integrada *Arduino* torna possível a obtenção da temperatura dos corpos, a temperatura das faces do cubo de Leslie, a organização dos dados e a construção de gráficos.

O uso Placa integrada *Arduino* pode auxiliar o estudante a identificar a importância da Física e seu uso em diferentes tecnologias, fazendo das aulas experimentais um estímulo aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Esta metodologia pode motivar a aceitarem o desafio da investigação científica e assim despertar o interesse, por meio da aplicação prática de teorias e relações estabelecidas entre a vida cotidiana e o estudo da Física.

No primeiro capítulo apresentamos conceitos importantes para a abordagem da Termodinâmica como: temperatura, calor, escalas termodinâmicas e tipos de termômetros. Também é abordada a Física Moderna, através da Radiação do Corpo Negro e descrição histórica das experiências de Leslie.

A aplicação do produto é descrito no capítulo 2, onde apresentamos o ambiente escolar, o projeto político pedagógico, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná e Base Nacional Comum Curricular. É abordada ainda as teorias de aprendizagem, uma breve apresentação da Teoria dos Campos Conceituais, aprendizagem significativa e mapas conceituais.

O terceiro capítulo apresenta o *Arduino*, o tutorial de aplicação e os programas componentes do *Arduino*, o *fritizing*, o cubo e os resultados obtidos nas experiências.

Capítulo 1 - Termodinâmica

1.1 TERMOMETRIA

A temperatura e o calor são conceitos físicos importantes e primitivos, que não podem ser definidos apenas por sensações de quente e de frio, que se apoiam na sensação térmica que a pele transmite. A sensação térmica pode levar o ser humano ao erro, ela é subjetiva e tão somente os sentidos não podem ser bons indicadores de temperatura.

A temperatura é uma grandeza física que está relacionada ao grau de agitação das partículas (átomos e moléculas) de um corpo. A velocidade de movimento dessas moléculas determina o nível de energia interna do corpo. A energia interna é a soma total de todas as energias no interior de uma substância.

A Energia Térmica é a soma das energias cinéticas decorrentes da agitação das partículas, que constituem a matéria (TORRES,2013)

O Calor é a energia em trânsito entre dois corpos ou sistemas. A transferência de calor se mantém quando dois corpos estão com temperaturas diferentes e a transferência ocorre até haver o equilíbrio térmico entre os corpos.

O corpo com temperatura mais elevada cede calor para o corpo com menor temperatura; isso ocorre obrigatoriamente até não haver diferença entre os corpos em contato. A quantidade de calor cedido ou recebido por um corpo não depende apenas da temperatura, depende também do calor específico e da massa do corpo.

De acordo com Princípio Zero da Termodinâmica, quando dois ou mais corpos estão em equilíbrio térmico, têm a mesma temperatura e não trocam calor. Por esse princípio, pode-se mensurar de forma segura a temperatura (estado térmico) de um corpo, utilizando-se o termômetro.

O Termômetro é um aparelho utilizado para medir a temperatura, os mais conhecidos são os de bulbo com um tubo capilar, sendo que no bulbo há mercúrio líquido ou uma solução colorida de álcool, Figura 1 e os digitais, Figura 2, de infravermelho, Figura 3, mais modernos, utilizados normalmente por engenheiros, pois medem a temperatura em lugares com difícil acesso e também podem ser utilizados em laboratórios e consultórios médicos.

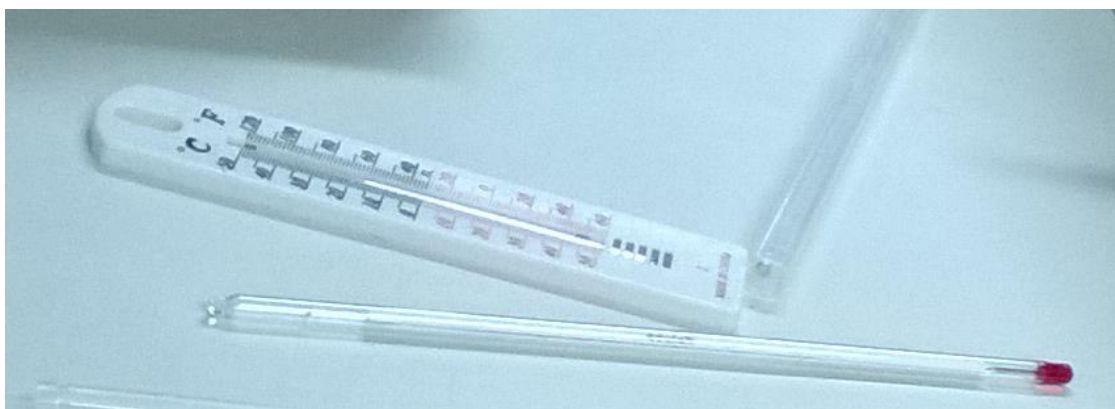


Figura 1: Termômetros utilizados em laboratórios. Fonte: A autora.



Figura 2: Termômetro digital clínico. Fonte: A autora.



Figura 3: Termômetro digital de infravermelho. Fonte: A autora.

Há outros tipos de substâncias termométricas, por exemplo existem os termômetros que utilizam um gás como substância termométrica, que sofrem variações regulares quando submetidos a diferentes temperaturas. Essas variações surgiram da necessidade de conciliar, qualificar e quantificar os dados que são analisadas a partir de pontos fixos: gelo e vapor, que correspondem a escalas termométricas utilizadas mundialmente.

A Escala Termométrica é um conjunto de valores numéricos que representa uma temperatura t_0 e que pode ser estabelecida a partir dos pontos fixos: t_G = temperatura de gelo e t_V = temperatura de vapor, conforme Tabela 1. A escala Kelvin e a escala Rankine são consideradas as escalas absolutas [GONCALVES, 1972] e outras escalas podem ser utilizadas, como a Celsius, a Fahrenheit e a Réaumur, sendo a Celsius a mais conhecida e a mais utilizada no Brasil.

Tabela 1: Escalas termométricas.

Escala	Unidade	Ponto de gelo	Ponto de vapor
Celsius	°C	0°	100°
Fahrenheit	°F	32°	212°
Kelvin	K	273	373
Réaumur	°Re	0°	80°
Rankine	R	492	672

Para converter a leitura de uma escala para outra, pode-se organizar uma equivalência entre as escalas, utilizando-se uma função termométrica do 1º grau, como por exemplo, a Celsius, a Fahrenheit e a Kelvin. Assim,

$$\frac{C-t_G}{t_V-t_G} = \frac{F-t_G}{t_V-t_G} = \frac{K-t_G}{t_V-t_G} \quad (1)$$

Sendo: t_G = temperatura de gelo

t_V = temperatura de vapor

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} \quad (2)$$

A variação de temperatura pode ocorrer por causa dos processos de propagação e de transferência de calor: condução, convecção e irradiação (radiação), segundo Joseph Fourier [1878, p.2]: “Diferentes corpos na verdade não possuem no mesmo grau o poder para conter o calor, para receber ou transmiti-lo em toda a sua superfície”. Esse fato foi observado e intrigou vários cientistas os quais resolveram determinar e definir com precisão as propriedades elementares que determinam a ação do calor no planeta.

Convém saber qual o efeito que a radiação solar provoca no solo e nos oceanos, se ocorrem modificações nos continentes, na direção do vento ou nos polos e o que afeta a propagação de calor em sólidos, líquidos e gases.

Apesar dos vários trabalhos realizados, Fourier (1878) afirma em seus estudos que para concluir ou definir com certeza se uma teoria está realmente concluída devem-se fazer várias experiências, cálculos e observações.

1.2 Processos de Propagação de Calor.

A condição necessária para que ocorra transporte de calor é a existência de uma diferença de temperatura. Para aquecer um corpo: pode-se colocá-lo diretamente em contato com uma chama, com um outro corpo com temperatura mais elevada ou na presença de uma fonte de radiação. Este processo depende do ambiente em que se está, do que se quer aquecer e das fontes térmicas de que se dispõe para cumprir este propósito.

O fluxo de calor foi estudado detalhadamente por Fourier (1878) que com base em suas experiências afirmou: “Em regime estacionário de condução, em que a propagação de energia térmica é constante através de um material condutor homogêneo, o fluxo de calor é expresso por”:

$$\varphi = (k \times A \times \Delta\theta / e) \quad (3)$$

Onde:

φ : fluxo de calor

K: coeficiente de condutividade térmica

$\Delta\theta$: diferença de temperatura

A: área

e : espessura

O fluxo de calor é a quantidade de energia que atravessa o material por unidade de tempo, como mostra a Figura 4.

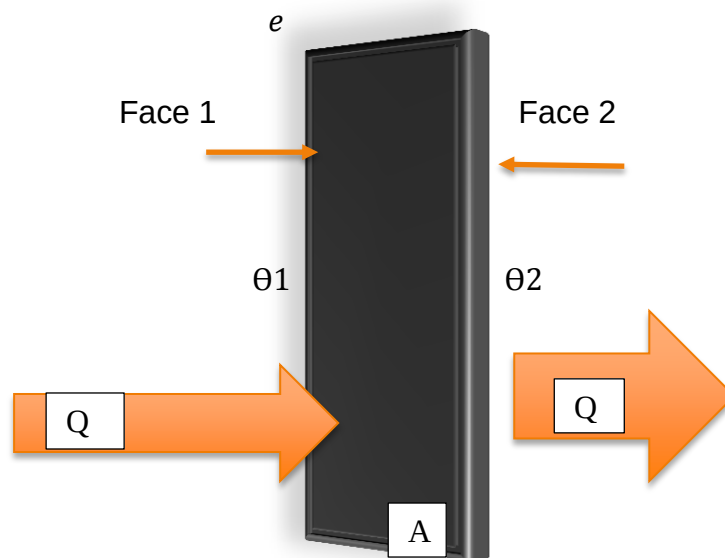


Figura 4: Fluxo de calor. Fonte: A autora.

Se $\theta_1 > \theta_2$, o calor fluirá da face 1 para a face 2 e quanto maior for a espessura (e) menor será o fluxo de calor.

A quantidade de calor transmitida pode ser calculada por:

$$Q = \varphi \times t \quad (4)$$

Q= quantidade de calor, φ = fluxo de calor, t = tempo (s)

1.2.1 Condução Térmica

A condução térmica ocorre quando a energia térmica é transferida através da interação entre os átomos ou moléculas, até que todo o corpo esteja na mesma temperatura. Nos sólidos têm-se dois processos de condução de calor: movimento de elétrons livres e vibração da estrutura cristalina [CALOR, 2010]. Os bons condutores de calor apresentam os dois processos e os maus condutores apenas o último.

Se uma barra sólida for aquecida em uma de suas extremidades e a outra extremidade estiver em uma temperatura menor, haverá uma diferença de temperatura por unidade de comprimento, ou seja, haverá um gradiente de temperatura ($d\theta/dx$). O fluxo de calor pode ser escrito em função do gradiente de temperatura, onde:

$$\varphi = -K d\theta/dx \quad (5)$$

Unidades:

φ ($W \times m^{-2}$),

K ($W \times m^{-1} \times K^{-1}$)

$d\theta/dx$ ($K \times m^{-1}$)

Os átomos mais energéticos, devido a uma temperatura mais elevada, interagem com os outros átomos vizinhos, provocando uma transferência dessa energia para a barra toda. Para que isso ocorra, o material deve ser um bom condutor térmico, dependendo portanto do valor do seu coeficiente de condutibilidade térmica (K), conforme Tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de condutibilidade.

Substancia	K (cal/s.cm.°C)
Prata	0,99
Cobre	0,92
Alumínio	0,50
Ferro	0,16
Água	0,0014
Lã	0,000086
Ar seco	0,000061

Os metais são considerados bons condutores de calor e quanto maior for o coeficiente de condutibilidade de um material melhor será a condução, Figura 5. Se o valor de K for infinito a condução de calor será perfeita. Essa substância perfeita ainda não é conhecida, as substâncias que melhor apresentam essa condutividade são a prata e o cobre, como consta na Tabela 2.

Existem ainda os isolantes térmicos, ou seja, os maus condutores. Essas substâncias apresentam um valor de condutibilidade térmica muito baixa, próximo de zero. O isolante que possui K igual a zero também não é conhecido. Entretanto podemos citar algumas substâncias que são consideradas más condutoras, como a madeira, o vidro, o isopor e o ar quando isolado.



Figura 5: Experiência 1 Laboratório de Física. Fonte: A autora ¹

1.2.2 Convecção Térmica

A Convecção Térmica ocorre quando há transporte de energia térmica de uma região para outra com transporte de matéria. Isso ocorre apenas nos fluidos e gases porque a movimentação acontece pela diferença de densidade. Quando a densidade diminui com o aquecimento das moléculas, elas sobem e

¹ Experiência sobre condução térmica, realizada no Laboratório de física do Col. Est. Prof. Pedro Carli- EFM- durante a aplicação do produto. Questionamento: Qual das duas colheres o aluno teria coragem de tocar? Por que?

as moléculas frias, com densidade maior, descem, ocupando seus espaços, como por exemplo a água fervente. No caso da água com uma temperatura entre 0 °C até 4 °C, a diminuição de densidade faz com que ela suba, Figura 6, formando correntes de convecção.

A análise matemática da convecção térmica é muito complexa, porque o escoamento depende da diferença de temperatura em diferentes partes do fluido, e essa diferença de temperatura é afetada pelo próprio escoamento (TIPLER, 2001, p. 717).

Analisando o conteúdo de convecção térmica, verifica-se que é melhor: instalar o aquecedor perto do chão e o ar-condicionado perto do forro, colocar o gelo em cima do barril de chope, o congelador da geladeira colocado na parte superior.



Figura 6: Experiência 2 Lab. de Física. Fonte: A autora.²

Outro fenômeno relacionado com a convecção é a inversão térmica, que acontece quando há uma alteração no sentido das correntes atmosféricas podendo ocorrer todo o ano. Sua ocorrência é comum nas grandes cidades tornando-se um grande problema, principalmente no inverno, devido à poluição provocada por indústrias e automóveis.

² Experiência sobre convecção térmica, realizada no Laboratório de física do Col. Est. Prof. Pedro Carli-EFM- durante a aplicação do produto. Questionamento: Observar que na água gelada foi colocado corante e os líquidos não se misturam instantaneamente.

1.2.3 Irradiação e Radiação Térmica

A Irradiação Térmica é a propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de energia, sem haver transporte de matéria, por meio de ondas eletromagnéticas que ocorrem tanto no vácuo, como em meios materiais.

Conforme o meio material, os raios infravermelhos não se propagam integralmente. O interior de um carro deixado no estacionamento à luz do sol e o vidro das estufas de plantas são exemplos do efeito estufa. No caso da estufa de plantas, a luz do sol atravessa o vidro que é transparente à luz visível, as plantas e o chão a absorvem e reemitem a energia como raios infravermelhos. Como o vidro é opaco à radiação infravermelha eles não conseguem atravessá-lo, permanecendo no ambiente e aquecendo-o.

No nosso planeta ocorre o mesmo efeito, mas em grande escala. É um benefício, porque mantém a Terra aquecida. A atmosfera terrestre é transparente à luz solar e deveria reter aproximadamente 65% da luz solar que recebe, porém, nos últimos anos, devido à ação humana, a quantidade de dióxido de carbono, de metano e de cloro-flúor-carbonetos liberado na atmosfera está contribuindo para o aumento da temperatura da Terra. Por causa da ação humana, esse efeito passou a ser considerado um vilão, pois está aumentando a temperatura terrestre, o que causa alterações climáticas.

O corpo que recebe a energia radiada, é chamado de Receptor, sendo chamado de Radiador o corpo emissor de energia. A recepção e a emissão das radiações não são iguais, pois dependem de diferentes faixas de frequências das ondas eletromagnéticas.

Qualquer corpo aquecido acima de 0 Kelvin emite radiações na faixa do infravermelho que não são visíveis ao olho humano, demonstrado apenas com uma máquina fotográfica especial ou um aparelho sensível à radiação térmica. O espectro da luz visível está na faixa de frequência de $4,3 \times 10^{14}$ Hz – $7,5 \times 10^{14}$ Hz. A temperatura de um corpo é determinada pela energia cinética média dos átomos, a absorção de radiação faz com que a temperatura do corpo aumente. Assim, se um material é bom absorvedor de radiação é também um bom emissor e todo corpo que seja um bom refletor é mau emissor.

Quando o calor radiante (Q_I) incide sobre um corpo, ocorrem parcialmente: absorção(Q_A), reflexão (Q_R) e transmissão (Q_T), Figura 7.

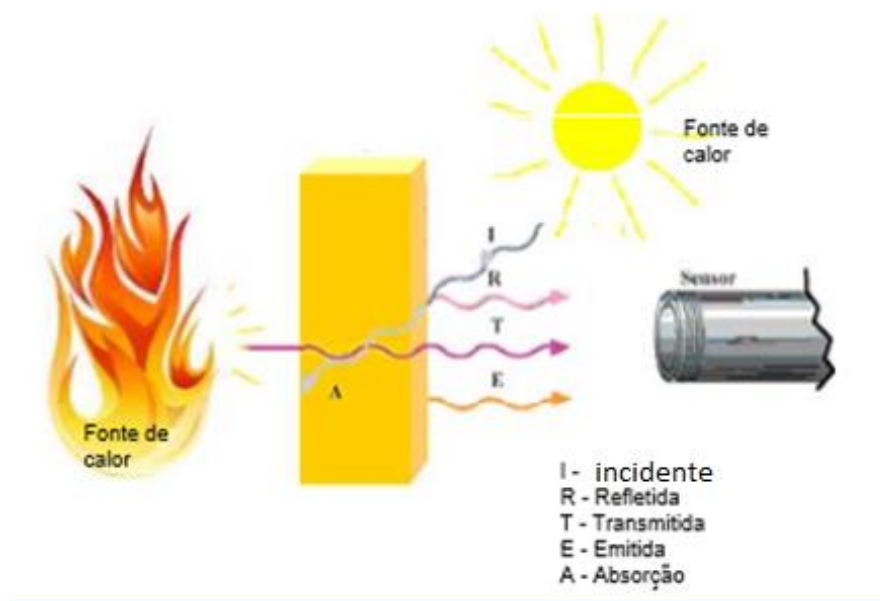


Figura 7: Irradiação. Fonte: apresentação- aula 3- Profª. Ninoska Bonjorge³

$$Q_I = Q_A + Q_R + Q_T \quad (6)$$

Pode-se definir três grandezas (RAMALHO,1997, p.135):

- Absorvidade: $a = Q_A/Q_I$
- Refletividade: $r = Q_R/Q_I$
- Transmissividade: $t = Q_T/Q_I$

$$\text{Somando: } a + r + t = \frac{Q_A}{Q_I} + \frac{Q_R}{Q_I} + \frac{Q_T}{Q_I} = \frac{Q_A + Q_R + Q_T}{Q_I} = \frac{Q_I}{Q_I} = 1$$

Assim, se um corpo apresenta o valor de absorvidade a igual a 0,7, significa que ele absorve 70% do calor nele incidente. Se não houver

³Bojorge, Ninoska. Aula 3- Unidade 3-Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – UFF : disponível em< http://www.professores.uff.br/controladeprocessos-eq/images/stories/Aula03_Instrument_Temperatura_2sem2014.pdf> acessado 06/06/2016

transmissão, o corpo é atérmico, neste caso $a + r = 1$. Um espelho ideal tem a reflexão igual a 100% e sua absorvidade é nula. Num corpo negro ideal a absorvidade é igual a 100% e a reflexividade é nula.

1.3 Física Moderna

Os estudos realizados por Gustav Kirchhoff (1862) e a continuação desses estudos por outros físicos ajudaram a estabelecer as bases de um dos conteúdos da Física Moderna: a “Mecânica Quântica”.

Os materiais que apresentam boa condutividade térmica também têm boa condutividade elétrica e todos os corpos aquecidos emitem radiações térmicas. Alicerçados nos estudos de Jozef Stefan, em 1879, publicou-se um artigo científico, com base em experiências, que afirmava que a potência da radiação emitida por um corpo era diretamente proporcional à quarta potência da temperatura do corpo e a área da superfície de emissão. Cinco anos depois Ludwig Eduard Boltzmann (1884), publicou a lei do poder emissor de um corpo negro, que foi equacionada e expressa pela equação (TIPLER, 2001, p. 718):

$$P = \sigma \times A \times (T^4 - T_0^4) \quad (7)$$

Onde:

P = potência irradiada por unidade de área.

σ = constante de Stefan ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

A = área em m^2

T_0 = temperatura ambiente em Kelvin

T = temperatura do corpo em Kelvin.

Com base nesses estudos pode-se calcular a capacidade de absorver e emitir calor por radiação, que depende da forma e do material de que o corpo é constituído, bem como de sua temperatura.

O poder emissor de um objeto real pode ser calculado pela Lei de Stefan-Boltzmann:

$$P_{\text{corpo real}} = \sigma \times \varepsilon \times A \times (T^4 - T_0^4) \quad (8)$$

Onde:

ε = emissividade do objeto ($0 < \varepsilon < 1$).

A variável relevante aqui é o ϵ : para determiná-la deve-se encontrar o poder emissor P do objeto real, que é a potência irradiada por unidade de área. Esse termo foi utilizado teoricamente por Gustav Kirchhoff, em 1860, “um corpo negro ideal absorve toda a energia radiante que nele incide”. Um corpo negro 100% perfeito ainda não foi desenvolvido pela ciência. Uma equipe de pesquisadores da Arábia Saudita desenvolveu um material constituído de nano-partículas, que absorve entre 98 a 99% da luz incidente no espectro visível e infravermelho (MACEDO, 2015, p. 01). Outro material que se aproxima do corpo negro ideal é o veludo negro e a melhor aproximação prática de um corpo negro ideal corresponde a uma cavidade com pequeno orifício na sua parede, Figura 8.

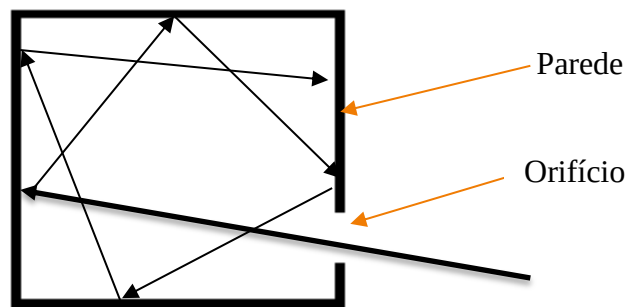


Figura 8: Cavidade com pequeno orifício na sua parede. Fonte : A autora.

A radiação que entra na cavidade tem pouca chance de sair antes de ser totalmente absorvida (TIPLER, 2001, p.718).

Quando uma radiação incide em um corpo opaco, parte é absorvida e parte é refletida; se o corpo for de cor clara, reflete a maior parte da radiação visível incidente. Os objetos que não são corpos negros irradiam energia por unidade de área com uma rapidez menor do que um corpo negro, na mesma temperatura.

O valor exato de irradiação emitida depende de outros fatores além da temperatura, como a cor e a composição da superfície. Esses fatores começaram a ser estudados e explicados por John Leslie (1801) em suas experiências com um cubo.

1.4 Cubo de Leslie

Com base nas experiências que já haviam sido realizadas por Wedgwood (1792) e por Rene – Just Haüy (1743-1785) e que apontavam erros

e acertos em suas pesquisas, Sir John Leslie (1801) afastou-se para um lugar tranquilo, onde pudesse realizar experiências. O objetivo principal das suas pesquisas era o de verificar as propriedades e a natureza do que é denominado calor radiante. Calor e frio foram registrados com a mesma medida de ação, portanto, as circunstâncias investigadas seriam capazes de alterar a energia de emissão.

Os aparelhos solicitados para as experiências foram construídos conforme especificações minuciosas de Leslie, a saber (LESLIE,1804):

- Refletor de estanho de forma parabólica, cuja distância focal era de 6 polegadas, brilhante, suave e com superfície regular, altamente terminado, mas apresentando aberrações consideráveis no foco refletor, por causa do tamanho. Exposto à luz do sol mostrou um desvio de aproximadamente meia polegada, portanto, os erros não seriam maiores do que um quarto de polegada.
- Cúbico, feito de blocos de estanho, martelados, com superfície lisa e brilhante, superfície fosca (lixadas), ocas e de diferentes larguras: três, quatro, seis e dez polegadas. Os cubos com 3 e 6 polegadas apresentavam a tampa soldada e nos cubos com 4 e 10 polegadas, Figura 8, a tampa não foi soldada para ser removida e adaptar-se facilmente.



Figura 8: Cudo de Leslie. Fonte: <http://www.museocabrerapinto.es/blascabrera/museo-virtual/energia-y-calorimetria/cubo-de-leslie>> acesso 10/06/2016

- Superfícies de placas quadradas e cilindros com 6 polegadas de diâmetro e 8 polegadas de altura, de estanho normal, com superfície razoavelmente brilhante, com parte pintada de negro fumo.
- O termômetro diferencial, Figura 9, utilizado é constituído de duas esferas de vidro com 4-*ioths*⁴ de uma polegada de diâmetro, cheios de ar, ligados por um tubo curvo contendo um líquido concentrado de H_2SO_4 , para produzir vapores e base de sustentação de madeira.

O termômetro passa por um pequeno tubo na tampa e dentro do cubo colocou: água fervendo, gelo ou neve com sal, dependendo da experiência realizada. Segundo Leslie (1804, p. 07),

Não foi sem razão que eu escolhi a forma cúbica. Pois, quando qualquer lado foi colocado em direção do refletor, cada porção da superfície, evidentemente, apresentou a mesma inclinação; era fácil de igual modo para determinar o quão longe diferentes aberrações de posição pode afetar os resultados; e havendo quatro lados perfeitamente semelhantes e iguais, mas cujas superfícies poderiam

⁴ 4-*ioths* de uma polegada- é uma notação que refere-se a uma fração da polegada, encontrada nos livros publicados no final do sec. XVIII e início do sec. XIX

ser diversamente alterados, e oferecidos, sem problemas, os meios de multiplicar as investigações no mesmo processo.

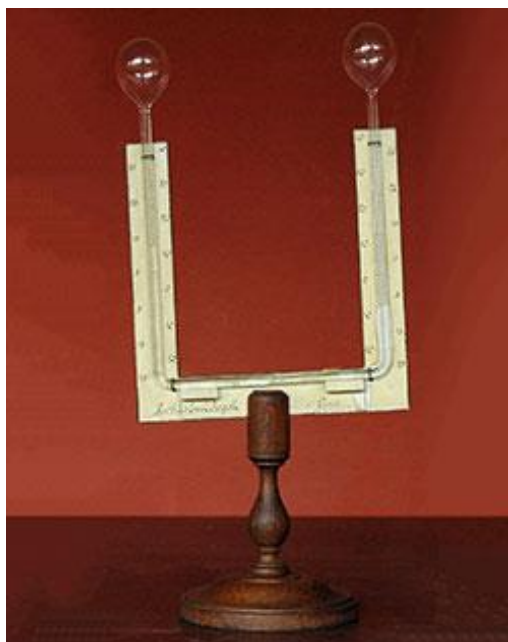


Figura 9: Termômetro diferencial de Leslie: Fonte:<
<http://www.museocabrerapinto.es/blascabrera/museo-virtual/energia-y-calorimetria/termometro-diferencial-de-leslie>> acesso 10/06/2016

Na primeira experiência foram utilizadas: face negro de fumo, faces com papel para escrever e uma face com vidro em pó (fixada com piche, cimento duro ou cola de peixe), virando o lado negro para o receptor; acrescentando-se água fervente no cubo, o líquido no termômetro diferencial, conforme Figura 9, subiu até 100° , o lado com papel para escrever marcou 98° e o lado com coroa de vidro marcou 90° (LESLIE, 1804, p. 18).

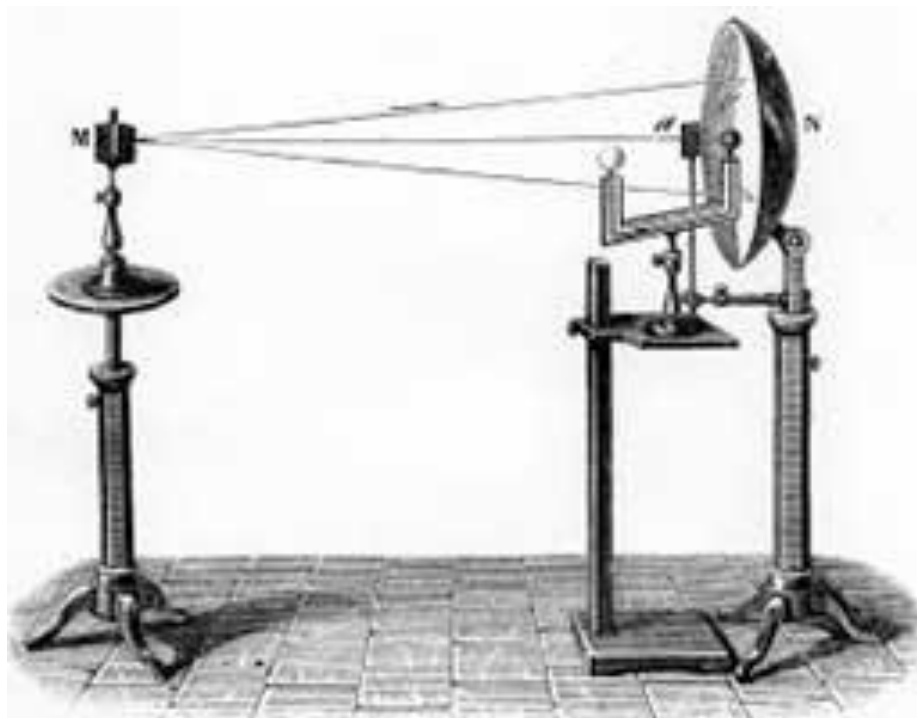


Figura 10: Experiência de Leslie. Fonte: <http://www.museocabrerapinto.es/blascabrera/museo-virtual/energia-y-calorimetria/cubo-de-leslie> acesso 10/06/2016

Em cada experiência uma face era limpa e brilhante, o lado oposto coberto com uma camada de negro de fumo, nos outros dois lados eram utilizados diversos tipos de substâncias: folha de estanho, papéis coloridos, pigmentos diferentes, vidro, ouro, cobre, prata, ou a superfície era alterada mecânica ou quimicamente (eletrólise, cola de peixe, cimento). Na medida que as experiências foram sendo realizadas, Leslie (1804) concluiu que a teoria do Calor Radiante defendida por filósofos químicos era limitada, vaga e imperfeita.

Em uma das experiências realizadas e ao aproximar a mão perto da face negra, Leslie (1804) sentiu o calor com mais intensidade que nas outras faces; isso, levantou novos questionamentos e exigiu alterações e mais experiências. Algumas questões começaram a ser destacadas e anotadas para investigações futuras, levando em consideração que os raciocínios sobre as operações de calor devem ser iguais para o frio. Ao direcionar o refletor para as faces do cubo e colocando o termômetro diferencial no ponto focal, o autor explica e se chega à conclusão de que:

- Os metais polidos eram menos radiantes do que os cobertos por fuligem (produto da oxidação da queima do óleo), percebe-se que o poder de absorver ou emitir calor é de alguma forma conjugada.
- Todos os objetos emitem luz, mas também que o poder emissivo dos corpos são diferentes, mesmo que estejam à mesma temperatura.
- Nas radiações, “a força” dos raios de cada ponto único, em distâncias iguais, emitem em qualquer direção uma radiação uniforme, independentemente da posição relativa ou inclinação radiante.

Ainda pode-se escrever que Leslie (1804) identificou os diferentes meios para a propagação de calor por convecção, condução e radiação, uma distinção essencial da ciência do calor radiante.

Por isso as propriedades de transmissão de pulsações de frio e calor podem ser consideradas a partir de cinco pontos de vista principais, segundo Leslie (1804, p. 76):

1. A natureza da substância que compõe o objeto;
2. A sua condição com respeito ao polimento ou brilho;
3. A espessura do objeto;
4. A disposição de dureza ou maciez;
5. A cor.

Em suas experiências, Leslie (1804) considera os valores encontrados como aberrações e que, a partir de suas anotações, alguém fosse curioso o suficiente para continuar seus estudos, utilizando instrumentos diferentes para poder chegar a uma conclusão mais exata sobre radiação.

Depois de Leslie, muitos outros físicos publicaram experiências sobre absorção e radiação de um corpo: William Simrs (1830), Reverendo Bandeu Powell (1833), G. Passaro (1848), Balfour Stewart (1858), Silliman (1861), Gustav Robert Kirchhoff (1862), Paul-Quentim Desains (1865). Ganham destaque os cientistas: Joseph Fourier (1827), Marcedonio Malloni (1831) e John Tyndall (1875).

Em 1827, Fourier publicou suas experiências com um cubo e uma esfera sólidos, concluindo que:

Se houver dois corpos sólidos de semelhante forma, convexa, de tal forma que elementos correspondentes têm a mesma densidade, capacidade específica de calor e a condutividade, e a mesma distribuição inicial de temperatura, a condição dos dois corpos será

sempre a mesma depois de tempos, que são como os quadrados das dimensões, em que, primeiro corresponde aos elementos das superfícies que são mantidas a temperaturas constantes, ou segundo, quando as temperaturas do meio exterior em pontos correspondentes da superfície permanecem constantes (FOURIER, 1827, p.332).

John Tyndall (1875) referiu-se à experiência de Sir John Leslie como as mais belas pesquisas sobre calor radiante. Tyndall refez as experiências e chegou aos seguintes resultados:

A superfície de ouro quente, você vê, produz praticamente qualquer desvio; a prata quente está igualmente em vigor; o mesmo é o caso com o cobre; mas, quando essa superfície envernizada está voltado para a pilha, o jorro de calor se torna de repente tão grande que a agulha se move para cima as suas paragens. Daí se infere que, através de alguma causa física ou outros, as moléculas do verniz, quando agitados pela a água quente dentro do cubo comunica-se com mais movimento ao éter do que os átomos dos metais; Em outras palavras, o verniz é um radiador melhor do que os metais são. Um resultado semelhante é obtido quando este bule de prata é comparado com este utensilio de barro; sendo ambos enchido com água a ferver, a prata produz pouco efeito, enquanto que a radiação a partir da louça de barro é tão abundantes como para conduzir a agulha para cima a 90. Assim, também, se esta panela de estanho ser comparado com este recipiente de vidro, quando ambos são preenchidos com água quente, a radiação do vidro prova ser muito mais potente do que a do estanho (TYNDAL, 1875, p.254).

Tyndall relata, ainda em suas experiências, que a cor não interferia na radiação, porém a cola de peixe ou o verniz alteram a temperatura:

O cubo repousa sobre uma mesa giratória, e, rodando pouco o suporte, o rosto branco é apresentado para a pilha; a agulha permanece estacionária, provando a radiação a partir da superfície branca para ser tão abundante como que a partir do preto. Quando a superfície vermelha está voltada para a pilha não há nenhuma mudança na posição da agulha (TYNDAL, 1875, p. 254).

O autor também se refere as conclusões obtidas por Marcedonio Malloni (1831), sobre o calor obscuro: “Estas experiências mostram que a radiação a partir da roupa que cobrem o corpo humano é independente da sua cor; como da pele de um animal será igualmente incompetente para influenciar a radiação” (TYNDAL, 1873, p.50).

Melloni fez experiências com o cubo de Leslie, Figura 11, colocam pedaços de tecido de diferentes cores nas faces; foi o primeiro a utilizar a *thermomultipler* (termopilha) ligada a um galvanômetro Nobili e demonstrou que

a radiação infravermelha, enquanto não for visível, teria as mesmas características da luz visível (RONZETTI, 1976).



Figura 11: experiência de Macedônio Melloni.
Fonte: Heat as Mode of Motion (TYNDAL, 1875, pag. 259)

Os cubos utilizados nos laboratórios de física moderna, hoje, são construídos tendo uma face preta, branca, fosca e espelhada, como mostrado na Figura 12 a. Possuem sistema eletrônico para controle de temperatura, lâmpada incandescente, sensor de temperatura, multímetro digital e um sensor de radiação (radiação infravermelha). O sensor de radiação, Figura 12 b, possui dois pinos afastadores, que auxiliam nas medições. Como área e temperatura são constantes, é possível calcular a emissividade de cada lado, utilizando um sensor de radiação térmica. Como o sensor é sensível, a verificação do valor de radiação deve ser rápida e de uma face por vez. São utilizados na introdução dos conteúdos de radiação térmica, Lei de Stefan-Boltzmann (para baixas temperaturas) e na Lei do Inverso do Quadrado.



(a)



(b)

Figura 12 a: Cubo de Leslie propriedade do laboratório de Física Moderna UEPG. Fonte Arquivo pessoal. 12 b: Sensor de radiação TD-8553. Disponível em <https://www.pasco.com/prodCatalog/TD/TD-8553_radiation-sensor/> acesso em 05/07/2016

1.5 LÂMPADA INCANDESCENTE

A lâmpada incandescente inventada em 1879 por Thomas Edison, utilizava um vidro e um filamento de carbono a vácuo (VILUX, 2015). Este modelo de lâmpada não possuía durabilidade longa e foi substituído por outro com filamento metálico (tungstênio).

O filamento é aquecido em altas temperaturas que pode chegar a 3000°C . Esse processo aquece o ambiente, porque irradia calor ao ambiente iluminado. Para evitar que a lâmpada entre em combustão, todo ar é retirado do vidro e adicionam-se gases inertes no local; os átomos emitem energia em todos os comprimentos da onda, sendo que parte da radiação emitida está situada no espectro visível.

A lâmpada incandescente utilizada por muitos anos representava um problema, pois apenas 5 a 10% da energia total consumida era transformada em luz, o que se tornou inviável porque aproximadamente 90% da energia consumida é transformada em calor, parte dessa porcentagem é luz infravermelha e a lâmpada tem pouco tempo de duração. Então, surgiu a necessidade de produzir uma lâmpada que além de economizar energia

garantissem uma iluminação de qualidade. Os pesquisadores então desenvolveram a lâmpada fluorescente e a lâmpada de led:

- Lâmpada fluorescente: inventada por Nikola Tesla, em 1938, que funcionava por meio da estimulação elétrica de gases, como o Argon e o vapor de mercúrio, que transforma os raios ultravioletas em luz branca. Uma lâmpada de 11 W equivalia a 50 W de uma lâmpada comum.
- Lâmpada de LED: Light Emitting Diode, inventada por Nich Holonyak Jr., em 1962, é um diodo que quando energizado emite luz, evitando o desperdício de energia elétrica de 75% a 95%, porque não produz calor.

Capítulo 2 - Implementação do Projeto

2.1 Colégio

O produto desenvolvido nessa dissertação foi aplicado em turmas de Ensino Médio em Blocos, do Colégio Estadual Prof. Pedro Carli-EFM, Figura 13, situado na Rua: Turíbio Gomes, nº 801, CEP:85025250, Fone: (042-36274721), www.grppedro.seed.pr.gov.br, Vila Bela - Guarapuava – PR, que implantou essa modalidade de ensino no ano de 2011, não havendo alteração da modalidade, até o presente ano letivo.



Figura 13: Colégio Estadual Professor Pedro Carli- Fonte: A autora.

O bloco é dividido em duas partes: B1- Humanas, contemplando seis disciplinas português, história, Inglês, biologia, educação física e filosofia e B2- Exatas, com as disciplinas de matemática, física, química, arte, geografia e sociologia.

Os blocos são independentes e os alunos são divididos entre as turmas igualmente, como as disciplinas são semestrais o aluno pode ingressar no meio do ano, desde que haja vaga. Essa modalidade de ensino foi implantada na tentativa de diminuir a reprovação e o abandono escolar, principalmente no

período noturno, em que os alunos trabalham, não tem tempo para estudar e chegam cansados no Colégio.

O colégio não adota o regime de progressão parcial, portanto o aluno é obrigado a refazer o bloco, caso não atinja os critérios para aprovação nas disciplinas.

A disciplina de Física tem quatro aulas semanais, que podem ser geminadas, ou não. Por ter mais contato com a disciplinas esse sistema acelera o aprendizado do educando, porém existe uma desvantagem, ele vai ficar no mínimo seis meses sem contato teórico com as disciplinas do bloco que não está cursando. Esse tempo pode ser longo para alunos que apresentam dificuldades com o cálculo e organização do aprendizado.

Demonstrativo da Matriz Curricular do Ensino Médio, Figura 14, conforme o Projeto Político Pedagógico (PPP) do Colégio Estadual Professor Pedro Carli – EFM, 2014, vigente até o ano de 2016, podendo ser alterado nos próximos anos, conforme orientação da Secretaria de Estado da Educação-SEED.

Matriz Curricular - Ano Letivo 2014 Fonte: SAE
Data: 09/04/2014 16:19

Estabelecimento: **PEDRO CARLI, C E PROF-EF M**
Curso: **ENSINO MEDIO** Turno: **Noite**
Ano de Implantação: **2011 – SIMULTANEA**

Disciplina	Composição Curricular	Série : Carga Horária Semanal								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1001 - BIOLOGIA	BNC	4		4		4				
0601 - EDUCACAO FISICA	BNC	4		4		4				
2201 - FILOSOFIA	BNC	3		3		3				
0501 - HISTORIA	BNC	4		4		4				
0106 - LINGUA PORTUGUESA	BNC	6		6		6				
0704 - ARTE	BNC		4		4		4			
0901 - FISICA	BNC		4		4		4			
0401 - GEOGRAFIA	BNC		4		4		4			
0201 - MATEMATICA	BNC		6		6		6			
2301 - SOCIOLOGIA	BNC		3		3		3			
0801 - QUIMICA	BNC		4		4		4			
1107 - L E M-INGLES	PD	4		4		4				
1108 - L E M-ESPANHOL *	PD	4		4		4				
Carga Horária Total		29	25	29	25	29	25			

Matriz Curricular de acordo com a LDB N.9394/96.
* Opcional para o aluno e computada na carga horária da matriz curricular.
BNC=BASE NACIONAL COMUM
PD=PARTE DIVERSIFICADA

Figura 14: Matriz Curricular: PPP Colégio Pedro Carli-EFM⁵

⁵ Tabela III- matriz curricular do PPP do Colégio Est. Prof. Pedro Carli-EFM, Colégio de implementação do produto.

O Colégio Estadual Professor Pedro Carli-EFM, tem vinte cinco turmas de ensino fundamental no período da manhã e no período noturno seis turmas de ensino médio. Divide espaço com a Escola Municipal Capitão Wagner que ocupa duas salas, Figura 15, no período da manhã e no período da tarde todas as dependências do prédio. O colégio possui laboratório, mostrado na Figura 16, com poucos equipamentos.



Figura 15: Sala de aula do Colégio Est. Prof. Pedro Carli- EFM- Fonte: A autora.



Figura 16: Laboratório do Col. Est. Prof. Pedro Carli-EFM- Fonte: A autora.

O Colégio fica em um bairro de classe média e por causa dos riscos encontrados nos arredores do Colégio, no período noturno, muitos pais optam pela transferência de seus filhos para Colégios centrais, a fim de que eles cursem o Ensino Médio no período matutino.

2.2 Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná e Base Nacional Comum Curricular

Conforme as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (DCE) a Termodinâmica faz parte dos Conteúdos Estruturantes na disciplina de Física. Os conteúdos estruturantes são conhecimentos e teorias que compõem um campo de estudos, eles fundamentam a abordagem pedagógica de todos os conteúdos escolares.

As DCE são as norteadoras do ensino de Física no Estado do Paraná desde 2008 e o conteúdo da Termodinâmica, é aplicado nas escolas estaduais no 2º ano do Ensino Médio (DCE, 2008), Figura 17.

CONTEÚDO ESTRUTURANTE - TERMODINÂMICA		
CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AValiação
Leis da Termodinâmica: Lei zero da Termodinâmica 1ª Lei da Termodinâmica 2ª Lei da Termodinâmica	A abordagem teórico-metodológica para estes conteúdos básicos deve considerar: - o contexto histórico-social, discutindo a construção científica como um produto da cultura humana, sujeita ao contexto de cada época; - a Epistemologia, a História e a Filosofia da Ciência – uma forma de trabalhar é a utilização de textos originais traduzidos para o português ou não, pois se entende que eles contribuem para aproximar estudantes e professores da produção científica, a compreensão dos conceitos formulados pelos cientistas e os obstáculos epistemológicos encontrados; - o reconhecimento da Física como um campo teórico, ou seja, considera-se prioritário os conceitos e ideias fundamentais que dão sustentação ao corpo teórico da termodinâmica, pois se entende que para ensinar uma teoria científica é necessário o domínio e a utilização de linguagem própria da ciência, indispensável e inseparável do pensar ciência. Portanto, é fundamental o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; - as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento; - o cotidiano, as concepções dos estudantes e a história da evolução dos conceitos e ideias em Física como possíveis pontos de partida para problematizações; - utilização de experimentação para formulação e discussão de conceitos e ideias; - textos de divulgação científica, literários, etc.	Tem-se como expectativa que o estudante compreenda o quadro teórico da termodinâmica, composto por ideias expressas nas suas leis e em seus conceitos fundamentais: temperatura, calor e entropia. Assim, ao se avaliar o estudante, espera-se que ele: - compreenda a Teoria Cinética dos Gases como um modelo construído e válido para o contexto dos sistemas gasosos com comportamento definido como ideal e fundamental para o desenvolvimento das ideias na termodinâmica; - formule o conceito de pressão de um fluido, seja ele um líquido ou um gás, e extrapole o conceito a outras aplicações físicas; - entenda o conceito de temperatura como um modelo baseado nas propriedades de um material, não uma medida, de fato, do grau de agitação molecular em um sistema; - diferencie e conceitue calor e temperatura, entendendo o calor como uma das formas de energia, o que é fundamental para a compreensão do quadro teórico da termodinâmica; - compreenda a primeira lei como a manifestação do Princípio da Conservação de Energia, bem como a sua importância para a Revolução Industrial a partir do entendimento do calor como forma de energia; - associe a primeira lei à ideia de produzir trabalho a partir de um fluxo de calor; - compreenda os conceitos de capacidade calorífica e calor específico como propriedade de um material identificável no processo de transferência de calor. Da mesma forma, o conceito de calor latente; - identifique dois processos físicos: a) os reversíveis e b) os irreversíveis, que vêm acompanhados de uma degradação de energia enunciada pela segunda lei. Esse princípio físico deve ser compreendido como tão universal quanto o de conservação de energia e sugere um estudo da entropia; - compreenda a entropia, uma grandeza que pode variar em processos espontâneos e artificiais, como uma medida de desordem e probabilidade;

Figura 17: Conteúdo estruturante. Fonte: DCEs Paraná- Paraná- 2008.

O Ministério da Educação - MEC está reorganizando uma nova Base Nacional Comum Curricular e com base nos estudos analisados pode-se encontrar o conteúdo da Termodinâmica nos seguintes tópicos do 1º ano (BNCC-2016):

UC2F - ENERGIA EM SISTEMAS E PROCESSOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS.

CNFI1MOA012

Reconhecer os diferentes processos de mudança de temperatura presentes em sistemas naturais, utensílios domésticos e processos tecnológicos (condução, convecção e irradiação), descrevendo-os a partir dos modelos explicativos associados a cada um deles.

Ex: Aquecimento do alimento sobre a chama de fogão a gás; funcionamento de aparelhos de ar condicionado; funcionamento de fornos de micro-ondas; aquecimento da Terra pelo Sol; efeito estufa; fenômenos naturais atmosféricos como nevoeiros, geadas, frentes frias, inversões térmicas, El Niño.

CNFI1MOA013

Utilizar corretamente as propriedades térmicas das substâncias (como condutividade, calor específico, calor latente de mudança de estado físico, coeficiente de dilatação, calor de combustão) na análise de problemas que envolvem fenômenos térmicos, e explicar tais propriedades por meio do modelo cinético-molecular da matéria.

Ex: Função do cobertor em dias de baixa temperatura; a sensação de “frio” em pisos cerâmicos; ciclo da água; ciclo do ar; avaliação de comparativo do custo do etanol e da gasolina; condutividade como a interação das moléculas, em que quanto maior a interação, mais eficiente é a troca de calor; calor de combustão como a energia de ligação ou energia potencial de interação entre átomos das moléculas, em que quanto maior a energia potencial maior será a energia cinética que resulta em temperatura maior; dilatação como o aumento da distância média entre as moléculas com o aumento da temperatura.

CNFI1MOA015

Reconhecer os instrumentos e os processos de medição de temperatura ao longo da história da tecnologia, compreendendo a importância das medidas de temperaturas e reconhecendo os impactos sociais de sua evolução.

Ex: Evolução dos termômetros desde o termoscópio de Galileu até os termômetros digitais atuais, identificando semelhanças e diferenças entre eles e o avanço do alcance das amplitudes de medidas; diferentes processos de medição de temperatura, como na indústria (alto-fornos, metalurgia) e na astronomia (temperaturas do Sol e de estrelas).

Processos e práticas de investigação

CNFI1MOA019

Medir, estimar e calcular valores de grandezas associadas a fenômenos térmicos, em ambientes naturais ou tecnológicos, a partir de fontes confiáveis e escolhas de instrumentos e procedimentos adequados.

Ex: Infográfico de temperaturas, da mais baixa para a mais alta, considerando temperatura mais baixa em ambientes naturais, como o pico do Himalaia, e ambientes tecnológicos, como interior de um freezer, temperatura ambiente do dia a dia, temperatura do interior da

Terra, da superfície do Sol, no interior de um forno elétrico, em um alto forno siderúrgico; comparação da eficiência das fontes de calor a partir do calor de combustão dos principais combustíveis; análise da diferença de custos entre o uso do álcool ou da gasolina, ou da gasolina e do diesel; consumo e gasto energético de uma pessoa, a partir de tabelas de energia de alimentos e de energia necessária para realização das principais atividades do cotidiano.

Linguagens das Ciências

CNFI1MOA021

Representar ou obter informações de gráficos de grandezas térmicas e suas variações em função de uma variável, assim como de tabelas que relacionam grandezas que caracterizam estados térmicos ou propriedades térmicas de substâncias.

O Ensino Médio está em um processo de mudanças, onde as tecnologias podem exercer papel fundamental no Ensino de Física. Porém, à frente dessas mudanças estão os professores, estes devem buscar meios de tornar o ensino de Física cada dia mais desafiador e interessante para os educandos.

2.3 Tecnologia

Tecnologia é uma palavra de origem grega *tekhnē* (técnica, arte, ofício) e *logia* (estudo). As novas tecnologias estão chegando e sendo dominadas pelos jovens; além da facilidade de acesso, existe o desafio de aprender a mexer com o novo, o que ativa e desafia a capacidade do educando em promover mudança.

A técnica necessária para produzir o conhecimento e a mudança deve estar aliada a modificações de todos os envolvidos na educação, porque segundo Feynman (2004, p.38) “*mesmo um efeito minúsculo às vezes requer mudanças profundas em nossas idéias*”. Por isso não basta apenas encher as escolas de computadores, televisão, tela interativa, se os professores não estiverem aptos para utilizá-los. Segundo Pereira: “Das pessoas que se envolvem com as tecnologias avançadas, em termos gerais, são encontradas as que se encantam com cada novidade, as que as ignoram, e as que as adquirem pelo status que podem proporcionar.” (PEREIRA, 2013, pg.83)

Ignorar esse processo de mudança é mais fácil, porém não é a solução para a sala de aula, porque:

Uma nova geração de alunos, imersos em tecnologias que envolvem a utilização de mensagens de texto, mídias sociais e games vem surgindo a cada dia, trazendo um foco diferente, uma mentalidade e um estilo de aprendizagem distinto em relação às gerações que os precederam. Estes alunos sentem-se igualmente confortáveis aprendendo em ambientes virtuais ou reais, pois não conseguem ver a diferença que separa um mundo do outro. (GREIS, 2010, p. 83)

Hoje, pode-se optar pela utilização de diferentes tecnologias em sala de aula, bastando apenas transformá-las em objeto de aprendizagem, não por *status* ou por se encantar com a novidade, mas pela necessidade de aprender e utilizá-la a favor da educação científica.

Observando a evolução da educação através do tempo, constata-se que se pode incorporar as novas ideias e as novas tecnologias que surgem a cada época.

Provavelmente, para os egípcios, na troca do papiro pelo papel, muitos estudiosos não aceitaram esse “modernismo”; hoje, verifica-se que o papel, que talvez tenha sido criticado na época, tornou-se por muitos anos o principal meio de registros bibliográficos. Com o desenvolvimento das ciências, surgem novas tecnologias e como consequência o acesso popular é maior, o que força a incorporação do ensino nesse novo campo.

Sabe-se da necessidade desse conhecimento técnico e sobretudo da capacidade que se tem de criar, produzir, pesquisar e como transformar as novas tecnologias a favor da educação, sendo fundamental que instrumentos tecnológicos possam ser utilizados a serviço da aprendizagem. Portanto, o educador deve ter conhecimento básico e utilizá-lo em suas aulas, buscando atingir seus objetivos quanto à formação do seu educando e conforme a elaboração do seu Plano de Trabalho Docente – PTD.

2.4 Teoria de Aprendizagem

As teorias de aprendizagem são processos que possibilitam ao professor conhecer os elementos centrais, para que o desenvolvimento escolar do estudante ocorra com sucesso. Buscam reconhecer as práticas pedagógicas envolvidas na arte de ensinar e aprender, porque os estudantes aprendem de formas e em tempos diferentes. Os processos que envolvem a aprendizagem devem ocorrer, transformando e vencendo os obstáculos do estudante.

2.4.1 Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud (1983), foi desenvolvida e testada na aprendizagem matemática. Os ramos da Física são muito semelhantes, principalmente na forma de aprender as teorias e o conteúdo que não podem ser ensinados rapidamente, como conceitos isolados, sendo necessária uma organização no aprendizado.

A filosofia dos Campos Conceituais afirma que *“o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um largo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem”* (MOREIRA, 2002, p.1). Essa teoria tem frutíferas implicações didáticas, pois mostra ao professor a necessidade de diferentes perspectivas de aprendizagem, levando em consideração a evolução do aluno: alguns mais lentos outros mais rápidos, porém, cheios de idas e vindas ao tortuoso caminho do aprender.

A Teoria dos Campos Conceituais mostra uma nova perspectiva nas abordagens para o ensino de Física, principalmente na Física moderna e contemporânea, porque não é possível ao aluno organizar esse campo no tempo de que dispõe no Ensino Médio.

O conceito de Radiação tem aspectos especiais, devido aos aspectos sociais e culturais que podem ajudar a organizar esses esquemas, uma vez que envolvem diferentes situações em que eles são mostrados pela mídia: raios X, usina termonuclear, pois é por meio de situações e soluções de problemas que um conceito adquire sentido e assim é aprendido.

Os alunos têm necessidade de contato com os conteúdos. Primando pelo aprendizado, o professor deve elaborar graus de dificuldades maiores, levando em consideração um triplete de conjuntos. *O primeiro conjunto – de situações – é o referente ao conceito, o segundo – de invariantes operatórios – é o significado do conceito, enquanto o terceiro – de representações simbólicas – é o significante* (MOREIRA, 2002, p.1).

Essa busca pelo conhecimento se constrói ao longo dos anos. Portanto, se o estudante não tem contato com uma área do conhecimento tende a esquecê-la. Se o aluno não entende porque errou, não poderá

desenvolver esse conhecimento. Entendendo porque errou e porque aprender, o aluno pode encontrar sentido não apenas nas aulas de Física, mas em todas as ciências envolvidas no ambiente escolar.

Por isso, tem-se que priorizar as propriedades a serem estudadas, dando ênfase ao conceito, ao significado que o conteúdo das Ciências faz na vida pessoal e social do educando. Observando como o educando aprende pode-se realmente ensiná-lo, auxiliando-o em uma mudança de visão sobre o mundo que está à sua volta e em uma mudança de atitude a frente de obstáculos que, com certeza, vão encontrar na vida.

2.4.2 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi desenvolvida por Ausubel (1963), e tem como premissa o conhecimento prévio, o *subsunçor*: Segundo Raquel (1999, p. 1): “O *subsunçor* é uma estrutura específica ao qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz “. Ao armazenar e organizar as novas informações na estrutura cognitiva, o conhecimento elabora e constrói novos significados. Porque para Ausubel:

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que este poderia aplicar independentemente para este fim sem um organizador, não possuem, geralmente, relevância e inclusão *particularizadas* para o novo material e dificilmente estariam disponíveis antes do contato inicial com este. (AUSEBEL, 2003, cap. 6, p. 152)

O conhecimento prévio pode estar relacionado a vida social do estudante, uma crença, um subsunçor que ao ser acionado poderá se tornar um obstáculo epistemológico, porque o novo conhecimento poderá encontrar barreiras na estrutura cognitiva do estudante. O subsunçor funciona como um ancoradouro interagindo, auxiliando e introduzindo conhecimentos.

Aprendizagem por recepção significativa é, por inerência, um processo ativo, pois exige, no mínimo:

- (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo;
- (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e

resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados;
 (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular (AUSUBEL, 1999, p.6).

O ser humano adquire o conhecimento por aprendizagem mecânica e essa aprendizagem poderá ser substituída por uma aprendizagem significativa, porque os subsunçores são capazes de se modificarem e obterem novas informações. Segundo Cunha (2016, p.1) “A aprendizagem significativa ocorre em consonância com duas premissas básicas: o material a ser aprendido deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e literal”. Para que a aprendizagem significativa ocorra, o professor deve ter conhecimento prévio dos estudantes e de seus conhecimentos para organizar as metas a fim de atingir os subsunçores com significados claros e estáveis, os conteúdos devem estar organizados em sequência e o material deve ser significativo.

O aprender significativo é uma verdadeira obra de arte que o professor pode desenvolver, promovendo oportunidades aos estudantes, incentivando-os, dialogando e orientando-os em suas pesquisas para a aquisição de novos significados. Este processo pode ocorrer de forma colaborativa, se o estudante não agir apenas de forma passiva, reproduzindo, memorizando, ele deve se tornar um agente aprendiz, transformador e ativo no processo ensino-aprendizagem, ou seja, o estudante deve querer aprender.

2.4.3 Mapas Conceituais

Os Mapas Conceituais são ferramentas gráficas que possibilitam a organização e representação do conhecimento. Desenvolvido por Joseph Novak (1972), é uma técnica de ensino e aprendizagem, porque busca acompanhar e entender a estrutura hierárquica de uma área específica do conhecimento.

Para ilustrar um Mapa Conceitual a pessoa que vai organiza-lo deve: buscar informações, pensar, analisar, compreender os conceitos e relacioná-los significativamente, portanto:

- ✓ Primeiramente, identifique o conceito principal do problema, questão ou assunto que deseja mapear. Guiado por esse conceito principal, identifique 10 a 20 conceitos que são pertinentes à questão e os liste. Algumas pessoas preferem escrever cada conceito num

cartão ou pedaço de papel (ou "*Post-it Notes*") para facilitar a sua reorganização. Os conceitos devem ser de preferência apenas uma palavra, no máximo duas ou três.

✓ Organize os conceitos seguindo uma hierarquia, do mais geral para o mais específico, em cima de uma folha grande de papel (A4 ou de preferência A3), desenvolvendo-os de acordo com uma lógica semântica a partir do conceito principal. Às vezes, só após algumas tentativas é possível identificar os conceitos mais inclusivos intermediários e subseqüentes. Outras vezes, chega-se à conclusão de que o conceito principal deve ser redefinido para que a hierarquia semântica tenha um fluxo mais lógico e apropriado.

✓ Quando estiver satisfeito com a hierarquização dos conceitos, comece a uni-los de dois em dois por meio de uma linha a partir do conceito principal. Nessa linha deve-se escrever uma palavra de ligação (como um verbo conjugado/locução verbal, palavra/frase de ligação ou preposição) que estabeleça a relação significativa entre eles. As unidades de significado formadas por **CONCEITO + PALAVRA DE LIGAÇÃO + CONCEITO** são chamadas de proposições (MARRIOTT, 2016, p.17)

Fazer esta relação entre os conceitos realmente é difícil, mas nesse exercício o estudante poderá compreender como os conceitos estão organizados hierarquicamente, transformando a informação em conhecimento. Alguns procedimentos que o professor deve considerar para elaborar de um mapa conceitual:

✓ Trabalhe na estrutura e hierarquia do mapa, se necessário incluindo, excluindo ou re-nomeando alguns conceitos. Esse exercício pode requerer várias tentativas e o produto final poderá sempre ser melhorado à medida que surgem novas idéias e novos conhecimentos são adquiridos. Contudo, ele reflete o pensamento e conhecimento do aluno na data em que foi criado.

✓ Não se preocupe com a simetria. Entretanto, procure ramificar os galhos sempre que possível, evitando que o galho tenha mais de três níveis hierárquicos sem ramificações.

✓ O fluxo normal para a leitura de um mapa é do centro para as extremidades e de cima para baixo. Quando a leitura for diferente (de baixo para cima) ou no caso de ligações cruzadas, faça uso de setas para indicar o fluxo correto (de baixo para cima ou da direita para a esquerda ou vice-versa – ou ambos).

✓ Quando considerar o trabalho pronto, faça a leitura do mapa observando se as ligações entre os conceitos fazem sentido e se as proposições são verdadeiras, tomando cuidado em terminar a leitura de um galho e suas ramificações antes de passar para o galho seguinte. Se possível, procure estabelecer ligações cruzadas, isto é, ligar conceitos entre galhos e hierarquias diferentes, demonstrando sua criatividade e conhecimento.

✓ Quando a elaboração do mapa é para assimilação de novo conteúdo e construção de novo conhecimento de um texto dado, escrito ou oral, o professor deve pedir ao aluno que acrescente outros cinco conceitos seus aos conceitos já mapeados, estabelecendo ligações significativas entre eles. O objetivo desse exercício é não somente promover uma maior ancoragem e integração do conhecimento novo com o conhecimento prévio, mas também levar o aluno a conscientizar-se desse processo de integração (MARRIOTT, 2016, p.18).

Após a conclusão da atividade, realize uma leitura do Mapa Conceitual, argumentando sua formação, observando se todos os conceitos foram incluídos e análise crítica do resultado final.

A construção do Mapa pode ser realizada de forma colaborativa entre o professor e os estudantes ou em grupos, porque ao organizar os conceitos, surgirá a argumentação e a troca de ideias, desenvolvendo a estrutura cognitiva do aprendiz tornando a aprendizagem significativa.

Capítulo 3 - Arduino

3.1 Placa Integrada ARDUINO

A placa integrada ARDUINO (representada na Figura 18) é uma plataforma de prototipagem eletrônica, criada por Massimo Banzi e David Cuartielles, em 2005, para ser utilizada por artistas ou amadores. A placa é de fácil utilização, não sendo necessário conhecimento prévio em eletrônica e em programação para que o professor possa utilizá-la em laboratório. A plataforma é composta, essencialmente, de duas partes: o *hardware* e o *software* (SENSORES, 2010; ARDUINO, 2014).

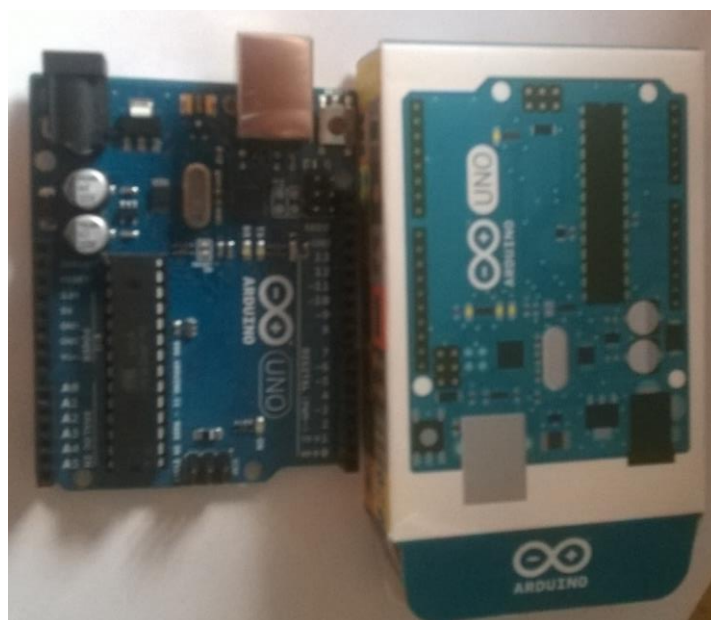


Figura 18: Placa eletrônica, *Arduino Uno*- Fonte: A autora.

O *hardware* é uma placa eletrônica que possui todos os componentes necessários para a maioria dos projetos; contém uma eletrônica que permite usar a placa com fontes de energia, pilhas e fontes de alimentação de 7 até 12 Volts; permite o acoplamento de circuitos externos por meio de pinos de conexão em posições padronizadas. A eletrônica é baseada em componentes de fácil obtenção, inclusive no mercado brasileiro; o esquema da placa é livre e pode ser facilmente modificado ou adaptado. Além do mais, a placa é programável podendo-se escrever comandos, para controlar dispositivos ou

realizar leituras de sinais analógicos e digitais, o programa poderá salvo no próprio chip controlador do Arduino (TUTORIAL, 2010).

O *software* do Arduino utiliza o *GNU Compiler Collection* (gcc) que é um compilador (C e C++) baseado em *Wiring*, que usa uma interface gráfica construída em Java baseado no projeto *Processing*. Tudo isso se resume a um programa Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE).

Os projetos são livres, isso quer dizer que se pode baixá-los e modificá-los conforme a necessidade do projeto.

Como exemplo de aplicação da placa na Figura 19 mostramos a montagem e na Figura 20 o programa para aquisição de temperatura, a qual é mostrado num dispositivo LCD (TUTORIAL, 2012).

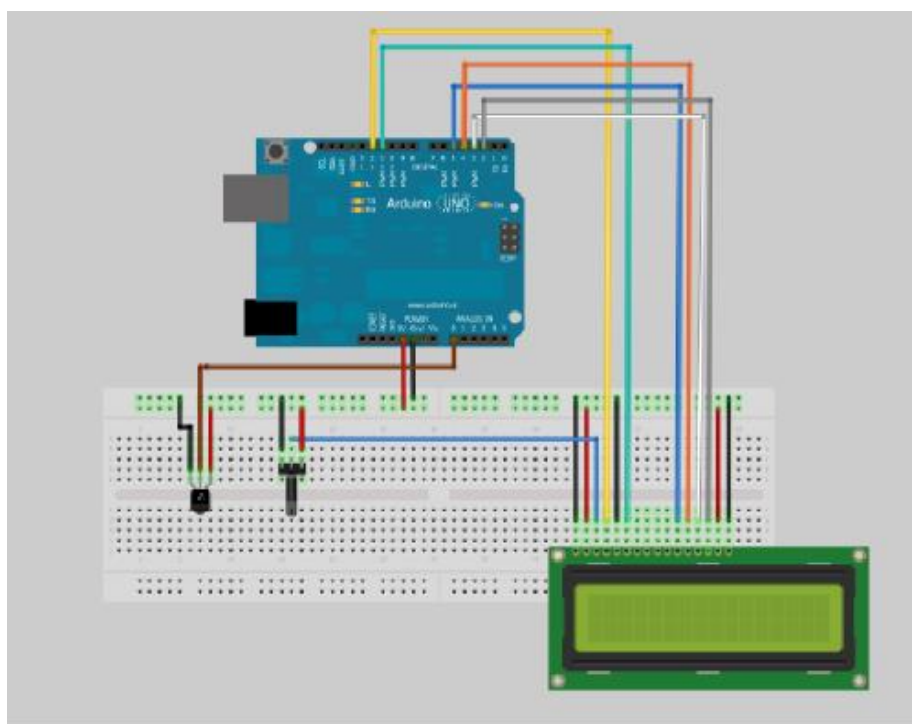


Figura 19: Organização da placa. Fonte: Tutorial Laboratório de Garagem

Então, abra a IDE  do Arduino:

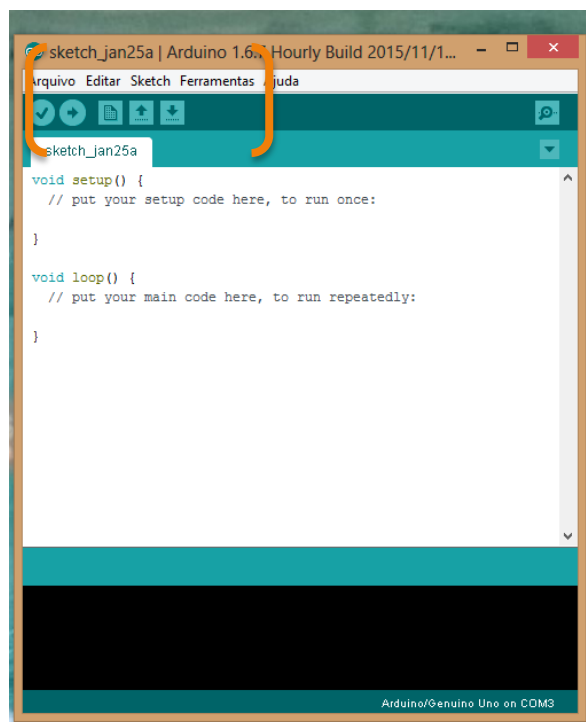


Figura 20: Arduino. Fonte: A autora.

Para digitar o seguinte código, Figura 21:

```
#include <LiquidCrystal.h>    // Inclui a biblioteca para utilizar o LCD.
#define sensor      0        // Define o pino A0 como "sensor"
int  Ventrada;             // Variável para ler o sinal do pino do Arduino
float Temperatura; // Variável que recebe o valor convertido para temperatura.
LiquidCrystal lcd  (12, 11, 5, 4, 3, 2);

/* Esta função acima declara quais os pinos do Arduino serão utilizados para o controle do LCD */
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);          // Diz para o Arduino que o display é 16x2.
  lcd.print("Temperatura: "); // Manda o texto para a tela do display
}

void loop()
{
  Ventrada = analogRead (sensor); /* Manda o Arduino ler o pino e armazena o valor em "Ventrada".
  */
  Temperatura=(500*Ventrada)/1023; /* Converte o valor de tensão em
                                   temperatura e armazena na variável "Temperatura" */
  lcd.setCursor(0, 1);        // Move o cursor do display para a segunda linha.
  lcd.print(Temperatura);     // Exibe o valor de temperatura no display.
  lcd.print(" C");           // Escreve "C" para dizer que a escala é Celsius.
  delay(1000); /* Aguarda 1 segundo para efetuar uma nova leitura de temperatura. */
}
```

Figura 21: Tutorial. Fonte: Laboratório de Garagem

Tipos de placa integrada ARDUINO (TABELA, 2014): observar e escolher a placa, Figura 22.

	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

Figura 22: Tabela comparativa: Fonte: <http://blog.filipeflop.com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html>.

Após escolher e adquirir o *kit Arduino*, faz-se o *download* do software do programa, Figura 23, conforme o tipo de sistema do computador: *Windows*, *Linux*, *Mac OS X*, no site oficial: [http:// www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

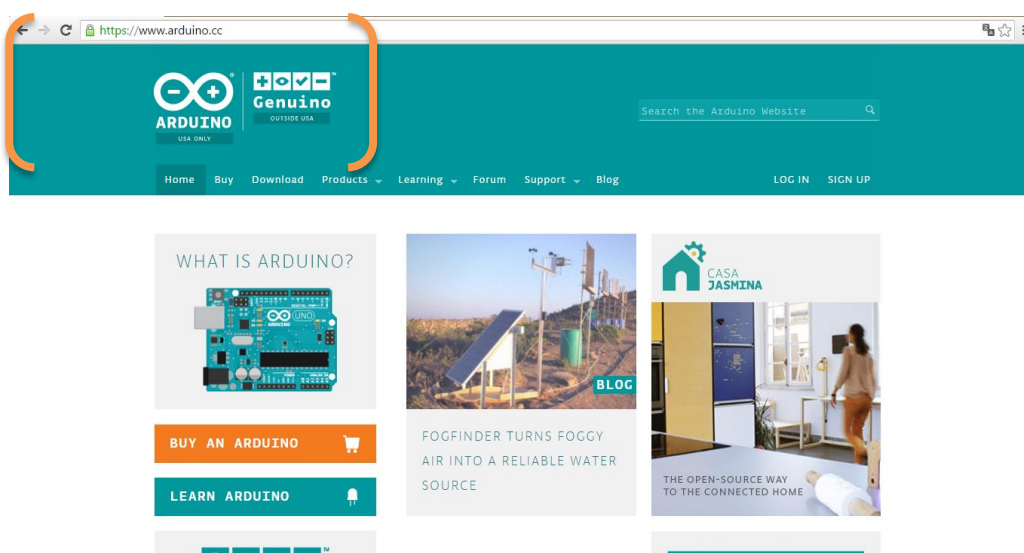


Figura 23: Site *Arduino*. Fonte: A autora.

Buscar na página o *download*, Figura 24:

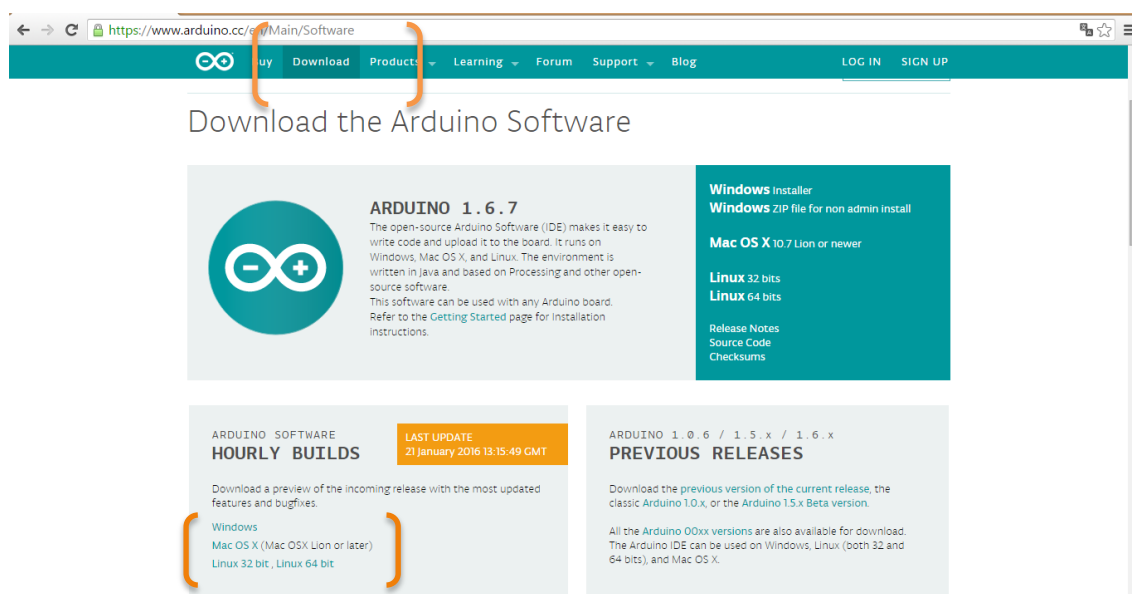


Figura 24: Site *Arduino*. Fonte: A autora.

Observação:

- É necessário estar instalado no computador o *software 7-Zip*.
- Diferente das outras versões, o *Windows 8* impõe limitações na instalação de driver; para instalar o driver da placa deve-se alterar a configuração do computador.

Passos para instalar com sucesso o software⁶ (SENSORES, 2010):

1º passo: conectar o *Arduino* no computador, Figura 25;

⁶ Os passos citados nesta pesquisa seguem as orientações disponíveis em: Tutorial-Sensores. Disponível em < http://www.Eletrica.ufpr.br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf > acesso em agosto de 2015 e dia 31/03/2016.

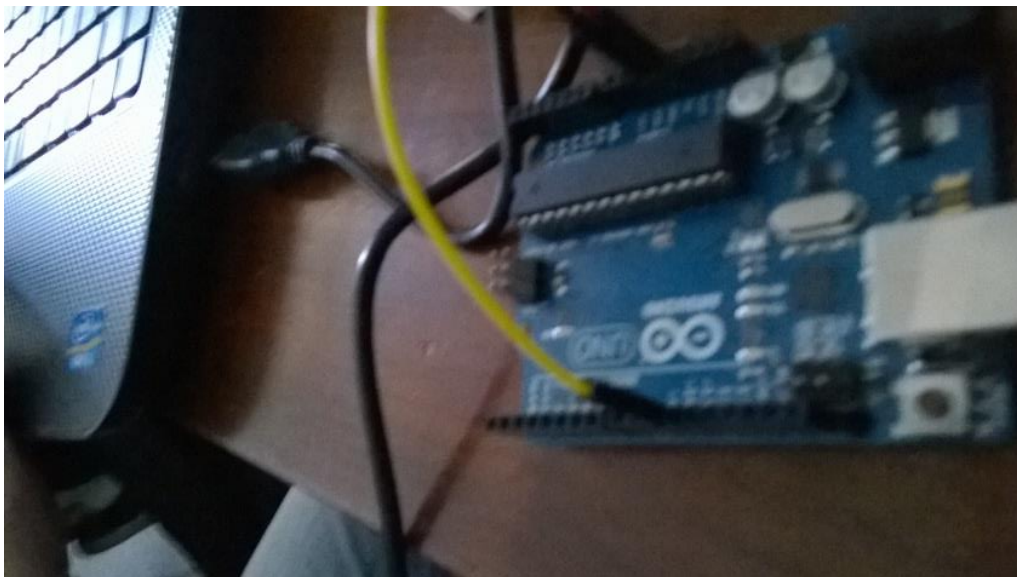


Figura 25: *Arduino*. Fonte: A autora.

2º passo: entrar no painel de controle e escolher a opção. Exibir impressoras e dispositivos, Figura 26.

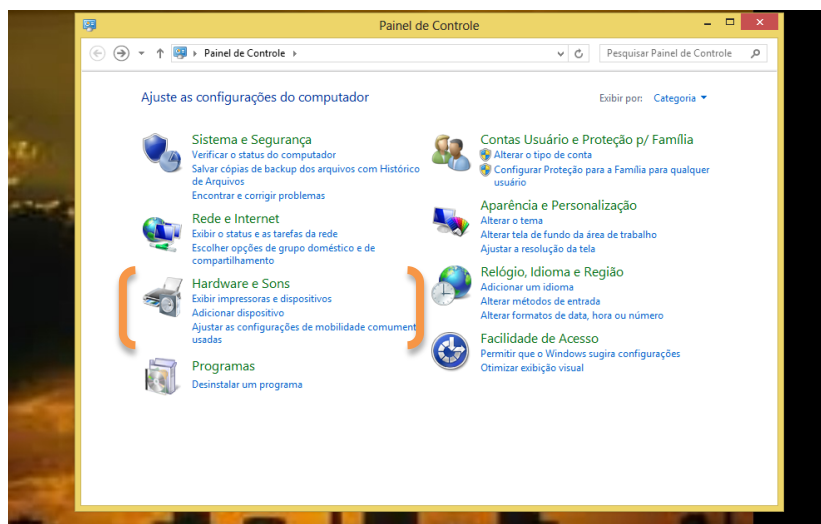


Figura 26: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

3º Passo: observar o “dispositivo desconhecido”; clicar, Figura 27, e aparecerá nova tela.

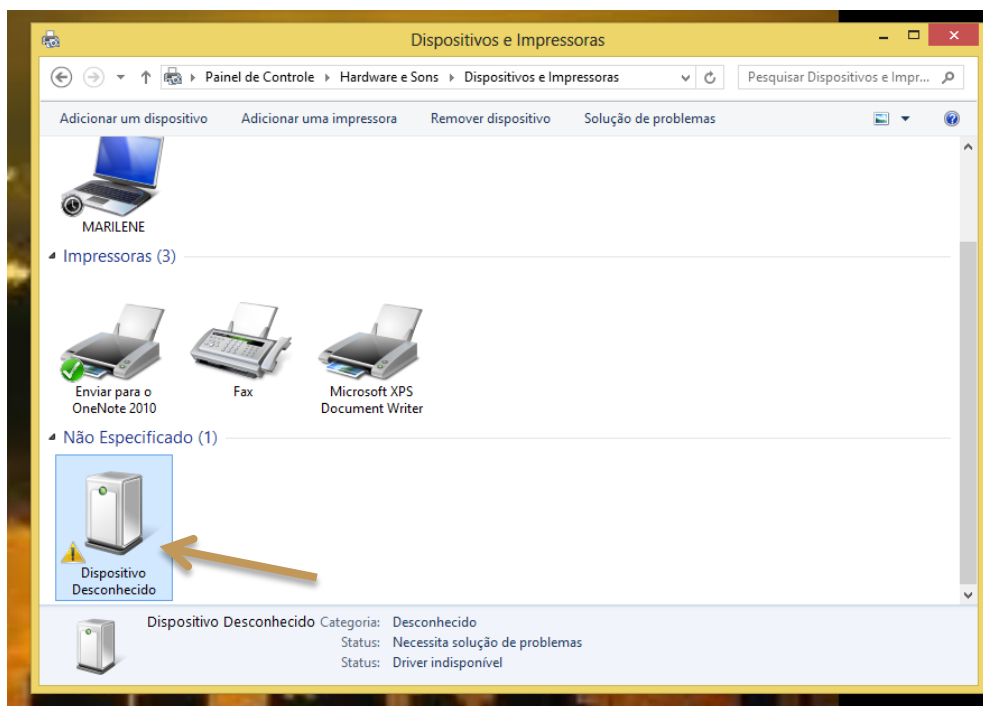


Figura 27: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

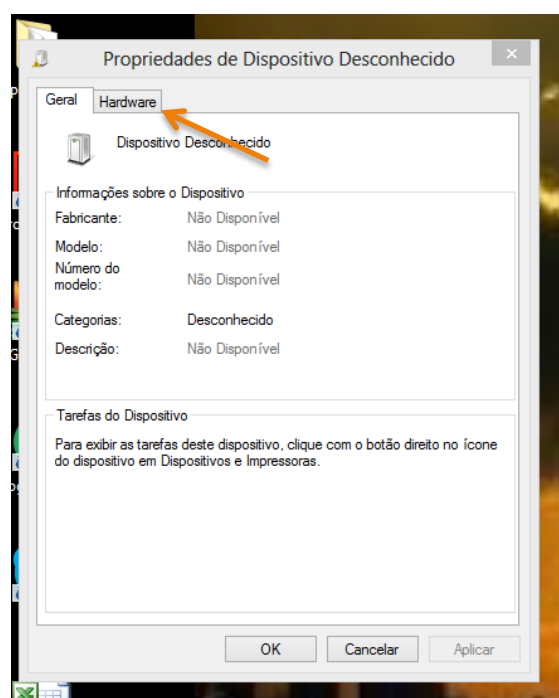


Figura 28: Instalando *Arduino*, tela 1. Fonte: A autora.

Na tela 2: clicar no hardware, Figura 28, aparece dispositivo desconhecido; clicar e aparecerá outra tela, Figura 29.

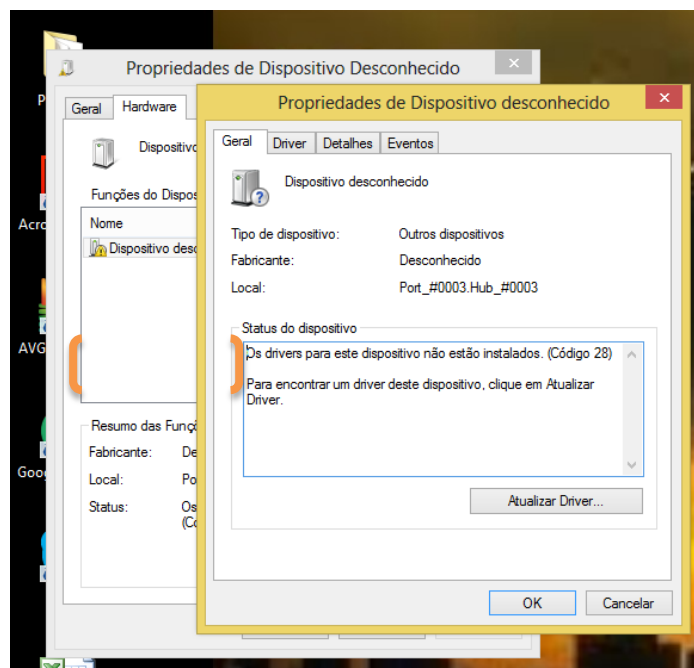


Figura 29: Instalando *Arduino*, tela 2. Fonte: A autora.

4º Passo: clicar no Alterar Configurações, Figura 30.

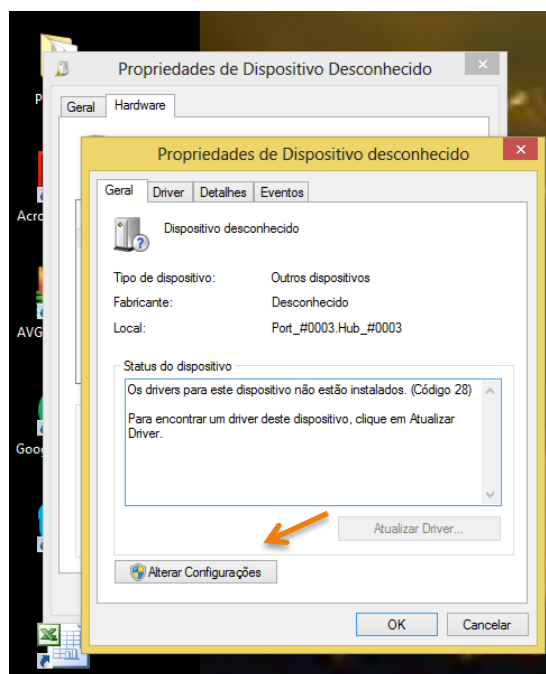


Figura 30: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

5º Passo: clicar, atualizar Drive, Figura 31.

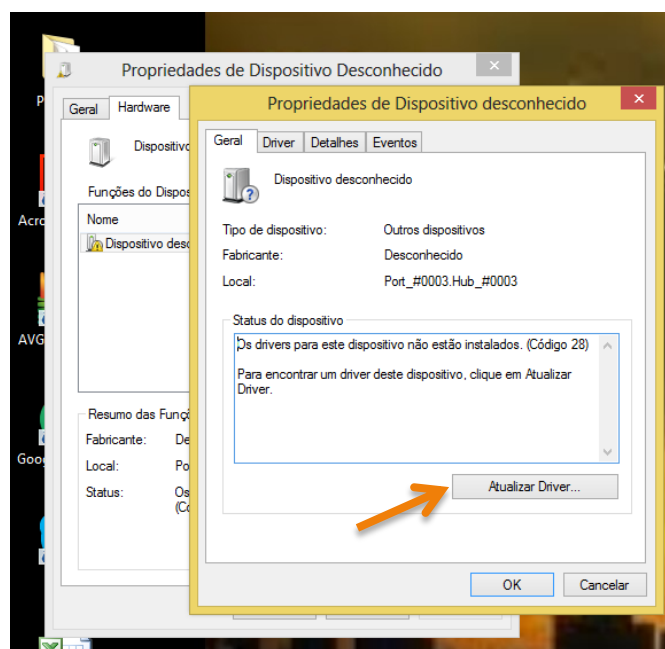


Figura 31: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

6º Passo; clicar no procurar e encontrar a pasta *Arduino* que baixou, Figura 32:

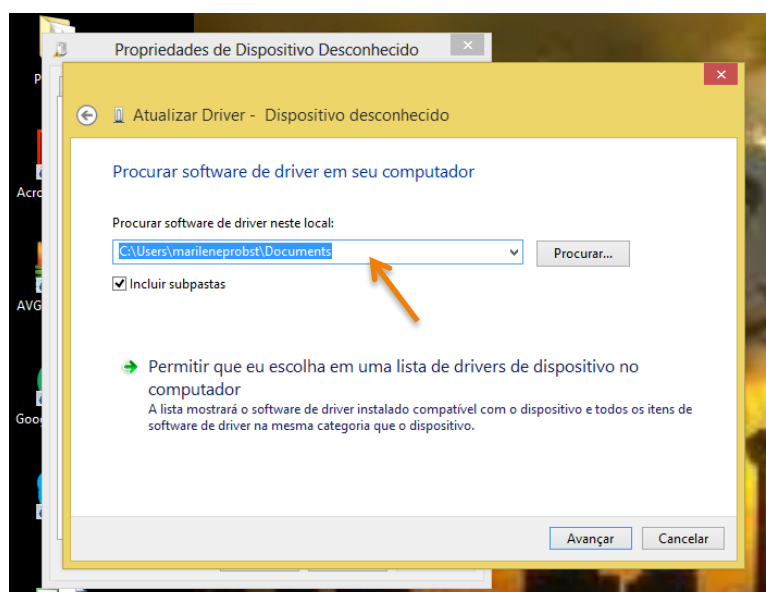


Figura 32: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

Em alguns casos pode aparecer um alerta de segurança, notificando para não instalar este software de driver; esse alerta é do *Windows*, clicar em “instalar este software, mesmo assim.”.

Se driver está instalado verificar qual porta USB ele está utilizando.

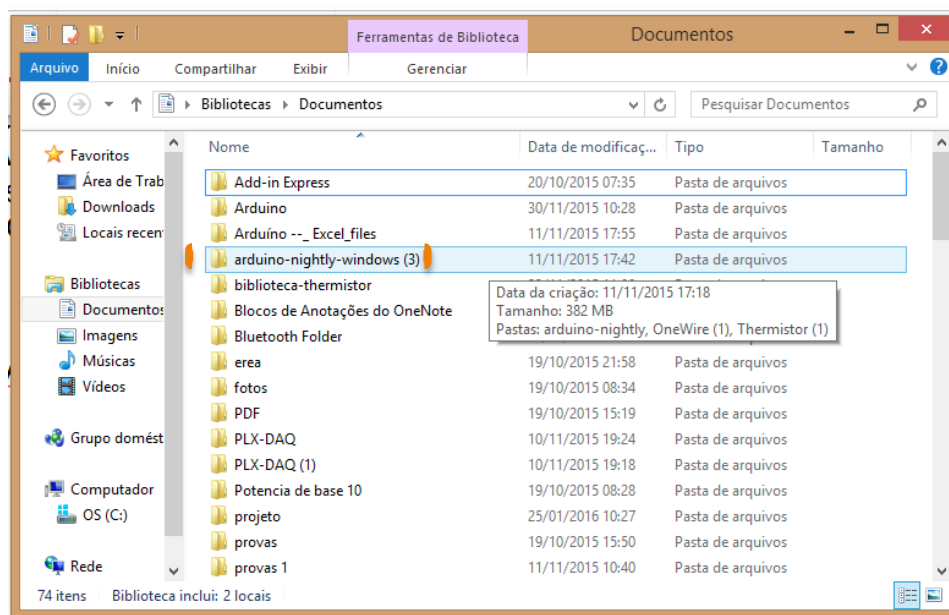


Figura 33: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

Observar a pasta *Arduino*, Figura 33, clicar nela, clicar novamente no arduino-nightly, Figura 34 e Figura 35.

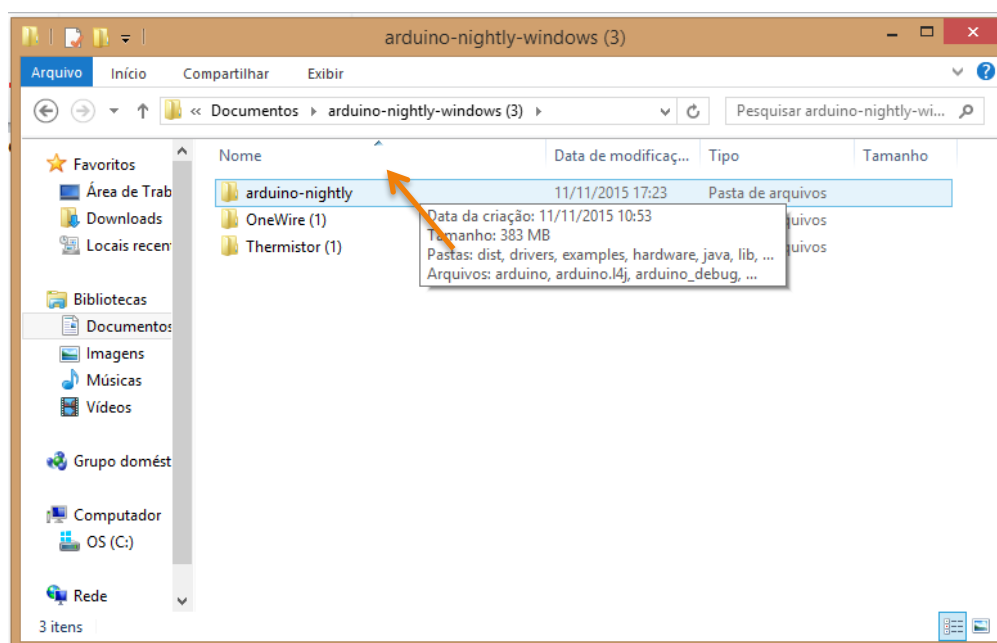


Figura 34: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

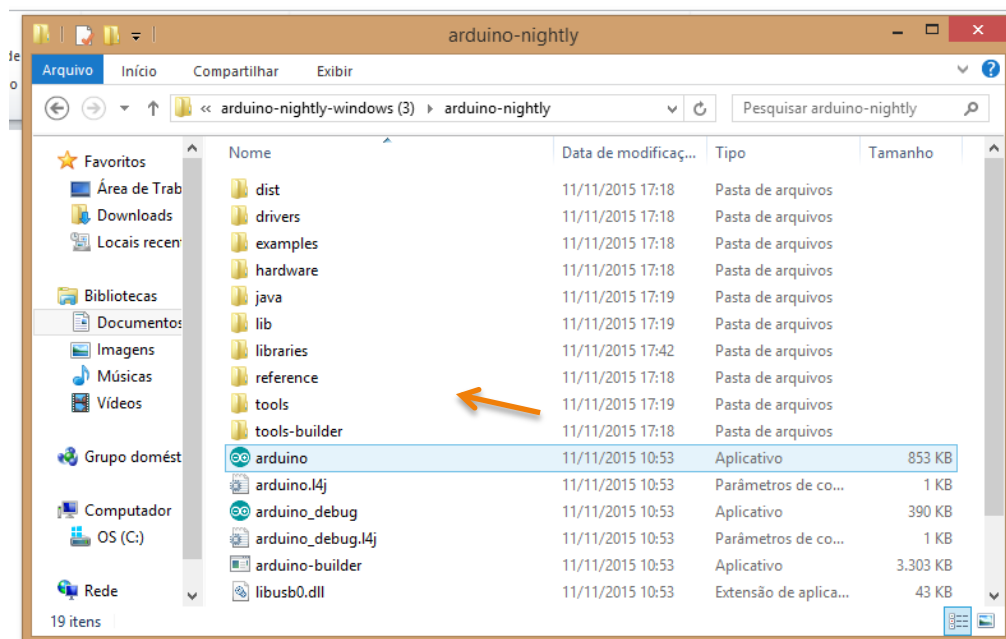


Figura 35: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

Acrescentar um atalho para Área de Trabalho para o *Arduino*, Figura 36, para facilitar.



Figura 36: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

Pronto, pode-se começar a trabalhar, o Software *Arduino* está instalado.

Passos para trabalhar com o *Arduino*:

1º passos: montar e organizar o circuito no *protoboard* e o *arduino*, Figura 37:

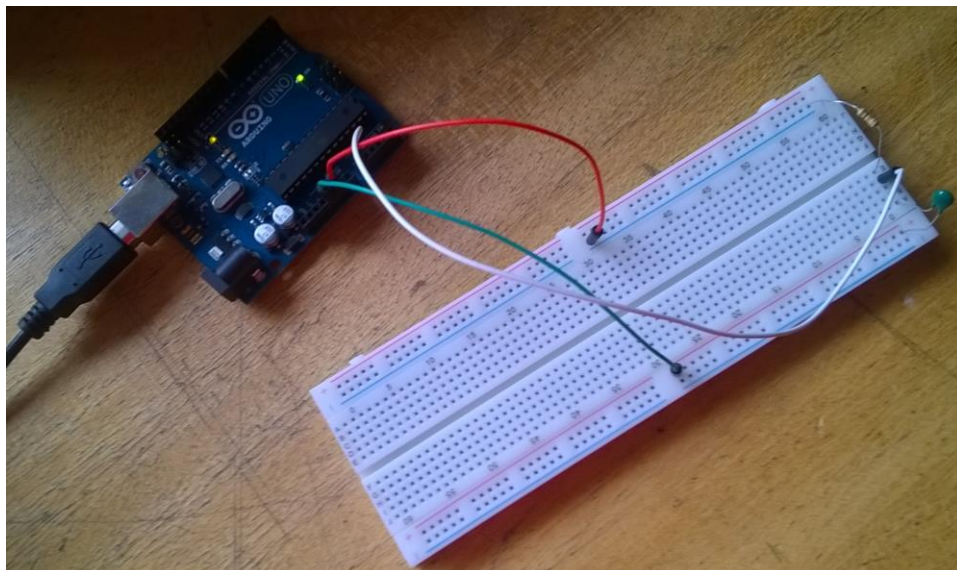


Figura 37: Protoboard. Fonte: A autora.



2º Passo: clicar no atalho: e vai abrir a janela, Figura 38 e Figura 39:



Figura 38: Trabalhando com o programa do Arduino. Fonte: A autora.

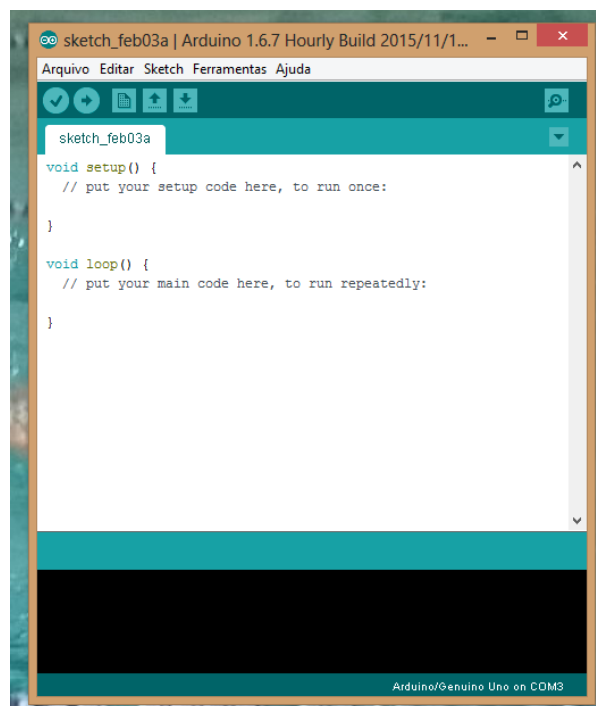


Figura 39: Trabalhando com o programa do Arduino. Fonte: A autora.

Se for a primeira vez do acesso verificar se o projeto necessário existe na biblioteca, Figura 40, se não estiver digite ou baixe do site:

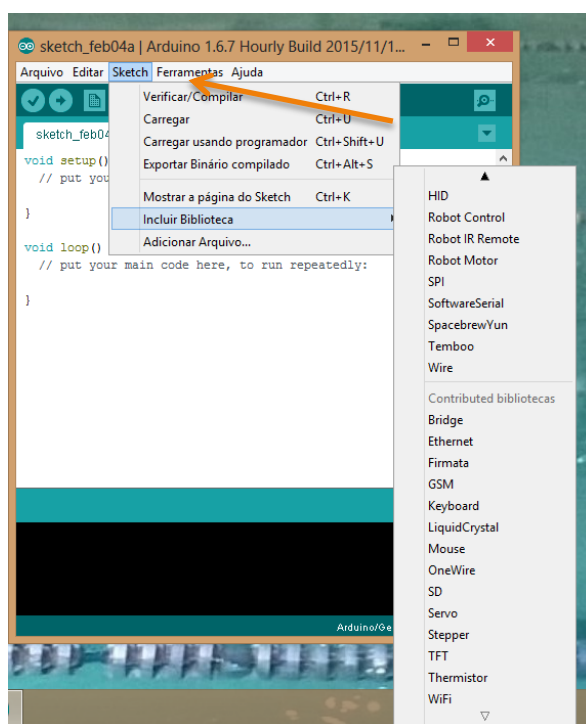


Figura 40: Trabalhando com o programa do Arduino. Fonte: A autora.

Clicar no arquivo, depois *Sketchbook*, Figura 41:

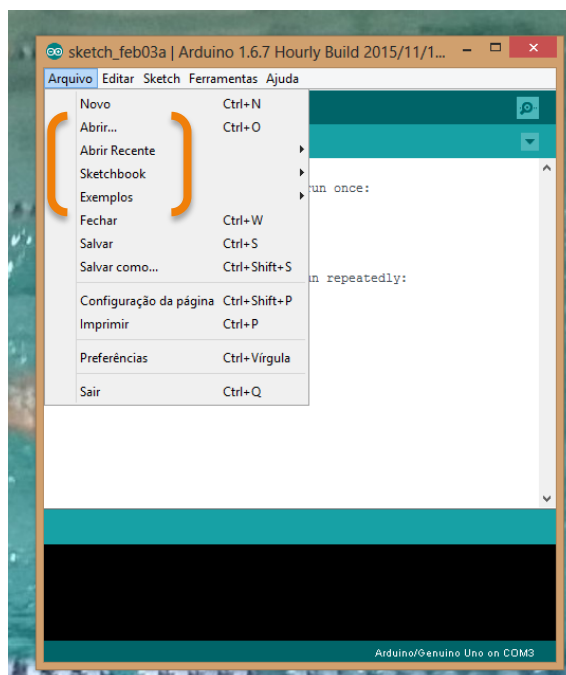


Figura 41: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

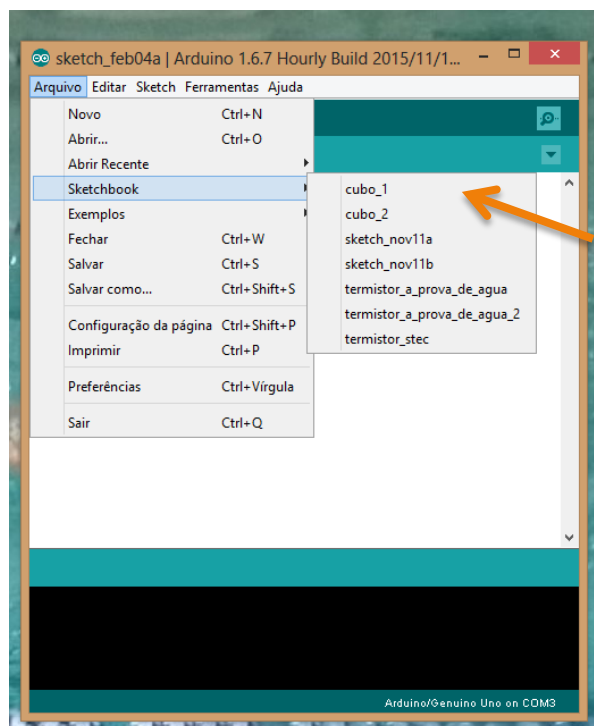


Figura 42: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Clicar no projeto, Figura 42, aparecerá o programa, Figura 43.

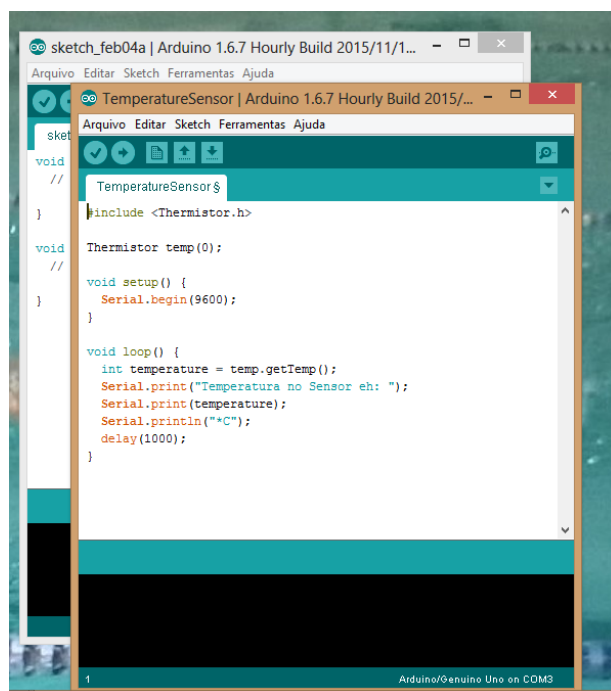


Figura 43: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Clicar em carregar para o projeto ser enviado ao *Arduino*, Figura 44.

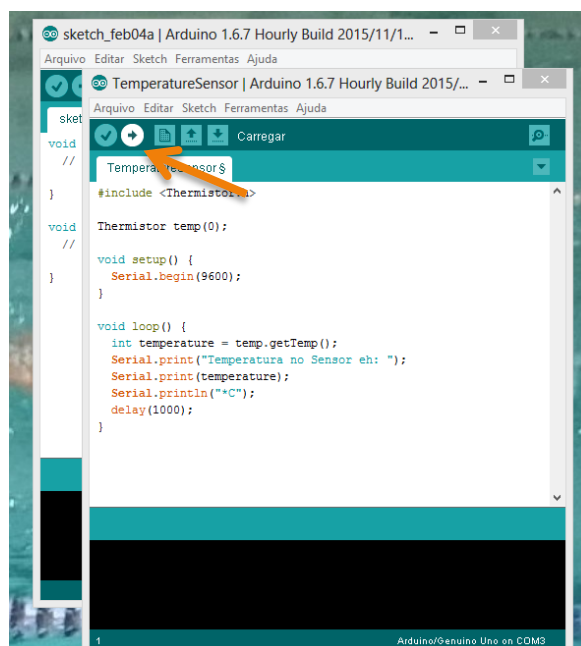


Figura 44: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Depois, clicar no Monitor Serial, para ver os resultados apresentados pelo programa, Figura 45:

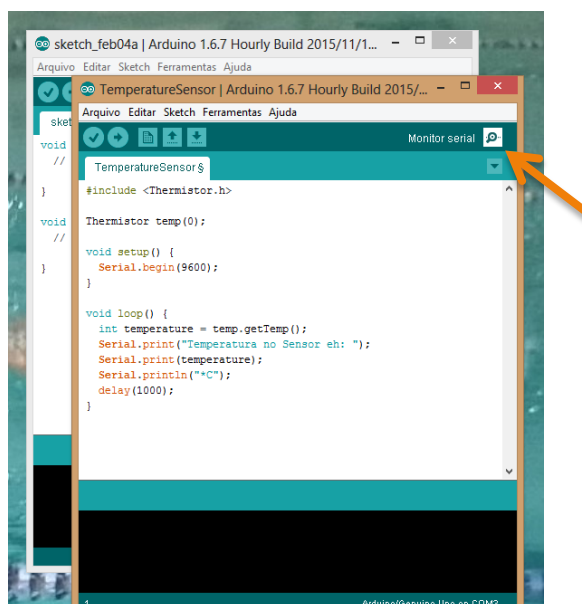


Figura 45: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

3.2 PLX DAQ

O *Plx Daq* é um programa do *Excel* que pode ser utilizado para ler os dados dos sensores da Placa integrada *Arduino*.

Um dos problemas levantados em turmas de Ensino Médio é a organização de dados e a construção de gráficos, problemas esses que podem ser resolvidos com a utilização do *Excel* (WIKI, 2015):

O **Microsoft Office Excel** é um editor de planilhas produzido pela Microsoft para computadores que utilizam o sistema operacional Microsoft Windows, além de computadores Macintosh da Apple Inc. e dispositivos móveis como o Windows Phone, Android ou o IOS. Seus recursos incluem uma interface intuitiva e capacitadas ferramentas de cálculo e de construção de gráficos que, juntamente com marketing agressivo, tornaram o Excel um dos mais populares aplicativos de computador até hoje. É, com grande vantagem, o aplicativo de planilha electrónica dominante, disponível para essas plataformas e o tem sido desde a versão 5 em 1993 e sua inclusão como parte do Microsoft Office (WIKI, 2015).

Como o *Excel* já está instalado no computador, faz-se o download do PLX DAQ no seguinte site, Figura 46:

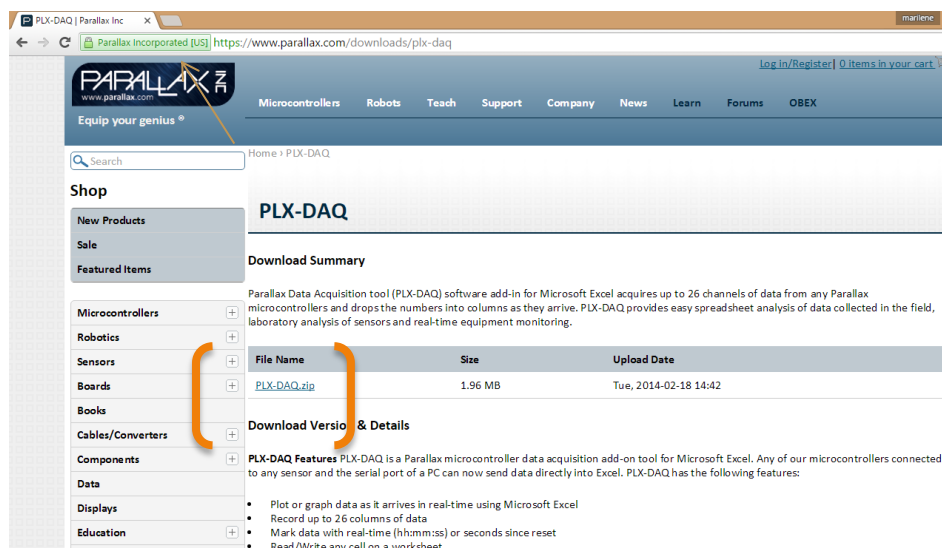


Figura 46: Site *Parallax*. Fonte: A autora.

Observação:

- Os dispositivos de segurança do computador poderão desabilitar os macros do Excel, será preciso reabilitar esta ferramenta, sem preocupar-se com os alertas de segurança, habilitando o conteúdo.
- Ter o *7-Zip* instalado no computador. Programa utilizado para descompactar ou compactar arquivos.

Aparecerá na área de trabalho, um atalho, Figura 47:

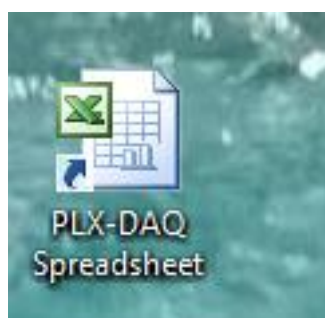


Figura 47: atalho PLX-DAQ. Fonte: A autora.

Acionando o atalho, aparecerá uma tela com a seguinte mensagem, Figura 48:

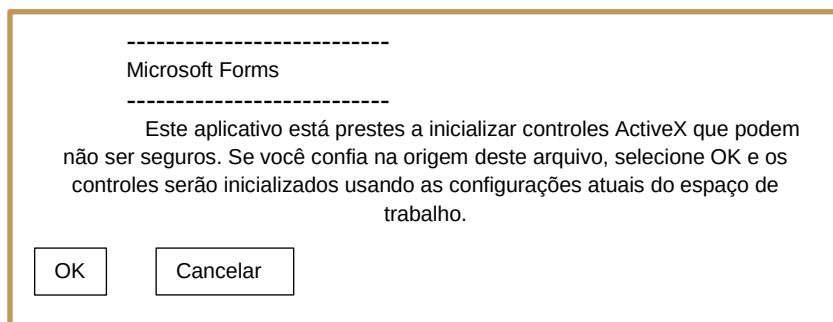


Figura 48: Trabalhando com o PLX-DAQ. Fonte: A autora.

Pode-se clicar no Ok, tranquilamente, e aparecerá, Figura 49:

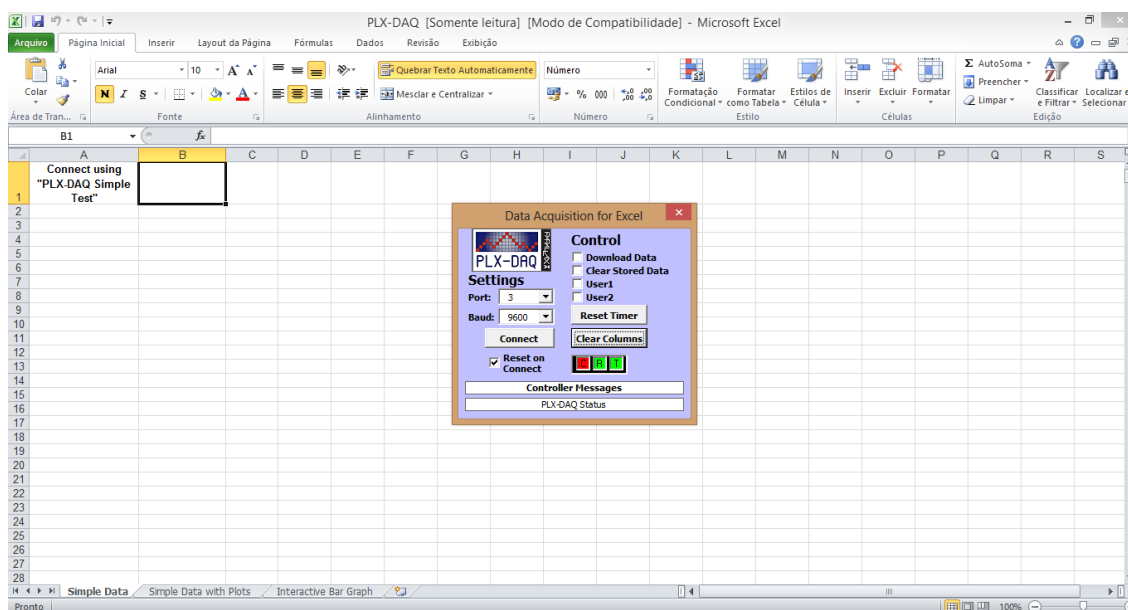


Figura 49: Trabalhando com PLX-DAQ. Fonte: A autora.

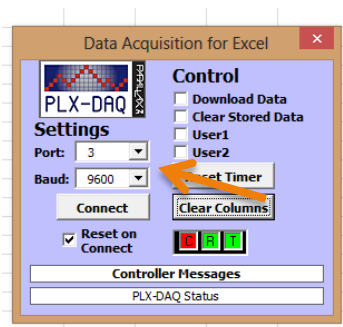


Figura 50: Trabalhando com PLX-DAQ. Fonte: A autora.

Observe a Porta, Figura 50: o número deve ser igual à porta USB do *Arduino*. Se houver dúvida, verifique na parte ferramentas-porta, Figura 51.

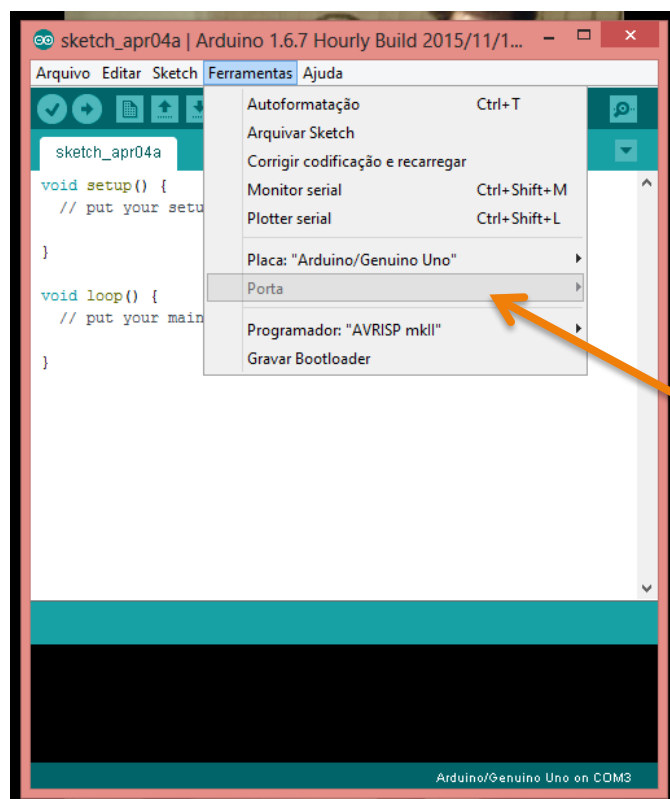


Figura 51: port: Fonte: A autora.

Clicar no Connect e os dados começam a ser mostrados na planilha Excel:

Observação: a planilha do *Plx Daq* não pode ser utilizada ao mesmo tempo com o serial monitor do *Arduino*.

3.3 Fritizing

As montagens do circuito no *protoboard* podem ser esquematizadas com a utilização do programa *Fritizing*, Figura 52. O *Fritizing* é um programa de ambiente gráfico, livre, virtual para demonstrar a montagem de circuitos. Que pode ser obtido no seguinte site: <http://fritzing.org/home/>.

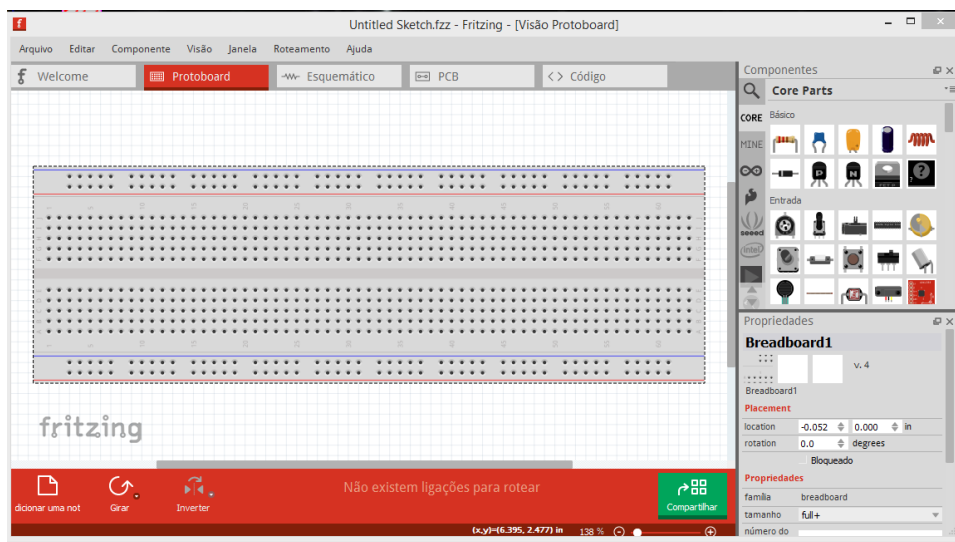


Figura 52: Programa Fritzing. Fonte: A autora.

3.4 Componentes do Produto

A placa integrada *Arduino* foi utilizada para obtenção de resultados em experiências no laboratório e em aulas demonstrativas da disciplina de Física. Nesta pesquisa, utilizou-se a placa na obtenção e na comparação de temperatura: da temperatura ambiente, da sensação térmica e da temperatura das faces de um cubo.

Baseando-se nos conteúdos de temperatura, calor, propagação de calor e corpo negro, o professor pode transformar a placa integrada *Arduino* em um objeto de aprendizagem, na busca do conhecimento e deverá conhecer cada um dos componentes que serão utilizados, como por exemplo:

- Protoboard: tem vários modelos, no caso da Figura 53, ele vem especificado: cor vermelha (+) e cor azul (–) e é dividido ao meio, como se fossem duas placas.

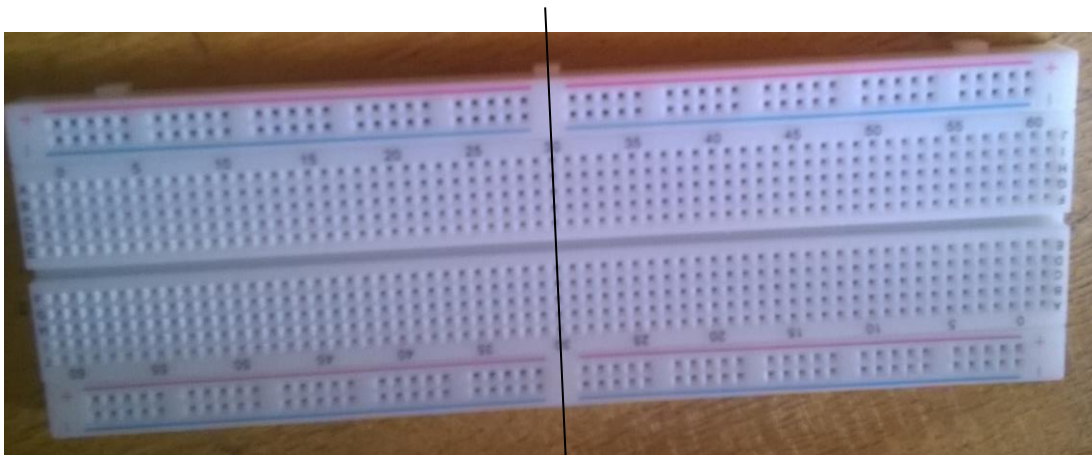


Figura 53: Protoboard. Fonte: A autora.

- Termistor NTC: dispositivo que tem sua resistência elétrica alterada termicamente, os utilizados nessa experiência são de 10 K Ω , Figura 54.

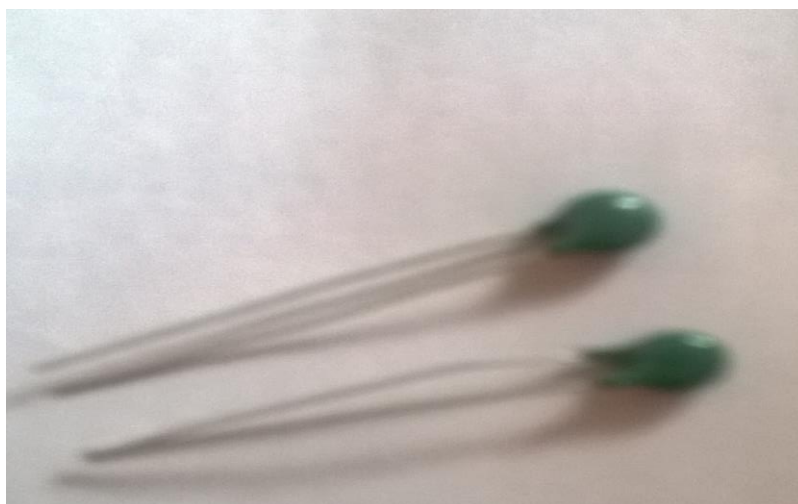


Figura 54: Termistor. Fonte: A autora.

- Jumpers: fios conectores entre a placa integrada *Arduino*, *protoboard* e *termistor*, Figura 55.



Figura 55: jumpers. Fonte: A autora.

- Resistor: 10k Ω , de carbono, utilizado para limitar a quantidade de corrente elétrica, Figura 56.

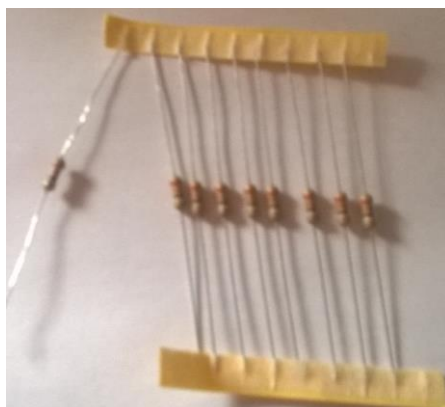


Figura 56: Resistores. Fonte: A autora.

Existem outros componentes, conhecer e saber como utilizar, torna-se requisito básico para a pessoa que vai utilizar a placa.

4 Experiências

4.1 Temperatura ambiente e sensação térmica

Montagem do circuito no *protoboard*, Figura 57 e Figura 58.

Recursos Necessários

- ✓ 1 Termistor 10 k Ω
- ✓ 1 Arduino
- ✓ 1 Computador
- ✓ 1 Protoboard
- ✓ 3 Jumpers
- ✓ 1 Resistor 10 k Ω
- ✓ Termômetro: clínico e de laboratório.

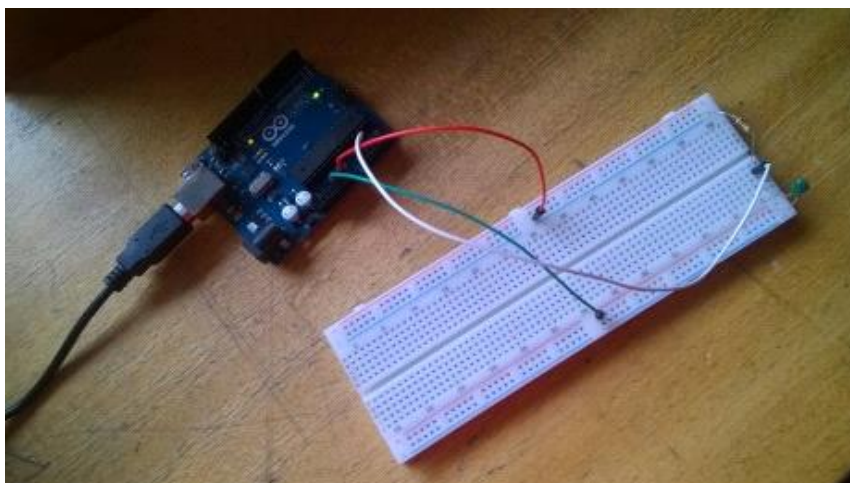


Figura 57: Montagem do circuito no *Protoboard*. Fonte: A autora.

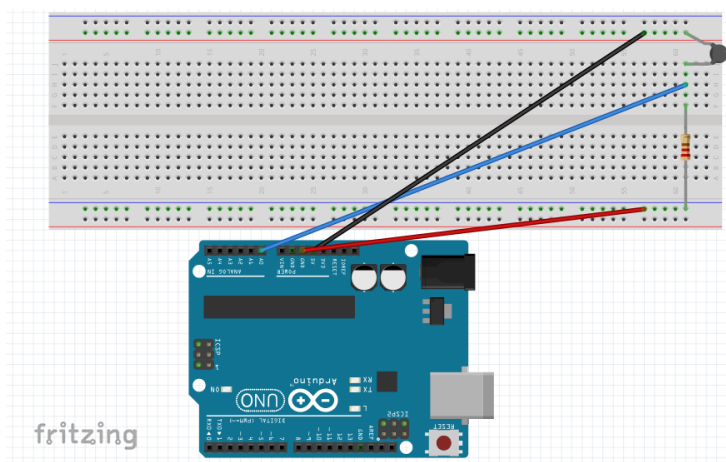


Figura 58: Desenho esquemático. Fonte: A autora.

Temperatura sensor (clicar), Figura 59.

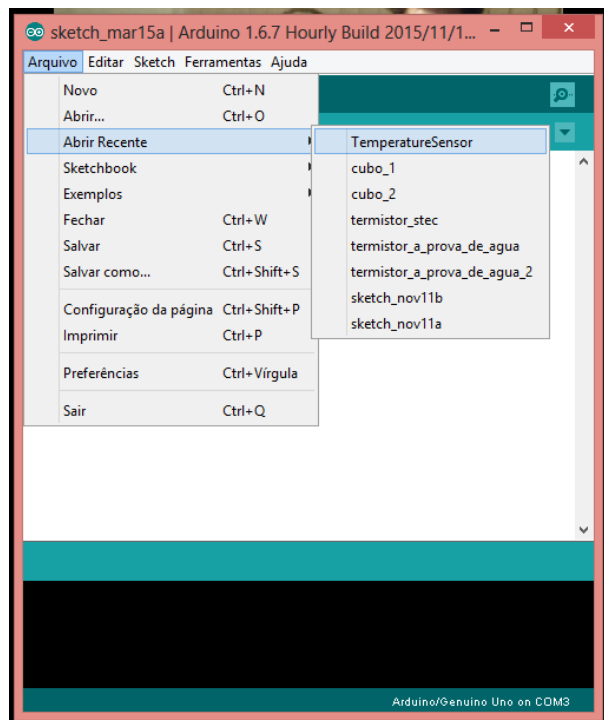


Figura 59: Programa Arduino. Fonte: A autora.

Aparecerá o programa, Figura 60 e Figura 61.

```
#include <Thermistor.h>

Thermistor temp(0);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int temperature = temp.getTemp();
  Serial.print("Temperatura no Sensor eh: ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println("*C");
  delay(1000);
}
```

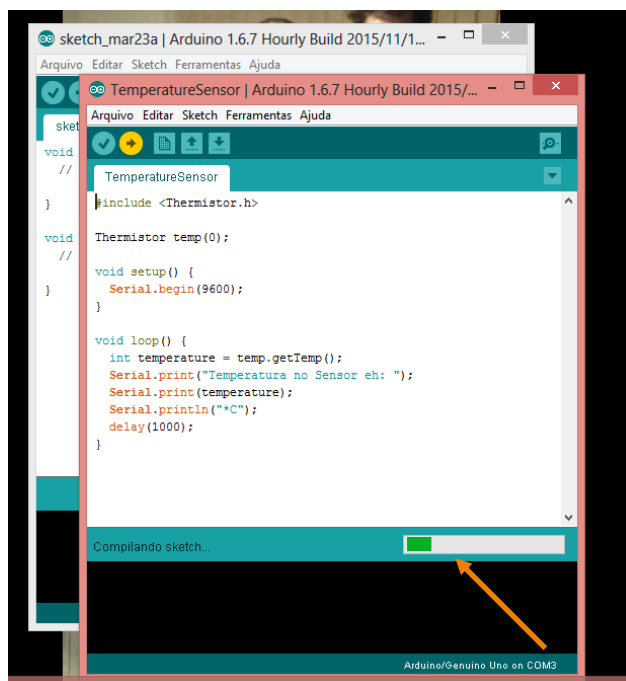



Figura 63:Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Carregado, Figura 64:

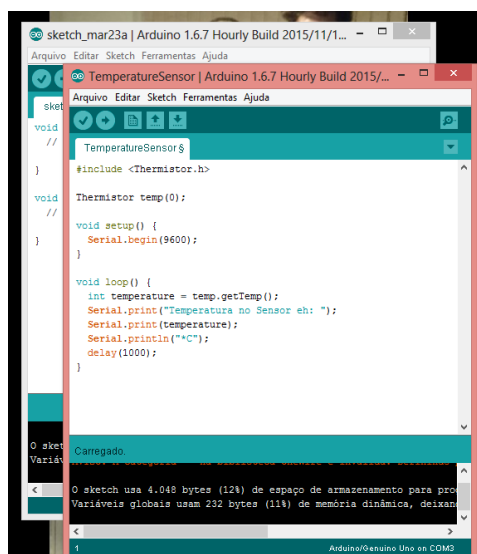


Figura 64: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Observação: se aparecer algum aviso na cor alaranjado, pode o aplicativo conter erros, Figura 65.

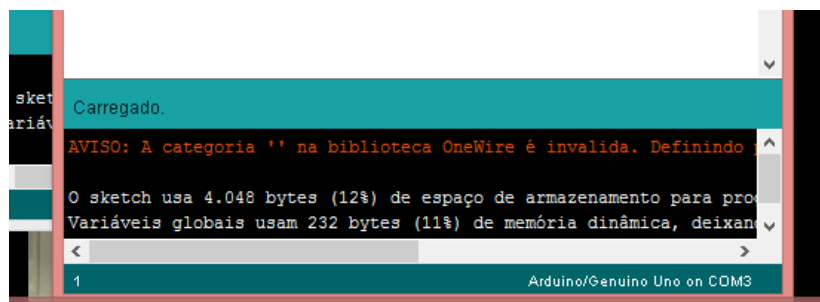


Figura 65: Trabalhando com Arduino. Fonte: A autora.

Clicar no serial monitor, Figura 66.

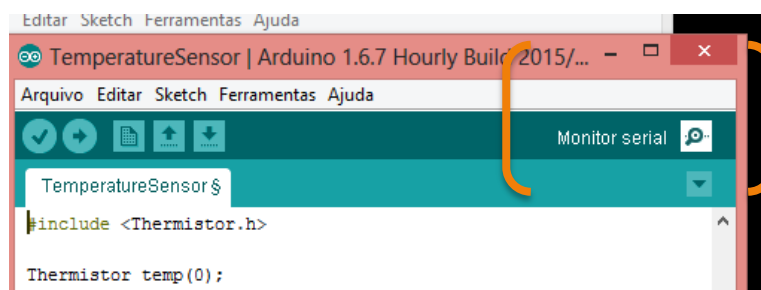


Figura 66: Trabalhando com Arduino. Fonte: A autora.

Para ver a temperatura: Guarapuava, 23/03/2016, 8 horas e 15 minutos, Figura 67.

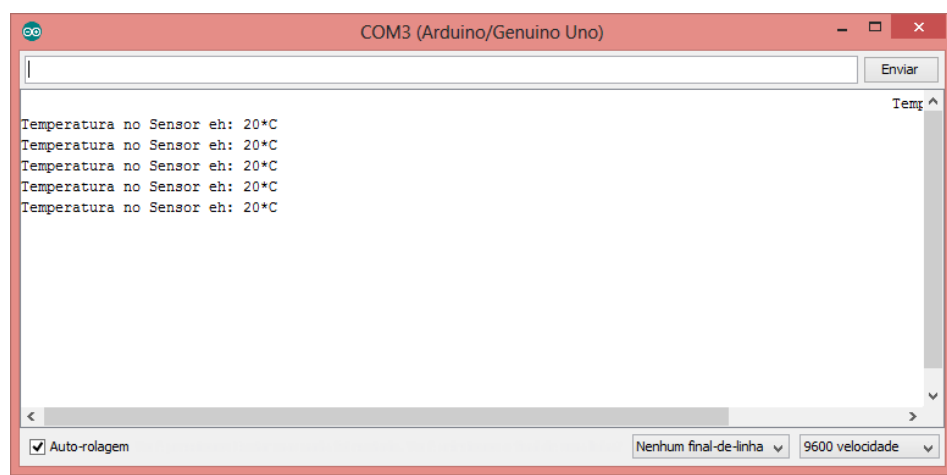


Figura 67: Serial Monitor. Fonte: A autora.

Utilizar o mesmo processo para verificar a sensação térmica obtida pelo tato e observar que, ao tocar no *termistor*, a temperatura vai alterar, dependendo do tato do aluno, Figura 68 e Figura 69.

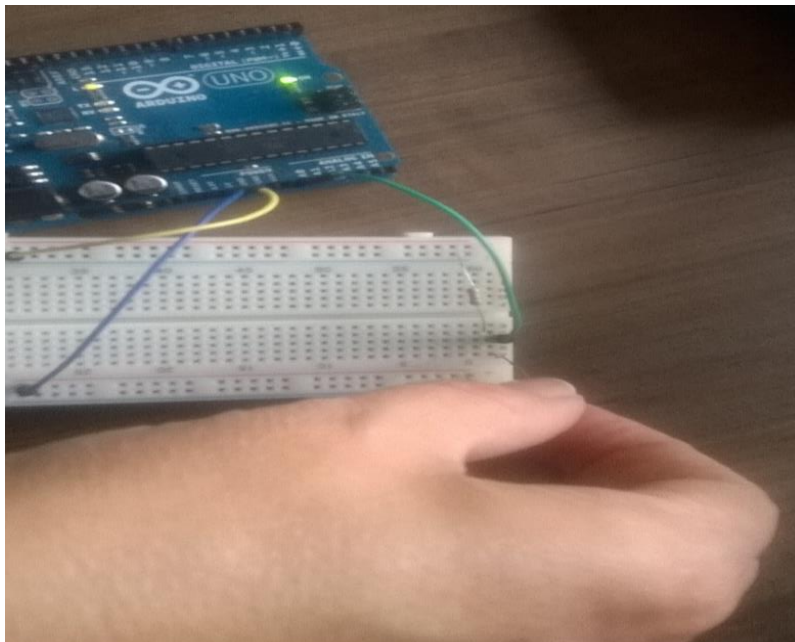


Figura 68: conferindo a temperatura de contato. Fonte: A autora.

O professor já deverá ter explicado aos estudantes o conteúdo sobre escalas termométricas, temperatura do corpo humano, conceitos sobre hipertermia e hipotermia.

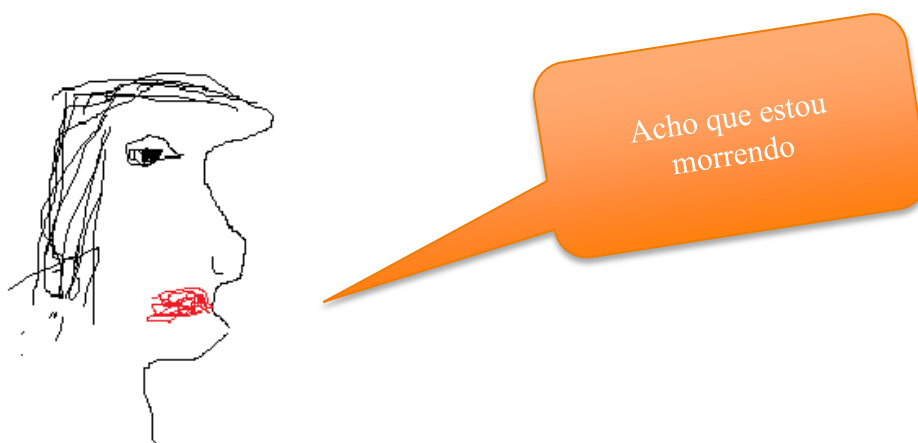


Figura 69: aluno em sala de aula⁷, cuja temperatura registrada foi de 24°C. Fonte: A autora.

⁷ Comentário feito pelo aluno José (caminhoneiro), na aula de sensação térmica, a temperatura registrada pelo tato foi de 24° C, fig.69.

Observar que a temperatura estabilizou-se em 32° C; Figura 70, comparando com a temperatura do corpo humano que, em condições normais varia entre 36,5° e 37,5° C, a sensação térmica na mão é normal, porém verifica-se que no registro da temperatura há diferença, o que oportuniza ao professor uma análise da diferença de temperatura registrada pelo tato de vários alunos.

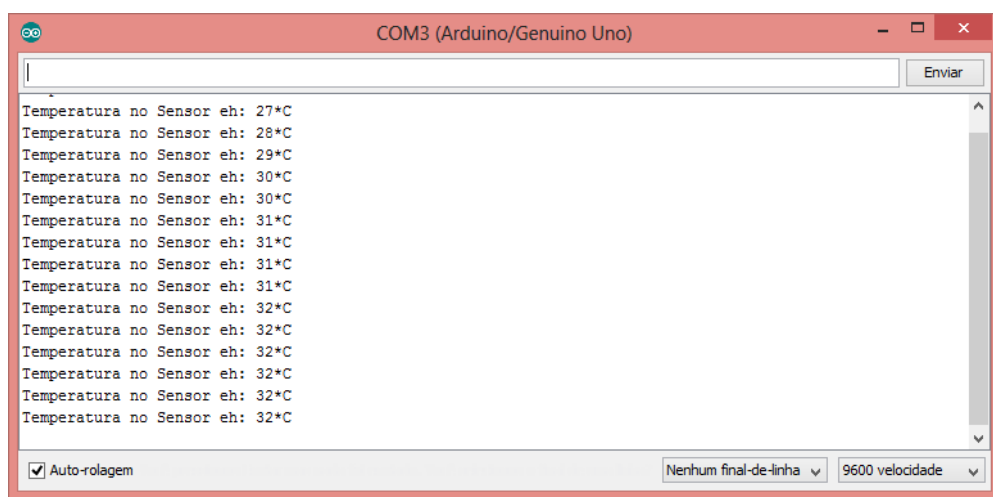


Figura 70: Serial Monitor. Experiência com o tato. Fonte: A autora.

4.2 Temperatura das faces de um cubo

Com base nos estudos e experiências de John Leslie, fabricaram-se dois cubos de alumínio para verificar se as faces aquecem igualmente e ao mesmo tempo, um com as faces emendadas e o outro cubo com faces separadas por uma madeira e como as faces são separadas pode-se obter vários tipos de faces, pintadas ou não.

- ✓ Cubo com faces emendadas: uma face pintada de preto, branco, fosca e outra polida, Figura 71.

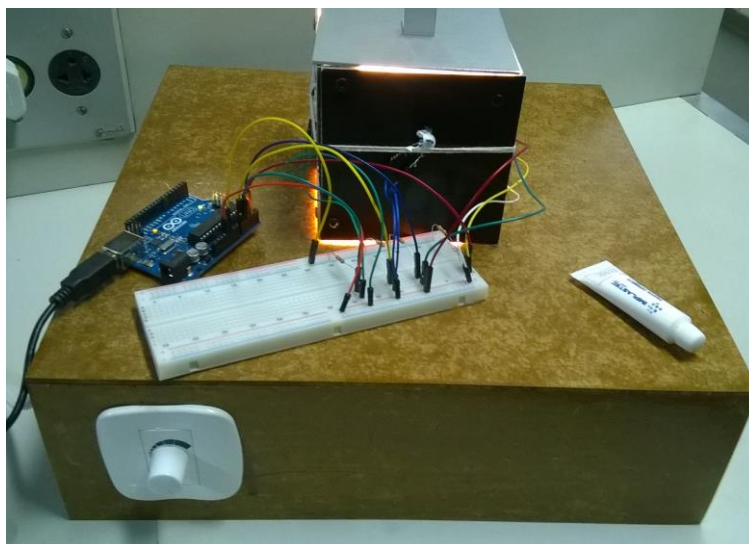


Figura 71: Cubo com faces ligadas. Fonte: A autora.

✓ Cubo com faces separadas: faces pintadas dos dois lados com as cores: vermelha, preta, branca, azul e com faces internas iguais e na parte externa diferentes: fosco, polido e pintado com as cores: preta e branca, Figura 72.



Figura 72: Cubo com faces separadas. Fonte: A autora.

Material necessário para montar o cubo:

- Base de madeira: caixa de madeira de mdf, fabricada por artesões, Figura 73.



Figura 73: Base de Madeira. Fonte: A autora.

- Lâmpada incandescente: funciona quando um filamento metálico é aquecido a altas temperaturas. Pode-se ver o objeto iluminado por ela, quando parte da radiação emitida está no espectro visível, Figura 74.



Figura 74: Lâmpada incandescente. Fonte: A autora.

- Fios e pino macho: montagem com eletricista, dois metros de fio para instalação elétrica e um pino macho, Figura 75.

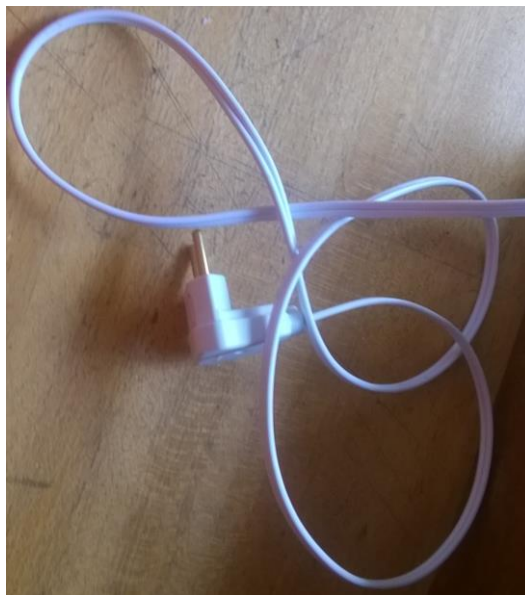


Figura 75: Fio e pino macho. Fonte: A autora.

- Bocal (soquete) para lâmpada: de porcelana, os de plástico podem derreter, Figura 76.



Figura 76: Soquete de porcelana. Fonte: A autora.

- *Dimmer*: dispositivo utilizado para controlar a quantidade de energia que é enviada para a lâmpada, diminui ou aumenta a luminosidade, funciona como um potenciômetro, resistor ajustável, Figura 77.



Figura 77: Dimmer. Fonte: A autora.

- Alumínio: Placas de alumínio, montadas e cortadas em esquadrias de alumínio, Figura 78 e Figura 79.



Figura 78: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.

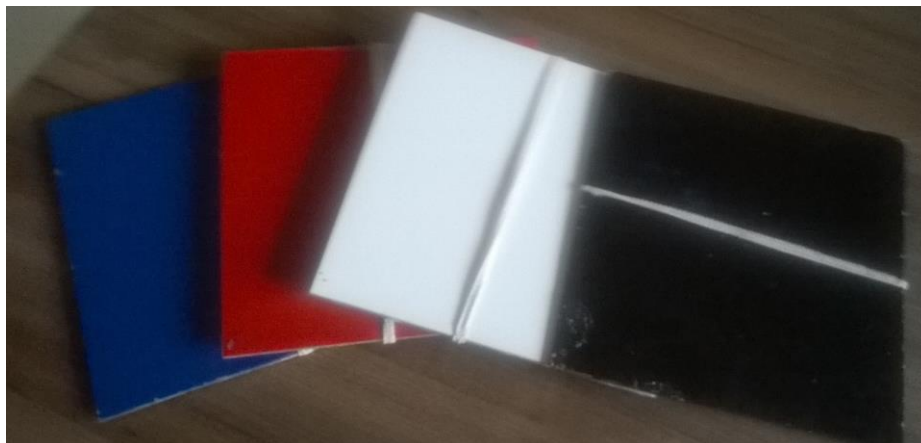


Figura 79: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.

Faces pintadas com cores: um lado preto e outro lado branco, Figura 80.



Figura 80: Faces utilizadas no cubo de faces separadas. Fonte: A autora.

Tinta aerossol utilizada, Figura 81.



Figura 81: Tinta utilizada na pintura das faces. Fonte: A autora.

Após o processo de pintura, as faces devem ficar secando, antes de aquecer. Das tintas utilizadas, a única não aprovada foi a metálica, pois cada vez que aquecia o alumínio, a tinta aderida ao *termistor*.

4.3 Resultados obtidos

4.3.1 Primeira experiência

Cubo com faces ligadas e com faces: preta, branca, fosca e polida, montagem do circuito no *protoboard*, Figura 82 e Figura 83.

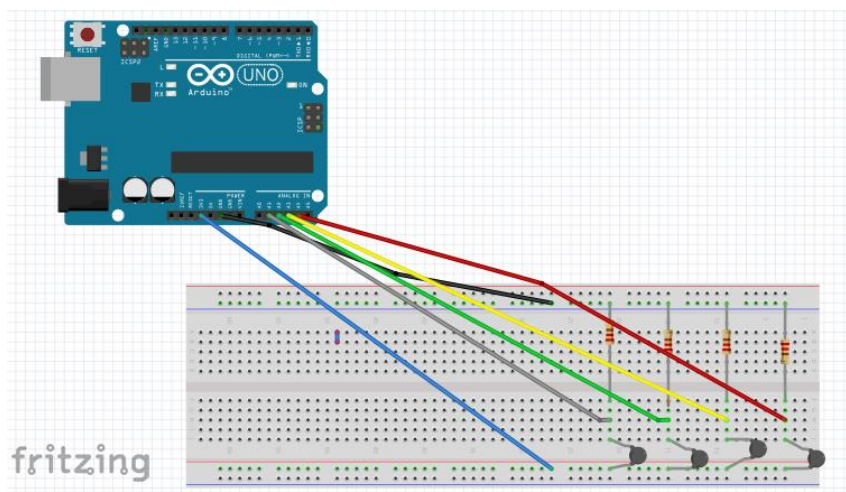


Figura 82: Desenho esquemático, *Protoboard* organizado o circuito para verificar a temperatura em cada face. Fonte: A autora.

Material necessário:

4 *Termistor* 10 k Ω , 1 *Arduino*, 1 Computador, 1 *Protoboard*, 14 Jumpers, 4 Resistor 10 k Ω , 1 lâmpada incandescente: 60 W ou 100 W, Cubo de alumínio, Pasta térmica (opcional)

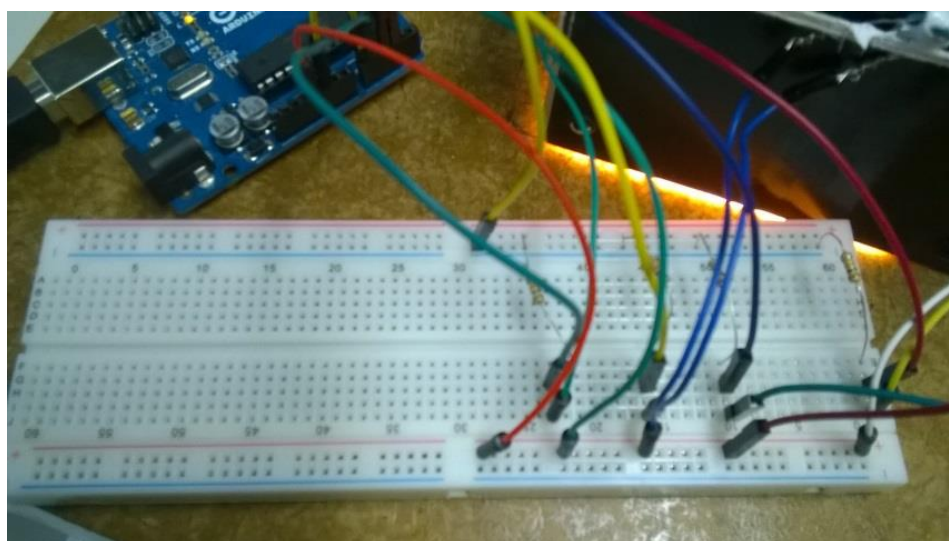


Figura 83: Protoboard. Fonte: A autora.

Programa, Figura 84

```

int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
int sensor3 = 3;           // PINO ANALÓGICO 2
int sensor4 = 4;           // PINO ANALÓGICO 3
int valor1 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 0
int valor2 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 1
int valor3 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 2
int valor4 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 3
float temp1 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 0
float temp2 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 1
float temp3 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 2
float temp4 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 3
float tempmedia = 0;

// VARIÁVEIS DA COMUNICAÇÃO SERIAL COM O EXCEL (PLX-DAQ)
// NÃO PODE USAR O "MONITOR SERIAL" DO IDE DO ARDUINO (CONFLITO)

int ROW = 0; // VARIÁVEL QUE SE REFERE AS LINHAS DO EXCEL
int LABEL = 1;

void setup() {
  Serial.begin(9600);           // INICIALIZAÇÃO DA COMUNICAÇÃO SERIAL
  Serial.println("CLEARDATA");   // RESET DA COMUNICAÇÃO SERIAL
  Serial.println("LABEL,Time,PRETO,VERMELHO,AZUL,BRANCO,TEMPMEDIA"); //
  NOMEIA AS COLUNAS
}

void loop() {
  valor1 = analogRead(sensor1); // LEITURA DO PINO A0
  valor2 = analogRead(sensor2); // LEITURA DO PINO A1
  valor3 = analogRead(sensor3); // LEITURA DO PINO A2
  valor4 = analogRead(sensor4); // LEITURA DO PINO A3
  temp1 = valor1 * 0.00322;      // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp2 = valor2 * 0.00322;      //
  temp3 = valor3 * 0.00322;      // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp4 = valor4 * 0.00322;      //
  temp1 = temp1 * 100 - 87.53;    // CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
  temp2 = temp2 * 100 - 83.4;    //
  temp3 = temp3 * 100 - 89.51;   // CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
  temp4 = temp4 * 100 - 84.33;   //
  tempmedia = (temp1+temp2+ temp3 + temp4)/4;
  Serial.print("DATA,TIME,");    // INICIA A "IMPRESSÃO" DOS DADOS,
  SEMPRE INICIANDO COM O "TIME"
  Serial.print(temp1);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp2);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp3);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp4);
  Serial.print(",");
  Serial.println(tempmedia);

  ROW++;                          // INCREMENTA A LINHA DO EXCEL
  if (ROW > 5000)                 // LAÇO PARA LIMITAR A QUANTIDADE DE
  DADOS ENVIADOS, SERVE PARA LIMITAR O GRÁFICO
  {
    ROW=0;                       // RESET DA LINHA
    Serial.println("ROW,SET,2");  // ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS COM OS
    DADOS, INICIANDO DA LINHA 2
  }
  delay(60000);                  // ESPERA SESSENTA SEGUNDOS PARA
  NOVA LEITURA
}

```

Figura 84: Programa Arduino. Fonte : A autora.

4.6.1 Primeira experiência

Gráfico, Figura 85, construído com as informações da temperatura, registradas no PLX-DAQ, Tabela 3, com o *termistor* em contato com as faces do cubo de faces ligadas e na parte externa: uma polida, uma fosca, uma preta e outra branca.

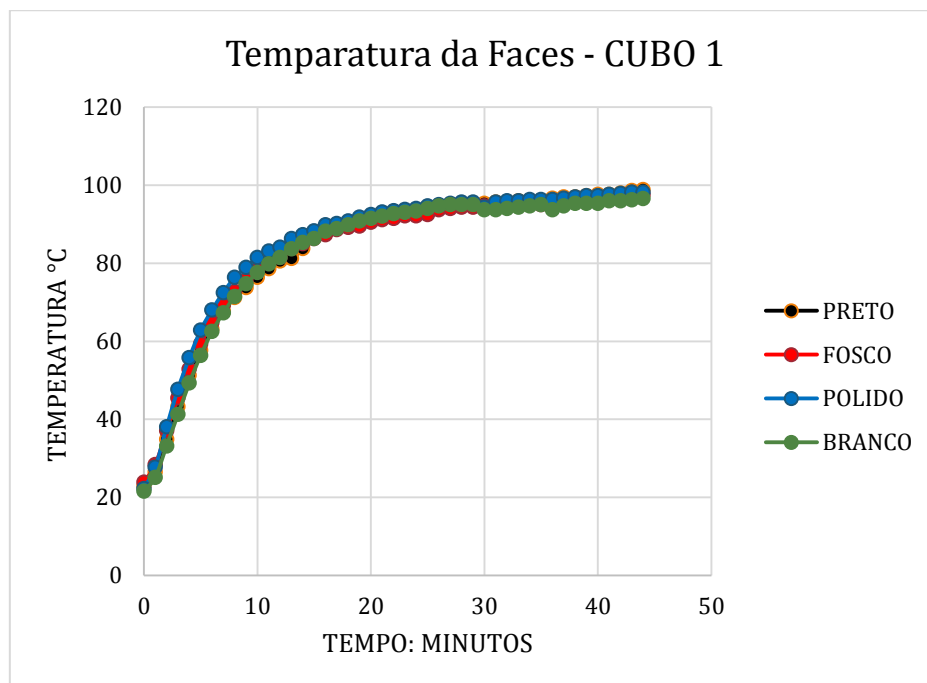


Figura 85: Gráfico da temperatura cubo de faces ligadas e iguais internamente.

Fonte: A autora.

Planilha PLX-DAQ

Tabela 3: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo. Estes dados foram utilizados para montar o gráfico. Figura 85.

Time	min	PRETO	FOSCO	POLIDO	BRANCO
20:20:34	00	22,95	23,89	22,29	21,62
20:21:33	01	26,49	28,4	27,77	25,16
20:22:33	02	34,86	37,1	38,07	33,21
20:23:33	03	43,24	45,47	47,73	41,26
20:24:33	04	51,29	52,87	55,78	49,31
20:25:33	05	57,73	59,31	62,86	56,39
20:26:33	06	63,20	64,79	68,02	62,51
20:27:33	07	67,71	69,3	72,52	67,34
20:28:33	08	71,25	72,84	76,39	71,53
20:29:34	09	73,83	75,74	78,96	74,75
20:30:34	10	76,40	78,31	81,54	77,64
20:31:34	11	78,66	80,24	83,15	79,9

20:32:34	12	80,59	81,53	84,12	81,51
20:33:34	13	81,23	83,79	86,37	83,76
20:34:34	14	83,81	85,07	87,34	85,37
20:35:34	15	87,67	86,36	88,3	86,34
20:36:34	16	88,64	87,33	89,91	88,27
20:37:34	17	89,28	88,62	90,23	88,91
20:38:34	18	90,57	89,26	90,88	89,88
20:39:34	19	90,89	89,58	91,84	90,85
20:40:34	20	91,86	90,55	92,49	91,49
20:41:34	21	92,18	91,19	93,13	92,13
20:42:34	22	92,82	91,51	93,45	92,78
20:43:34	23	93,47	92,16	93,78	93,1
20:44:34	24	93,47	92,16	94,1	93,42
20:45:34	25	94,11	92,48	94,74	94,07
20:46:34	26	94,76	93,77	95,06	94,71
20:47:34	27	95,08	94,09	95,39	95,03
20:48:34	28	95,40	94,41	95,71	95,03
20:49:34	29	95,40	94,41	95,71	95,03
20:50:34	30	95,40	94,73	94,42	93,74
20:51:34	31	95,72	94,73	95,71	93,74
20:52:34	32	95,72	95,06	96,03	94,07
20:53:34	33	96,04	94,73	96,03	94,39
20:54:34	34	96,04	95,38	96,35	94,71
20:55:34	35	96,04	95,06	96,35	95,03
20:56:34	36	96,69	95,38	96,35	93,74
20:57:34	37	97,01	95,38	96,67	94,71
20:58:34	38	97,01	95,7	97	95,35
20:59:34	39	97,33	96,34	97,32	95,35
21:00:34	40	97,65	96,67	97,32	95,35
21:01:34	41	97,65	96,34	97,64	96
21:02:34	42	97,98	96,99	97,96	96
21:03:34	43	98,62	97,31	98,28	96,32
21:04:34	44	98,94	97,63	98,28	96,64

As leituras começaram a ser registradas com a lâmpada desligada, após a calibração do *termistor*:

```

temp1 = temp1 * 100 - 87.53;
temp2 = temp2 * 100 - 83.4;
temp3 = temp3 * 100 - 89.51;
temp4 = temp4 * 100 - 84.33;
// CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
//
// CONVERTER milivolts PARA CELCIUS

```

Verifica-se que o valor $100 - 87.53$ muda na temp1, temp2, temp3 e temp4; esta subtração foi organizada dependendo do valor da temperatura ambiente do dia e a apresentada no início do registro dos dados.

Os registros foram feitos de 60 em 60 segundos, no PLX-DAQ, até os dados registrados atingirem um equilíbrio (os valores se repetirem) após 44 minutos foram transferidas para o gráfico. Como as faces internas são iguais, pode-se ver que o valor da temperatura apresenta pouca diferença, Tabela 4.

Tabela 4: comparação de temperatura, tabela Plx Daq.

Tempo	PRETO	FOSCO	POLIDO	BRANCO
21:04:34	98,94	97,63	98,28	96,64

Esses valores se repetiram no cubo com faces separadas por madeira e com as faces pintadas apenas na parte exterior, Figura 86, resultados esses representados pelo gráfico, Figura 87. Os valores de radiação foram obtidos, pelo sensor de Radiação do laboratório de Física moderna da UEPG, a fim de testar o cubo, Tabela 5.

Tabela 5: Radiação das faces do cubo, obtida com sensor de radiação da UEPG.

Face	Medidas		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Preto	4.5	5.8	6.5
Fosco	3.8	4.7	5.5
Branco	4.1	5.7	6.4
Polido	3.2	5.0	5.6

Imagem do cubo, Figura 86.



Figura 86: Cubo com Faces separadas: preta, branca fosca e polida. Fonte: A autora.

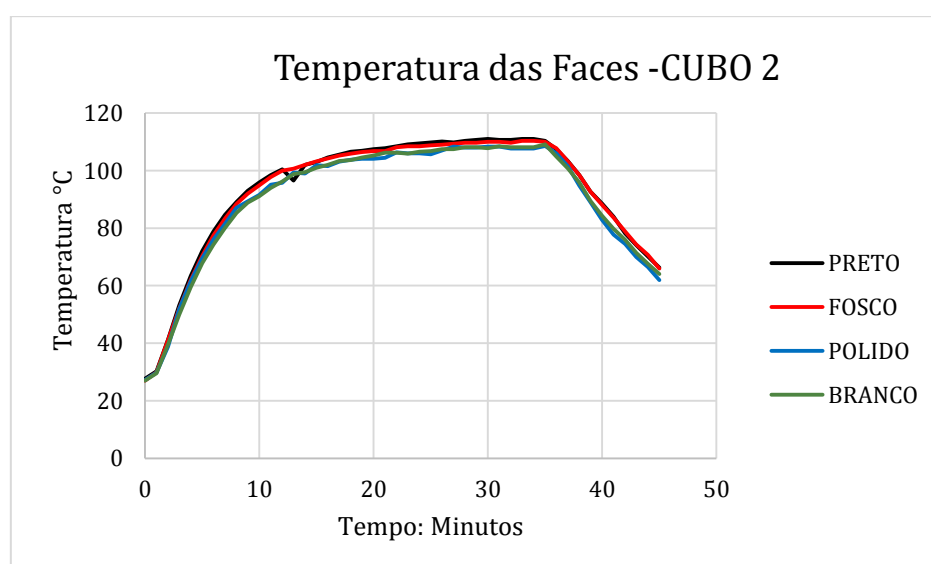


Figura 87: Gráfico da temperatura do cubo com faces separadas. Fonte: A autora.

4.3.2 Segunda experiência

Gráfico, Figura 88, construído com as informações de temperatura, registrada no PLX-DAQ, Tabela 6, do cubo de faces separadas e pintadas na face interna e externa.

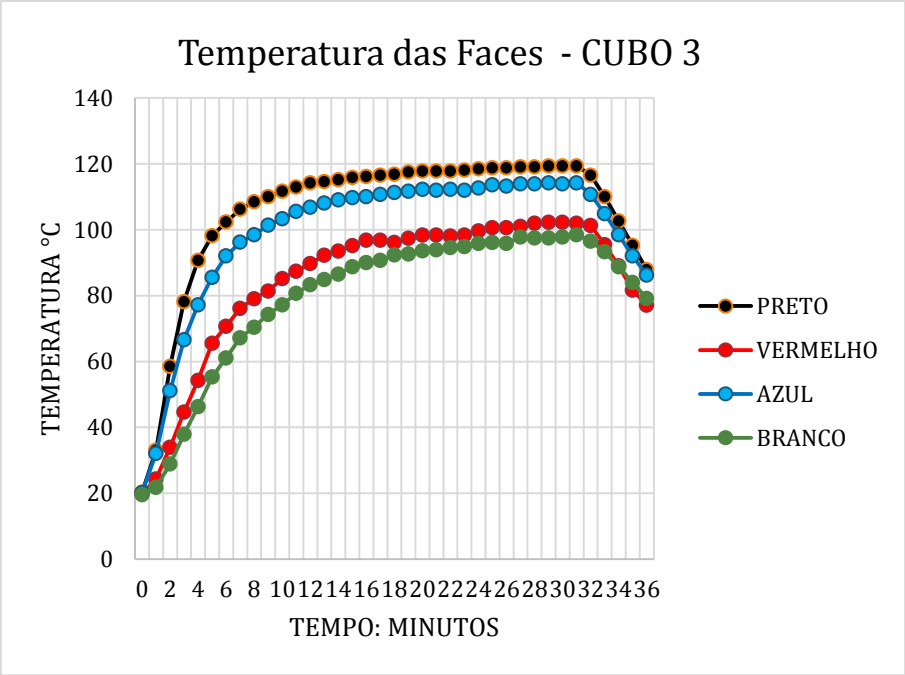


Figura 88: Gráfico de temperatura do cubo de faces separadas por madeira e pintadas na parte interna e externa da mesma cor. Fonte: A autora.

Planilha PLX-DAQ

Tabela 6: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo.
Estes dados foram utilizados para montar o gráfico Figura 88.

Time	min	PRETO	VERMELHO	AZUL	BRANCO
22:00:49	00	20,26	19,84	20,24	19,57
22:01:49	01	33,14	24,35	32,16	21,82
22:02:49	02	58,57	34,01	51,15	28,9
22:03:49	03	78,22	44,64	66,61	37,92
22:04:49	04	90,77	54,3	77,24	46,29
22:05:49	05	98,18	65,57	85,61	55,31
22:06:49	06	102,37	70,72	92,05	61,1
22:07:49	07	106,23	76,19	96,23	67,22
22:08:49	08	108,48	79,09	98,49	70,44
22:09:49	09	110,09	81,35	101,39	74,31
22:10:49	10	111,70	85,21	103,32	77,2
22:11:49	11	112,99	87,46	105,57	80,75
22:12:49	12	114,28	89,72	106,86	83,32
22:13:49	13	114,60	92,29	108,15	84,93
22:14:49	14	115,25	93,58	109,11	86,54
22:15:49	15	115,89	95,19	109,76	88,8
22:16:49	16	116,21	96,8	110,08	90,08
22:17:49	17	116,53	96,8	110,72	90,73
22:18:49	18	116,86	96,16	111,37	92,34
22:19:49	19	117,50	97,45	111,69	92,66

22:20:49	20	117,82	98,41	112,33	93,63
22:21:49	21	117,82	98,41	112,01	93,95
22:22:49	22	117,82	98,09	112,33	94,59
22:23:49	23	118,14	98,41	112,01	94,91
22:24:49	24	118,47	99,7	112,66	95,88
22:25:49	25	118,79	100,67	113,62	96,2
22:26:49	26	118,79	100,67	113,3	95,88
22:27:49	27	119,11	100,99	113,94	97,81
22:28:49	28	119,11	101,95	113,94	97,49
22:29:49	29	119,43	102,28	114,27	97,49
22:30:49	30	119,43	102,28	113,94	97,81
22:31:49	31	119,43	101,95	114,27	98,46
22:32:49	32	116,53	101,31	110,72	96,52
22:33:49	33	110,09	95,51	104,93	93,3
22:34:49	34	102,69	89,07	98,49	88,8
22:35:49	35	95,28	81,67	92,05	83,97
22:36:49	36	87,88	77,16	86,25	79,14

Iniciou-se com a lâmpada desligada; após a calibração do *termistor*, de 60 em 60 segundos no PLX-DAQ, registra a temperatura das quatro faces, após 31 minutos a lâmpada foi desligada e deixada esfriando por 5 minutos, registros esses transferidos para o gráfico.

Observou-se aqui uma diferença maior na temperatura, Tabela 7.

Tabela 7: Diferença de temperatura nas faces.

Time	Preto	Vermelho	Azul	Branco
22:31:49	119,43	101,95	114,27	98,46

Essa diferença ocorreu porque na parte interna do cubo também estava pintada, Figura 89, foram realizadas várias experiências e sempre encontrado o mesmo resultado, para a temperatura: preto> azul>vermelho>branco. Portanto, a cor da tinta interfere na absorção.



Figura 89: Cubo com as faces pintadas na parte interna e externa iguais. Fonte: A autora.

4.3.3 Terceira experiência

Montou-se a experiência com apenas duas faces, um lado preto e outro branco. Verificou-se que com a face preta (PT/BR) voltada para a lâmpada, a temperatura registrada pelo *termistor* no lado branco foi maior do que na face pintada em branco, (BR/PT) voltada para a lâmpada Figura 90, Figura 91 Figura 92 e Figura 93.

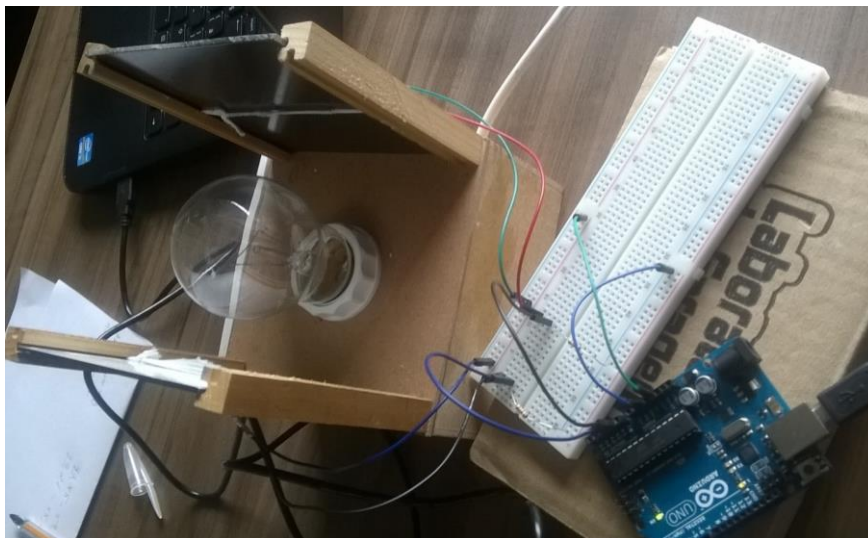


Figura 90: Montagem do circuito no *Protoboard*. Fonte: A autora.

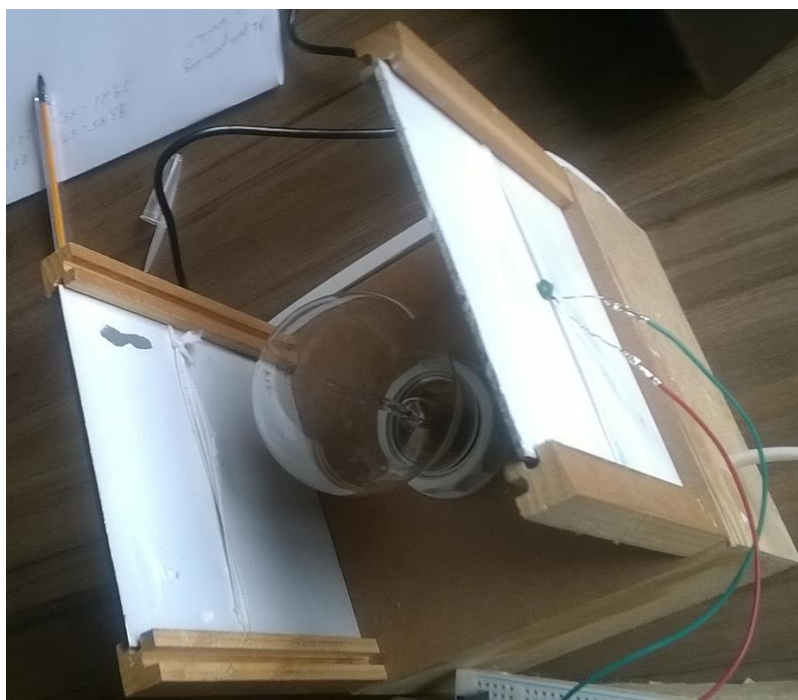


Figura 91: Face branca parte interna e parte externa da outra face. Fonte: A autora.



Figura 92: Face preta parte externa e parte interna da outra face. Fonte: A autora.



Figura 93: Lâmpada ligada para aquecer as faces. Fonte: A autora.

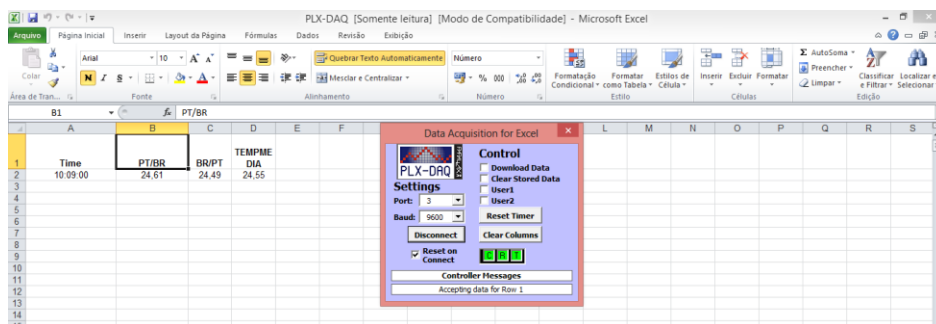


Figura 94: PLX- DAQ calibrando *termistor*. Fonte: A autora.

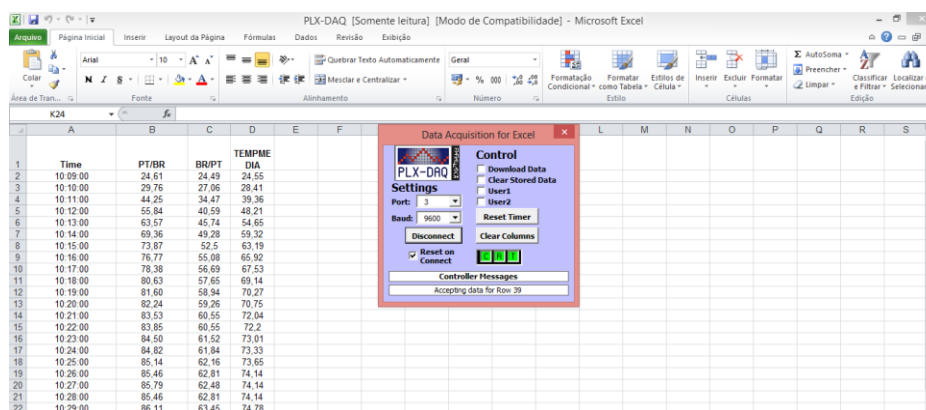


Figura 95: PLX-DAQ registro de temperatura. Fonte: A autora.

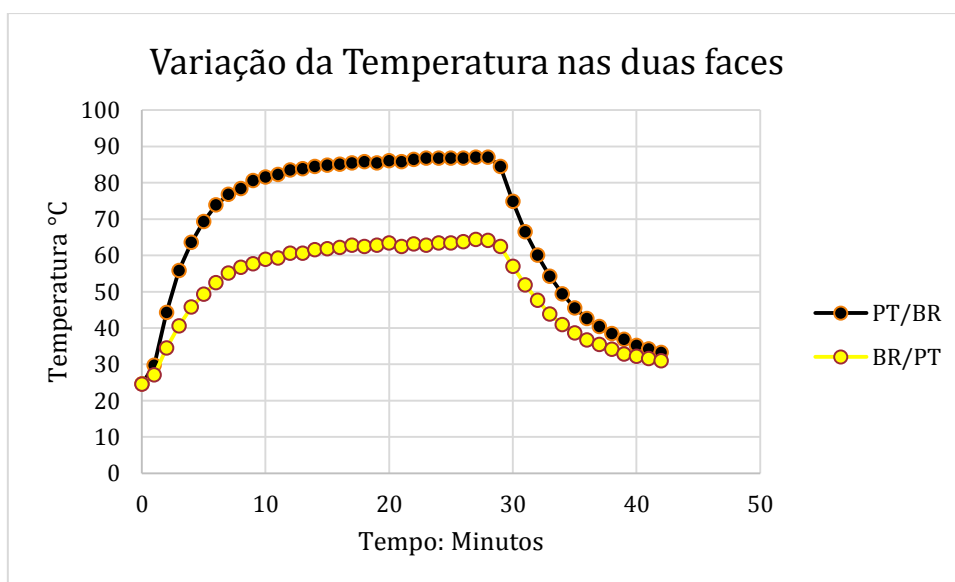


Figura 96: Gráfico a partir da aquisição das temperatura das faces. Fonte: A autora.

Planilha PLX-DAQ, Figura 94, Figura 95 e Tabela 8: PT/BR = parte preta do lado da lâmpada e parte branca com *termistor*. BR/PT= parte branca do lado da lâmpada e parte preta com *termistor*.

Tabela 8: Plx Daq com dados obtidos ao aquecer as faces do cubo e montar o gráfico da Figura 96.

Time	min	PT/BR	BR/PT
10:09:00	00	24,61	24,49
10:10:00	01	29,76	27,06
10:11:00	02	44,25	34,47
10:12:00	03	55,84	40,59
10:13:00	04	63,57	45,74
10:14:00	05	69,36	49,28
10:15:00	06	73,87	52,5
10:16:00	07	76,77	55,08
10:17:00	08	78,38	56,69
10:18:00	09	80,63	57,65
10:19:00	10	81,60	58,94
10:20:00	11	82,24	59,26
10:21:00	12	83,53	60,55
10:22:00	13	83,85	60,55
10:23:00	14	84,50	61,52
10:24:00	15	84,82	61,84
10:25:00	16	85,14	62,16
10:26:00	17	85,46	62,81
10:27:00	18	85,79	62,48
10:28:00	19	85,46	62,81
10:29:00	20	86,11	63,45
10:30:00	21	85,79	62,48
10:31:00	22	86,43	63,13
10:32:00	23	86,75	62,81
10:33:00	24	86,75	63,45
10:34:00	25	86,75	63,45
10:35:00	26	86,75	63,77
10:36:00	27	87,07	64,42
10:37:00	28	87,07	64,09
10:38:00	29	84,50	62,48
10:39:00	30	74,84	57,01
10:40:00	31	66,47	51,86
10:41:00	32	60,03	47,67
10:42:00	33	54,23	43,81
10:43:00	34	49,40	40,91
10:44:00	35	45,54	38,66
10:45:00	36	42,64	36,72
10:46:00	37	40,38	35,44
10:47:00	38	38,45	34,15
10:48:00	39	36,84	32,86
10:49:00	40	35,23	32,22
10:50:00	41	34,27	31,57
10:51:00	42	33,30	30,93

Observação: apagou-se a lâmpada às 10h 37min., quando a temperatura começou a baixar, gráfico obtido, Figura 96.

Pode-se organizar o programa para quantos *termistores* se quiser utilizar, transformando o programa de acordo com necessidade.

Para dois *termistor*:

```
int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
```

Para quatro *termistor*:

```
int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
int sensor3 = 3;           // PINO ANALÓGICO 2
int sensor4 = 4;           // PINO ANALÓGICO 3
```

Verifica-se o programa, Figura 97 e realizam-se as alterações necessárias, sempre tomando-se o cuidado para não desativar um comando principal.

```
int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
int valor1 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA
0
int valor2 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA
1
float temp1 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR
CONVERTIDO DO SENSOR 0
float temp2 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR
CONVERTIDO DO SENSOR 1
float tempmedia = 0;
// VARIÁVEIS DA COMUNICAÇÃO SERIAL COM O EXCEL (PLX-DAQ)
// NÃO PODE USAR O "MONITOR SERIAL" DO IDE DO ARDUINO (CONFLITO)
int ROW = 0; // VARIÁVEL QUE SE REFERE AS LINHAS DO EXCEL
int LABEL = 1;
void setup() {
  Serial.begin(9600);       // INICIALIZAÇÃO DA COMUNICAÇÃO
  SERIAL
  Serial.println("CLEARDATA"); // RESET DA COMUNICAÇÃO
  SERIAL
  Serial.println("LABEL,Time,PT/BR,BR/PT, TEMPMEDIA"); // NOMEIA AS
  COLUNAS
}
void loop() {
  valor1 = analogRead(sensor1); // LEITURA DO PINO A0
  valor2 = analogRead(sensor2); // LEITURA DO PINO A1
  temp1 = valor1 * 0.00322;      // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp2 = valor2 * 0.00322;      //
  temp1 = temp1 * 100 - 87.45;    // CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
  temp2 = temp2 * 100 - 81.45;    //
  tempmedia = (temp1+temp2)/2;
  Serial.print("DATA,TIME,");    // INICIA A "IMPRESSÃO" DOS DADOS,
  SEMPRE INICIANDO COM O "TIME"
  Serial.print(temp1);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp2);
  Serial.print(",");
  Serial.println(tempmedia);
  ROW++;                         // INCREMENTA A LINHA DO EXCEL
  if (ROW > 5000)                // LAÇO PARA LIMITAR A QUANTIDADE
  DE DADOS ENVIADOS, SERVE PARA LIMITAR O GRÁFICO
  {
    ROW=0;                      // RESET DA LINHA
    Serial.println("ROW,SET,2"); // ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS COM OS
    DADOS, INICIANDO DA LINHA 2
  }
  delay(60000);                 // ESPERA SESSENTA SEGUNDOS PARA NOVA LEITURA
}
```

Figura 97: Programa *Arduino* para dois *termistor*. Fonte: A autora.

4.4 Aplicação do Produto

A filosofia dos Campos Conceituais e da aprendizagem significativa destaca que o aluno já possui um conhecimento prévio sobre os conteúdos. Esse conhecimento pode ter uma base discutível, incorreta ou totalmente correta, com a finalidade de observar o nível de conhecimento técnico obtido pelos educandos nos primeiros anos de ensino fundamental e na vida social. Organizou-se um questionário, abaixo descrito, para verificar-se o nível de compreensão dos alunos em relação aos conteúdos que vão ser trabalhado.

Perguntas:

- 1- Defina: temperatura, calor e termodinâmica.
- 2- O que é um termômetro?
- 3- Estar em um ambiente onde a temperatura esteja a 70 graus pode ser agradável? Por quê?
- 4- Quais os tipos de termômetros que você conhece?
- 5- Podemos confiar na sensação térmica para definir o estado térmico de um sistema? Justifique.
- 6- Defina: equilíbrio térmico.

Definiu-se um prazo de 10 minutos para os estudantes apresentarem essa primeira atividade, depois, será realizada um *feedback* (argumentação crítica).

Para Vergnaud (1983) o primeiro conjunto é o significativo e se refere ao conceito. O conceito ou conhecimento técnico adquirido previamente pela maioria dos alunos no conteúdo de Termodinâmica, revelou-se satisfatório. Anexa-se algumas respostas, com respostas, como comprovação da atividade realizada.

Pedro.

1-) Defina:

- Temperatura é o estado físico da matéria.
- Calor é uma temperatura.
- Termodinâmica é a ciência da temperatura.

2) O que é um termômetro? Um medidor de temperaturas.

3) Colar em um ambiente onde a temperatura esteja a 10 graus pode ser agradável? Impossível por agradável, ao menos que seja em uma região quente.

4) Quais os tipos de termômetro nós conhecemos?

Termômetro de Galileu, simples, e de temp. ambiente.

5) Podemos confiar na sensação térmica para definir o estado térmico de um sistema? Justifique.

Não, pois um corpo pode estar a uma temperatura diferente da temperatura ambiente.

6-) Defina: Equilíbrio térmico.

Quando as temperaturas são iguais.

João

1. Defina

- Temperatura - O que define o quente e o frio
- Calor - Quando a temperatura está alta
- Termodinâmica - Quando a temperatura é dinâmica ???

2. O que é um termômetro?

É o objeto que você usa para medir a temperatura

3. Estar em um ambiente onde a temperatura esteja a 70 graus pode ser agradável. Não, isso vai ser dolorido

4. Quais os tipos de termômetros que você conhece?

O braço febre.

5. Podemos confiar na sensação térmica para definir o estado térmico de um sistema? Justifique não, porque a sensação pode ser alta enquanto a verdadeira temperatura pode estar em pouco mais

6. Defina: equilíbrio térmico

Quando a temperatura está em equilíbrio.

Maria

1) Defina:

- TEMPERATURA - é a unidade medida para sabermos se está frio ou calor, com a ajuda de termômetros (os vizes).
- Calor - quando a temperatura de um ambiente está elevada, pode-se dizer que está calor.
- Termodinâmico - temperaturas quando um corpo está em movimento.

2) O que é um termômetro? Termômetro é a unidade de medida, que mede a temperatura humana, ou ambiente.

3) Estar em um ambiente onde a temperatura esteja a 70 graus pode ser agradável? Não, 70 graus, em temperatura ambiente vai além do algo normal, como de costume, vai estar muito quente.

4) Quais os tipos de termômetro que você conhece?

Os termômetros comuns e os de laboratório, onde medem $^{\circ}\text{C}$ e $^{\circ}\text{F}$.

5) Podemos confiar na variação térmica para definir o estado térmico de um sistema? Justifique. Não, sempre, a variação térmica é mais para dar um exemplo de como um sistema pode estar, não dando certeza de que ele está exatamente como um exemplo na variação térmica.

6) Defina: equilíbrio térmico. Quando algo é capaz de equilibrar a temperatura de um sistema, ou seja, não o deixando elevar a temperatura ou deixá-lo diminuir.

Finalizado a argumentação sobre o questionário, buscou-se o conhecimento teórico científico: a turma foi dividida em duplas, com auxílio do

livro didático: “Conexões com a Física” e as duplas deveriam corrigir, se fosse necessário, suas respostas e reescrevê-las em seus cadernos.

Questionados sobre a necessidade de obter informações em mais de uma fonte, o grupo dirigiu-se à biblioteca e ao laboratório de informática, onde, um dos alunos fazia a pesquisa em outros livros didáticos, enquanto o colega buscava na internet as respostas, para comparação. Apesar de parecer uma atividade simples, observou-se que alguns alunos ainda não possuem habilidade computacional, principalmente na área de pesquisa e quem não conseguiu realizar toda a atividade deveria entregá-la pronta na próxima aula

Os educandos entregaram suas pesquisas e conclusões sobre o conteúdo. No laboratório de Ciências, a atividade foi a de conhecer tipos diferentes de termômetro, destacando as diferenças que notavam em cada um deles.

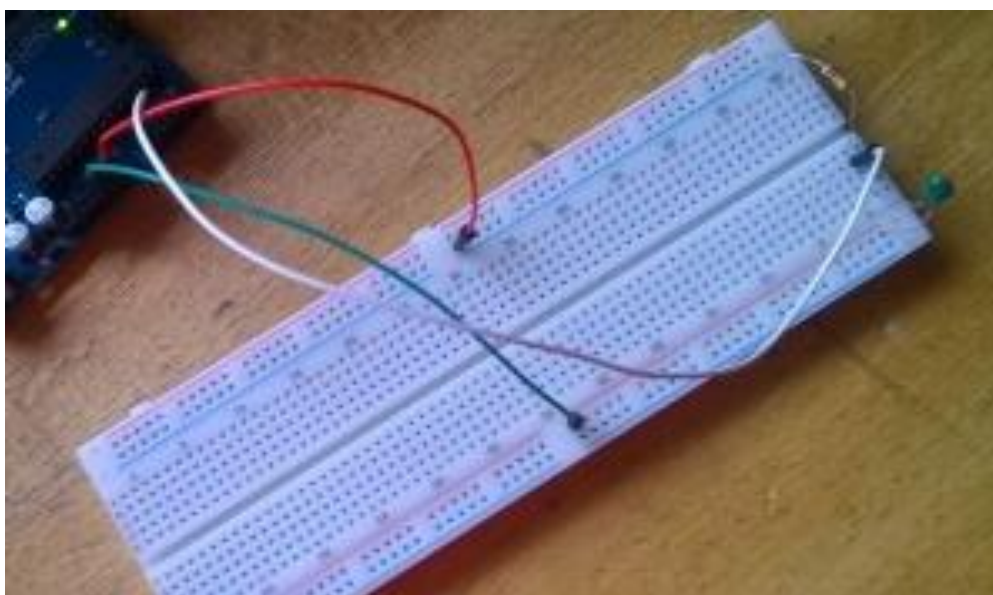
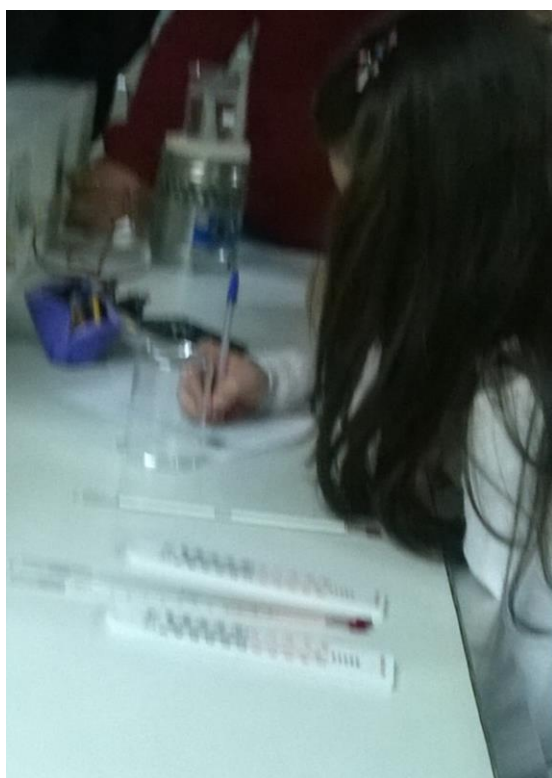


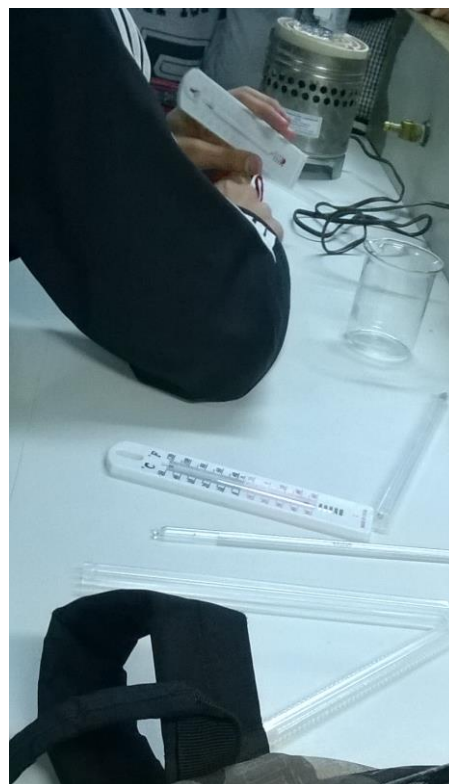
Figura 98: Montagem do circuito no Protoboard com termistor. Fonte: A autora.

Essa foi a primeira atividade com o arduino, Figura 98, falou-se sobre o projeto, e sobre o programa funcionando com a temperatura ambiente (ver p. 73-74). Durante o feedback sobre os termômetros, apareceram as escalas °C e °F, e foi explicada a teoria sobre escalas termométricas e conversões de escalas °C, °F e K; as escalas Rankine e Réamur foram apenas citadas e direcionado o conteúdo sobre hipotermia, hipertemia e temperatura do corpo humano. Foram realizados exercícios e experiências, Figura 99; a, b, c, sobre

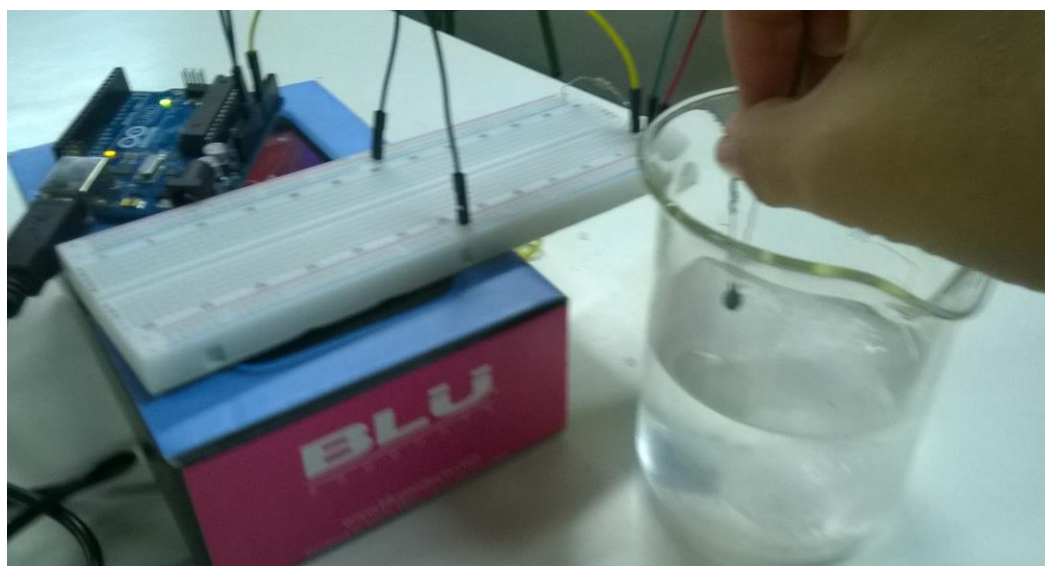
temperatura da água, sal no gelo e temperatura do gelo, como fixação do conteúdo (anexo).



(a)



(b)



(c)

Figura 99: a, b, c. Experiência temperatura da água. Fonte: A autora.

Elaborou-se um mapa conceitual direcionado, explicando como ele funciona e como construí-lo. No primeiro momento construímos no quadro e no lugar dos pontos de Interrogação (??) os alunos deveriam sugerir qual palavra deveria ser colocada (Apêndice).

Nas próximas aulas, o conteúdo a ser tratado será a dilatação dos sólidos e líquidos, calorimetria e quantidade de calor. Nesses conteúdos também foram utilizados procedimentos com a placa integrada *Arduino*; os procedimentos serão descritos em outras produções, porque demandam de novas análises e de novas experiências.

O conteúdo sobre processos de propagação de calor (ver teoria cap.1) foi iniciado com o texto:” Por que os beduínos usam roupas pretas e largas enquanto vagam no deserto?” (apêndice, p. 107). Conforme estudos, os habitantes do deserto usam túnicas escuras; apesar de atingir uma temperatura mais elevada que a cor branca, as túnicas escuras aquecem o ar que circula na túnica, provocado pela convecção térmica e a corrente de ar que entra por baixo da túnica refresca o corpo, tornando as túnicas escuras confortáveis. Realizada a leitura e o respectivo feedback sobre o texto, onde cada aluno expressava seu entendimento sobre o assunto, aprofundou-se o conhecimento teórico sobre fluxo de calor (lei da condução térmica), realizando-se exercícios do livro didático e calculando-se a área e a espessura da placa do cubo, Figura 100.

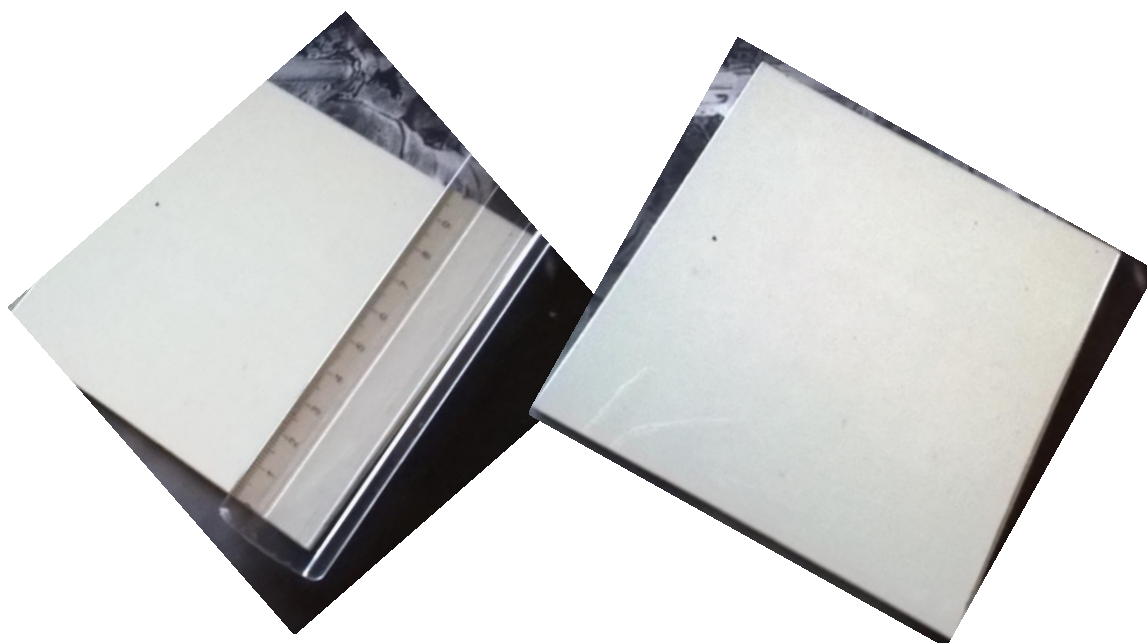


Figura 100: Calculando a área. Fonte: A autora.

Espessura 0,1 cm

Lado: 10 cm

Área: 100 Cm²

K do alumínio: 0,5 cal/s.cm.°C

θ_1 : 13°C

θ_2 : 98°C

Valores de temperatura, apenas para exemplo.

Calcule o fluxo de calor transmitida na unidade de tempo pela face branca.

$$\varphi = (k \times A \times \Delta\theta / e)$$

$$\varphi = 0,5 \cdot 100 \cdot (98 - 13) / 0,1$$

$$\varphi = 42500 \text{ cal/s}$$

As aplicações da condução térmica são várias e ajudam o ser humano em minas de carvão (lâmpada de Davy), nas cozinhas (cabos de panelas), nas festas (caixas de isopor), etc. como isolantes térmicos. Os textos dos livros didáticos são ricos em exemplos e finalizando a teoria foi realizada uma experiência no laboratório, conforme Figura 4, questão:

✓ Qual colher eles pegariam?

Utilizou-se o *termistor* para medir a temperatura de duas colheres, uma com cabo de madeira e outra com cabo de alumínio, colocadas no aquecedor. Depois de 10 minutos, constatou-se que a temperatura da colher com cabo de madeira era 20° C e da colher com cabo de alumínio era 50°C, discutindo-se então o processo de condução de calor através da madeira e do alumínio.

O conteúdo de convecção iniciou-se com a experiência, conforme fig. 5, onde os alunos deveriam analisar em quanto tempo a cor azul estaria totalmente diluída no líquido, sem que esse fosse misturado. Após alguns segundos verificou-se que as correntes de convecção foram sumindo, sinal de que a temperatura em todo o recipiente era igual. Experiência: utilizou-se azul de polietileno na água gelada coletada com uma seringa, colocou-se esta mistura no fundo do copo com água em temperatura ambiente, criando-se linhas de convecção. A teoria sobre o citado conteúdo foi discutida em sala de aula: aquecimento, densidade, aplicações e consequências da convecção térmica.

A Irradiação Térmica, com base na pesquisa realizada pelos alunos, será esclarecida quando um corpo recebe radiação. Um corpo para aquecer-se proporcionalmente depende da sua capacidade de absorver energia, de modo que um corpo com boa capacidade de absorção é também um bom emissor de radiação; como os alunos já calcularam a área da face, mediram a

distância da lâmpada incandescente até a face (2 cm) e a posição do filamento que aquece a lâmpada.

Analisaram-se as experiências da temperatura do cubo de Leslie faces iguais internamente e diferentes externamente, durante o aquecimento; depois trocaram as faces, substituindo-as por faces pintadas interna e externamente. Montaram-se gráficos com as temperaturas obtidas, analisando-os, principalmente o levantamento de questões sobre os resultados obtidos.

Questões sugeridas pelos alunos:

- ✓ Por que no primeiro cubo a temperatura das faces são praticamente iguais?
- ✓ Por que no segundo cubo a temperatura das faces são diferentes?
- ✓ Qual a história do cubo de Leslie?
- ✓ O preto realmente aquece mais?
- ✓ Qual a principal diferença entre os cubos?
- ✓ O que é um corpo emissor e receptor ideal?
- ✓ Qual a aplicação técnica prática do estudo de radiação?

Os alunos deveriam buscar respostas para suas perguntas por meio de pesquisas e anotar as respostas, para debate posterior.

Programou-se para as próximas aulas debates sobre a pesquisa e sobre as questões levantadas, com as experiência com o cubo. Retornou-se ao texto 1, com *feedback* sobre a leitura e posicionamento do texto 1 X teoria cap 1 e cap 2. Refaz-se o questionário sobre temperatura, calor e processos de propagação de calor.

Sobre a Lei de Stefan-Boltzmann, utilizaram-se os resultados obtidos nas experiências com as temperaturas registradas no PLXDAQ das faces do cubo, para calcular o poder emissivo de cada face, considerando-se que apesar da cor todas são um corpo ideal. Realizou-se *feedback* sobre os resultados encontrados e combinou-se para a próxima aula que os alunos construiriam um mapa conceitual (anexo), em grupo, sobre os conteúdos estudados, explicando-o em sala.

Conclusão

A utilização da placa integrada *Arduino* como forma de apresentar os conteúdos de Termodinâmica e Física Moderna chamou a atenção dos alunos, fazendo com que as aulas fossem mais estimulantes. Conclui-se que o interesse dos estudantes nas atividades experimentais de Física aumentou quando comparados com as outras turmas. Portanto, utilizar diferentes tecnologias, manipular objetos, utilizar produtos de baixo custo, pesquisar para aprender um determinado conteúdo, são alternativas de que se dispõe para atrair e ensinar os educandos, encontrando maneiras de facilitar seu aprendizado. Facilitar não significa deixar de lado a arte da pesquisa em Ciências e muito menos retirar os conteúdos do currículo básico; facilitar deve estar aliado a maneiras diversificadas de explicar os conteúdos.

O Cubo de Leslie produzido nesse trabalho de pesquisa apresentou propriedades similares ao do modelo comercial, podendo substituí-lo nas atividades didáticas que envolvam absorção, resfriamento e radiação térmica. O uso do Cubo de Leslie pode ser utilizado na apresentação do conteúdo de história da ciência, abordando os acontecimentos históricos em torno da radiação térmica e o seu desenvolvimento.

A implementação da placa integrada *Arduino* e de seus componentes nas atividades envolvendo o Cubo de Leslie mostrou-se adequada para obtenção dos dados experimentais. Com o uso do PLXDAQ foi possível obter os gráficos em tempo real tornando as atividades didáticas mais dinâmicas. O uso do *Arduino* no Ensino de Física é uma maneira de trabalhar a metodologia científica com os estudantes, porque permite reduzir o tempo necessário para montar e realizar o experimento, o que permita ao professor tempo para obter, analisar e discutir os resultados.

A implementação da Teoria do Campo Conceitual de Vergnaud (1983), da aprendizagem significativa de Ausubel e dos mapas conceituais, foi

testado na pesquisa e verificou-se que o uso de teorias de aprendizagem auxiliam o professor na organização de suas aulas, direcionando os objetivos a serem ensinados aos estudantes.

Refazer os questionários e a construção dos mapas conceituais no final de cada conteúdo, apresentaram indícios de aprendizagem de novos conceitos pelos estudantes e eliminação de conceitos discutíveis acerca da terminologia e de processos de propagação de calor, porém, esse campo ainda tem muito a ser trabalhado nos próximos bimestres de estudos. Somente assim este campo estará completo, e, em cada nível, o estudo vai se tornando cada vez mais significativo e somente com a conclusão do Ensino Médio é que se poderá, talvez, afirmar que o aluno aprendeu.

Referências Bibliográficas

ARDUINO. **ARDUINO UNO**. Disponível em <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 28/11/ 2014.

ASSUNÇÃO. Tassia. **TEORIA DA EDUCAÇÃO DE NOVAK**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/pccbioufam/11-projetos-em-ensino-de-biologia/teoria-da-educacao-de-novak>> acesso 30/08/2016.

AUSUBEL. David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. Lisboa- 2003.

BASCONCELLO, Daniel O. Filho. **Curso de Arduino**. Disponível em: <http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_o_que_e_arduino_pg1.php> Acesso em 02/03/2015.

BNCC <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#!/site/conhecaDisciplina?disciplina=AC_CIN&tipoEnsino=TE_EM>. Acesso e.m janeiro de 2016.

BONJORNO. Jose Roberto. et. al. **Física**, 2º edição. Editora FTD- São Paulo- SP- 2013.

CALOR. **Transferência de Calor** - Série Concursos Públicos Curso Prático & Objetivo disponível em <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/engenheiro_do_petroleo/transferencia_calor.pdf> acesso em 15/06/2016

CUNHA. Sergio Lucas da. **Teoria da Aprendizagem significativa**. Disponível em <<https://sites.google.com/site/pccbioufam/11-projetos-em-ensino-de-biologia/teoria-da-aprendizagem-significativa>> acesso 30/08/2016.

DCE- **Diretrizes Curriculares Estaduais**. Disponível em:

<<http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/instrucoes/instrucao112009.pdf>> acesso em 20/01/2016.

FEYMAN. Richard P. **Física em Seis Lições**- Rio de Janeiro- Ediouro -2004.
P. 38

FOURIER, Joseph. **The Analitical of Heat**. Cambridge- At the University Press. London: Cambridge Warhouse,17, Paternoster-Row. Cambrige: Deighton. Bell, and Co. Leipzig: F. A. Brockhaus. 1878. Acervo disponível em: <<http://book.google.com>>. Acesso em 17/05/2016.

GONCALVES, Dalton. **Física do Cientifico e do Vestibular**- V3. Ao Livro Tecnico- Rio de Janeiro- 1972.

GREIS, Luciano K., Reategui, Eliseo. **Um Simulador Educacional para Disciplina de Física em Mundos Virtuais**. Revista Intersaberes. V. 8 Nº 2, julho, 2013. Disponível em <<http://www.uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/viewFile/372/317>> acesso 19/04/ 2016.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**, 11^a edição. Editora Saraiva- São Paulo – SP – 2013.

LESLIE. John- **Na Experimental Inquiry into The Nature, and Propagation or Heat**- Printed for J. Wawman, Poultry J sold Also By BeLL and Erafrute, Edinburgh, 1804. Acervo disponível em:<<http://book.google.com>>. Acesso em 31/05/2016.

MACEDO, Claudio. **Arabes criam o material mais negro da história**. Disponível em< <http://www.saense.com.br/2015/11/arabes-criam-o-material-mais-negro-da-historia/>> Acesso dia 31/05/2016.

MARRIOTT. Rita de Cassia, Torres. Patrícia Lupion, IRLA. Esron Adriano F. Projeto Agrinho. **As bases teóricas da proposta_cp**. Disponível em <<https://eureka.pucpr.br/Saaw3/publicacao/mostrarInterno.php?method=navegaDir>> acesso em 01/09/2016.

MINOSKA. Bojorge,. **Aula 3- Unidade 3**-Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – UFF : disponível em< [http:// www.professores.uff.br/controladeprocessos-eq/images/stories/Aula03_Instrument_Temperatura_2sem2014.pdf](http://www.professores.uff.br/controladeprocessos-eq/images/stories/Aula03_Instrument_Temperatura_2sem2014.pdf)> acessado 06/06/2016.

MOREIRA, Marcos Antonio. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a Pesquisa nesta Area**. Investigações em Ensino de Ciências - ISSN 1518 -V7(1), pp. 7-29, 2002... disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n> Acesso em 14/04/2015.

PEREIRA, Wilson Roberto F. Artigo: **Reflexão sobre o uso de tecnologias da educação no ensino superior**- 2013. Disponível em < <http://www.uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/viewFile/372/317>> acesso em 02/03/2015

RAMALHO. Junior, Francisco, et al. **Os fundamentos da Física** - V2, 6ª edição. Editora Moderna.- São Paulo- 1997.

RESNICK, Robert. et. At. Física 2- 5ª edição. Editora LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro-RJ. 2003.

RONZETTI, Roberto. **Macedonio Malloni e correspondência com Faraday**. Giornale di Fisica, 17/02/1976. Disponível em:<<http://www.fisicamente.net/FISICA/index-74.htm>> acesso em 11/06/2016.

SEARS. Francis Weston. **Física III Óptica**- livro Técnico, 1967- Rio de Janeiro.

Tabela comparativa, 2014: disponível em <<http://blog.filipeflop.com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html>> acessado em: 02/03/2015.

SILVA, J. J. Souza (Silva 2010), **O ensino de Física em Botucatu**, *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

SOUZA, Mayara Assoni Timbó. **Texto: Porque os beduínos usam roupas pretas e largas enquanto vagam no deserto**. Revista Museu dinâmico interdisciplinar-UEM: disponível em< <https://museudinamicointerdisciplinar.wordpress.com/2012/10/29/porque-os-beduinos-usam-roupas-pretas-e-largas-enquanto-vagam-no-deserto>> acesso em: 01/04/2015.

TIPLER, Paul A. Gene Mosca. **Física para Cientistas e Engenheiros- V1- 5ª** edição- LTC – livros Técnicos e científicos Editora S.A.- Rio de Janeiro-RJ, 2001.

THUILLIER, Pierre. **De Arquimedes a Einstein: A face oculta da invenção científica**-Jorge Zahar editor- Rio de Janeiro-RJ. 1994

TORRES, Carlos Magno A. et. al. **Física Ciência e Tecnologia**, 3º edição. Editora Moderna- São Paulo-2013.

Tutorial-**Sensores**. Disponível em < [http://www. Eletrica .ufpr. br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf](http://www.Eletrica.ufpr.br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf) - > acesso em agosto de 2015 e dia 31/03/2016.

Tutorial: **Mostrar a temperatura Ambiente com o arduino em um display LCD 16X2** <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-mostrar-a-temperatura-ambiente-com-o-arduino-em-um>> acesso em: 30/03/2015

TYNDAL. John. **Contributions to Molecular Physics in The Domian of Radiant Heat-** D. Appleton and Company, New York- 1873- Acervo disponível em:<<http://book.google.com>>. Acesso em 17/05/2016.

TYNDAL. John- **Heat as a mode of motion-** D. Appleton and Company, New York- 1875- Acervo disponível em:<<http://book.google.com>>. Acesso em 31/05/2016.

VERGNAUD. Gerard **12-Vergnaud**. Estagio supervisionado de física.2015 Disponível em <[http://www.fisica-interessante.com/files/est1_12_-_vergnaud .pdf](http://www.fisica-interessante.com/files/est1_12_-_vergnaud.pdf) > acesso em 17/05/2016.

VILUX. **História da evolução da lâmpada**. Disponível em <[http://www.vilux .com.br/ver_noticias.asp?codigo=143](http://www.vilux.com.br/ver_noticias.asp?codigo=143)>acesso em 10/05/2016.

WIKI-TERMO. Wikipédia (Wiki-Termo 2010): **Termodinâmica**. Disponível em <[http://pt.wikipedia.org /wiki/Termodinâmica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A2mica)>. Acesso em julho de 2010.

WIKI. Microsoft. **Excel**. Disponivel em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel> acesso em 28/01/2016

Apêndice A- Produto



O ARDUINO NA PROGRAMAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS EM
TERMODINÂMICA E EM FÍSICA MODERNA

PRODUTO

Marilene Probst Novacoski
Luiz Américo Alves Pereira
Gelson Biscaia de Souza

Ponta Grossa- PR
Agosto /2016

Texto de Apoio para Professores de Física



Capa: Talita Novacoski

“A física atingiu seu limite, e há apenas duas
nuvens negras ameaçando seu horizonte”
(Lorde Kelvin, 1900)

FIGURAS

Figura 1: Placa eletrônica <i>Arduino</i> Uno. Fonte: A autora	12
Figura 2: Site <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	13
Figura 3: Site <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	13
Figura 4: <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	14
Figura 5: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	14
Figura 6: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte : A autora	15
Figura 7: Instalando <i>Arduino</i> , tela 1. Fonte : A autora	15
Figura 8: Instalando <i>Arduino</i> , tela 2. Fonte: A autora	16
Figura 9: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	16
Figura 10: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	17
Figura 11: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	17
Figura 12: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	18
Figura 13: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	18
Figura 14: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	19
Figura 15: Instalando <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	19
Figura 16: montagem do circuito no <i>protoboard</i> . Fonte: A autora	19
Figura 17: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	20
Figura 18: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	20
Figura 19: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	21
Figura 20: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	21
Figura 21: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	22
Figura 22: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	23
Figura 23: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	23
Figura 24: Trabalhando com o programa do <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	23
Figura 25: Site <i>Parallax</i> . Fonte: A autora	24
Figura 26: atalho <i>PLX-DAQ</i> . Fonte: A autora	24
Figura 27: trabalhando com o <i>PLX-DAQ</i> . Fonte: A autora	25
Figura 28: Trabalhando com <i>PLX-DAQ</i> : Fonte: A autora	25
Figura 29: Trabalhando com <i>PLX-DAQ</i> : Fonte A autora	25
Figura 30: port: Fonte: A autora	26
Figura 31: <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora	28
Figura 32: <i>Termistor</i> .e representação gráfica.	28
Figura 33: jumpers. Fonte: A autora	30
Figura 34: <i>Dimmer</i> e representação gráfica.	31
Figura 35: lâmpada incandescente e representação gráfica.	32
Figura 36: Resistores e representação gráfica.	33
Figura 37: Montagem esquemática, Fritzing. Fonte: A autora	34
Figura 38: Montagem esquemática, Fritzing. Fonte: A autora	34
Figura 39: <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora	38
Figura 40: desenho esquemático. Fonte: A autora.	38
Figura 41: Programa <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	39
Figura 42: Programa <i>Thermistor</i> . Fonte: Tutorial Laboratório de Garagem. ..	39
Figura 43: Programa. Fonte: Arquivo pessoal.	40
Figura 44: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	40
Figura 45:Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	41
Figura 46: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	41
Figura 47: Trabalhando com <i>Arduino</i> . Fonte: A autora	42

Figura 48: Trabalhando com Arduino. Fonte: A autora	42
Figura 49: Serial Monitor. Fonte: A autora	42
Figura 50: Experiências temperatura da água e gelo. Fonte: A autora.	44
Figura 51: Experiência utilizando o <i>termistor</i> . Fonte: A autora.....	44
Figura 52: conferindo a temperatura de contato. Fonte: A autora.....	47
Figura 53: Serial Monitor. Experiência com o tato. Fonte: A autora	48
Figura 54: Experiência 1 Laboratório de Física. Fonte: A autora	50
Figura 55: Irradiação. Fonte: Apresentação- aula 3- Prof ^a . Ninoska Bonjorge	52
Figura 56: Cavidade com pequeno orifício na sua parede.Fonte: A autora. ...	53
Figura 57: Sensor de radiação TD-8553. Disponível em< https://www.pasco.com/prodCatalog/TD/TD-8553_radiation-sensor/ > acesso em 05/07/2016	55
Figura 58: <i>Protoboard</i> organizado para verificar a temperatura em cada face. Fonte: A autora.	55
Figura 59: Montagem do circuito no <i>Protoboard</i> . Fonte: A autora.....	55
Figura 60: desenho esquemático. Fonte: A autora.....	56
Figura 61: Programa. Fonte: A autora.....	56
Figura 62: Termistor com Jumpers. Fonte: A autora.....	58
Figura 63: gráfico das temperaturas obtidas.....	58
Figura 64: cubo com faces iguais. Fonte: A autora	58
Figura 65: Cubo com faces separadas e iguais internamente. Fonte: A autora.	59
Figura 66: Gráfico da temperatura do cubo com faces separadas. Fonte: A autora.....	60
Figura 67: (a) cubo de faces pintadas interna e externamente iguais, (b) faces. Fonte: A autora.	63
Figura 68: Gráfico de temperatura do cubo de faces separadas por madeira. Fonte: A autora	64
Figura 69: Faces. Fonte: A autora.....	65
Figura 70: Gráfico obtido com a variação da temperatura nas duas faces. Fonte: A autora	66
Figura 71: Programa para dois <i>termistor</i> . Fonte: A autora	67

TABELA

Tabela 1: Escalas termométricas.	36
Tabela 2: Coeficientes de condutibilidade.....	49
Tabela 3: radiação obtida com sensor de radiação.....	59

Sumário

Apresentação	6
TEORIA DE APRENDIZAGEM.....	7
TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS.....	7
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	8
MAPAS CONCEITUAIS.....	10
1. Tutorial de instalação da plataforma <i>Arduino</i>.	12
1.1 Tutorial instalando Arduino	12
2. Componentes	27
2.1 Elementos e representação simbólica	27
2.2 Elementos de um circuito elétrico	30
2.3 Efeito joule e a segunda Lei de OHM	31
2.4 Associação em Série e em Paralelo.	33
3. Atividade 1	35
3.1 Escalas termométricas	36
4. Atividade 2	45
4.1 Temperatura ambiente.....	49
4.2 Sensação térmica	45
5. Atividade 3	48
5.1 Condução térmica.....	48
6. Atividade 4	51
6.1 Absorção e irradiação de calor.	51
6.2 Física Moderna - Lei de Stefan-Boltzmann.....	52
6.3 Temperatura das faces de um cubo	54
7. Atividade 5	61
8. Atividade 6	64
Referências Bibliográficas:	67

Apresentação

Caro professor, este caderno de atividade foi realizado com objetivo de utilizar diferentes tecnologias, a Placa Integrada *Arduino*, no ensino de Termodinâmica e Física Moderna no Ensino Médio. A plataforma de prototipagem eletrônica pode ser utilizada em aulas de laboratório para construir e testar teorias, demonstrar fenômenos e introduzir o conteúdo.

O cubo de Leslie, aparelho utilizado nas aulas de física moderna para explicar os conteúdos de: radiação, corpo negro, Lei de Stefan-Boltzmann e outros, em virtude dos altos custos dos modelos comerciais, praticamente não são utilizados em experimentos didáticos de Física. Portanto, desenvolveu-se um modelo artesanal de baixo custo para substituir os modelos comerciais. A única diferença entre os modelos é que no modelo artesanal não existe uma face espelhada e sim uma face polida.

As atividades aqui desenvolvidas, foram realizadas em aulas germinadas, porque a modalidade de ensino é em Bloco: 4 aulas semanais.

Portanto professor, este caderno de atividades contém: o tutorial de instalação do *Arduino* e *PLXDAQ*, os elementos da placa e a representação gráfica, elementos de um circuito, efeito joule e associações em série e paralelo, a montagem do circuito no *protoboard*, o *fritizing* e da placa integrada *Arduino* para realizar medidas de temperatura e experiências para medir temperaturas, experiência: de sensação térmica, temperatura ambiente e condução térmica, o programa para medir as temperatura das faces de um cubo com faces internas iguais e externamente diferentes, as curvas de aquecimento e resfriamento em um cubo com placas metálicas finas, com faces de diversas cores e curvas obtidas em duas faces pintadas de preto e branco.

TEORIA DE APRENDIZAGEM

As teorias de aprendizagem são processos que possibilitam ao professor conhecer os elementos centrais, para que o desenvolvimento escolar do estudante ocorra com sucesso. Buscam reconhecer as práticas pedagógicas envolvidas na arte de ensinar e aprender, porque os estudantes aprendem de formas e em tempos diferentes. Os processos que envolvem a aprendizagem devem ocorrer, transformando e vencendo os obstáculos do estudante.

TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud (1983), foi desenvolvida e testada na aprendizagem matemática. Os ramos da Física são muito semelhantes principalmente na forma de aprender as teorias e o conteúdo e não podem ser ensinados rapidamente, como conceitos isolados, sendo necessária uma organização no aprendizado.

A filosofia dos Campos Conceituais afirma que *“o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um largo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem”* (MOREIRA, 2002, p.1). Essa teoria tem frutíferas implicações didáticas, pois mostra ao professor a necessidade de diferentes perspectivas de aprendizagem, levando em consideração a evolução do aluno: alguns mais lentos outros mais rápidos, porém, cheios de idas e vindas ao tortuoso caminho do aprender.

A Teoria dos Campos Conceituais mostra uma nova perspectiva nas abordagens para o ensino de Física, principalmente na Física moderna e contemporânea, porque não é possível ao aluno organizar esse campo no tempo de que dispõe no Ensino Médio.

O conceito de Radiação tem aspectos especiais, devido aos aspectos sociais e culturais que podem ajudar a organizar esses esquemas, uma vez que envolvem diferentes situações em que eles são mostrados pela mídia: raios-x, usina termonuclear, pois é por meio de situações e soluções de problemas que um conceito adquire sentido e assim é aprendido.

Os alunos têm necessidade de contato com os conteúdos. Primando pelo aprendizado, o professor deve elaborar graus de dificuldades maiores, levando em consideração um triplete de conjuntos. *O primeiro conjunto – de situações – é o referente ao conceito, o segundo – de invariantes operatórios – é o significado do conceito, enquanto o terceiro – de representações simbólicas – é o significante* (MOREIRA, 2002, p.1).

Essa busca pelo conhecimento se constrói ao longo dos anos. Portanto, se o estudante não tem contato com uma área do conhecimento tende a esquecê-la. Se o aluno não entende porque errou, não poderá desenvolver esse conhecimento. Sem erro, ou entendendo porque aprender, o aluno pode encontrar sentido não apenas nas aulas de Física, mas em todas as ciências envolvidas no ambiente escolar.

Por isso, tem-se que priorizar as propriedades a serem estudadas, dando ênfase ao conceito, ao significado que o conteúdo das Ciências faz na vida pessoal e social do educando. Observando como o educando aprende pode-se realmente ensiná-lo, auxiliando-o em uma mudança de visão sobre o mundo que está à sua volta e em uma mudança de atitude a frente de obstáculos que, com certeza, vão encontrar na vida.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi desenvolvida por Ausubel (1963), e tem como premissa o conhecimento prévio, o *subsunçor*: Segundo Raquel (1999, p. 1): “O *subsunçor* é uma estrutura específica ao qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz “. Ao armazenar e organizar as novas informações na estrutura cognitiva, o conhecimento elabora e constrói novos significados. Porque para Ausubel:

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que este poderia aplicar independentemente para este fim sem um organizador, não possuem, geralmente, relevância e inclusão *particularizadas* para o novo material e dificilmente estariam disponíveis antes do contato inicial com este. (AUSEBEL, 2003, cap. 6, p. 152)

O conhecimento prévio pode estar relacionado a vida social do estudante, uma crença, um subsunçor que ao ser acionado poderá se tornar

um obstáculo epistemológico, porque o novo conhecimento poderá encontrar barreiras na estrutura cognitiva do estudante. O subsunçor funciona como um ancoradouro interagindo, auxiliando e introduzindo conhecimentos.

Aprendizagem por recepção significativa é, por inerência, um processo ativo, pois exige, no mínimo:

- (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo;
- (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados;
- (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular (AUSUBEL,1999, p.6).

O ser humano adquire o conhecimento por aprendizagem mecânica e essa aprendizagem poderá ser substituída por uma aprendizagem significativa, porque os subsunçores são capazes de se modificarem e obterem novas informações. Segundo Cunha (2016, p.1) “A aprendizagem significativa ocorre em consonância com duas premissas básicas: o material a ser aprendido deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e literal”. Para que a aprendizagem significativa ocorra, o professor deve ter conhecimento prévio dos estudantes e de seus conhecimentos para organizar as metas a fim de atingir os subsunçores com significados claros e estáveis, os conteúdos devem estar organizados em sequência e o material deve ser significativo.

O aprender significativo é uma verdadeira obra de arte que o professor pode desenvolver, promovendo oportunidades aos estudantes, incentivando-os, dialogando e orientando-os em suas pesquisas para a aquisição de novos significados. Este processo pode ocorrer de forma colaborativa, se o estudante não agir apenas de forma passiva, reproduzindo, memorizando, ele deve se tornar um agente aprendiz, transformador e ativo no processo ensino-aprendizagem, ou seja, o estudante deve querer aprender.

MAPAS CONCEITUAIS

Os Mapas Conceituais são ferramentas gráficas que possibilitam a organização e representação do conhecimento. Desenvolvido por Joseph Novak (1972), é uma técnica de ensino e aprendizagem, porque busca acompanhar e entender a estrutura hierárquica de uma área específica do conhecimento.

Para ilustrar um Mapa Conceitual a pessoa que vai organiza-lo deve: buscar informações, pensar, analisar, compreender os conceitos e relacioná-los significativamente, portanto:

- ✓ Primeiramente, identifique o conceito principal do problema, questão ou assunto que deseja mapear. Guiado por esse conceito principal, identifique 10 a 20 conceitos que são pertinentes à questão e os liste. Algumas pessoas preferem escrever cada conceito num cartão ou pedaço de papel (ou "*Post-it Notes*") para facilitar a sua reorganização. Os conceitos devem ser de preferência apenas uma palavra, no máximo duas ou três.
- ✓ Organize os conceitos seguindo uma hierarquia, do mais geral para o mais específico, em cima de uma folha grande de papel (A4 ou de preferência A3), desenvolvendo-os de acordo com uma lógica semântica a partir do conceito principal. Às vezes, só após algumas tentativas é possível identificar os conceitos mais inclusivos intermediários e subseqüentes. Outras vezes, chega-se à conclusão de que o conceito principal deve ser redefinido para que a hierarquia semântica tenha um fluxo mais lógico e apropriado.
- ✓ Quando estiver satisfeito com a hierarquização dos conceitos, comece a uni-los de dois em dois por meio de uma linha a partir do conceito principal. Nessa linha deve-se escrever uma palavra de ligação (como um verbo conjugado/locução verbal, palavra/frase de ligação ou preposição) que estabeleça a relação significativa entre eles. As unidades de significado formadas por **CONCEITO + PALAVRA DE LIGAÇÃO + CONCEITO** são chamadas de proposições (MARRIOTT, 2016, p.17)

Fazer está relação entre os conceitos realmente é difícil, mas nesse exercício o estudante poderá compreender como os conceitos estão organizados hierarquicamente, transformando a informação em conhecimento.

Alguns procedimentos que o professor deve considerar para elaborar de um mapa conceitual:

- ✓ Trabalhe na estrutura e hierarquia do mapa, se necessário incluindo, excluindo ou re-nomeando alguns conceitos. Esse exercício pode requerer várias tentativas e o produto final poderá sempre ser melhorado à medida que surgem novas idéias e novos conhecimentos são adquiridos. Contudo, ele reflete o pensamento e conhecimento do aluno na data em que foi criado.
- ✓ Não se preocupe com a simetria. Entretanto, procure ramificar os galhos sempre que possível, evitando que o galho tenha mais de três níveis hierárquicos sem ramificações.
- ✓ O fluxo normal para a leitura de um mapa é do centro para as extremidades e de cima para baixo. Quando a leitura for diferente (de baixo para cima) ou no caso de ligações cruzadas, faça uso de setas para indicar

o fluxo correto (de baixo para cima ou da direita para a esquerda ou vice-versa – ou ambos).

✓ Quando considerar o trabalho pronto, faça a leitura do mapa observando se as ligações entre os conceitos fazem sentido e se as proposições são verdadeiras, tomando cuidado em terminar a leitura de um galho e suas ramificações antes de passar para o galho seguinte. Se possível, procure estabelecer ligações cruzadas, isto é, ligar conceitos entre galhos e hierarquias diferentes, demonstrando sua criatividade e conhecimento.

✓ Quando a elaboração do mapa é para assimilação de novo conteúdo e construção de novo conhecimento de um texto dado, escrito ou oral, o professor deve pedir ao aluno que acrescente outros cinco conceitos seus aos conceitos já mapeados, estabelecendo ligações significativas entre eles. O objetivo desse exercício é não somente promover uma maior ancoragem e integração do conhecimento novo com o conhecimento prévio, mas também levar o aluno a conscientizar-se desse processo de integração (MARRIOTT, 2016, p.18).

Após a conclusão da atividade, realize uma leitura do Mapa Conceitual, argumentando sua formação, observando se todos os conceitos foram incluídos e análise crítica do resultado final.

A construção do Mapa pode ser realizada de forma colaborativa entre o professor e os estudantes ou em grupos, porque ao organizar os conceitos, surgirá a argumentação e a troca de ideias, desenvolvendo a estrutura cognitiva do aprendiz tornando a aprendizagem significativa.

1. Tutorial de instalação da plataforma *Arduino*.

Objetivo:

- Instalar o programa da plataforma integrada *Arduino*, Figura 1 e o PLXDAQ.

1.1 Tutorial instalando *Arduino*

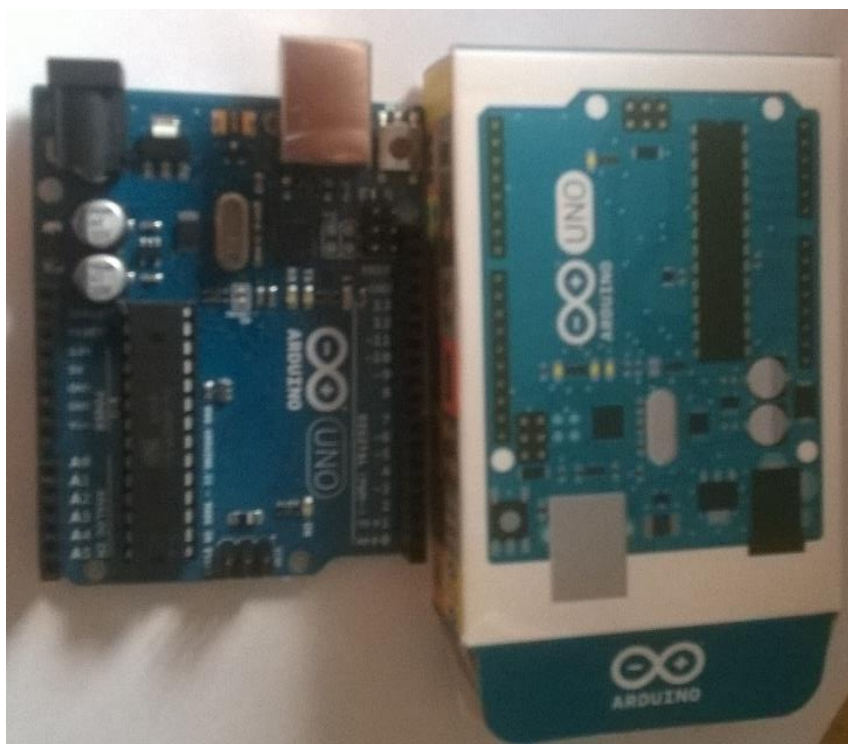


Figura 1: Placa eletrônica *Arduino Uno*. Fonte: A autora.

Professor, escolha e adquira um *kit Arduino*, os *kits* são práticos porque apresentam vários componentes que o professor e os alunos poderão utilizar em diferentes experiências nos laboratórios de Física. Os projetos são livres, isso quer dizer que podem ser baixados e modificados conforme a necessidade do projeto. O ambiente de desenvolvimento é gratuito, e pode ser utilizado no Windows, Linux ou Mac ou x. Após adquirir um *kit Arduino*, fazer o *download*, Figura 2 e Figura 3, do software do programa, conforme o tipo de sistema do seu computador: no site oficial: <[http:// www.arduino.cc](http://www.arduino.cc).>

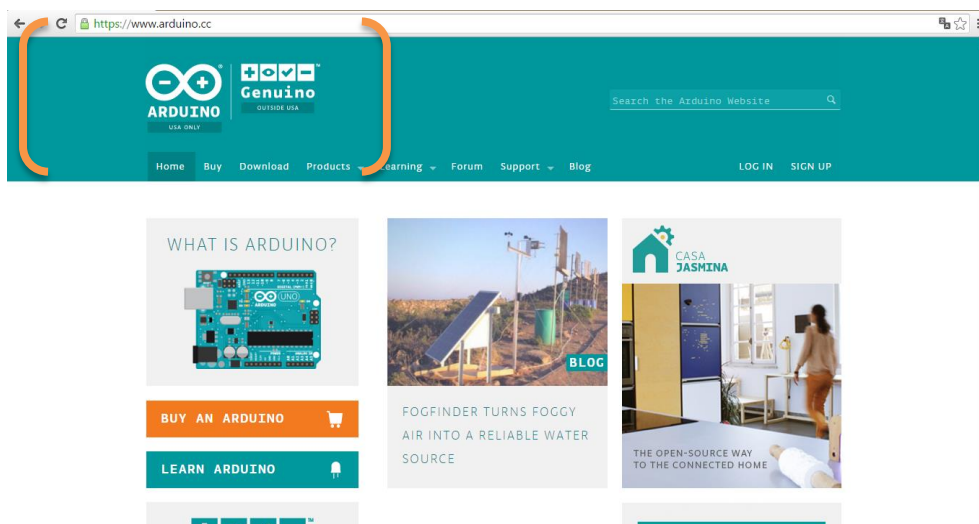


Figura 2: Site Arduino. Fonte: A autora.

Buscar na página o *download*:

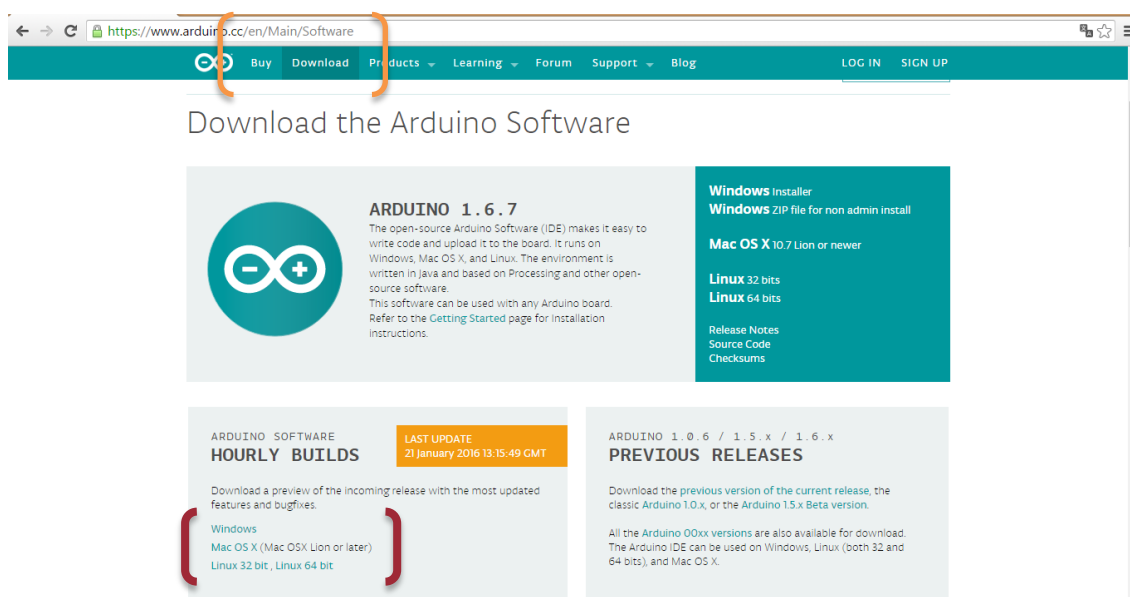


Figura3: Site Arduino. Fonte: A autora.

Observação:

- É necessário estar instalado em seu computador o *software 7-Zip*.
- Diferente das outras versões o *Windows 8* impõe limitações na instalação de driver, para instalar o driver da placa você tem que alterar a configuração do computador.
- Uma vez instalado não necessita de internet.

Passos para instalar com sucesso o software (SENSORES, 2010):

1º passo: Conectar o *Arduino* no computador, Figura 4.

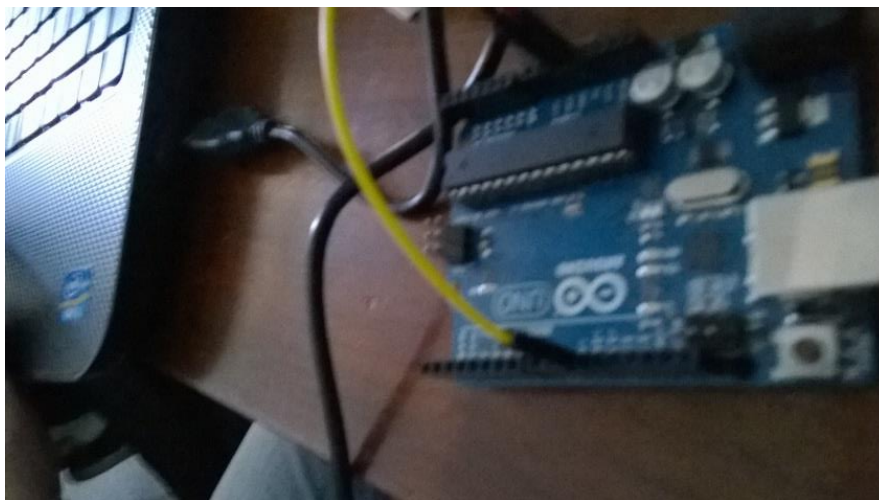


Figura 4: *Arduino*. Fonte: A autora.

2º passo: Entrar no painel de controle e escolher a opção. Exibir impressoras e dispositivos, Figura 5.

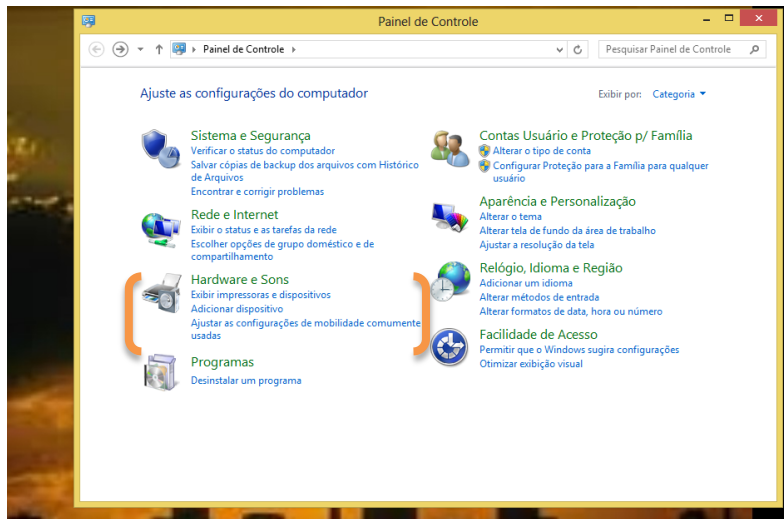


Figura 5: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

3º Passo: observar o “dispositivo desconhecido”; clicar, Figura 6, aparecerá nova tela.

Os passos citados nesta pesquisa segue as orientações disponíveis em: Tutorial-Sensores. Disponível em < http://www.Eletrica.ufpr.br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf -> acesso em agosto de 2015 e dia 31/03/2016, foram realizadas alterações, conforme a necessidade.

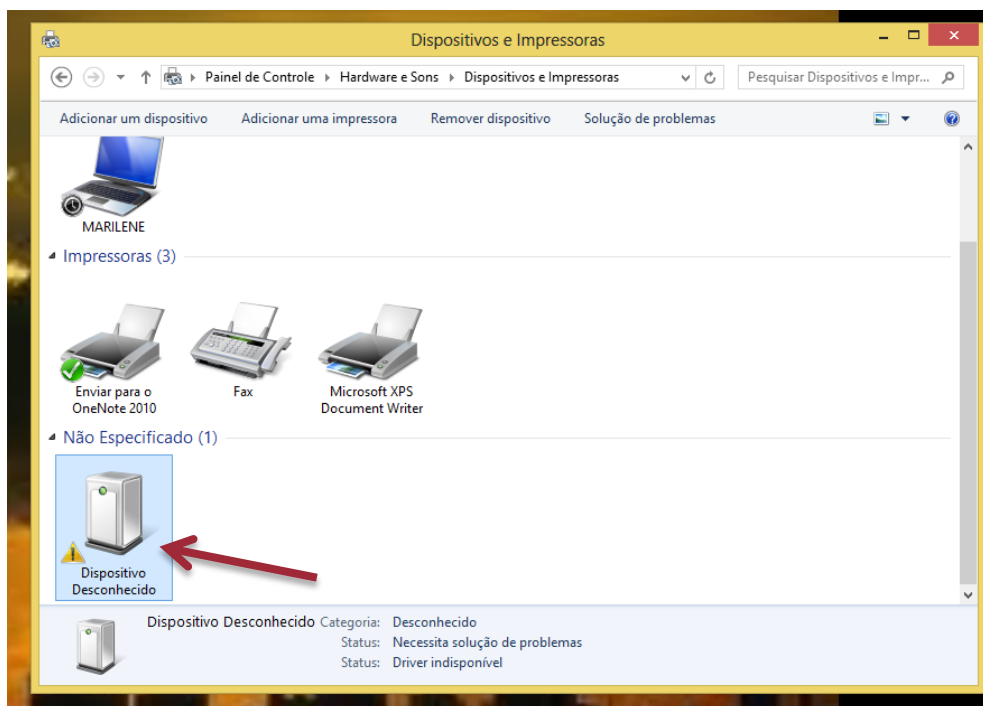


Figura 6: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

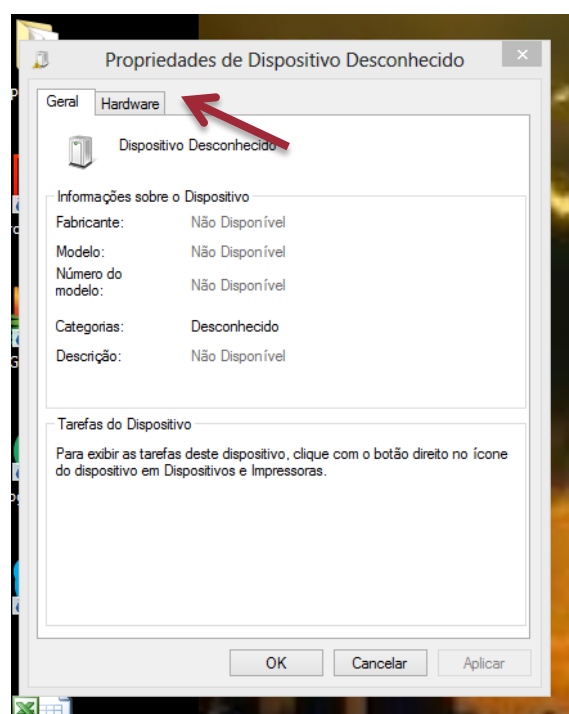


Figura 7: Instalando *Arduino*, tela 1. Fonte: A autora.

Na tela 2: Clicar no *hardware*, Figura 7, aparece dispositivo desconhecido; clicar e aparecerá outra tela, Figura 8.

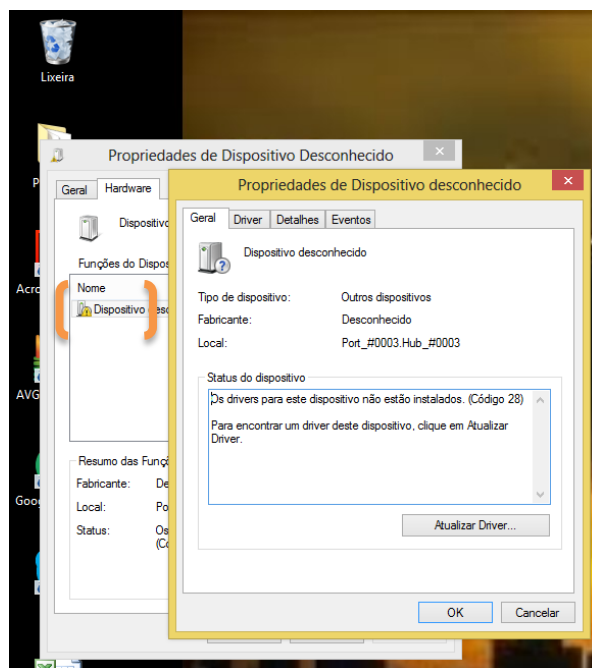


Figura 8: Instalando *Arduino*, tela 2. Fonte: A autora.

4º Passo: Clicar no Alterar Configurações, Figura 9.

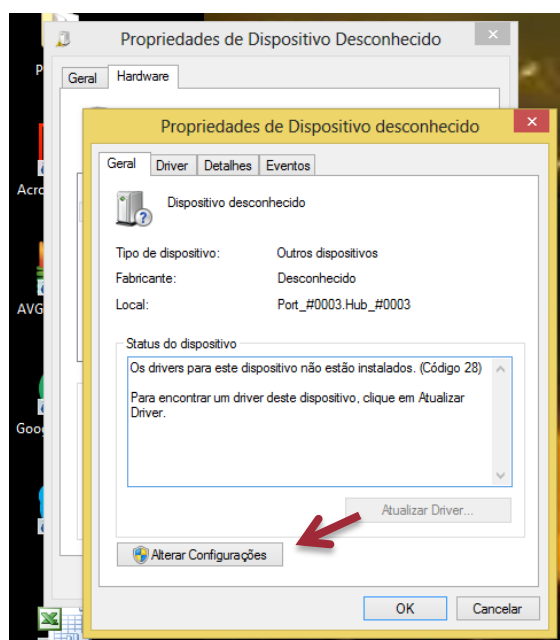


Figura 9: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

5º Passo: Clicar, atualizar Drive, Figura 10.

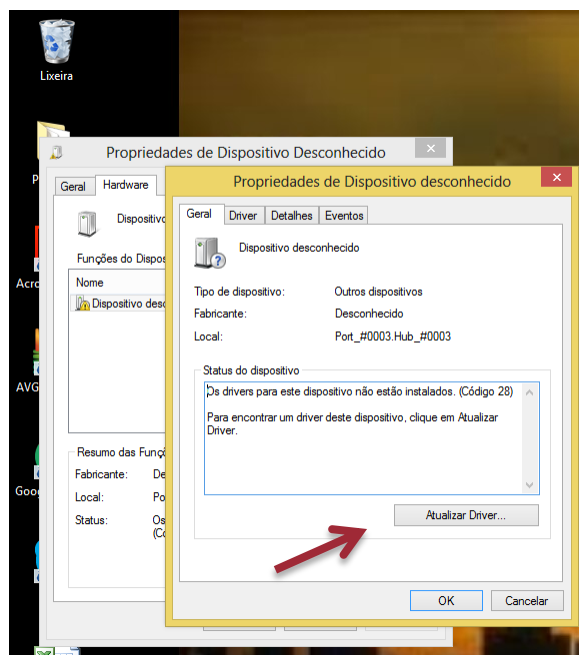


Figura 10: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

6º Passo: Clicar no procurar e encontrar a pasta *Arduino* que baixou, Figura 11:

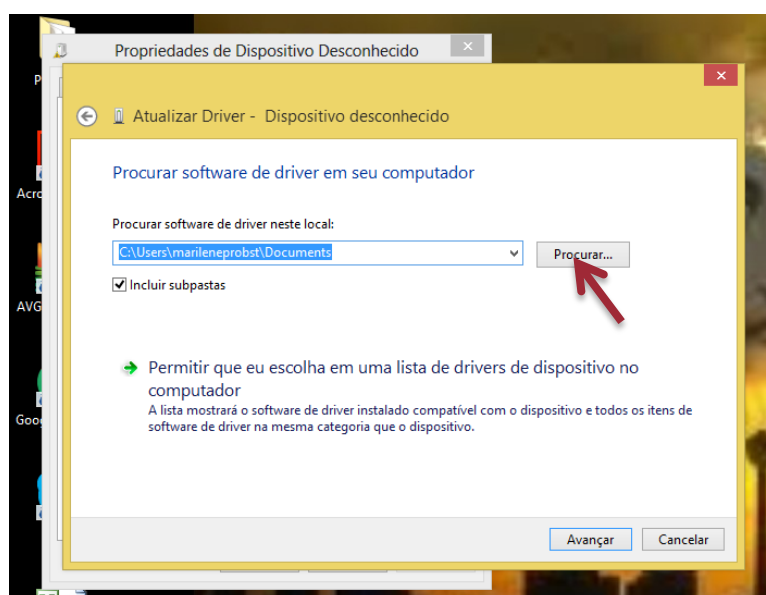


Figura 11: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

Em alguns casos pode aparecer um alerta de segurança, notificando para não instalar este software de driver; esse alerta é do *Windows*, clicar em “instalar este software, mesmo assim.”.

Se driver está instalado verificar qual porta USB ele está utilizando.

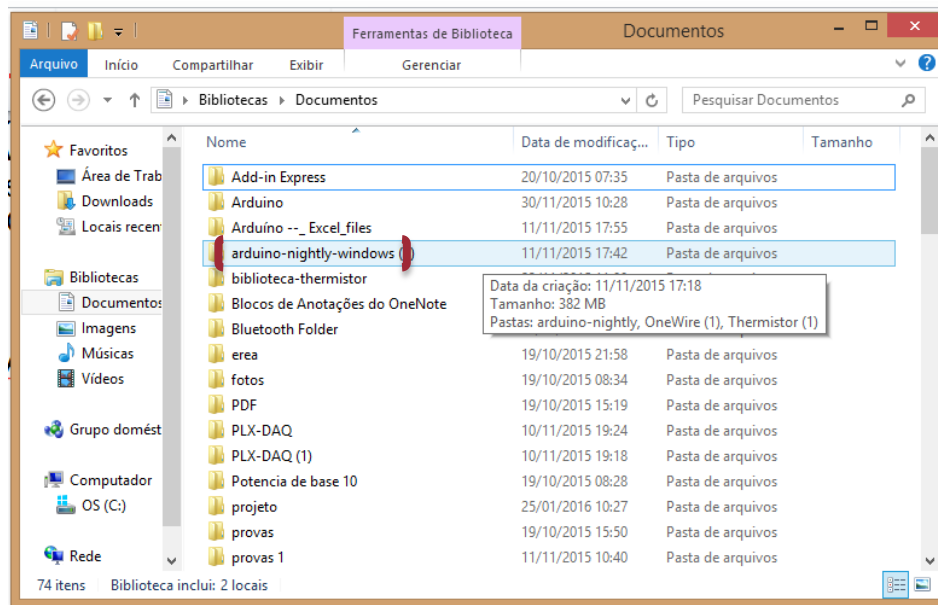


Figura 12: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

Observar a pasta *Arduino*, Figura 12, clicar nela e aparecerá nova tela, clicar novamente no *arduino-nightly*, Figura 13 e Figura 14:

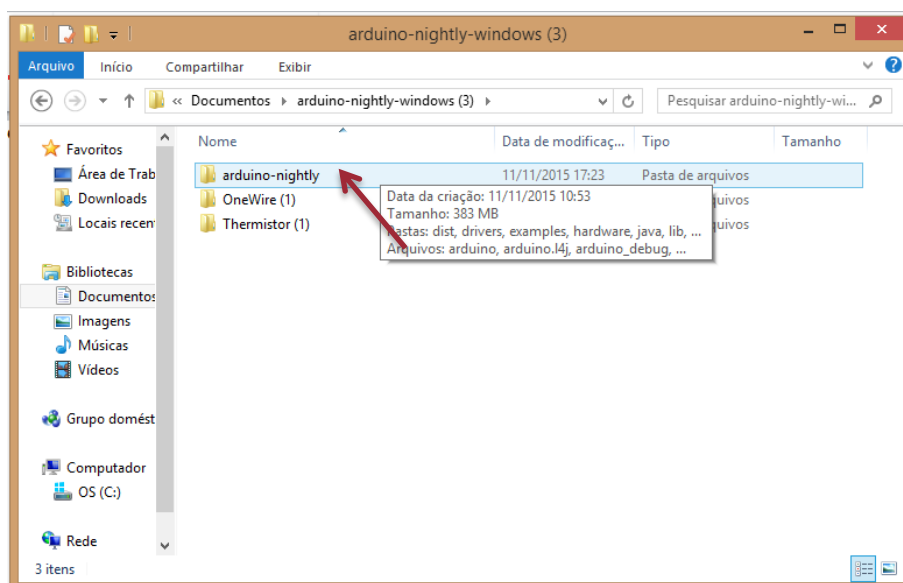


Figura 13: Instalando Arduino. Fonte: A autora.

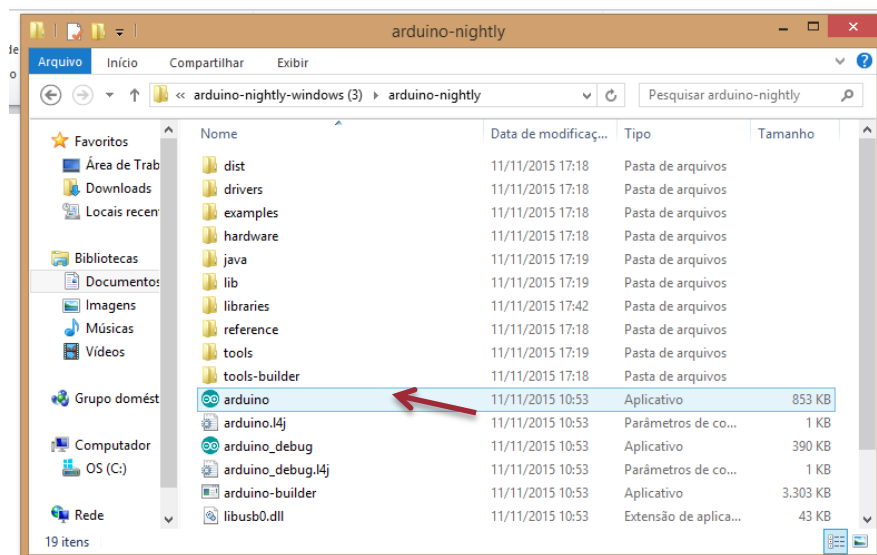


Figura 14: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

Acrescentar um atalho para Área de Trabalho para o *Arduino*, Figura 15, para facilitar.

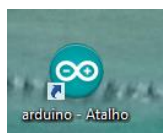


Figura 15: Instalando *Arduino*. Fonte: A autora.

Pronto, pode-se começar a trabalhar, o Software *Arduino* está instalado.

Passos para trabalhar com o *Arduino*:

1º passos: Montar e organizar o circuito no *protoboard* e o *arduino*, Figura 16:

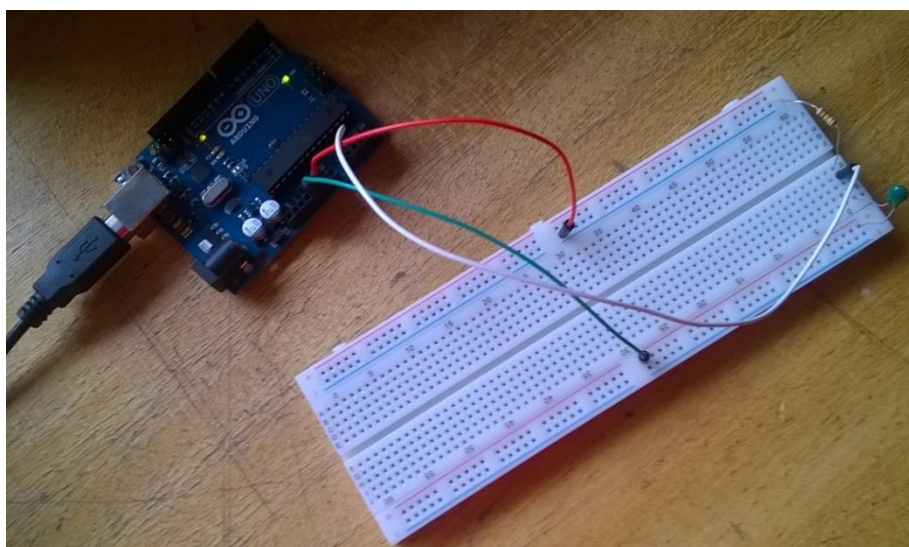
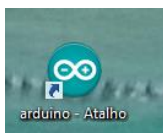


Figura 16: Montagem do circuito no *protoboard*. Fonte: A autora.



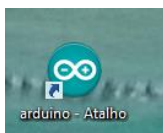
2º Passo: Clicar no atalho:  e vai abrir a janela, Figura 17 e Figura 18:



Figura 17: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

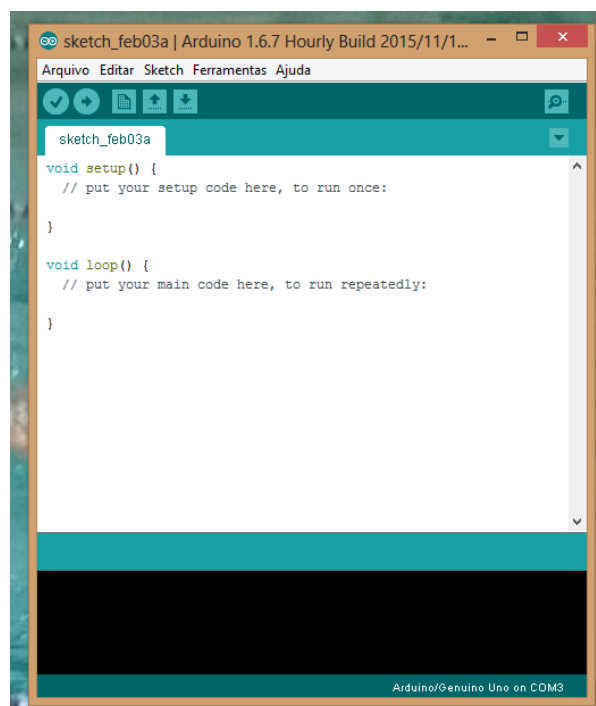


Figura 18: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Se for a primeira vez do acesso verificar se o projeto necessário existir na biblioteca, Figura 19, se não estiver, digite ou baixe do site:

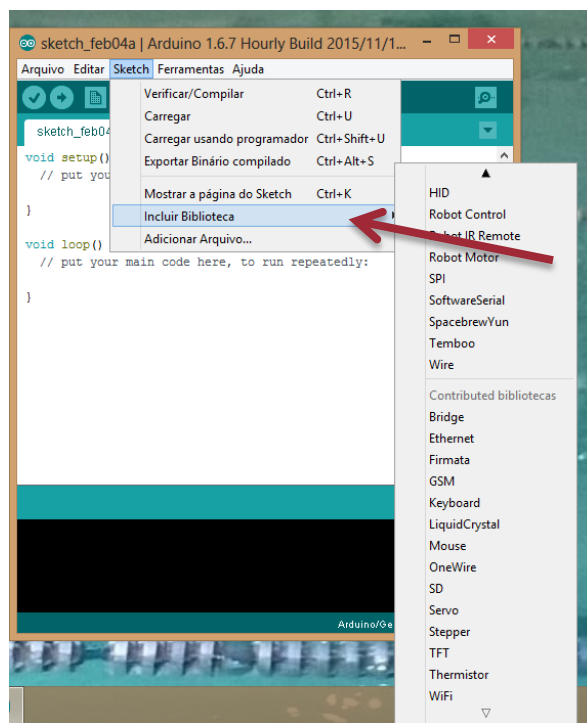


Figura 19: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Clicar no arquivo, depois *Sketchbook*, Figura 20:

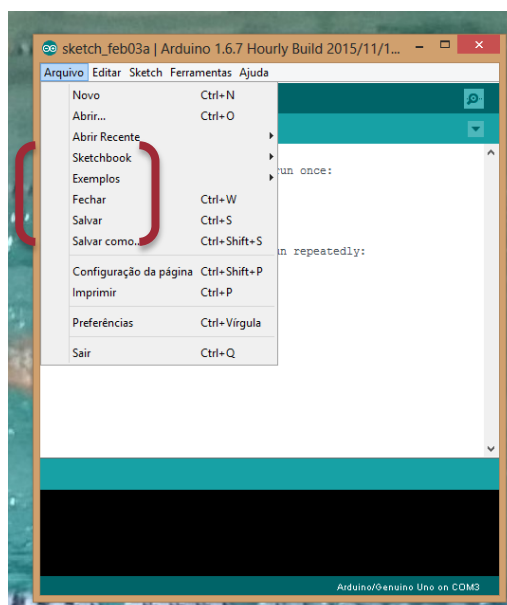


Figura 20: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Clicar em carregar para o projeto ser enviado ao *Arduino*, Figura 23.

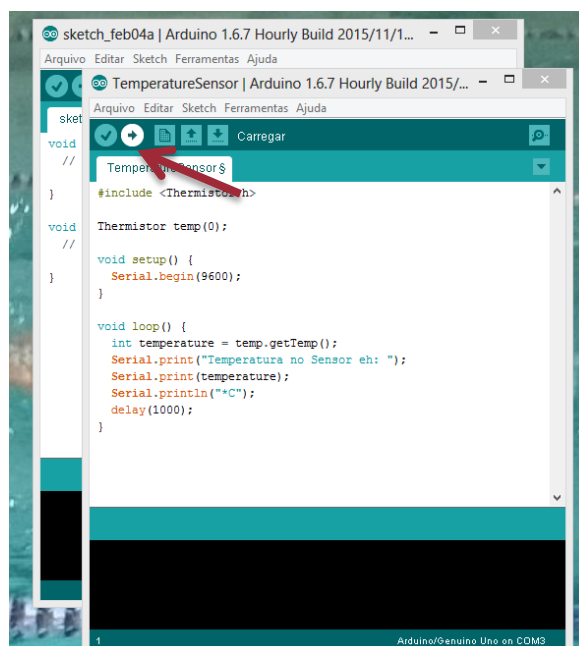


Figura 23: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Depois, clicar no Monitor Serial, para ver os resultados apresentados pelo programa, Figura 24:

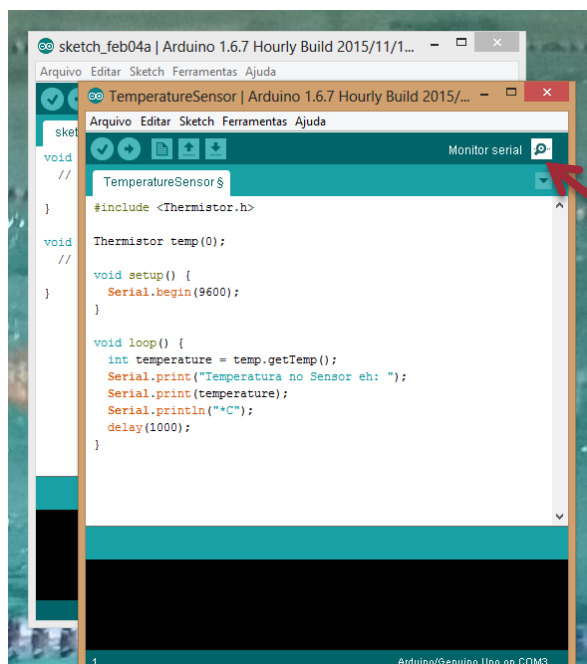


Figura 24: Trabalhando com o programa do *Arduino*. Fonte: A autora.

Para baixar o PLX DAQ, acesse o site *PARALLAX*, Figura 25:

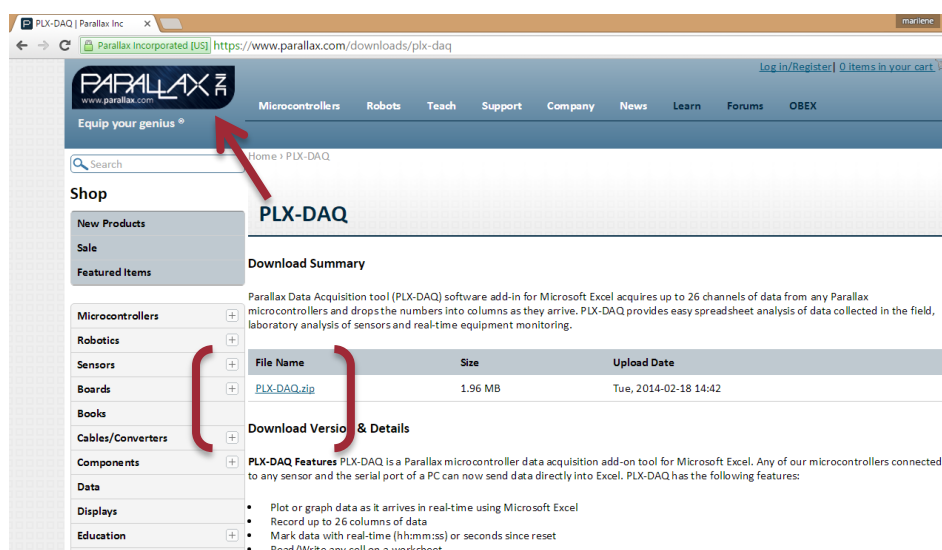


Figura 25: Site *Parallax*. Fonte: A autora.

Observação:

- Os dispositivos de segurança do computador poderão desabilitar os macros do Excel, será preciso reabilitar esta ferramenta, sem preocupar-se com os alertas de segurança, habilitando o conteúdo.
- Ter o 7-Zip instalado no computador. Pode ser apenas o dispositivo para teste.

Aparecerá na área de trabalho, um atalho, Figura 26:

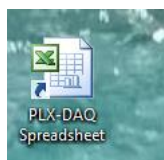


Figura 26: atalho *PLX-DAQ*. Fonte: A autora.

Acionando o atalho, aparecerá uma tela com a seguinte mensagem, Figura 27:

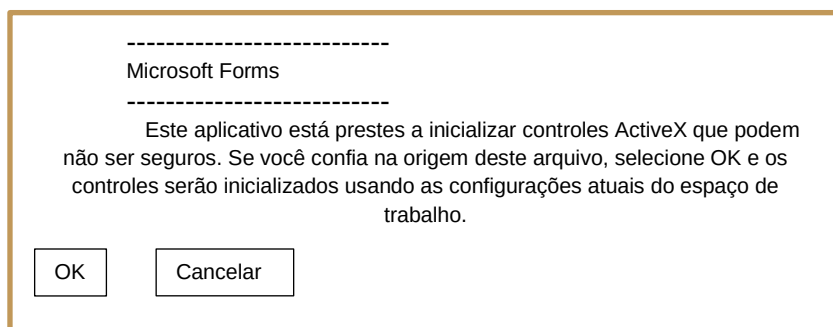


Figura 27: trabalhando com o *PLX-DAQ*. Fonte: A autora.

Pode-se clicar no Ok, tranquilamente, e aparecerá, Figura 28:

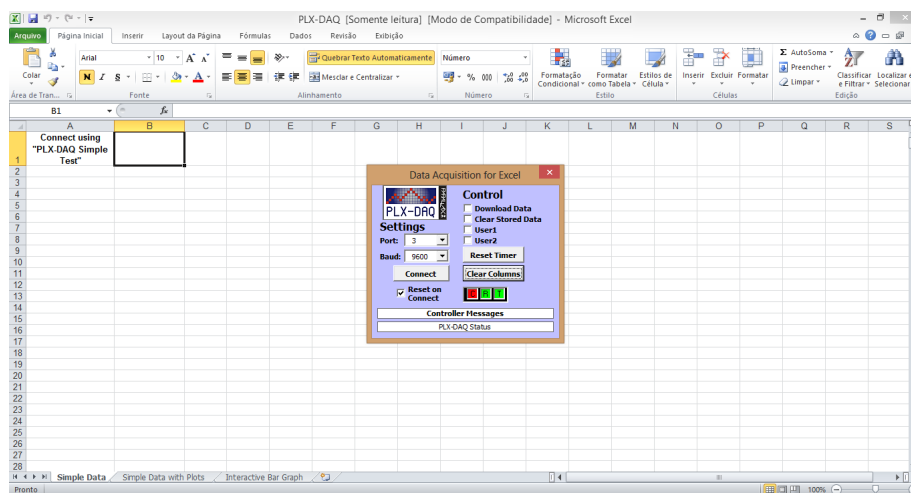


Figura 28: Trabalhando com *PLX-DAQ*: Fonte: A autora.

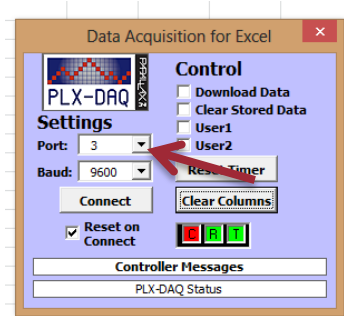


Figura 29: Trabalhando com *PLX-DAQ*: Fonte: A autora.

Observe a Port, Figura 29: o número deve ser igual à porta USB do *Arduino*, se houver dúvida, verifique na parte ferramentas, porta, Figura 30.

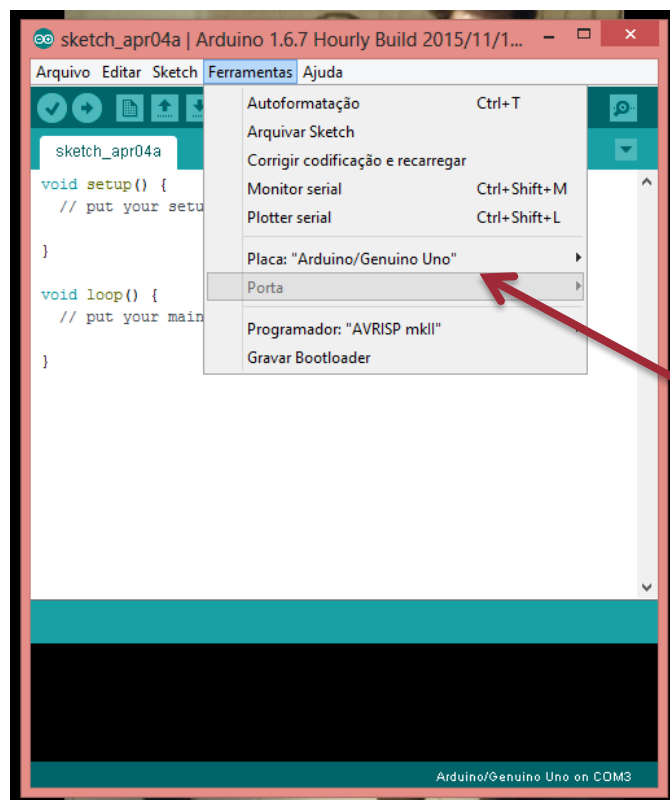


Figura 30: port. Fonte: A autora.

Clicar no Connect e os dados começam a ser mostrados na planilha Excel:

Observação: a planilha do *Plx-Daq* não pode ser utilizada ao mesmo tempo com o serial monitor do *Arduino*.

2. Componentes

Objetivo:

- Conhecer os elementos da placa e a representação gráfica.
- Reconhecer os elementos de um circuito elétrico.

Os componentes do kit *Arduino* podem ser utilizados em várias aulas de forma experimental ou como demonstração de Teoria.

2.1 Elementos e representação simbólica

Conforme o enunciado exposto no item avaliação do conteúdo estruturante de Eletromagnetismo, das Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE, 2008, p. 96), “...espera-se que o estudante entenda o funcionamento de um circuito elétrico, identificando seus elementos constituintes” para identificar este elemento o estudante deverá; compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos e utilizar representações simbólicas.

Conteúdos

Resistência elétrica, Lei de Ohm, Circuito Elétrico, Resistores, Associação de Resistores, Leis de Kirchhoff, Conexões.

1º Momento: 10 minutos

Professor, utilizando a teoria dos Campos conceituais de Gerard Vergnaud, elabore questionários para aos estudantes, dependendo da Teoria Física, com pré-requisitos já explicados. Exemplo:

- ✓ O que é um *Protoboard*?
- ✓ O que é um resistor?
- ✓ Explique circuito elétrico e represente-o?
- ✓ O que é uma representação gráfica?
- ✓ Defina: lâmpada incandescente.
- ✓ Defina: associação em série e paralelo.

2º Momento: 15 minutos

Realize *feedbacks* com as respostas e assim verificará o nível de conhecimento da turma, sobre o conteúdo. Archive as respostas.

Texto de apoio

Elementos utilizados no produto e suas representações gráficas (simbólicas).

- *Protoboard*: é uma placa de ensaio ou matriz de contato, com furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais, não sendo necessário a solda das peças, podem ser reutilizadas. Possui vários modelos, no caso da Figura 31, ele vem especificado: cor vermelha (+) e cor azul (–) e é dividido ao meio, como se fosse duas placas.

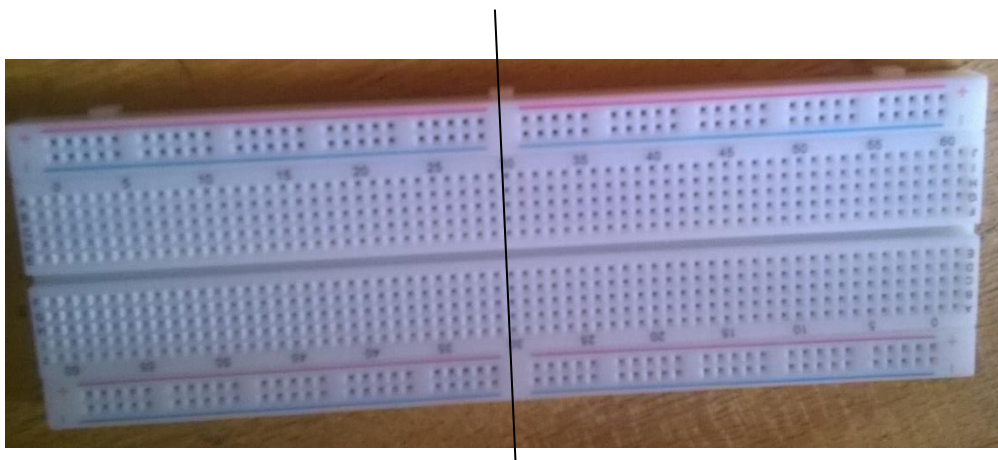


Figura 31: *Protoboard*. Fonte: A autora.

- *Termistor*, Negative Temperature Coeficiente (NTC): são sensores de temperatura, dispositivo que tem sua resistência elétrica alterada termicamente, são sensores estáveis e sensíveis a pequenas variações de temperatura, a estabilidade abrange temperaturas de -50°C à 300°C , fabricados com materiais semicondutores. Os utilizados nessa experiência são de $10\text{ K}\Omega$, Figura 32, representação gráfica [Tecnicer]:

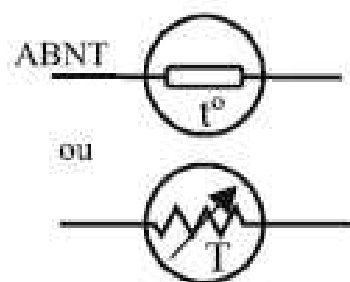


Figura 32: *Termistor*. e representação gráfica.

A resistência do NTC decresce exponencialmente com o aumento da temperatura.

$$\ln\left(\frac{R}{R_0}\right) = \beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

$$R = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

Onde:

R = resistência do *termistor* na temperatura T

R_0 = resistência do *termistor* na temperatura T_0

β = constante do material (3000 – 5000K)

- Jumpers: fios conectores entre a placa integrada *Arduino*, *protoboard* e *termistor*, Figura 33.

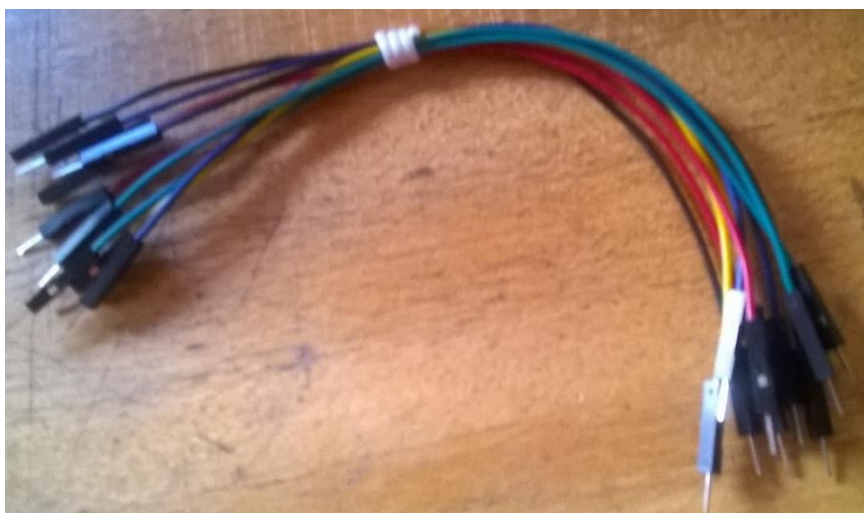


Figura 33: jumpers. Fonte: A autora.

- *Dimmer*: dispositivo utilizado para controlar a quantidade de energia que é enviada para a lâmpada, Figura 34, representação gráfica (Tecnicer).

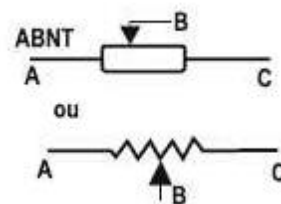
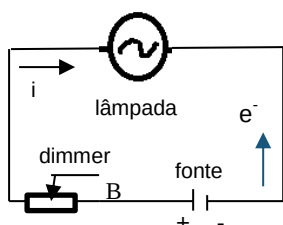


Figura 34: Dimmer e representação gráfica.

2.2 Elementos de um circuito elétrico

Um Circuito elétrico é montado para estabelecer uma corrente elétrica, sendo no mínimo necessário os seguintes elementos, uma chave (*Dimmer*), uma fonte (gerador) e um receptor; diagrama do circuito montado no cubo de Leslie:



Idéia: construir o cubo de Leslie de forma colaborativa com os estudantes, em grupo, o custo é de aproximadamente R\$ 100,00, para montar o circuito e o

O circuito elétrico é simples, além destes elementos também são necessários: soquete de porcelana, pino macho, fio, fita isolante, base de madeira MDF e faces de alumínio.

Descrição de alguns elementos que compõem um circuito:

- a) Gerador: transforma outra modalidade de energia em energia elétrica.

Representação:

- b) Receptor: transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.

Representação:

c) Dispositivos de manobras: acionam ou desligam um circuito elétrico.

Representação:



2.3 Efeito joule e a segunda Lei de OHM

O efeito joule ocorre quando um condutor sofre aquecimento ao ser atravessado por uma corrente elétrica, isso acontece por causa do aumento no movimento vibratório e aleatório dos átomos. A lâmpada incandescente, Figura 35, possui um filamento metálico, bulbo de vidro, rosca, isolante e no bulbo um gás nobre (teoria, capítulo 1 dissertação).



Figura 35: lâmpada incandescente e representação gráfica.

O filamento de tungstênio ao ser aquecido produz energia luminosa e sua resistividade é de $5,6 \times 10^{-8} \Omega \times m$ a $20^\circ C$. A resistividade é representada pela letra grega ρ (rô) e a resistência é calculada pela segunda Lei de Ohm:

$$R = \rho \times l/A$$

A maioria dos metais tem o valor da resistividade dependendo da temperatura, conforme equação:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

onde:

α = coeficiente de temperatura para resistividade

T_0 = temperatura normalmente adotada 20° C

T = temperatura final

α do tungstênio a 20°C é $4,5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

O carbono tem sua resistividade relativamente alta e é utilizado nos resistores que são codificados por cores (TYPLER,2001), o resistor utilizado na experiência tem as cores marrom, preto, alaranjado e ouro, pelos códigos de cores do resistor as duas primeiras tarjas representam números inteiros: marrom= 1, preto = 0, a terceira tarja representa a quantidade de zeros: alaranjado= 000 e a última tarja é a tolerância: ouro = 5%. Portanto podemos concluir que o valor do resistor é igual a 10000 ± 500 , ou seja, a resistividade é igual a $(10 \pm 0,5) \text{ k}\Omega$, utilizado para limitar a quantidade de corrente elétrica no circuito, Figura 36 e representação gráfica [wiki.ubc]:

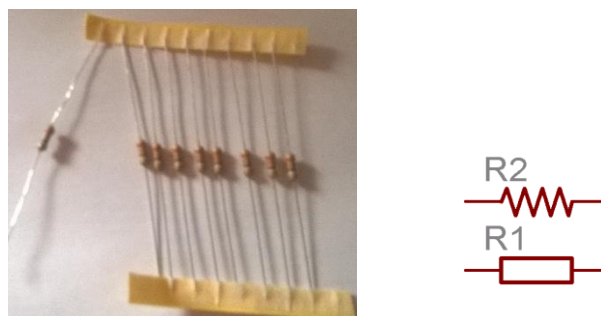


Figura 36: Resistores e representação gráfica.

Ideal: Ter resistores com valores diferentes de resistividade na atividade experimental para os estudantes calcularem o valor .

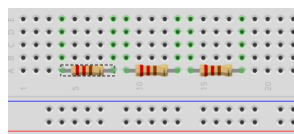
Código de cores para os resistores (TYPLER, 2001)

Cores	Número	Tolerância
Preto	= 0	Marrom = 1%
Marrom	= 1	Vermelho = 2%
Vermelho	= 2	Ouro = 5%
Alaranjado	= 3	Prata = 10%
Amarelo	= 4	Nenhuma = 20%
Verde	= 5	
Azul	= 6	
Violeta	= 7	
Cinza	= 8	
Branco	= 9	

2.4 Associação em Série e em Paralelo.

Montagem da associação de resistores no *protoboard*.

Associação em série, Figura 37.



$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

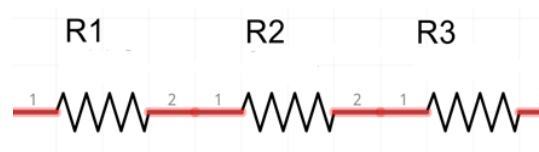


Figura 37: Montagem esquemática, Fritzing. Fonte: A autora.

Associação em paralelo, Figura 38

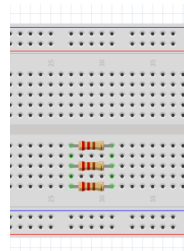
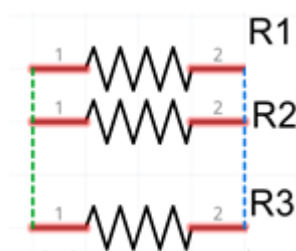


Figura 38: Montagem esquemática, Fritzing. Fonte: A autora.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Observação:

- Se todos os resistores forem iguais:

$$Re = \frac{R}{n}$$

- Dois resistores:

$$Re = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Utilizar o multímetro para medir o resistor equivalente, após a experiência, demonstrar as formulas e fazer exercícios de fixação.

Avaliação

No final das atividades o professor pode retornar ao questionário e solicitar para os alunos, refazer as questões, analisando as respostas anteriores, se houver erro.

3. Atividade 1

5 aulas teóricas (100 min)

Objetivos

- Entender escalas termométricas.
- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura.
- Manipular vários tipos de termômetros.

1º Momento

Começar este conteúdo aplicando o questionário, lembre-se, nesse primeiro momento não avaliar certo ou errado, apenas é um teste para analisar o nível de conhecimento da turma:

- ✓ Defina: temperatura e calor.
- ✓ O que é um termômetro?
- ✓ Estar em um ambiente onde a temperatura esteja a 50 graus pode ser agradável? Por quê?
- ✓ Quais os tipos de termômetros que você conhece?
- ✓ Podemos confiar na sensação térmica para definir o estado térmico de um sistema? Justifique.
- ✓ Defina: equilíbrio térmico.

2º Momento

Realizar um debate com as respostas para verificar o nível de conhecimento da turma, sobre o conteúdo. Arquivar as respostas. Utilizar a metodologia de pesquisa, incentivando os estudantes a buscar a resposta para as perguntas em mais de uma fonte: internet e livros didáticos, para que eles analisem as respostas, corrigindo-as. O tempo necessário pode variar dependendo da turma e da metodologia utilizada.

Ideal: Ao explicar o conteúdo, começar organizando um mapa conceitual com a turma.

Texto de apoio

A temperatura é uma grandeza física que está relacionada ao grau de agitação das moléculas ou partículas de um corpo.

A Energia Térmica é a soma das energias cinéticas decorrentes da agitação das partículas, que constituem a matéria.

O Calor é a energia em trânsito entre dois corpos ou sistemas. A transferência de energia interna se mantém quando dois corpos estão com temperaturas diferentes e a transferência ocorre até haver o equilíbrio térmico entre os corpos.

3.1 Escalas termométricas

A Escala Termométrica é um conjunto de valores numéricos que representa uma temperatura t_0 e que pode ser estabelecida a partir dos pontos fixos: t_G = temperatura de gelo e t_V = temperatura de vapor, conforme Tabela 1. A escala Kelvin e a escala Rankine são consideradas as escalas absolutas [GONCALVES, 1972] e outras escalas podem ser utilizadas, como a Celsius, a Fahrenheit e a Reamur, sendo a Celsius a mais conhecida e a mais utilizada no Brasil.

Tabela 1: Escalas termométricas.

Escala	Unidade	Ponto de gelo	Ponto de vapor
Celsius	°C	0°	100°
Fahrenheit	°F	32°	212°
Kelvin	K	273	373
Réamur	°Re	0°	80°
Rankine	R	492	672

Para converter a leitura de uma escala para outra, pode-se organizar uma equivalência entre as escalas, utilizando-se uma função termométrica do 1º grau, como por exemplo, a Celsius, a Fahrenheit e a Kelvin. Assim,

$$\frac{C - t_G}{t_V - t_G} = \frac{F - t_G}{t_V - t_G} = \frac{K - t_G}{t_V - t_G}$$

Sendo: t_G = temperatura de gelo

t_V = temperatura de vapor

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Atividades

Resolva junto aos estudantes exercícios de fixação do Livro Didático, escolha alguns com vários níveis de dificuldade.

Experiência: 2 aula aprox. 100 minutos

Material necessário:

- ✓ Água
- ✓ Aquecedor
- ✓ Gelo
- ✓ Sal
- ✓ Termômetros de vários modelos
- ✓ *Becker*
- ✓ *Arduino* e componentes

Montagem do circuito no *protoboard* para verificar a temperatura utilizando o *termistor* e, comparar com os medidos em termômetros de laboratório, infravermelho, e outros.

Materiais Necessários:

- 1 Termistor 10 kΩ
- 1 Arduino
- 1 Computador
- 1 *Protoboard*
- 3 Jumpers
- 1 Resistor 10 kΩ
- Termômetro: clínico, laboratório e outros.
- Montando o circuito no *protoboard*, Figura 39 e Figura 40.

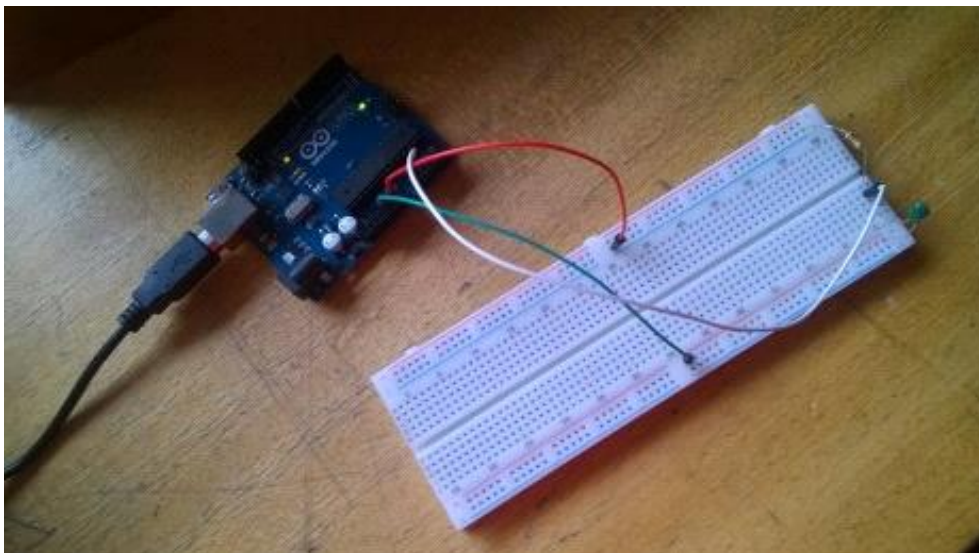


Figura 39: Montagem do circuito no *Protoboard*. Fonte: A autora.

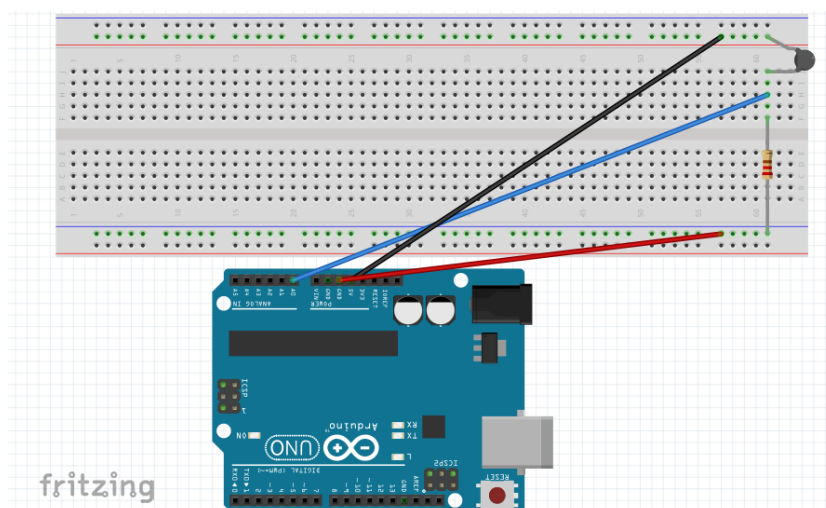


Figura 40: desenho esquemático, Fritzing. Fonte: A autora.

Temperatura sensor (clicar), Figura 41, ou digitar o programa, Figura 42 e aparecerá o programa, Figura 43.

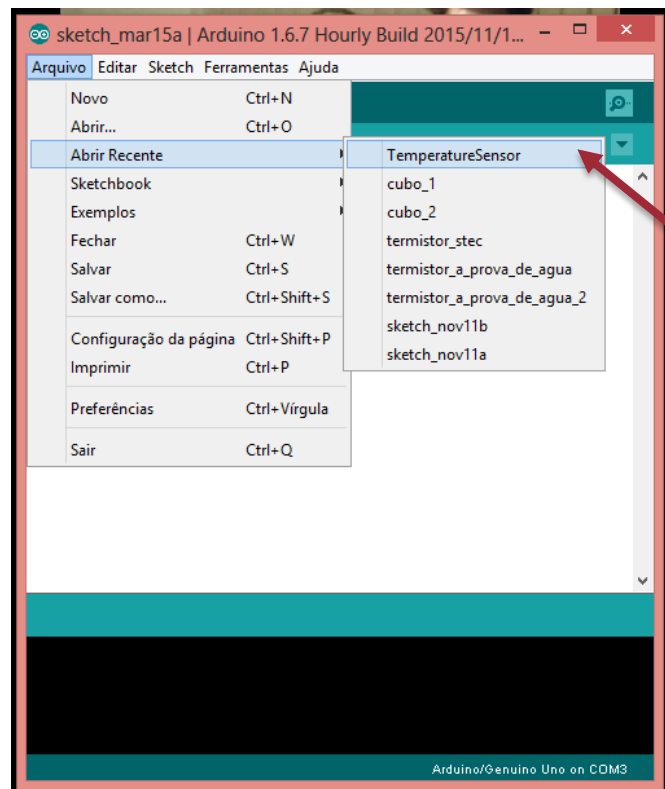


Figura 41: Programa Arduino. Fonte: A autora.

```
#include <Thermistor.h>

Thermistor temp(0);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int temperature = temp.getTemp();
  Serial.print("Temperatura no Sensor eh: ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println("*C");
  delay(1000);
}
```

Figura 42: Programa *Thermistor*. Fonte: Tutorial Laboratório de Garagem.

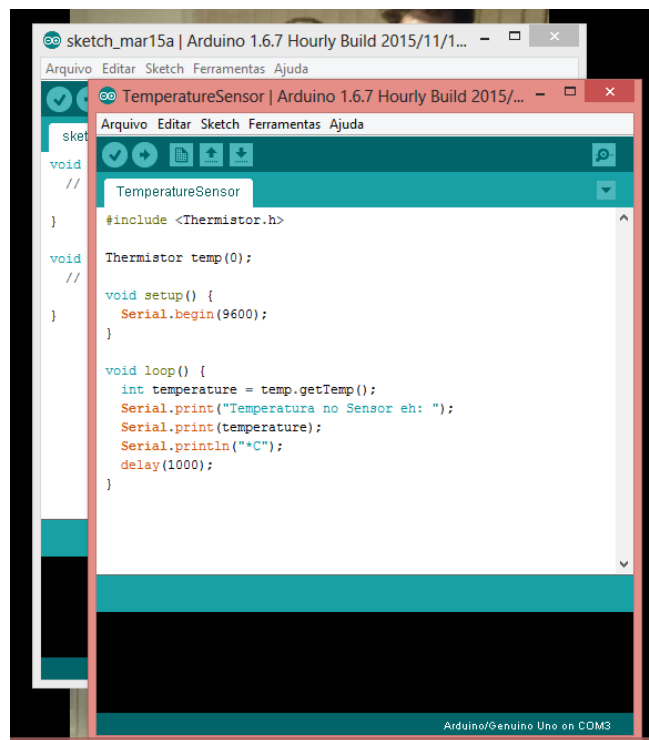


Figura 43: Programa. Fonte: A autora.

Carregar, Figura 44.

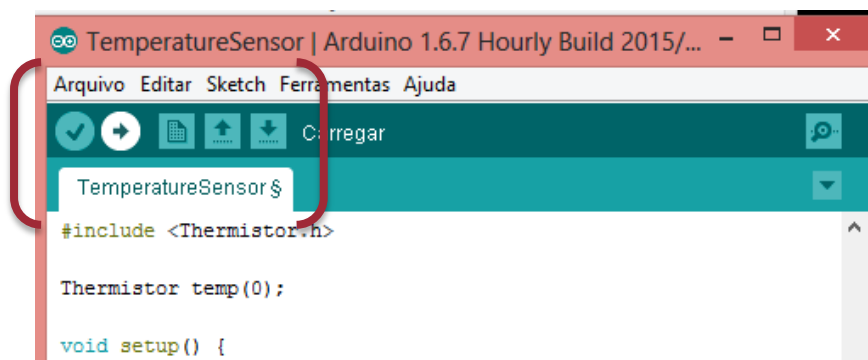


Figura 44: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Carregando, Figura 45:

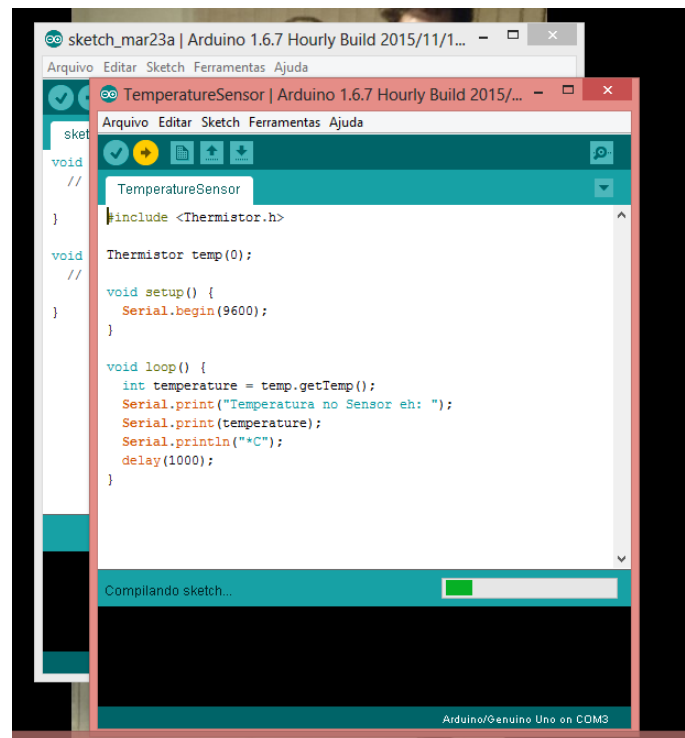


Figura 45: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Carregado, Figura 46:

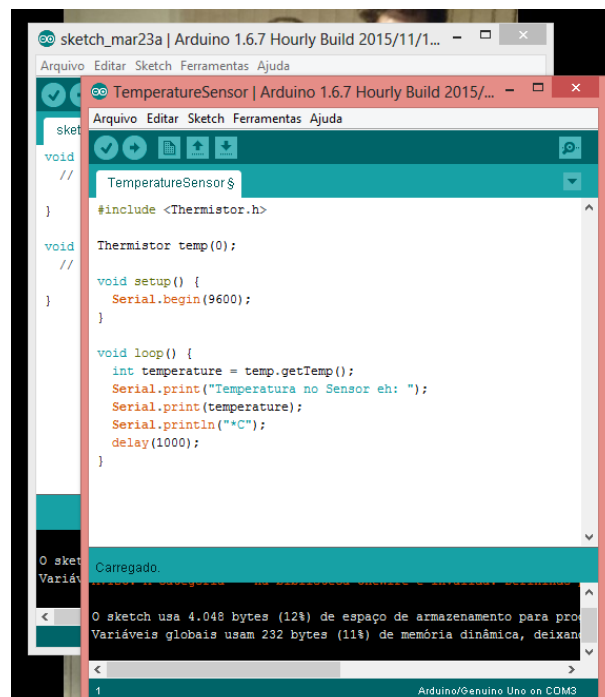


Figura 46: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Obs: se aparecer algum aviso na cor alaranjado, pode o aplicativo conter erros, Figura 47.

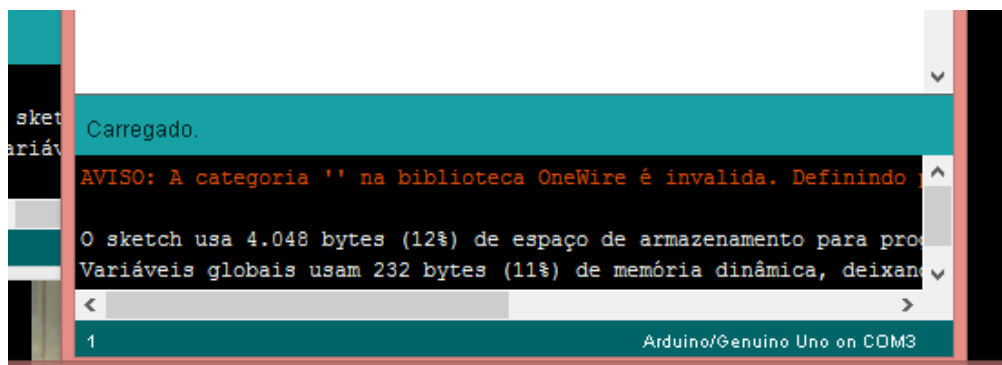


Figura 47: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Clicar no serial monitor, Figura 48.

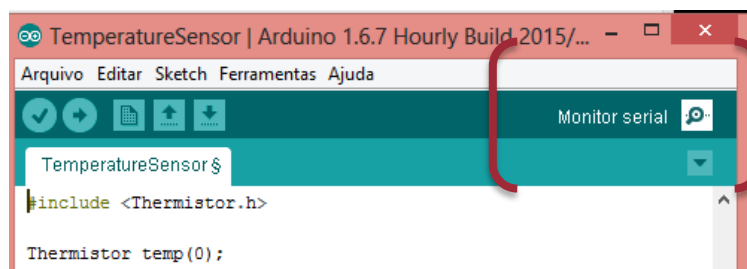


Figura 48: Trabalhando com *Arduino*. Fonte: A autora.

Para ver a temperatura: no exemplo aparece a temperatura de Guarapuava-PR, em 23/03/2016, 8 horas e 15 minutos, Figura 49.

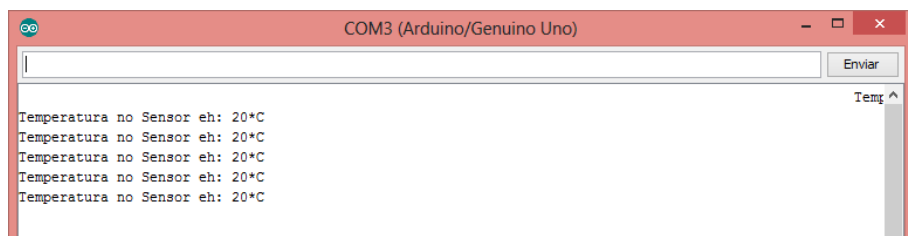


Figura 49: Serial Monitor. Fonte: A autora.

Organizar a turma em grupos e distribuir os materiais, se não tiver material suficiente para todos os grupos, distribua de forma que cada grupo, realize uma experiência por vez, respondendo às perguntas:

- ✓ Verifique a temperatura ambiente em graus no termômetro, em °C e F.
- ✓ Verifique se estas temperaturas conferem com a temperatura ambiente.
- ✓ Utilizando o *Arduino* qual a temperatura ambiente registrada?
- ✓ Qual é a temperatura do gelo e da água fervendo?
- ✓ Coloque sal no gelo e verifique a temperatura. Se ocorrer diferença explique o porquê.
- ✓ Qual foi a observação do grupo nas temperaturas medidas?

Entregue para cada grupo uma folha impressa com as perguntas, deixar eles responderem, o professor deverá apenas auxiliar, explicando apenas o necessário para eles realizarem a tarefa. Analisar as temperaturas obtidas nos termômetros, registrando-as. Aquecer a água no aquecedor e medir a temperatura com termômetros e o *termistor* principalmente quando a água estiver fervendo, Figura 50 a, b.

A seguir medir a temperatura da água em estado sólido, Figura 51, gelo, registrar, acrescentar sal e verificar que a temperatura vai baixar atingindo valores negativos. Esperar estabilizar e analisar com a turma porque isso ocorre.

Ao acrescentar sal no gelo, o ponto de congelamento diminui, porque sendo o sal um soluto não volátil, os cristais de gelo não se organizam. (Efeitos Coligativos II)

Verifique que a pressão pode alterar o valor da temperatura de vapor. 100°C é para 1 atm, ou seja, ao nível do mar.

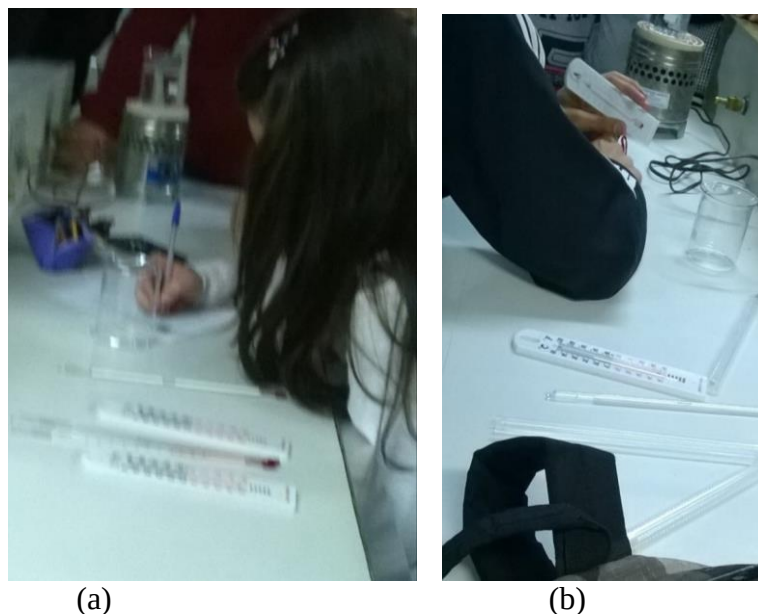


Figura 50: Experiências temperatura da água e gelo. Fonte: A autora.

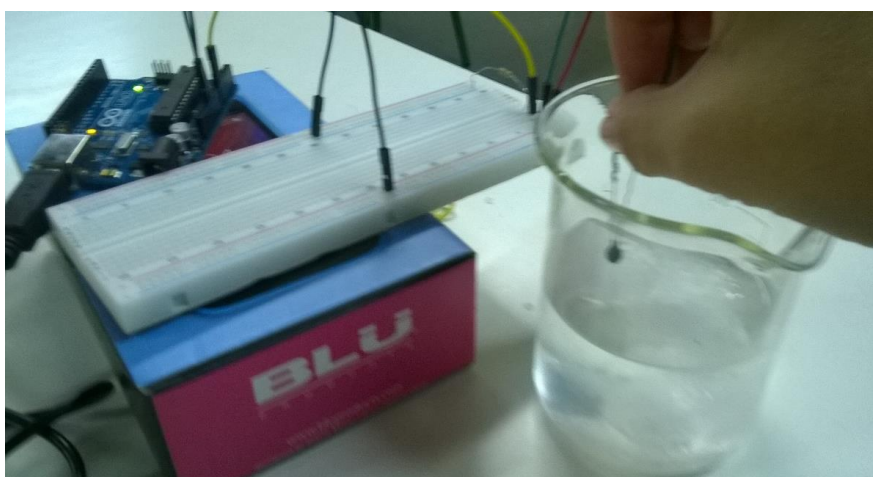


Figura 51: Experiência utilizando o *termistor*. Fonte: A autora.

Observação: não encostar o metal do *termistor* na água, porque poderá alterar o resultado registrado, se preferir poderá isolar a parte metálica do *termistor*, na água fervendo isolar o *termistor* obrigatoriamente.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades: exercícios de fixação, mapa conceitual e nas atividades experimentais

4. Atividade 2

2 aulas: 100 minutos

Objetivos:

- Diferenciar temperatura ambiente e sensação térmica.
- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura do tato.

1º Momento

Perguntas:

- ✓ Qual a diferença entre temperatura ambiente e sensação térmica?
- ✓ Podemos confiar no tato para medir a temperatura?
- ✓ Qual a temperatura do corpo humano?
- ✓ O que é febre?

Realizar um debate com as respostas e assim verificar o nível de conhecimento da turma, sobre o conteúdo. Arquite as respostas ou realize apenas um feedback com os estudantes, sem que eles registrem. A seguir apresente o conteúdo, resolvendo exercícios sobre Sensação térmica, concluindo com a experiência.

Texto de apoio

4.1 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente é a temperatura do ar em um local, que não sofre influência de outros fatores climáticos ou fontes de calor, em termos laboratoriais 22° à 25°C.

4.2 Sensação térmica

A sensação térmica refere-se a temperatura aparente sentida pela pele que está exposta, esta temperatura sofre influência do vento, da umidade do ar e de outros fatores climáticos, é uma expressão pronunciada principalmente quando a notícia referem-se ao clima, e é calculada pela formula (SÓFISICA):

$$ST = 33 + (10\sqrt{V} + 10,45 - V) \frac{T - 33}{22}$$

Onde:

V = velocidade do vento em Km/h

T = Temperatura em $^{\circ}C$.

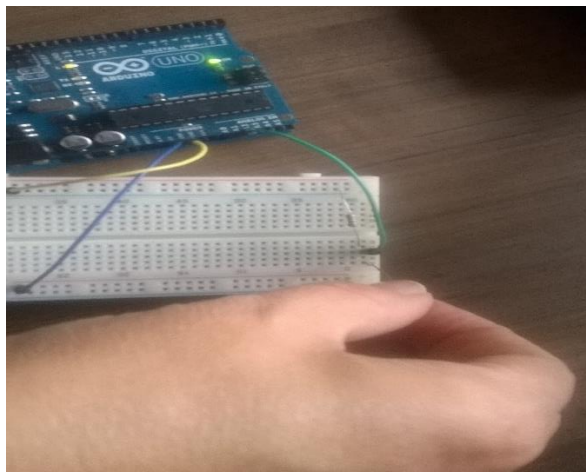


Figura 52: conferindo a temperatura de contato. Fonte: A autora.

4. 3 Temperatura do corpo humano

A temperatura normal do corpo humano varia de $36,5^{\circ}C$ a $37,5^{\circ}C$, se a pessoa estiver desenvolvendo:

- Hipertermia; excesso de calor, o corpo começa a perder líquido e sais minerais e sua temperatura corporal é $\geq 40^{\circ} C$.
- Hipotermia; perda excessiva de calor, o corpo começa a ter calafrios, cansaço, e outros e a temperatura corporal é $\leq 35^{\circ}C$.

O tato sofre a influência do ambiente e não pode ser utilizado para definir o estado térmico de um sistema.

Experiência

Para analisar o valor da temperatura, o professor poderá utilizar o mesmo processo aplicado para verificar temperatura ambiente, verificando-se que, ao tocar no *termistor*, a temperatura no serial monitor vai mudar, dependendo do tato do aluno, Figura 52.

Observar que a temperatura estabilizou-se em $32^{\circ} C$, Figura 53, comparar com a temperatura do corpo humano, a sensação térmica na mão é normal, porém verifica-se que no registro da temperatura há diferença, o que

oportuniza ao professor de forma colaborativa com o estudante, uma análise da diferença de temperatura registrada pelo tato de cada estudante.

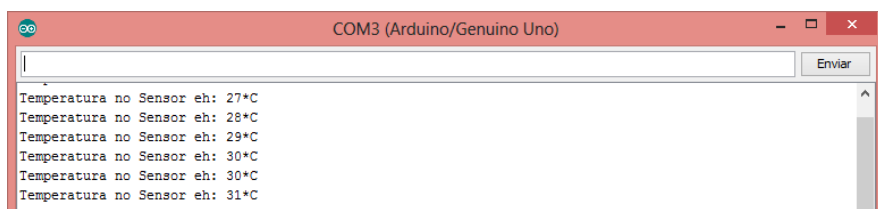
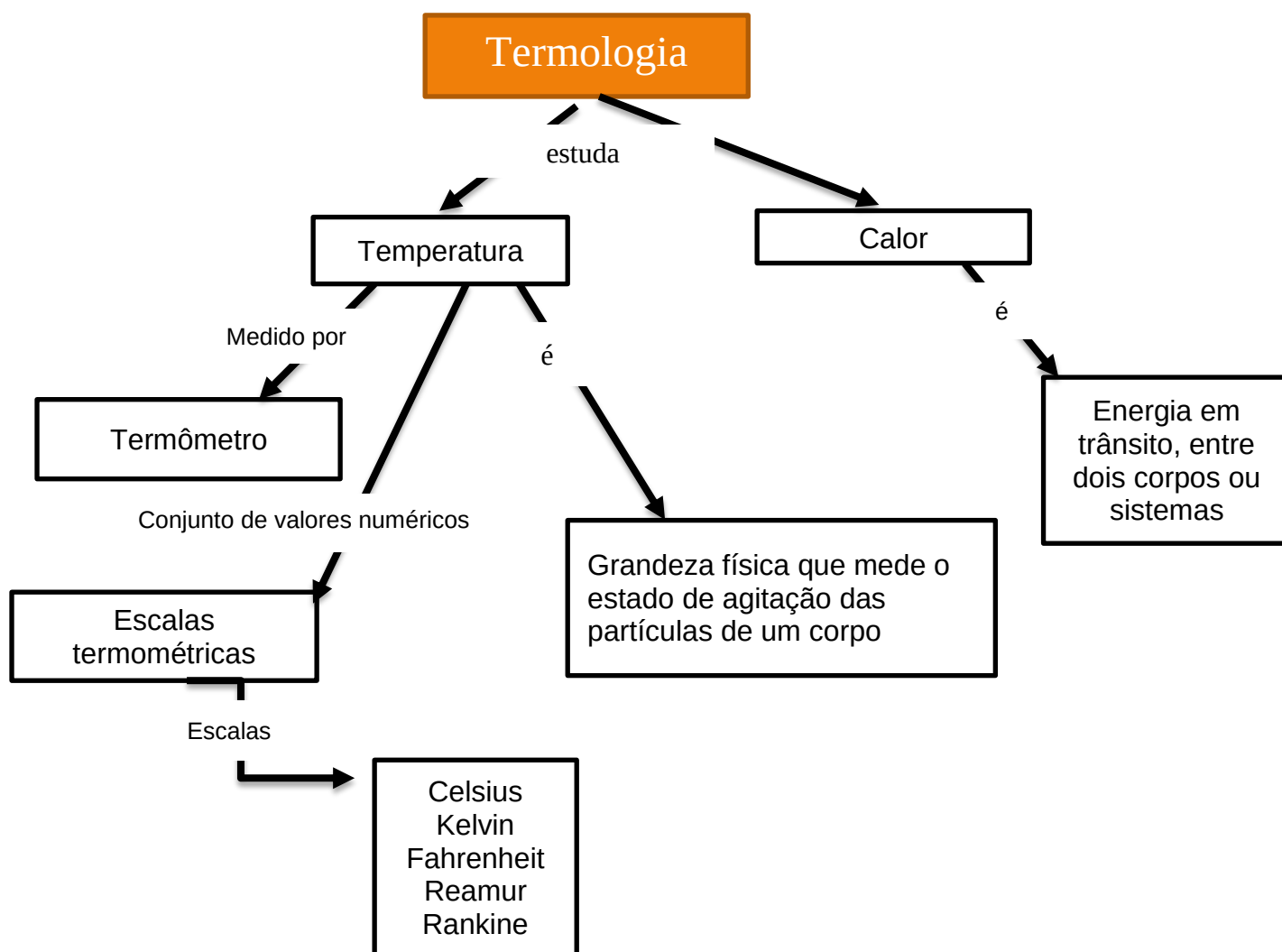


Figura 53: Serial Monitor. Experiência com o tato. Fonte: A autora.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades: exercícios de fixação e na atividade experimental.

Construir com os estudantes um Mapa Conceitual, deixando-os explicar o que entenderam e realize *feedback* sobre as perguntas, questionando-os sobre as respostas. Exemplo:



5. Atividade 3

2 aulas: 100 minutos

Objetivos:

- Entender o processo de propagação de calor por condução.
- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura no processo de condução térmica.

1º Momento: 15 minutos

Começar a aula com a experiência, demonstrando a diferença de temperatura no cabo das colheres.

2º Momento: 85 minutos

FEEDBACK E EXERCÍCIOS 35 MIN. PESQUISA: 50 MIN.

Distribuir a turma em grupos para que eles pesquisem o conteúdo em fontes diferentes: livros didáticos (diferentes autores) e internet, respondendo as seguintes perguntas:

- ✓ Defina: processos de propagação de calor
- ✓ O que é condução térmica?
- ✓ Defina: fluxo de calor.
- ✓ Escolha e resolva três exercícios de fixação sobre fluxo de calor e três exercícios de gradiente de temperatura.
- ✓ Defina: condutibilidade térmica.

Após, solicite que cada grupo passe dois exercícios resolvido no quadro e explicando-o para a turma. Realize um *feedback* sobre as respostas, explicando as dúvidas dos estudantes sobre o conteúdo.

Texto de apoio

5.1 Condução térmica.

Ocorre quando a energia térmica é transferida através da interação entre os átomos (sólidos) ou moléculas (gases e líquidos), até que todo o corpo esteja na mesma temperatura. Nos sólidos têm-se dois processos de condução de calor: movimento de elétrons livres e vibração da estrutura cristalina

(CALOR, 2010). Os bons condutores de calor apresentam os dois processos e os maus condutores apenas o último.

Se uma barra sólida for aquecida em uma de suas extremidades e a outra extremidade estiver temperatura menor, haverá uma diferença de temperatura por unidade de comprimento, haverá um gradiente de temperatura ($d\theta/dx$). O fluxo de calor pode ser escrito em função do gradiente de temperatura, onde:

$$\varphi = -K d\theta/dx$$

unidades:

$$\varphi (W \times m^{-2}),$$

$$K (W \times m^{-1} \times K^{-1})$$

$$d\theta/dx (K \times m^{-1})$$

Os átomos aquecidos interagem com os outros átomos e provocando uma transferência dessa energia para toda a barra. Para que isso ocorra, o material deve ser um bom condutor térmico, dependendo por tanto do seu coeficiente de condutibilidade térmica (K), Tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de condutibilidade.

Substancia	K (cal/s.cm.°C)
Prata	0,99
Cobre	0,92
Alumínio	0,50
Ferro	0,16
Água	0,0014
Lã	0,000086
Ar seco	0,000061

Os metais são considerados bons condutores e quanto maior for o coeficiente de condutibilidade de um material melhor será a condução. Se o valor de K é igual ao infinito a condução de calor será perfeita. Essa substância perfeita ainda não é conhecida, as substâncias que melhor apresentam essa condutividade são a prata e o cobre, como consta na Tabela 2.

Existem ainda os isolantes térmicos, ou seja, os maus condutores. Essas substâncias apresentam um valor de condutibilidade térmica muito baixo, próximo de zero. O isolante que possui K igual a zero também não é conhecido. Algumas substâncias que são consideradas maus condutoras, como a madeira, o vidro, o isopor e o ar estando isolado.

Experiência

Os metais são bons condutores de calor e ao realizar experiência, Figura 54, utilizar o *termistor* para medir a temperatura do cabo das colheres, o programa é o mesmo que foi utilizado para verificar a temperatura ambiente, pode-se utilizar diferentes barras de metais, aquecendo-os e analisando a variação de temperatura no decorrer do tempo.



Figura 54: Experiência 1 Laboratório de Física. Fonte: A autora.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades: exercícios de fixação, mapa conceitual e nas atividades experimentais.

6. Atividade 4

2 aulas: 100 minutos

Objetivos:

- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura na absorção de energia térmica.
- Entender o processo de irradiação.

1º Momento: 100 minutos

Começar a aula, com a teoria necessária para responder as perguntas, poderá distribuir para os alunos o texto impresso:

- ✓ Defina: Irradiação.
- ✓ Qual a diferença entre absorção, reflexão e transmissão de calor.
- ✓ Defina: corpo negro.
- ✓ Cite a Lei de Stefan-Boltzmann.

Após a explicar o conteúdo, distribua aos estudantes exercícios de fixação para que eles resolvam, pode ser em dupla. Próxima aula, experiência.

Texto de apoio

Irradiação é a propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de energia sem haver transporte de matéria por meio de ondas eletromagnéticas (ondas caloríficas ou ondas radiante) e radiação infravermelha que ocorrem tanto no vácuo, como em meios materiais.

Receptor é o corpo que recebe a energia irradiada, sendo chamado de radiador o corpo emissor de energia.

Radiação térmica é um componente homogêneo de uma irradiação complexa.

Quando o calor radiante (Q_i) incide sobre um corpo, ocorrem parcialmente (RAMALHO,1997): absorção(Q_A), reflexão (Q_R) e transmissão (Q_T), Figura 55.

Corpo atérmico é um corpo que não transmite calor.
 $Q_t=0$ e $t=0$

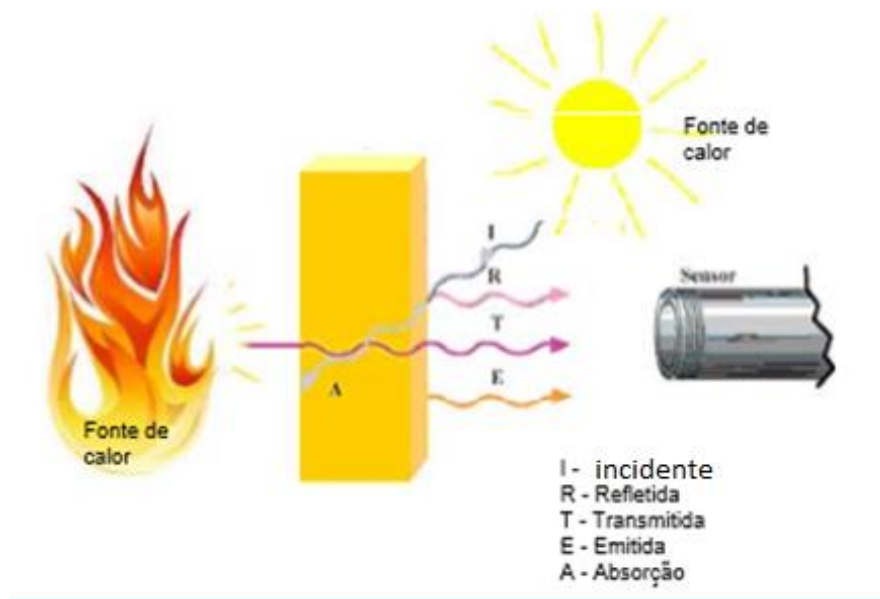


Figura 55: Irradiação. Fonte: Apresentação- aula 3- Prof^a. Ninoska Bonjorge

$$Q_I = Q_A + Q_R + Q_T$$

Pode-se definir três grandezas:

- Absorvidade: $a = Q_A/Q_I$
- Refletividade: $r = Q_R/Q_I$
- Transmissividade: $t = Q_T/Q_I$

Bojorge, Ninoska. Aula 3- Unidade 3- Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – UFF : disponível em< http://www.professores.uff.br/controldeprocesos-eq/images/stories/Aula_03_Instrument_Temperatura_2sem2014.pdf> acessado 06/06/2016

Somando:

$$a + r + t = \frac{Q_A}{Q_I} + \frac{Q_R}{Q_I} + \frac{Q_T}{Q_I} = \frac{Q_A + Q_R + Q_T}{Q_I} = \frac{Q_I}{Q_I} = 1$$

6.2 Física Moderna - Lei de Stefan-Boltzmann

O poder emissor de um corpo negro, que foi equacionada e expressa pela fórmula (TIPLER, 2001, p.718),

$$R = \sigma \times A \times (T^4 - T_0^4)$$

Onde:

R = potência irradiada por unidade de área.

σ = constante de Stefan ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

A = área em m^2

T_0 = temperatura ambiente em Kelvin

T = temperatura do corpo em Kelvin.

Com base nesses estudos pode-se calcular a capacidade específica de absorver e emitir calor por radiação, que depende da forma e do material de que o corpo é constituído, bem como de sua temperatura.

O poder emissor de um objeto real pode ser calculado pela Lei de Stefan-Boltzmann:

$$R_{\text{corpo real}} = \sigma \times \varepsilon \times A \times (T^4 - T_0^4)$$

Onde:

ε = emissividade do objeto ($0 < \varepsilon < 1$).

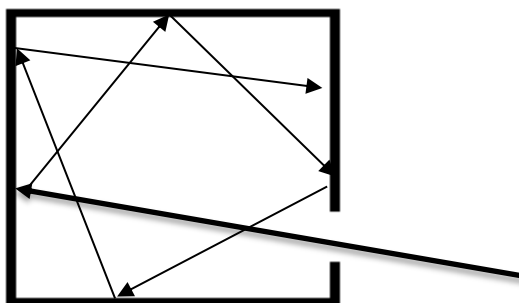


Figura 56: Cavidade com pequeno orifício na sua parede. Fonte: A autora.

A radiação que entra na cavidade, Figura 56, e tem pouca chance de sair antes de ser totalmente absorvida (TIPLER, 2001, p.718), princípio do funcionamento do sensor de radiação, Figura 57.



Figura 57: Sensor de radiação TD-8553. Disponível em <https://www.pasco.com/prodCatalog/TD/TD-8553_radiation-sensor/> acesso em 05/07/2016

6.3 Temperatura das faces de um cubo

Experiência

2 aulas: 100 minutos

Esta experiência pode ser utilizada para analisar a variação de temperatura em corpos com diferentes cores e explicar os fenômenos que ocorrem durante a propagação do calor, destacando as grandezas físicas utilizadas na montagem do gráfico.

A montagem do circuito no *protoboard* para obtenção da temperatura nas faces do Cubo de Leslie é mostrada nas Figura 58 e 59, e no desenho esquemático Figura 60, na Figura 61 consta o programa necessário para obtenção das temperaturas no *PLXDAQ*. Para manter o *termistor* na posição desejada foram utilizados tiras de elástico chato, porque além de não apresentar risco de arrebentar ou queimar, não interfere na experiência.

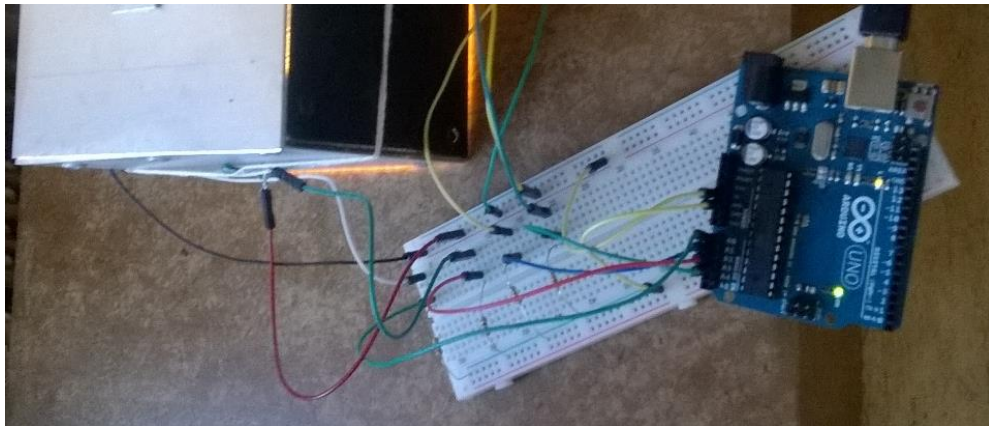


Figura 58: *Protoboard* organizado para verificar a temperatura em cada face. Fonte: A autora.

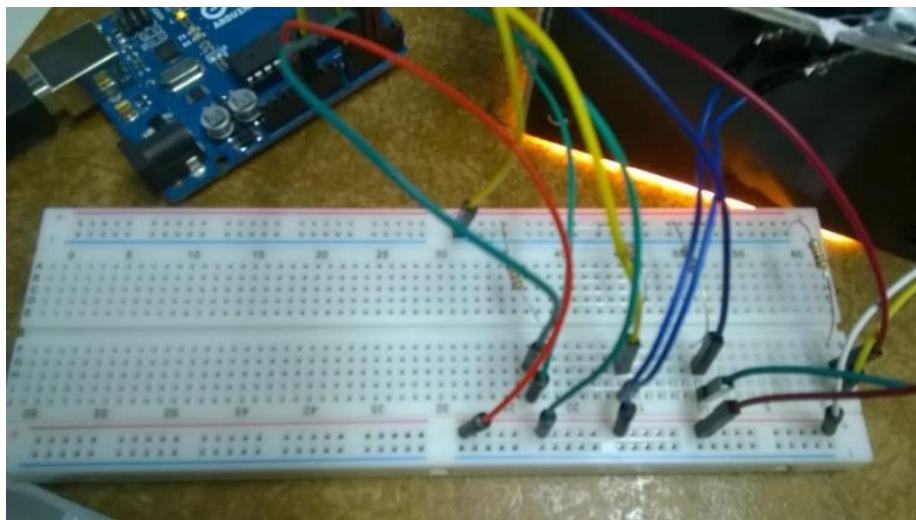


Figura 59: Montagem do circuito no *Protoboard*. Fonte: A autora.

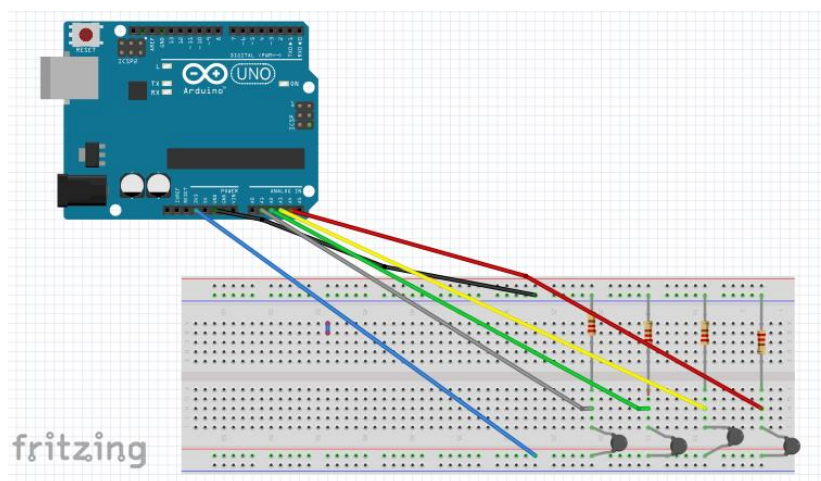


Figura 60: Desenho esquemático, Fritzing. Fonte: A autora.

Programa, Figura 61:

```

int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
int sensor3 = 3;           // PINO ANALÓGICO 2
int sensor4 = 4;           // PINO ANALÓGICO 3
int valor1 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 0
int valor2 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 1
int valor3 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 2
int valor4 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA ANALÓGICA 3
float temp1 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 0
float temp2 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 1
float temp3 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 2
float temp4 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR CONVERTIDO DO
SENSOR 3
float tempmedia = 0;

// VARIÁVEIS DA COMUNICAÇÃO SERIAL COM O EXCEL (PLX-DAQ)
// NÃO PODE USAR O "MONITOR SERIAL" DO IDE DO ARDUINO (CONFLITO)

int ROW = 0; // VARIÁVEL QUE SE REFERE AS LINHAS DO EXCEL
int LABEL = 1;
void setup() {
  Serial.begin (9600);           // INICIALIZAÇÃO DA COMUNICAÇÃO SERIAL
  Serial.println ("CLEARDATA");  // RESET DA COMUNICAÇÃO SERIAL
  Serial.println ("LABEL, Time, PRETO,VERMELHO,AZUL,BRANCO, TEMPMEDIA"); //
  NOMEIA AS COLUNAS
}
void loop() {
  valor1 = analogRead(sensor1);  // LEITURA DO PINO A0
  valor2 = analogRead(sensor2);  // LEITURA DO PINO A1
  valor3 = analogRead(sensor3);  // LEITURA DO PINO A2
  valor4 = analogRead(sensor4);  // LEITURA DO PINO A3
  temp1 = valor1 * 0.00322;       // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp2 = valor2 * 0.00322;       //
  temp3 = valor3 * 0.00322;       // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp4 = valor4 * 0.00322;       //
  temp1 = temp1 * 100 - 87.53;     // CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
  temp2 = temp2 * 100 - 83.4;     //
  temp3 = temp3 * 100 - 89.51;    // CONVERTER milivolts PARA CELCIUS
  temp4 = temp4 * 100 - 84.33;    //
  tempmedia = (temp1+temp2+ temp3 + temp4)/4;
  Serial.print("DATA,TIME,");    // INICIA A "IMPRESSÃO" DOS DADOS,
  SEMPRE INICIANDO COM O "TIME"
  Serial.print(temp1);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp2);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp3);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp4);
  Serial.print(",");
  Serial.println(tempmedia);

  ROW++;                          // INCREMENTA A LINHA DO EXCEL
  if (ROW > 5000)                 // LAÇO PARA LIMITAR A QUANTIDADE DE
  DADOS ENVIADOS, SERVE PARA LIMITAR O GRÁFICO
  {
    ROW=0;                        // RESET DA LINHA
    Serial.println("ROW,SET,2");  // ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS COM OS
  DADOS, INICIANDO DA LINHA 2
  }
  delay(60000);                  // ESPERA SESSENTA SEGUNDOS PARA
  NOVA LEITURA
}

```

Figura 61: Programa. Fonte: A autora.

Termistor com jumpers para alcançar do protoboard e as faces do cubo, conforme Figura 62.

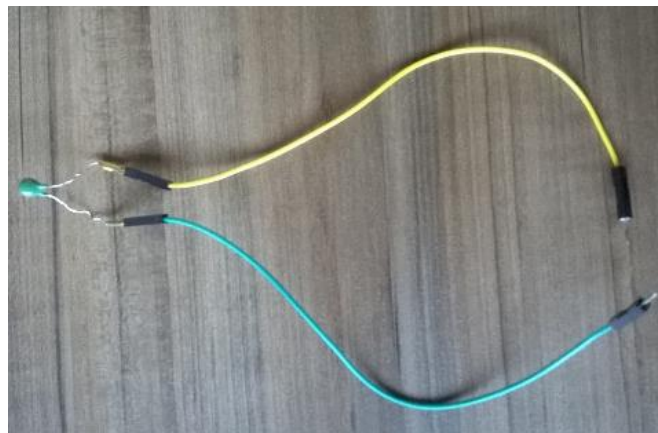


Figura 62: Termistor com Jumpers. Fonte: A autora.

Material necessário:

- 4 Termistor 10 k Ω
- 1 *Arduino*
- 1 Computador
- 1 *Protoboard*
- 14 Jumpers
- 4 Resistor 10 k Ω
- 1 lâmpada incandescente: 60 W ou 100 W
- Cubo de alumínio
- Pasta térmica (opcional)
- Elástico chato

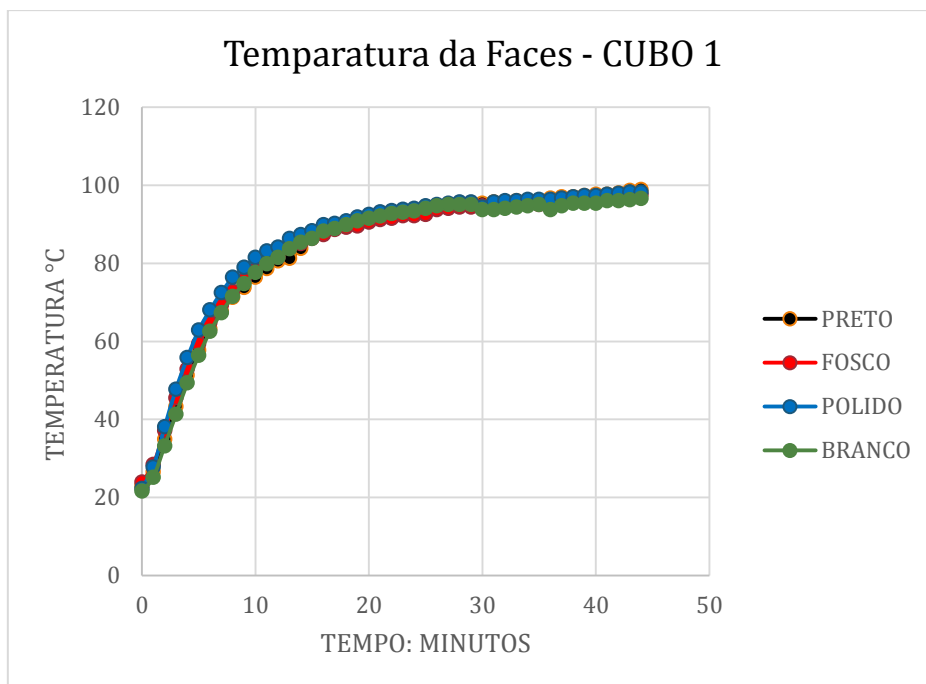


Figura 63: Gráfico das temperaturas obtidas na face do cubo com as faces ligas e iguais internamente. Fonte: A autora.

Para esta experiência utiliza-se o Plx-Daq para registro das temperaturas e construção do gráfico, Figura 63 obtido com o cubo de faces ligadas e iguais internamente, Figura 64.

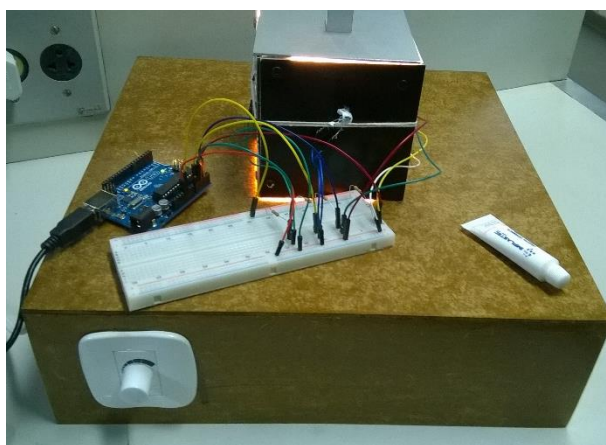


Figura 64: Cubo com faces iguais. Fonte: A autora.

Utilizando-se o sensor de Radiação do laboratório de Física moderna da UEPG, a fim de testar o Cubo de Leslie artesanal, os valores de radiação obtidos, estão representados na Tabela 3. Se não possuir um sensor de radiação, pode-se apenas calcular os valores e fazer análise teórica.

Tabela 3: radiação das faces do cubo, obtida com sensor de radiação da UEPG

Face	Medidas		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Preto	4.5	5.8	6.5
Fosco	3.8	4.7	5.5
Branco	4.1	5.7	6.4
Polido	3.2	5.0	5.6

Como mostrado na Figura 62 todas as faces estão na mesma temperatura, mas os resultados obtidos para emissividade (em ordem decrescente) das faces preto, branco e fosco estão de acordo com os obtidos para o cubo de Leslie comercial. Sendo que no comercial não existe a face polida e sim a espelhada.

Na Figura 65 é mostrado a montagem onde as faces do cubo são separadas com madeira e iguais internamente. Portanto não há condução de calor entre as faces e o aquecimento ocorre apenas pela absorção do material da energia Térmica emitida pela lâmpada incandescente, após desligar a lâmpada verifica-se que as faces resfriam-se.

**Figura 65:** Cubo com faces separadas e iguais internamente. Fonte: A autora.

Com os dados registrados na planilha PLXDAQ é construído o gráfico, conforme Figura 66, e é mostrado a curva de aquecimento e de resfriamento das faces do cubo, observe o decaimento da curva.

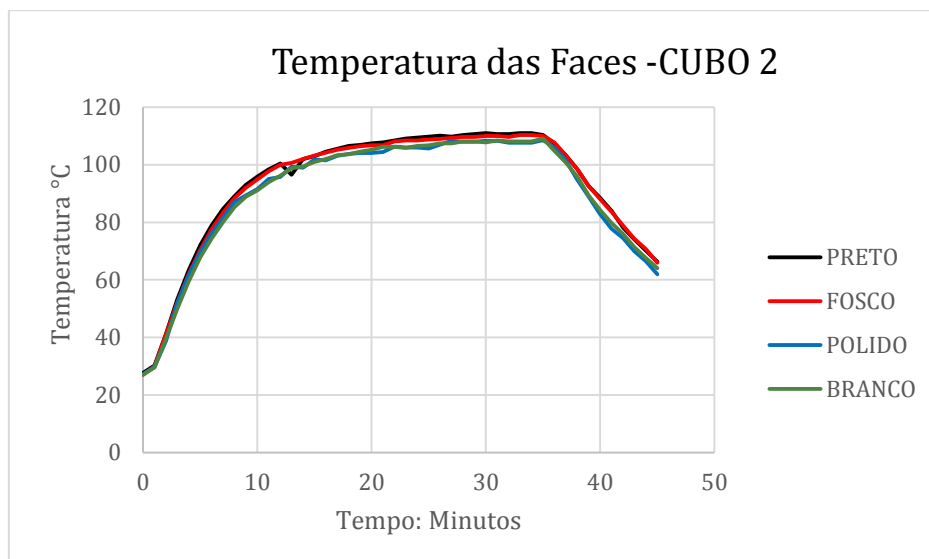


Figura 66: Gráfico da temperatura do cubo com faces separadas por madeira e iguais internamente. Fonte: A autora.

Para finalizar o conteúdo organize os estudantes em grupos, máximo três, para que de forma colaborativa eles construam um mapa conceitual.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades: exercícios de fixação, mapa conceitual e nas atividades experimentais.

7. Atividade 5

2 aulas: 100 minutos

Objetivos:

- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura na absorção de energia térmica.
- Analisar o processo de absorção de temperatura e a influência da cor do objeto.

1º Momento: 15 minutos

Começar a aula com as perguntas:

- ✓ Defina: cor.
- ✓ Quais são os mecanismos da visão? Eles interferem na observação das cores?
- ✓ A cor interfere na temperatura?
- ✓ O que é tinta?

Ideal: Realizar atividades com o professor de Arte

Organize grupos de pesquisa para que os estudantes busquem respostas ou apenas realize um feedback sobre as possíveis respostas.

Após, explicar o conteúdo utilizando a experiência como demonstração da interferência da cor, na temperatura.

Texto de apoio

Para a física atômica, as cores são fonte de entendimento de todos os fenômenos materiais e revelando a sua estrutura básica mostra que, neste campo, não existe diferença entre matéria e energia (RANBAUSKE,2011).

Experiência

Nesta experiência utilizamos as faces, Figura 67 b, separadas mas pintadas dos dois lados com a mesma cor, como mostrado na Figura 67 a, com o objetivo de estudar a influência da cor das faces na absorção e radiação.

As curvas de aquecimento das faces do cubo são apresentadas na Figura 68, onde é possível observar que as faces preta, azul, vermelho e branco possuem respectivamente maior taxa de aquecimento em virtude de maior absorção da radiação emitida pela lâmpada.

A tinta utilizada é a aerossol e seus componentes químicos influenciam na absorção da energia térmica. O corpo negro ideal ainda não existe, mas teoricamente é apresentado como um corpo que absorve toda a radiação que incidam sobre ele. Verifica-se que a face preta absorve mais energia térmica, porém analise o que ocorre na curva após a lâmpada ser desligada.

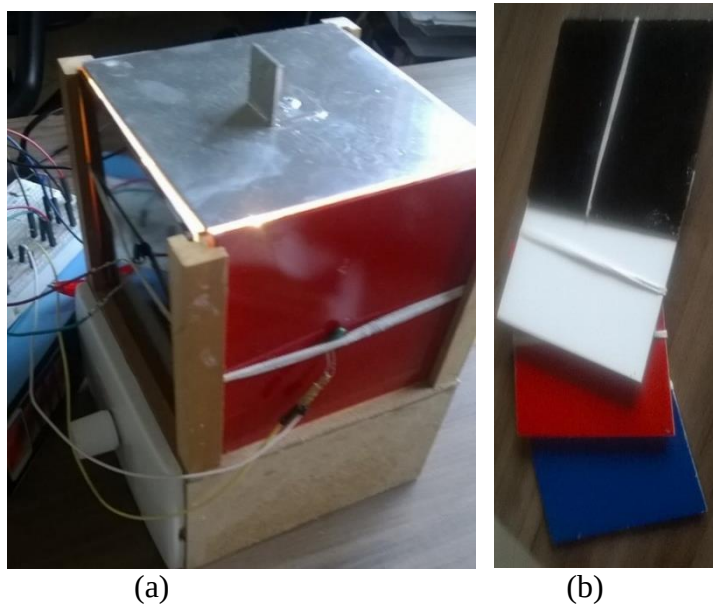


Figura 67: (a) cubo de faces pintadas interna e externamente iguais, (b) faces. Fonte: A autora.

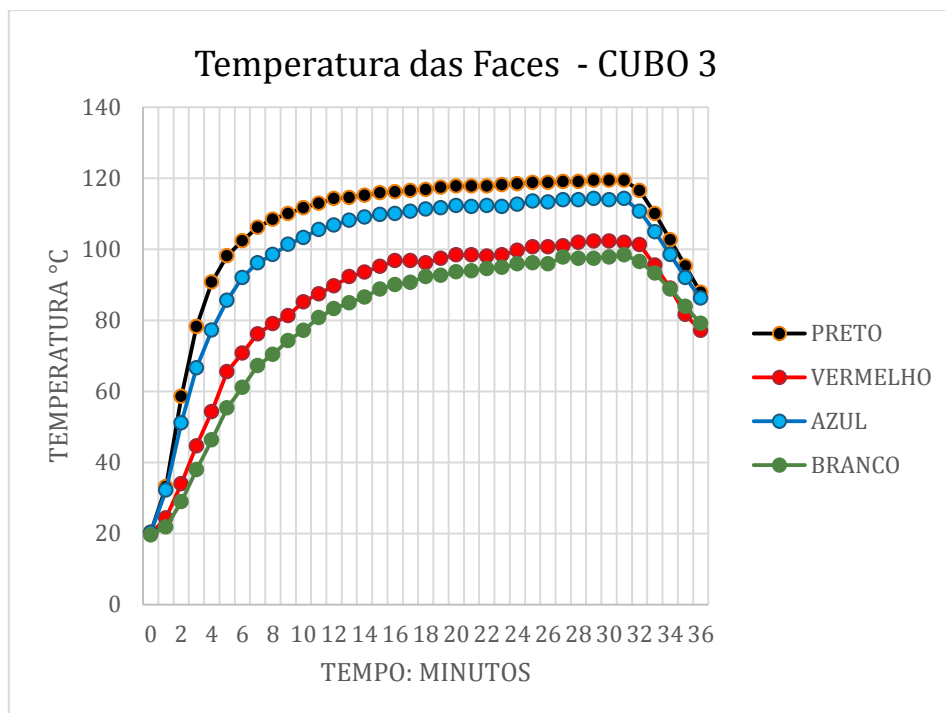


Figura 68: Gráfico de temperatura do cubo de faces separadas por madeira e pintadas na parte interna e externa com a mesma cor. Fonte: A autora.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades: exercícios de fixação, feedback e nas atividades experimentais.

Próxima aula

Solicitar para que os estudantes tragam na próxima aula uma pesquisa sobre:

- ✓ A história do Cubo de Leslie.
- ✓ Quem foi John Leslie?

8. Atividade 6

2 aulas: 100 minutos

Objetivos:

- Utilizar a placa integrada *Arduino* e o *termistor* para realizar medidas de temperatura na absorção de energia térmica.
- Analisar o processo de absorção de temperatura em duas placas.

1º Momento: 30 minutos

Começar a aula realizando um *feedback* sobre a pesquisa solicitada: Cubo de Leslie e John Leslie. Questione-os sobre os fatos históricos que envolvem esses estudos (dissertação).

2º Momento experiência: 70 minutos

Nesta atividade o objetivo foi estudar as propriedades relacionada com absorção de um objeto de cor preta e outro de cor branca. Na Figura 69, é mostrado a montagem para duas placas metálicas, onde cada placa possui uma face pintada de preto e a outra de branco. Sendo que as faces de cada placa voltadas para a lâmpada, uma era a preta e a outra era branca.



Figura 69: Faces preta e branca. Fonte: A autora.

Os resultados obtidos no PLXDAQ e representados no gráfico, Figura 70.

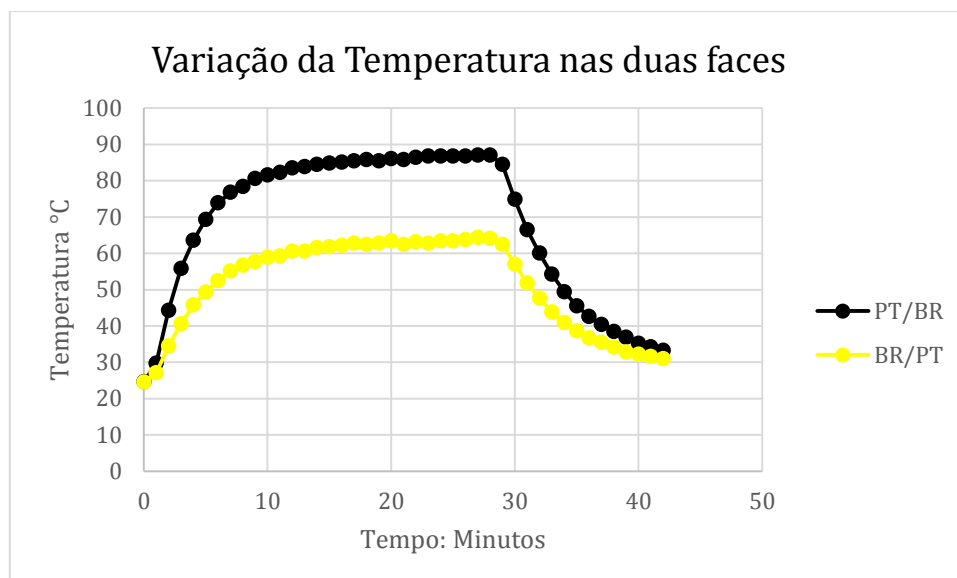


Figura 70: Gráfico obtido a partir da aquisição dos valores das temperatura em duas faces.
Fonte: A autora.

Conforme observado na Figura 70 a placa que possui a face preta voltada para a lâmpada apresenta maior taxa de aquecimento do que a placa de face branca. Nesta experiência o lado externo da face branca é preto e o resultado apresentado no gráfico demonstra que esse fator não interfere na temperatura da placa, observe o decaimento da curva após a lâmpada ser desligada, a curva da face preta int. o decaimento é maior até as temperaturas ficarem iguais. A curva de resfriamento de Newton poderá ser utilizada para discutir essa experiência.

Avaliação

Considerar a participação dos alunos nas atividades nas atividades experimentais.

O programa, Figura 71.

```

int sensor1 = 1;           // PINO ANALÓGICO 0
int sensor2 = 2;           // PINO ANALÓGICO 1
int valor1 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA
ANALÓGICA 0
int valor2 = 0;            // VALOR LIDO NA ENTRADA
ANALÓGICA 1
float temp1 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR
CONVERTIDO DO SENSOR 0
float temp2 = 0;           // VARIÁVEL QUE RECEBERÁ VALOR
CONVERTIDO DO SENSOR 1
float tempmedia = 0;
// VARIÁVEIS DA COMUNICAÇÃO SERIAL COM O EXCEL (PLX-DAQ)
// NÃO PODE USAR O "MONITOR SERIAL" DO IDE DO ARDUINO (CONFLITO)
int ROW = 0; // VARIÁVEL QUE SE REFERE AS LINHAS DO EXCEL
int LABEL = 1;
void setup() {
  Serial.begin(9600);      // INICIALIZAÇÃO DA COMUNICAÇÃO
  SERIAL
  Serial.println("CLEARDATA"); // RESET DA COMUNICAÇÃO
  SERIAL
  Serial.println("LABEL,Time,PT/BR,BR/PT, TEMPMEDIA"); // NOMEIA AS
  COLUNAS
}
void loop() {
  valor1 = analogRead(sensor1); // LEITURA DO PINO A0
  valor2 = analogRead(sensor2); // LEITURA DO PINO A1
  temp1 = valor1 * 0.00322;      // 3.3 VOLTS / 1023 = 0.00322
  temp2 = valor2 * 0.00322;      //
  temp1 = temp1 * 100 - 87.45;    // CONVERTER milivolts PARA
  CELSIUS
  temp2 = temp2 * 100 - 81.45;    //
  tempmedia = (temp1+temp2)/2;
  Serial.print ("DATA,TIME,"); // INICIA A "IMPRESSÃO" DOS
  DADOS, SEMPRE INICIANDO COM O "TIME"
  Serial.print(temp1);
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp2);
  Serial.print(",");
  Serial.println(tempmedia);
  ROW++; // INCREMENTA A LINHA DO EXCEL
  if (ROW > 5000) // LAÇO PARA LIMITAR A
  QUANTIDADE DE DADOS ENVIADOS, SERVE PARA LIMITAR O GRÁFICO
  {
    ROW=0; // RESET DA LINHA
    Serial.println("ROW,SET,2"); // ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS COM
    OS DADOS, INICIANDO DA LINHA 2
  }

  delay(60000); // ESPERA SESSENTA SEGUNDOS
  PARA NOVA LEITURA
}

```

Figura 71: Programa para dois *termistor*. Fonte: A autora.

Observação: neste programa foram realizadas alterações, porque nesta experiência foi utilizado dois *termistores*.

Vantagens ao utilizar a placa integrada *Arduino*:

- Baixo custo.
- Programas disponíveis na internet.
- Material didático tecnológico

Referências Bibliográficas:

ARDUINO. **ARDUINO UNO**. Disponível em <<http://arduino.cc/em/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 28/11/ 2014.

ASSUNÇÃO. Tassia. **TEORIA DA EDUCAÇÃO DE NOVAK**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/pccbioufam/11-projetos-em-ensino-de-biologia/teoria-da-educacao-de-novak> >acesso 30/08/2016.

AUSUBEL. David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. Lisboa- 2003.

CUNHA. Sergio Lucas da. **Teoria da Aprendizagem significativa**. Disponível em <<https://sites.google.com/site/pccbioufam/11-projetos-em-ensino-de-biologia/teoria-da-aprendizagem-significativa> >acesso 30/08/2016

BASCONCELLO, Daniel O. Filho. **Curso de Arduino**. Disponível em:

BONJORNO. Jose Roberto. et. al. **Física**, 2º edição. Editora FTD- São Paulo- SP- 2013.

Goncalves, Dalton. **Física do Científico e do Vestibular- V3**. Ao Livro Técnico- Rio de Janeiro- 1972.

KANTOR, Carlos Aparecido. et. at. **Física** (coleção Quanta), 2ª edição. Editora Pearson Education do Brasil – São Paulo – SP – 2013.

Laboratório de Garagem. **Tutorial**. Disponível em. < [http :// labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-mostrar-a-temperatura-ambiente-com-o-arduino-em-um](http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-mostrar-a-temperatura-ambiente-com-o-arduino-em-um)> Acesso em: 02/03/2015.

MARRIOTT. Rita de Cassia, Torres. Patrícia Lupion, IRLA. Esron Adriano F. Projeto Agrinho. **As bases teóricas da proposta_cp**. Disponível em <<https://eureka.pucpr.br/Saaw3/publicacao/mostrarInterno.php?method=navegaDir>> acesso em 01/09/2016.

Microsoft Excell. Disponível em: <[https://pt .wikipedia .org /wiki /Microsoft_Excel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel)> Acesso em: 28/01/2016

Ramalho Junior, Francisco, eat. **Os fundamentos da Física** - V2, 6ª edição. Editora Moderna- São Paulo- 1997.

Resistors. Disponível em <<http://wiki.ubc.ca/Resistors> > acesso em 03/07/2016.

SOUZA, Gustavo Rodrigues. **Termistores NTC e PTC**. Disponível em <[http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/Gustavo&Ishizaki .pdf](http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/Gustavo&Ishizaki.pdf)> acesso em 11/07/2016

SÓFISICA. **Como se calcula a sensação térmica?** Disponível em <[http://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/sensacao_termica .php](http://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/sensacao_termica.php)> acesso em 08/07/2016

TABELA. comparativa, **Modelos de Arduino** > acesso em: 02/03/2015: disponível em <[http://blog.filipeflop. com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html](http://blog.filipeflop.com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html)

TECNICENTER. **Simbologia eletrônica**. Disponível em <[http://www.tecnicenter.org/aprender-electronica-\(-curso-continuado-\)/simbologia-eletronica/](http://www.tecnicenter.org/aprender-electronica-(-curso-continuado-)/simbologia-eletronica/) > acesso em 03/07/2016

Termistores **NTC**. Disponível em <[http://www.if. ufrgs.br/mpef/me f004/20061/Cesar/SENSORES -Termistor.html](http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20061/Cesar/SENSORES-Termistor.html)> acesso em 03/07/2016

TIPLER, Paul A. Gene Mosca. **Física para Cientistas e Engenheiros**- V1- 5ª edição- LTC – livros Técnicos e científicos Editora S.A.- Rio de Janeiro-RJ, 2001.

Tutorial- **sensores**. 2010 Disponível em: <[http://www.eletrica .ufpr .br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf](http://www.eletrica.ufpr.br/~james/Projetos/Forma_Engenharia/arquivos/Tutorial%20Sensores.pdf)> Acesso em: 15/ 08/2015 e dia 31/03/2016.

Apêndice B – Diagrama V

Diagrama: Diferença entre calor e temperatura

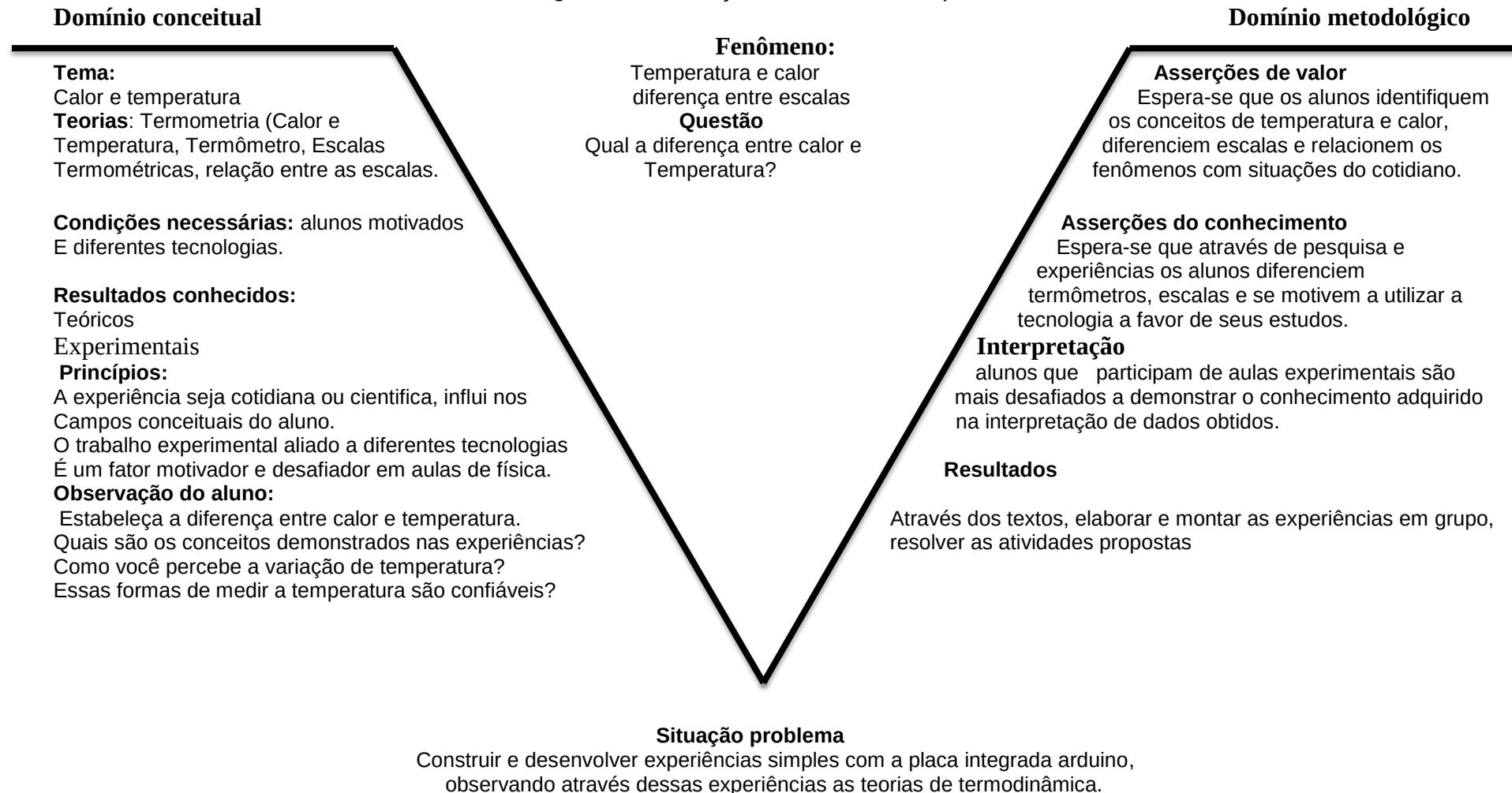
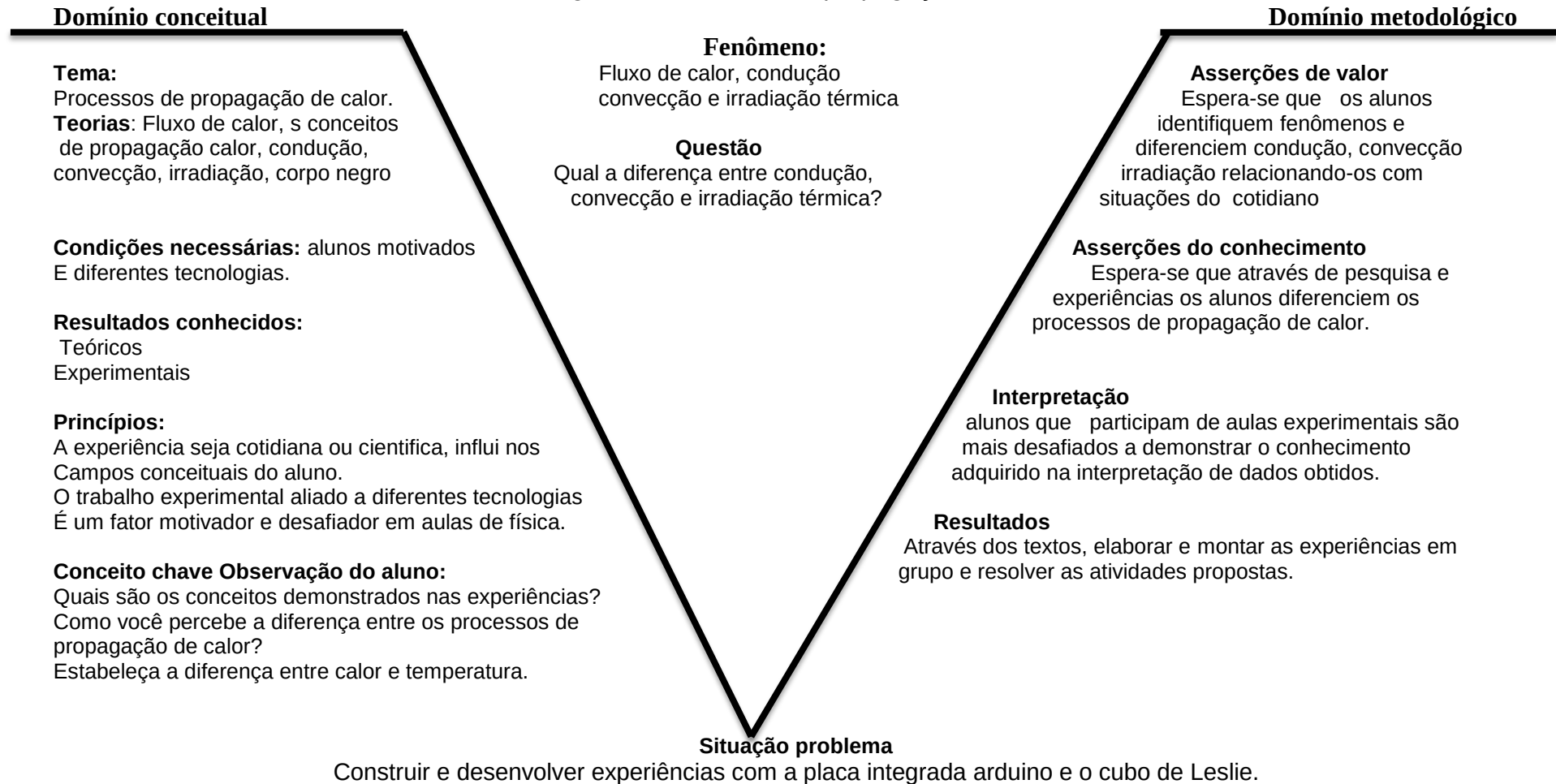
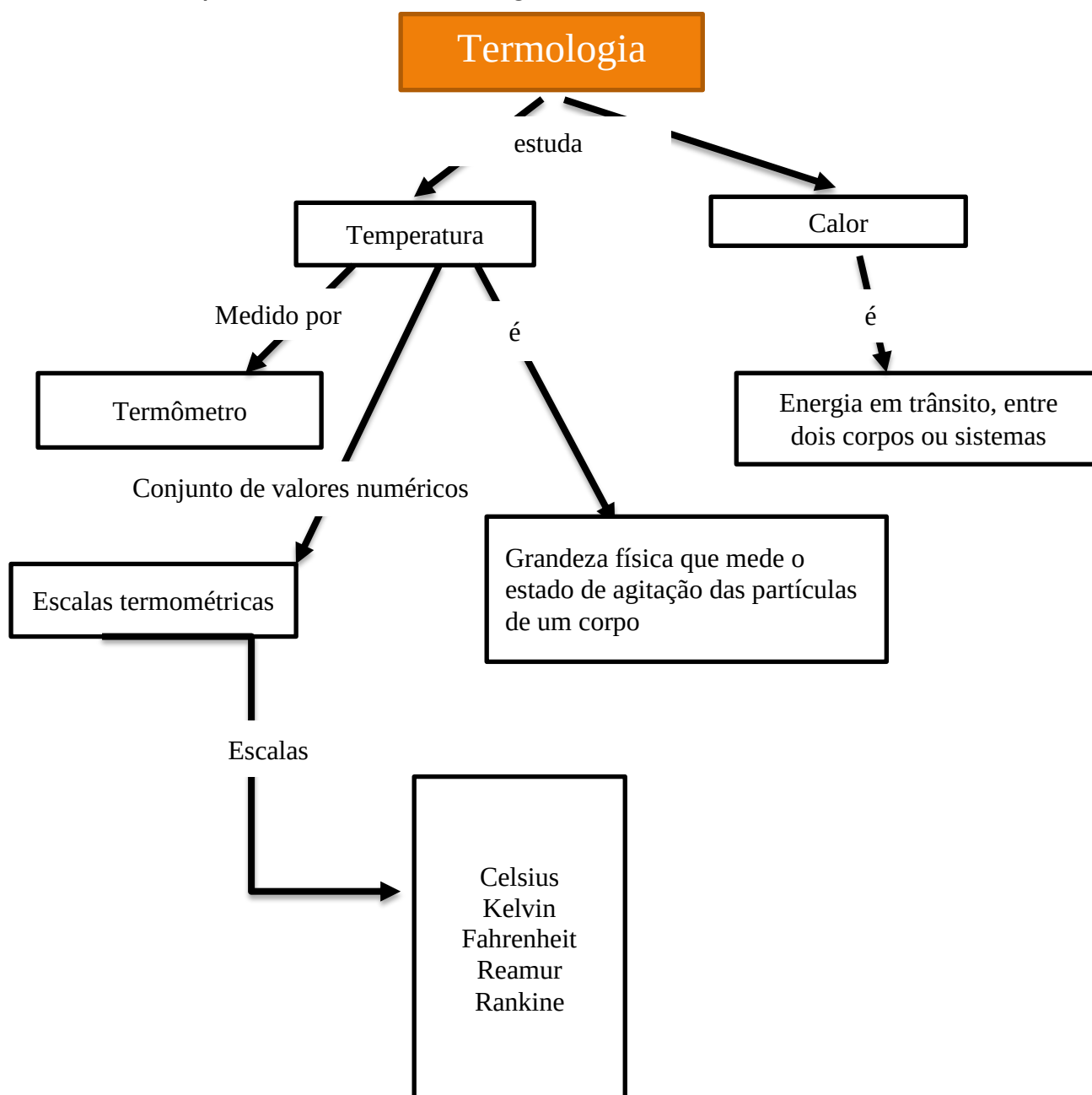


Diagrama: Processos de propagação de calor

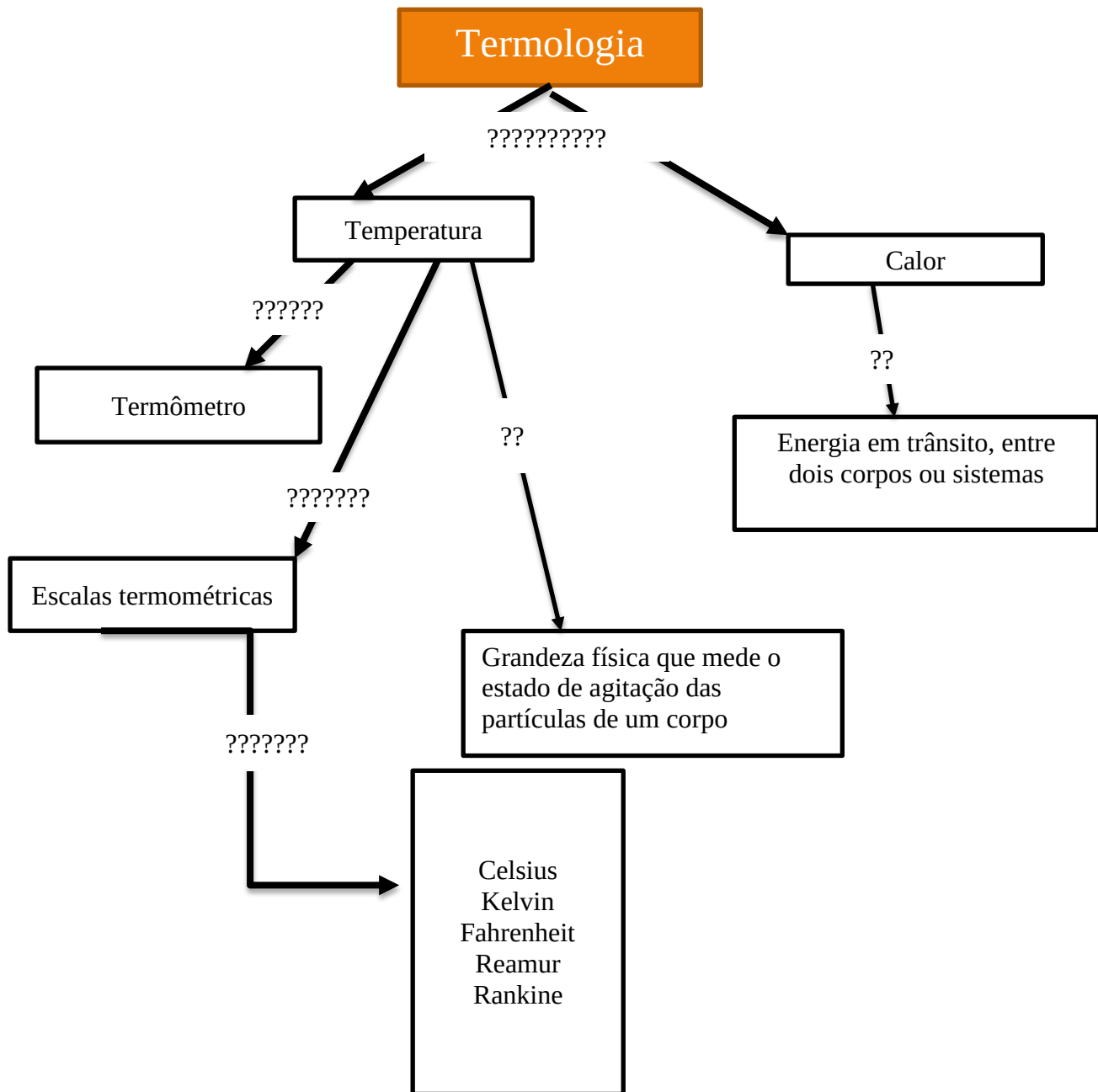


Apêndices C - Mapa Conceitual

Mapa conceitual: termologia



Mapa Conceitual 1



Apêndice D - Planos de aula

Plano de aula 1

Identificação

Escola: Colégio Estadual Professor Pedro Carli – EFM

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professora: Marilene Probst Novacoski

Série: 2ª série, 1º bimestre

Ano: 2015

Carga horária: 4 hora aula

Assunto:

Termologia: aula teórica e experimental

Objetivo geral

- ✓ Definir temperatura, identificar uma escala termométrica e resolver problemas que envolvam mudanças de escala.

Objetivos específicos

- ✓ Formular hipóteses sobre um fenômeno susceptível de ser observado em laboratório.
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana;
- ✓ Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- ✓ Utilizar representações simbólicas.
- ✓ Comunicar-se com a linguagem física adequada.
- ✓ Verificar a temperatura ambiente e compará-la com a obtida em um termômetro e na placa integrada Arduino.

Metodologia

Os conteúdos serão trabalhados de forma que permitam a contextualização do conhecimento, propostos em atividades elaboradas segundo a Teoria dos

Campos Conceituais, Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais para provocar especulações, construção e reconstrução de ideias, visando à formação da cidadania e permitindo o desenvolvimento do conhecimento em valores que possam servir de instrumentos mediadores do homem com o mundo, considerando a sua vivência individual e a perspectiva que considera o coletivo em sua interação com o mundo físico, por meio de aula expositivas e interativas. Serão utilizados esses conhecimentos para a abordagem do conteúdo de Termologia, baseado nas Teorias Físicas, com a finalidade de aprofundar e retificar alguns conceitos que podem ter sido absorvidos durante a trajetória do aluno.

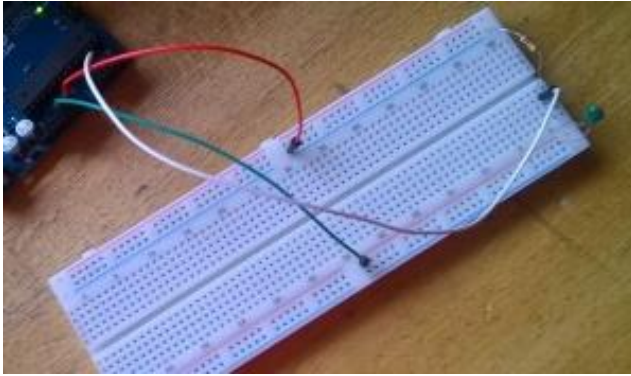
Encaminhamento

Introdução

Nesta aula serão definidos os conceitos de temperatura, calor e termômetro (instrumento utilizado para medir a temperatura). Demonstrar a diferença entre termômetro clínico (mede temperatura corpórea) e de máxima e mínima (medem a temperatura ambiente), analisando-se a temperatura nos termômetros e no termistor, realizar a medição da temperatura ambiente e sensação térmica dos alunos, repassando a teoria sobre hipotermia, hipertermia e escalas termométricas.

Materiais Necessários

- 1 Termistor 10 k Ω
- 1 Arduino
- 1 Computador
- 1 Protoboard
- 3 Jumpers
- 1 Resistor 10 k Ω
- Termômetros: clínico, de laboratório, infravermelho, máximo e mínimo.



Síntese integradora

A síntese Integradora será feita através de um feedback de análise sobre as medidas encontradas nos termômetros e na placa integrada Arduino.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita por meio de exercícios de fixação (AD – atividade diária) e analisando principalmente a participação dos alunos nesta atividade

Plano de aula 2

Identificação

Escola: Colégio Estadual Professor Pedro Carli – EFM

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professora: Marilene Probst Novacoski

Série: 2ª série, 1º bimestre

Ano: 2015

Carga horária: 2 hora aula

Assunto:

Processos de propagação de calor- Condução Térmica.

Objetivo geral

- ✓ Conceituar Condução Térmica

Objetivos específicos

- ✓ Formular hipóteses sobre um fenômeno susceptível de ser observado em laboratório.
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- ✓ Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- ✓ Utilizar representações simbólicas.
- ✓ Comunicar-se com a linguagem física adequada.
- ✓ Analisar como ocorre a variação de temperatura por condução térmica.

Metodologia

Os conteúdos serão trabalhados de forma que permitam a contextualização do conhecimento, propostos em atividades elaboradas segundo a Teoria dos Campos Conceituais, Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais para provocar especulações, construção e reconstrução de ideias, visando à formação da cidadania e permitindo o desenvolvimento do conhecimento em valores que possam servir de instrumentos mediadores do homem com o mundo, considerando a sua vivência individual e a perspectiva que considera o

coletivo em sua interação com o mundo físico, por meio de aula expositivas e interativas. Serão utilizados esses conhecimentos para a abordagem do conteúdo de Condução Térmica, baseado nas Teorias Físicas, com a finalidade de aprofundar e retificar alguns conceitos que podem ter sido absorvidos durante a trajetória do aluno.

Introdução

Nessa aula será analisado o processo de propagação de calor, conceitos históricos e a teoria sobre os fenômenos que ocorrem por condução, fluxo de calor, cálculo da área da face do cubo e espessura da placa, fluxo de calor e quantidade de calor. Experiências em laboratório e com base nas teorias do livro didático.

Síntese integradora

A síntese Integradora será feita através de *feedback* sobre o resultado da experiência sobre condução.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita através das respostas dos alunos e nos resultados dos exercícios de fixação sobre fluxo de calor e quantidade de calor.

Plano de aula 3

Identificação

Escola: Colégio Estadual Professor Pedro Carli – EFM

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professora: Marilene Probst Novacoski

Série: 2ª série, 1º bimestre

Ano: 2015

Carga horária: 2 hora aula

Assunto:

Processos de propagação de calor- Convecção Térmica.

Objetivo geral

- ✓ Conceituar convecção Térmica.

Objetivos específicos

- ✓ Formular hipóteses sobre um fenômeno susceptível de ser observado em laboratório.
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- ✓ Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- ✓ Utilizar representações simbólicas.
- ✓ Comunicar-se com a linguagem física adequada.
- ✓ Analisar a variação de temperatura que ocorrem por causa da convecção.

Metodologia

Os conteúdos serão trabalhados de forma que permitam a contextualização do conhecimento, propostos em atividades elaboradas segundo a Teoria dos Campos Conceituais, Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais para provocar especulações, construção e reconstrução de ideias, visando à

formação da cidadania e permitindo o desenvolvimento do conhecimento em valores que possam servir de instrumentos mediadores do homem com o mundo, considerando a sua vivência individual e a perspectiva que considera o coletivo em sua interação com o mundo físico, por meio de aula expositivas e interativas. Serão utilizados esses conhecimentos para a abordagem do conteúdo de Convecção Térmica, baseado nas Teorias Físicas, com a finalidade de aprofundar e retificar alguns conceitos que podem ter sido absorvidos durante a trajetória do aluno.

Introdução

Nessa aula será analisado o processo de propagação de calor e os fenômenos que ocorrem entre ambientes por convecção. Experiências em laboratório e análise do texto 1, com base nas teorias do livro didático.

Síntese integradora

A síntese Integradora será feita através de um *feedback* sobre o texto 1 e o resultado da experiência sobre convecção.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita através das respostas dos alunos e pelo relatório da pesquisa.

Plano de aula 4

Identificação

Escola: Colégio estadual Professor Pedro Carli – EFM

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professora: Marilene Probst Novacoski

Série: 2ª série, 1º bimestre

Ano: 2015

Carga horária: 6 hora aula

Assunto:

Processos de propagação de calor

Objetivo geral

- ✓ Conceituar Irradiação Térmica e Radiação Térmica.

Objetivo específico

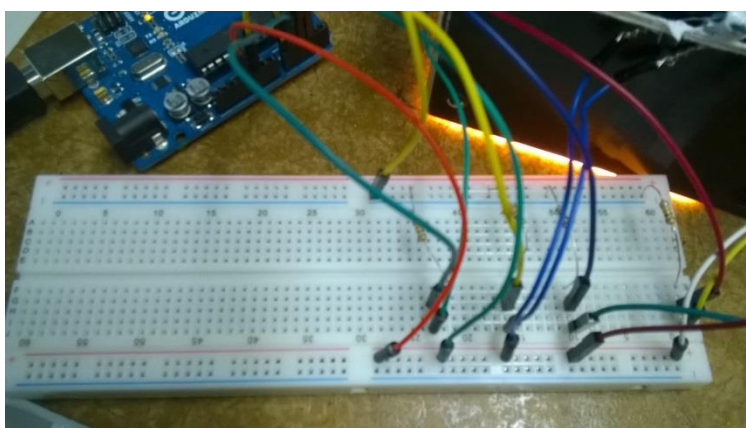
- ✓ Formular hipóteses sobre um fenômeno susceptível de ser observado em laboratório.
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- ✓ Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- ✓ Utilizar representações simbólicas.
- ✓ Comunicar-se com a linguagem física adequada.
- ✓ Analisar a variação de temperatura em corpos com diferentes cores.

- ✓ Explicar os fenômenos que ocorrem durante a propagação do calor.

Metodologia

Os conteúdos serão trabalhados de forma que permitam a contextualização do conhecimento, propostos em atividades elaboradas segundo a Teoria dos

Campos Conceituais, Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais para provocar especulações, construção e reconstrução de ideias, visando à formação da cidadania e permitindo o desenvolvimento do conhecimento em valores que possam servir de instrumentos mediadores do homem com o mundo, considerando a sua vivência individual e a perspectiva que considera o coletivo em sua interação com o mundo físico, por meio de aula expositivas e interativas. Serão utilizados esses conhecimentos para a abordagem do conteúdo de Calorimetria, baseado nas Teorias Físicas, com a finalidade de aprofundar e retificar alguns conceitos que podem ter sido absorvidos durante a trajetória do aluno.



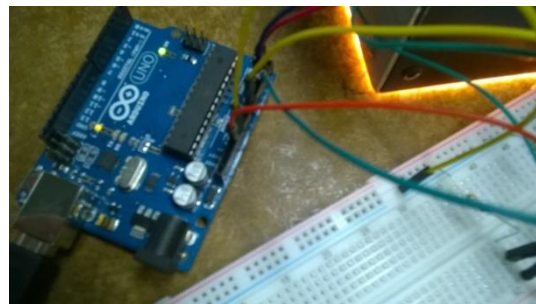
Atividade 3 – O Arduino e o Cubo



1.1 Introdução

Nessa aula será analisado o que ocorre quando um corpo recebe radiação. Quando um corpo se aquece proporcionalmente a sua capacidade de absorver energia, de modo que um corpo com boa capacidade de absorção é também um bom emissor de radiação. Corpos escuros possuem alta absorvidade e baixa refletividade (bons absorvedores e emissores) e corpos claros e polidos possuem baixa absorvidade e alta refletividade (maus absorvedores e emissores). Nessa experiência verifica-se que as temperaturas em um cubo com lados pintados de cor diferente (preto, branco, polido e fosco), aquecidos por uma lâmpada incandescente, para responder às seguintes questões: Todos

os corpos podem emitir energia por radiação, e a quantidade de energia emitida depende da temperatura, da natureza e da forma da superfície do corpo. Qual cor aquece mais? E qual vai emitir maior radiação?



1.2 Materiais Necessários.

- 4 Termistor 10 k Ω
- 1 Arduino
- 1 Computador
- 1 Protoboard
- 14 Jumpers
- 4 Resistor 10 k Ω
- 1 lâmpada incandescente: 60 W e 100 W
- Cubo de alumínio com os lados pintados: preto, fosco, polido e branco.

1.3 Procedimento experimental

- ✓ Organizar o *Protoboard* ligando na placa integrada Arduino, colocando um sensor em cada lado do cubo. Ligar a lâmpada e deixa-la aquecendo, após 30 minutos analisar com os alunos as temperaturas encontradas.

Síntese integradora

A síntese Integradora será feita através de um *feedback* e análise sobre as medidas encontradas nos sensores.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita através da análise dos dados mostrados pelos sensores e apresentados no PLX DAQ.

Plano de aula 5

Identificação

Escola: Colégio estadual Professor Pedro Carli – EFM

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professora: Marilene Probst Novacoski

Série: 2ª série, 1º bimestre

Ano: 2015

Carga horária: 2 hora aula

Assunto:

Lei de Stefann - Boltzmann

Objetivo geral

- ✓ Conceituar corpo negro.

Objetivo específico

- ✓ Formular hipóteses sobre um fenômeno susceptível de ser observado em laboratório.
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico;
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana;
- ✓ Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- ✓ Utilizar representações simbólicas.
- ✓ Comunicar-se com a linguagem física adequada;
- ✓ Analisar a lei de Stefann-Boltzmann

Metodologia

Os conteúdos serão trabalhados de forma que permitam a contextualização do conhecimento, propostos em atividades elaboradas segundo a Teoria dos Campos Conceituais, Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais para provocar especulações, construção e reconstrução de ideias, visando à formação da cidadania e permitindo o desenvolvimento do conhecimento em

valores que possam servir de instrumentos mediadores do homem com o mundo, considerando a sua vivência individual e a perspectiva que considera o coletivo em sua interação com o mundo físico, por meio de aula expositivas e interativas. Serão utilizados esses conhecimentos para a abordagem do conteúdo da Lei de Stefann-Boltzmann, baseado nas Teorias Físicas, com a finalidade de aprofundar e retificar alguns conceitos que podem ter sido absorvidos durante a trajetória do aluno.

Introdução

Nessa aula será analisada a Lei de Stefann-Boltzmann, conceitos históricos e a teoria sobre os fenômenos radiação térmica e o corpo negro, com base nas teorias contidas no livro didático público e em pesquisas realizadas pelos alunos.

Síntese integradora

A síntese Integradora será feita através de *feedback* sobre o teoria do corpo ideal.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita através das respostas dos alunos e pelos resultados dos exercícios de fixação

Anexo

Trabalho laboratório:

Data: 21/09/15. Valor: 1,0 trabalho de experiência

- 1- Verifique a temperatura ambiente em graus no termômetro:

C 23°C
F 74°F

Celular - 23°C
71,6°F

- 2- Verifique se essas temperaturas conferem com o ambiente.

Não

- 3- Utilizando o Arduino, qual é o valor da temperatura ambiente?

21°C

69,8°F

- 4- Qual é a temperatura:

a) Do gelo? 0°C

b) Da água fervendo? 95°C

- 5- Coloque sal no gelo e verifique a temperatura.

-10°C Arduino 14°F

-9°C termômetro 15,8°F

- 6- Responda:

a) Qual foi a observação do grupo nas temperaturas verificadas?

Há variação de temperatura conforme o estado do elemento.

b) Houve diferenças nos termômetros?

Sim.

c) Após colocar o sal no gelo o que ocorreu? Porque?

Ficou negativo, porque o sal é ácido

$$\frac{23}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{9F}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$81F = 5F - 160$$

$$76F = -160$$

$$F = -2,1$$

$$\frac{-10}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$90 = 5F - 160$$

$$-90 + 160 = 5F$$

$$\frac{70}{5} = F$$

$$F = 14$$

$$\frac{-9}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$-81 = 5F - 160$$

$$-81 + 160 = 5F$$

$$\frac{79}{5} = F$$

$$F = 15,8$$

- 1- Verifique a temperatura ambiente em graus no termômetro:

C 23

F 68

- 2- Verifique se essas temperaturas conferem com o ambiente.

Não, pois a temperatura ambiente está em 18°C

- 3- Utilizando o Arduino, qual é o valor da temperatura ambiente?

23°C F = 69,8°

- 4- Qual é a temperatura:

a) Do gelo? 0°C F = 32°

b) Da água fervendo? 95°C F = 203°

- 5- Coloque sal no gelo e verifique a temperatura.

- 32°C F = 10,4°

- 6- Responda;

a) Qual foi a observação do grupo nas temperaturas verificadas?

Não foram todos iguais, houve uma variação

b) Houve diferenças nos termômetros?

Sim, pois houve temperaturas positivas e negativas

c) Após colocar o sal no gelo o que ocorreu? Porque?

Ficou negativo, porque havia sal no gelo.

3

$$F = 69,8^\circ$$

$$F = 32^\circ$$

$$F = 203^\circ$$

$$F = 30,4^\circ$$

Texto 1

Porque os beduínos usam roupas pretas e largas enquanto vagam no deserto?

29 de Outubro de 2012 at 10:02 Deixe o seu comentário

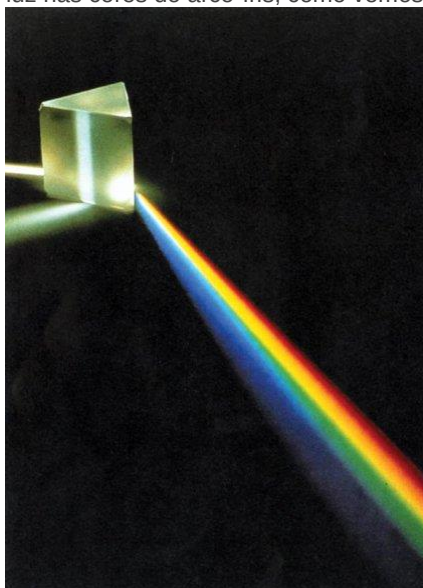
Mayara Assoni Timbó de Souza

Aluna do 3º ano do curso de Licenciatura em Física (2011)



Parece insensato usar roupas pretas em dias quentes, o que se dizer no deserto, onde a temperatura pode chegar a 50°C! A verdade é que há uma explicação física, além da cultural, para os beduínos usarem roupas escuras. Mas para isso precisamos entender a relação entre luz e cores e compreender a convecção do ar.

A luz que chega até nós vinda do Sol é branca. Essa cor é na verdade uma mistura de todas as cores. Tanto é que se fizermos os raios solares passarem através de um prisma, veremos a decomposição da luz nas cores do arco-íris, como vemos na figura.



As cores que enxergamos são na verdade uma luz específica refletida pelo objeto. Por exemplo, se vemos uma roupa vermelha é porque a luz branca incidiu sobre ela, todas as cores foram absorvidas pela roupa, porém a vermelha foi refletida e chegou até nossos olhos. Dessa forma, uma roupa branca refletiria toda a luz incidente sobre ela, enquanto que uma roupa preta absorveria toda a luz.

E o que é a convecção do ar? Quando esquentamos as moléculas presente no ar, elas se tornam mais espaçadas, tornando o ar leve e menos denso, permitindo que ele suba como os balões, criando uma corrente ascendente. O ar frio, que é mais denso e, portanto, mais pesado, cai, ocupando o lugar do ar quente que subiu. A esse tipo de movimento chamamos de convecção.

Então, conforme a luz vai sendo absorvida pela roupa preta e larga dos beduínos, ela vai esquentando, e conseqüentemente, esquento o ar próximo a ela, ou seja, o ar entre a roupa e o corpo do beduíno. Como as vestes do beduíno são largas, o ar quente vai subir. O ar frio que virá ocupar o lugar do ar quente criará uma espécie de vento, não permitindo que o corpo do beduíno esquente muito.

A diferença para a roupa branca é que, como o branco reflete a luz, a temperatura do ar entre a roupa e o corpo do beduíno é a mesma temperatura ambiente, assim, como não há diferença de temperatura entre o ar de dentro e o de fora da roupa, não acontecerá a convecção do ar.

MUSEU DINÂMICO INTERDISCIPLINAR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ



[HOME](#)
[CONTATO](#)
[EQUIPE](#)
[HISTÓRICO](#)

Porque os beduínos usam roupas pretas e largas enquanto vagam no deserto?

29 de Outubro de 2012 at 10:02 | [Deixe o seu comentário](#)

Mayara Assoni Timbó de Souza

Aluna do 3º ano do curso de Licenciatura em Física (2011)



Parece insensato usar roupas pretas em dias quentes, o que se diz no deserto, onde a temperatura pode chegar a 50°C! A verdade é que há uma explicação física, além da cultural, para os beduínos usarem roupas escuras. Mas para isso precisamos entender a relação entre luz e cores e compreender a convecção do ar.

A luz que chega até nós vinda do Sol é branca. Essa cor é na verdade uma mistura de todas as cores. Tanto é que se fizermos os raios solares passarem através de um prisma, veremos a decomposição da luz nas cores do arco-íris, como

Site do MUDI



Arquivo

Seleccionar mês ▾

Tags

anticoncepcional articulacoes
articulação artrose
aterosclerose bico de papagaio
Botânica calor caminhada
campeonato candida
candidíase cou chabelo
cinária cinarra cinema colares

Questionário aplicados

Aluno1

2025 1) Defina:

- Caloria
- Temperatura
- Calor

2- Convecção térmica.

3- Radiação térmica.

4- Condução térmica.

Respostas

* Caloria: uma caloria é a quantidade de energia que é necessário transferir para 1 grama de água para variar sua temperatura 1°C.

* Temperatura: é a grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema.

* Calor: é a energia em trânsito de um corpo para outro devido simplesmente à diferença de temperatura entre eles.

2-

* Convecção térmica: é um processo de dissipação de calor que se caracteriza pelo transporte de matéria entre as partes de um sistema (líquido ou gás) e que acontece através dos fluidos (líquidos e gases). Por movimento de matéria se dá pela diferença de densidade.

* Radiação térmica: é um processo de propagação de calor que se caracteriza pela irradiação de energia por meio de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha). Esse processo de transmissão de calor ocorre tanto no vácuo quanto em meios materiais.

* Condução térmica: é um processo de propagação de calor que ocorre pela transmissão de vibrações térmicas de partículas de uma região de maior temperatura para partículas de uma região vizinha de menor temperatura.

22/08/2025

Aluno 2

temperatura	temperatura ambiente	temperatura ambiente	temperatura ambiente
- Solução	23	20,3	22-01
- Temperatura			
- calor			

- Convecção térmica:

- Radiação térmica:

- Condução térmica:

② Solução: Uma solução é a quantidade de unidades que, sob uma temperatura para a qual a água, possui uma temperatura de 1°C. Temperatura é a quantidade física mensurável associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo em um sistema.

Sol: Sol é a energia em trânsito de um corpo para o outro, devido unicamente à diferença de temperatura entre eles.

③ A convecção térmica é um processo de propagação de calor que ocorre através do movimento de moléculas entre si, ou de um sistema (corpo em movimento) que se move, ou seja, em movimento (líquido e gás), por exemplo, no movimento de uma partícula de difusão de densidade.

④ A radiação térmica é um processo de propagação de calor que ocorre por meio de ondas de energia por meio de um vácuo, ou seja, através de um meio de propagação de calor, ou seja, de um meio de propagação de calor, ou seja, de um meio de propagação de calor.

⑤ A condução térmica é um processo de propagação de calor que ocorre por meio de ondas de energia por meio de um vácuo, ou seja, através de um meio de propagação de calor, ou seja, de um meio de propagação de calor.

Aluno 3

22 09

1- Defina.

- Caloria.

- Temperatura.

- Calor.

2- Convecção térmica.

3- Radiação térmica.

4- Condução térmica.

Definições:

1- Caloria: A quantidade de energia que uma fonte cede a um corpo pode ser medida pela unidade caloria (cal). Uma caloria (cal) é a quantidade de calor que deve ser fornecida a 1 grama de água sob pressão normal para que sua temperatura se eleve a 1°C .

- Temperatura: é a grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema.

- Calor: é a energia em trânsito de um corpo para outro, devido unicamente à diferença de temperatura entre eles.

2- Convecção térmica: é um processo de propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de



materia entre regiões de um sistema / (corpo ou meio) e que acontece apenas em sólidos (líquidos e gases), pois o movimento de materia se dá pela diferença de densidade.

3- Radiação térmica - é um processo de propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de energia por meio de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha). Esse processo de transmissão de calor ocorre tanto no vácuo quanto em meios materiais.

4- Condução térmica é um processo de propagação de calor que ocorre pela transmissão da agitação térmica de partículas de uma região de maior temperatura para partículas de uma região vizinha de menor temperatura.

Aluno 4

RESPOSTA

1- A quantidade de energia que uma fonte cede a um corpo pode ser medida pela unidade caloria (cal). Uma caloria é a quantidade de calor que faz um grama de água subir 1°C a 1°C a 1°C .

É a grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema.

É a energia em trânsito de um corpo para outro, devido unicamente à diferença de temperatura entre eles.

2) É um processo de propagação de calor que se caracteriza pela transporte da matéria entre regiões de um sistema (corpo ou meio) e que ocorre sempre em fluidos (líquidos e gases), por movimento de matéria oriundo da diferença de densidade.

É um processo de propagação de calor que se caracteriza pela transmissão de energia por meio de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha). Esse processo de transmissão de calor ocorre tanto no vácuo quanto em meios materiais.

É um processo de propagação de calor que ocorre pela transmissão de agitação térmica de partículas de uma região de menor temperatura para partículas de uma região vizinha de menor temperatura.

