

## PRODUTO EDUCACIONAL

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

ROTEIRO DIDÁTICO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM EXPERIMENTO  
SIMPLES PARA A SIMULAÇÃO DE EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO  
GLOBAL NO ENSINO DA FÍSICA

PAULO RENDA ANDERSON  
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## Apresentação

Este é um material de apoio para o professor que deseja construir um experimento didático para a simulação do efeito estufa e aquecimento global, podendo assim enriquecer ainda mais o Ensino da Física.

O material produzido é resultado do trabalho desenvolvido no Instituto Federal de Rondônia, **Campus Porto Velho Calama, em Porto Velho – RO** como requisito para a conclusão do mestrado profissional em ensino de física pelo programa MNPEF.

Este produto educacional consiste numa sugestão de uma sequência didática de ensino baseado neste experimento didático que tem como objetivo simular o efeito estufa e o aquecimento global propõe uma abordagem pedagógica simples destes temas complexos nas aulas de física do ensino médio.

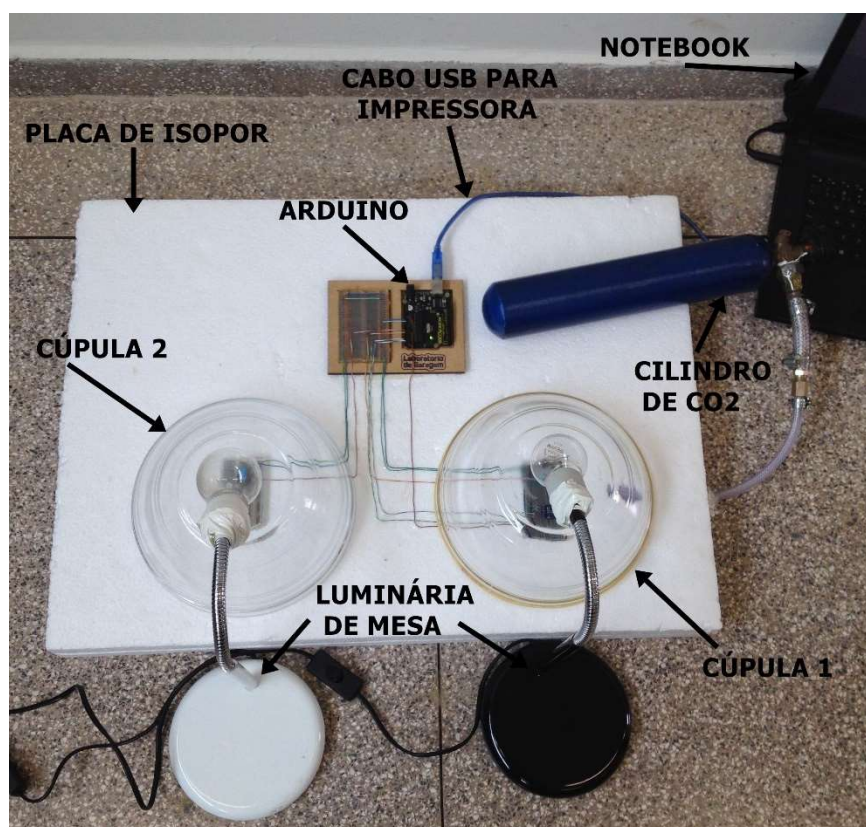
Um exemplo de sequência didática na qual pode ser aplicado este experimento didático está expresso na figura:



A sequência didática colocada na figura acima é uma sugestão de roteiro de aula e é constituída por uma aplicação de um questionário diagnóstico seguido por um questionamento sobre o tema que antecede a aplicação do experimento didático acarretando num debate sobre os resultados do experimento.

## Introdução

O produto educacional desta dissertação, figura 1, está baseado na construção de um experimento simples de baixo custo com uso de sensores de temperatura, pressão, umidade e altitude na plataforma Arduino, que simulará o efeito estufa e o aquecimento global. Esse produto permitirá o professor em sala de aula a apresentar e discutir o tema de efeito estufa e aquecimento (tema de problemática mundial) e simultaneamente abordar conceitos de termodinâmica.



**Figura1:** Experimento montado e pronto para simulação.

Com a finalidade de facilitar a divulgação do produto educacional, este trabalho conterà uma mídia (DVD), figura 2, onde será apresentada com riqueza de detalhes a construção e utilização do experimento. Além da mídia o professor poderá recorrer à Web no blog <http://paulorenda.blogspot.com.br/> onde também obterá todas as informações necessárias e suporte em caso de dúvidas, podendo ainda compartilhar suas experiências. Espera-se que com a utilização deste produto educacional o professor possa articular a fundamentação teórica de Termodinâmica com a problemática das mudanças climáticas, permitindo assim ao aluno desenvolver competências e habilidades para integrar seus

conhecimentos em Física a esta problemática de intensificação do efeito estufa resultando no aquecimento global.



**Figura 2:** Mídia contendo os procedimentos para construção do produto educacional.

### **Materiais Utilizados**

A seguir, apresentaremos todo o material utilizado na construção do aparato experimental:

- Uma placa de isopor com 5,0 cm de espessura;
- Uma plataforma de prototipagem Arduino UNO;
- Um cabo de impressora;
- Um notebook;
- Dois sensores DHT11 de temperatura e umidade;
- Um sensor BMP085 de pressão, altura e temperatura;
- Três matrizes de contato (protoboard);
- Fio de diversas cores com diâmetro de 1.5 mm;
- Duas cúpulas de vidros;
- Duas luminárias de mesa;
- Um cilindro de CO<sub>2</sub> de 6 kg;
- Quarenta centímetros de mangueira trançada de ¼”;
- Dez centímetros de mangueira trançada de ½”;
- Duas abraçadeiras de ½”;

- Uma abraçadeira  $\frac{1}{4}$ ";
- Um adaptador de rosca  $\frac{1}{2}$ " para mangueira de  $\frac{1}{2}$ ";
- Um adaptador de mangueira  $\frac{1}{2}$ " para rosca  $\frac{1}{4}$ ";
- Um adaptador de rosca  $\frac{1}{4}$ " para mangueira  $\frac{1}{4}$ ";
- Duas lâmpadas incandescente de 100 W;
- Um estilete;
- Um alicate de corte;
- Um alicate universal;
- Fita isolante;
- Fita adesiva dupla face.

### **Cúpulas de vidro**

As cúpulas de vidro descritas na lista de materiais devem ser idênticas, podendo ser, por exemplo, saladeira, sendo o vidro o material mais adequado. As dimensões são livres, devendo ter o espaço necessário para os protoboards. Inicialmente foram utilizadas cúpulas com aproximadamente 30 cm de diâmetro com um volume aproximado de 3,1 L e depois cúpulas com aproximadamente 23 cm de diâmetro com volume aproximado de 1,9 L. As segundas cúpulas mostraram resultados melhores em relação ao tempo, ou seja, apesar de livre as dimensões é melhor optar por cúpulas que tem volume de aproximadamente 2 L.



**Figura 3:** Cúpulas de vidro.

## **Arduino e sensores**

A escolha do Arduino se deu por ser uma plataforma aberta de fácil utilização que pode ser utilizada por pessoas que não são da área técnica ou que possuem baixo orçamento. Por ser simples ela permite que se aprenda rapidamente o básico podendo-se assim criar projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Outro aspecto importante para essa escolha é que há uma grande comunidade utilizando a plataforma Arduino e compartilhando seus códigos e diagramas de circuitos permitindo que as copiem e modifiquem. A maioria dos usuários dessa plataforma também auxilia outros desenvolvedores principalmente através de fóruns.

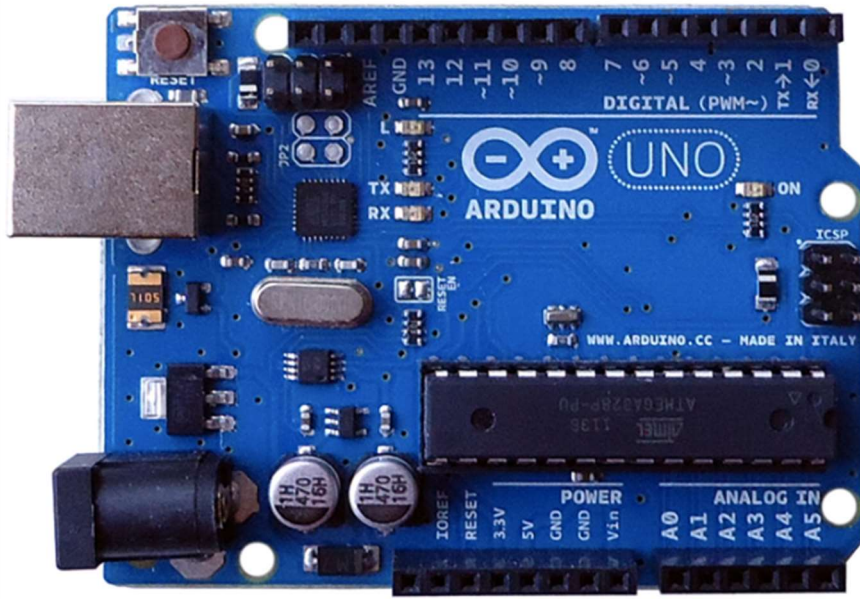
## **Arduino Hardware**

Arduino é uma plataforma eletrônica de desenvolvimento aberto (*open source*) que pode ser integrada ao conceito de desenvolvimento de sistemas físicos, por meio de hardware e software, que interagem e respondem a entradas (*inputs*) do mundo real (LEARN ELECTRONICS USING ARDUINO, 2015).

O conceito Arduino surgiu na Itália, em 2005, com o objetivo de criar um dispositivo que tivesse uma linguagem de programação própria, ambiente de desenvolvimento próprio e que pudesse ser fabricado manualmente ou comprado. O Arduino pode sentir o ambiente ao receber uma série de sensores e assim modificar seu arredor por meio de motores, controladores de luzes e outros atuadores (MCROBERTS, 2011).

Arduino é fabricado pela Smart Projects. Em 2015 já são 13 versões diferentes do mesmo dispositivo, cada versão com o seu tipo próprio micro controlador, dimensões e funcionalidades particulares. Para esse trabalho iremos usar o Arduino Uno, modelo ATmega 328 representado pela figura 5.4





**Figura 4:** Arduino Uno. Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

O UNO é o mais recente de uma série de placas Arduino, e o modelo de referência para a plataforma Arduino, suas referências estão especificadas na tabela abaixo.

**Quadro 1:** Especificações do Arduino Uno modelo ATmega 328.

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de Funcionamento	5 V
Tensão de entrada (recomendado)	7 – 12 V
Tensão de entrada (limite)	6 – 20 V
Pinos Entrada/Saída Digital	14 (dos quais 6 fornecem uma saída PWM)
Pinos de Entrada analógico	6
Corrente Máxima por Pino	40 mA
Memória Flash	32 KB (ATmega328), dos quais 0,5 KB usado para bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM ((Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)	1 KB (ATmega328)
Clock	16 MHz

Fonte: Site Projeto Arduino; disponível em < <http://www.projetoarduino.com.br/arduino-uno-r3>>.

A memória Flash é empregada para gravação do algoritmo que é inserido no micro controlador para ser executado, bem como para gravação do bootloader, a medida que a

memória SRAM (Static Random Access Memory) opera basicamente de forma semelhante à memória RAM (Random Access Memory) dos computadores pessoais. Ou seja, é na memória SRAM que os dados contidos na memória Flash são processados/alterados pelo micro controlador. Observa-se que assim como em computadores pessoais, os dados presentes na memória SRAM são excluídos sempre que é a alimentação do Arduino é interrompida, ao contrário dos dados presentes na memória EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Essa memória é responsável pelo armazenamento de constantes, tais como o número  $\pi$ , que podem ser “chamadas/utilizadas” através do uso de bibliotecas específicas próprias (SITE OFICIAL ARDUINO, 2015).

### **Pins de I/O**

Nesta seção serão apresentados os tipos de entrada e saída de sinais do Arduino Uno. Esta definição é fundamental, pois descreve os tipos de sinais (digitais/analógicos) que o Arduino trabalha. No quadro 1 é apresentado um resumo dos tipos de pins I/O disponíveis.

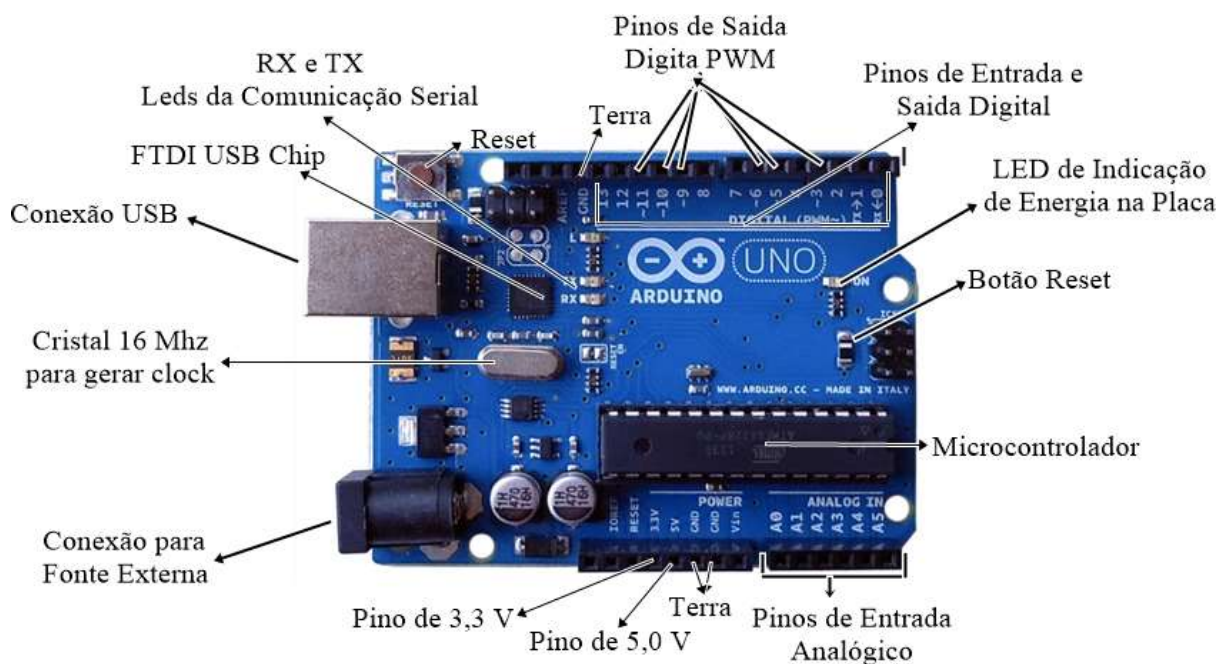
**Quadro 2:** Número de Pins I/O do Arduino Uno

Pins de I/O digitais	14 sendo 6 desses PWM (Pulse Width Modulation)
Pins de I analógicos	6
Pins de I massa/ground (GND)	3
Pins de reset	1
Pins Analog Reference (AREF)	1
Pins de 3,3V	1
Pins de 5V	1

Fonte: Site oficial do Arduino, disponível em <<http://www.arduino.cc>>.

É importante considerar que a corrente máxima suportada por cada pin digital/analógico é de 40mA, a exceção é a saída de tensão da fonte de 3,3V, onde suporta corrente máxima de até 50mA (SITE OFICIAL DO ARDUINO, 2015). A figura 5 ilustra os pinos do Arduino Uno.





**Figura 5:** Referências para ligações à placa Arduino Uno.

As necessidades de se usar os pinos analógico ou digital estarão vinculados aos sensores e suas respectivas necessidades. Já os pinos RX (pino 0) e TX (pino 1) são canais de comunicação serial. Para esse trabalho foi necessário apenas utilizar as entradas analógicas, de tensões e terra (GND).

### Arduino Software

Nesta seção será realizada uma descrição básica de como proceder para instalar e utilizar a interface de desenvolvimento do Arduino (IDE). A versão mais recente do software de desenvolvimento programa estará sempre disponível na página de download do site oficial do Arduino.

Após a conclusão do download da interface de desenvolvimento do Arduino (IDE) o próximo passo é a instalação dos drivers do Chip FTDI contido na placa, para que seja possível realizar a conversão USB para porta serial. Para isso, utilizam-se os drivers que foram instalados juntamente com o Arduino ou então realizar o download dos drivers mais atualizados do site da FTDI (SITE DA FTDI, 2015), sendo esta alternativa a mais utilizada para correções de problemas de comunicação com o Arduino (SITE OFICIAL ARDUINO, 2015).

Após a instalação dos drivers de comunicação, é indispensável configurar a porta serial a ser utilizada, assim como o escolher o modelo de Arduino a ser programado.

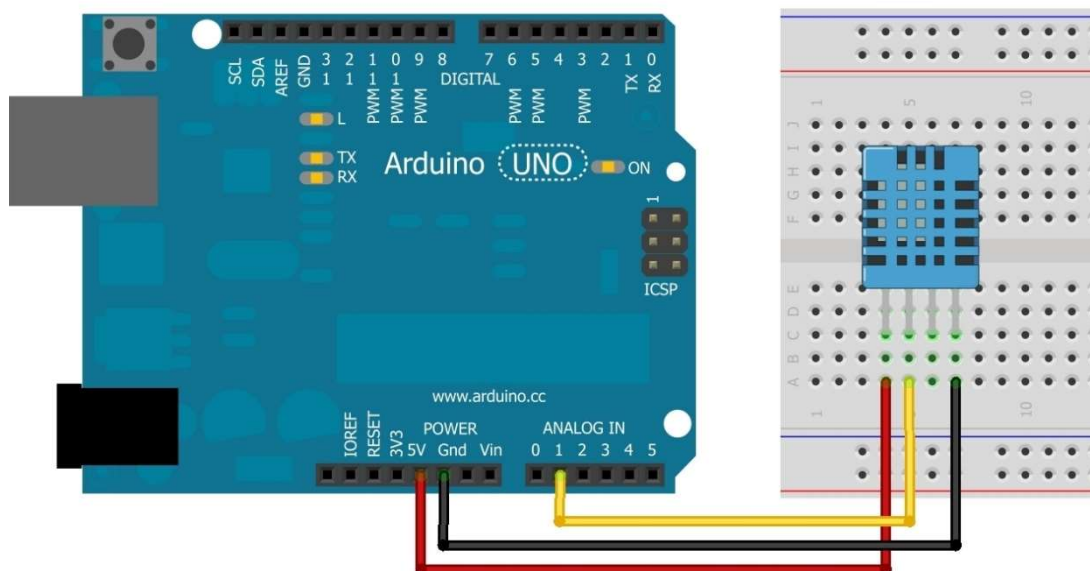
Por fim o projetista poderá escrever seu código de programação (conhecido como Sketch no Arduino), compila-lo e gravá-lo na placa.

### Sensor Arduino DTH11

O sensor DTH11, de fabricação da AOSONG, fornece valores da umidade na faixa de 20 à 90% RH com repetitividade mais ou menos 1% RH e precisão aos 25° de mais ou menos 5% RH. Além de ser um sensor de umidade, o DTH11 também é capaz de efetuar medidas da temperatura ambiente em graus Celsius, operando em uma faixa de 0 °C a 50 °C, com repetitividade em mais ou menos 1 °C e precisão de mais ou menos 2 °C.

Sua tecnologia garante excelente estabilidade e confiabilidade. Possui excelente qualidade, resposta rápida, anti-interferência e vantagens antes só encontradas em dispositivos de alto custo.

A Figura 6 mostra um exemplo de como o sensor DTH11 pode ser conectado ao Arduino Uno. A linha de serial de dados é ligado ao pino A0 ou A1, a alimentação ao pino 5,0 V e o aterramento em qualquer pino GND (*groud*) do Arduino.



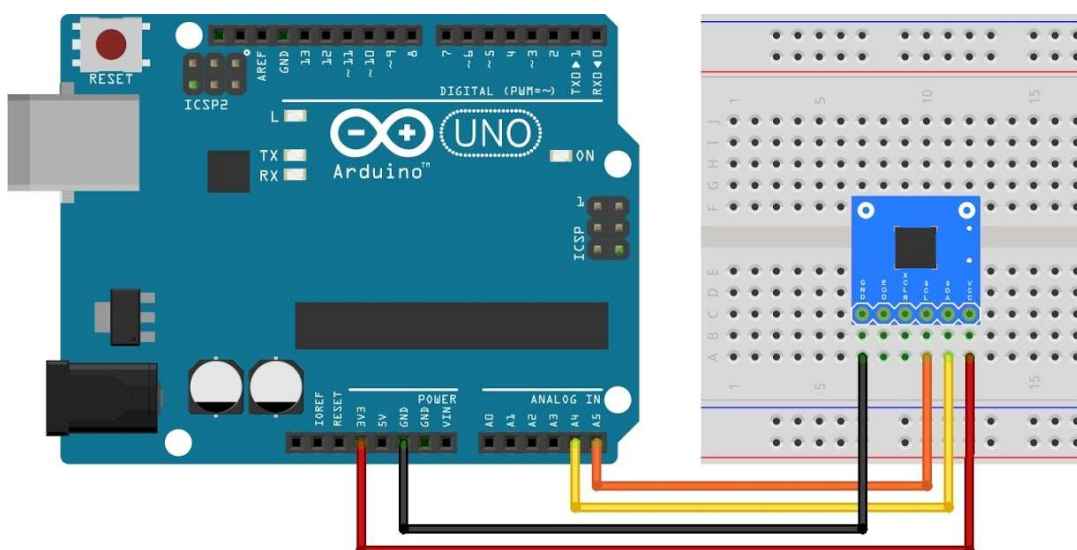
**Figura 6:** Conexão do Sensor DTH11 ao Arduino Uno, porta A1 [fonte: blog flipeflop].

## Sensor Arduino BMP085

Para este experimento utilizaremos na cúpula que vai inserir o CO<sub>2</sub>, um sensor BMP085 que realiza medidas da pressão atmosférica. Com isso poderemos mostrar no IDE que a pressão ficara idêntica, ou muito próxima a outra cúpula, além de podermos utilizar essa cúpula para outros experimentos de física como, por exemplo, estudo dos gases ideias.

O sensor BMP085, de fabricação da Bosch, fornece valores da pressão atmosférica, operando em uma faixa de 300 hPa a 1.100 hPa (BOSCH, 2009). Além de ser um sensor de pressão barométrica, o BMP085 também é capaz de efetuar medidas da temperatura ambiente em graus Celsius, operando em uma faixa de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  (mas apresentando maior precisão na faixa de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Como a intenção primordial é utilizar o sensor BMP085 para efetuar medições da pressão atmosférica, as medidas de temperatura obtidas são dados complementares, pois estaremos utilizando os sensores DHT11.

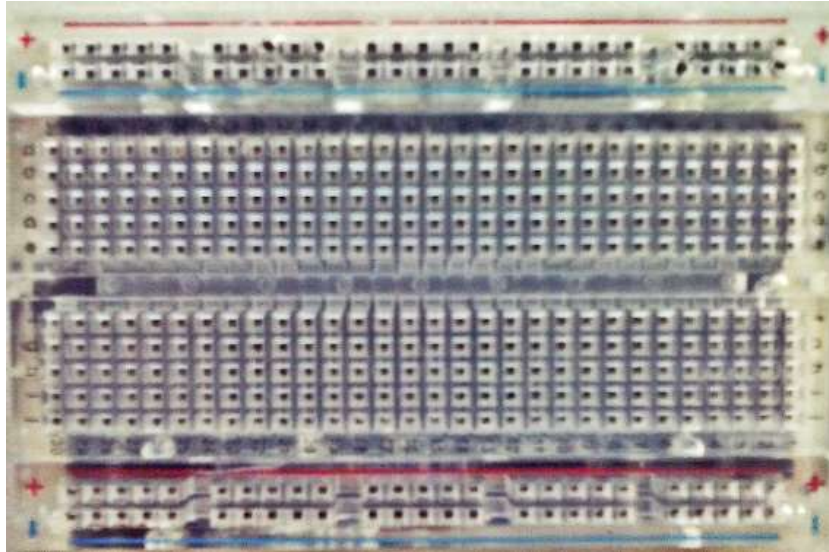
A Figura 7 mostra um exemplo de como o sensor BMP085 pode ser conectado ao Arduino Uno. A linha SDA é ligada ao pino A4, a linha SCL ao pino A5, a alimentação ao pino de 3,3 V e o aterramento em qualquer pino GND (*groud*) do Arduino. Não foi possível trabalhar apenas com esse sensor devido à dificuldade de mudar as linhas SDA e SCL para outros pinos.



**Figura 7:** Conexão do Sensor BMP085 ao Arduino Uno, porta A1 [fonte: Arduino e Cia, 2015].

## Matriz de contato ou Protoboard

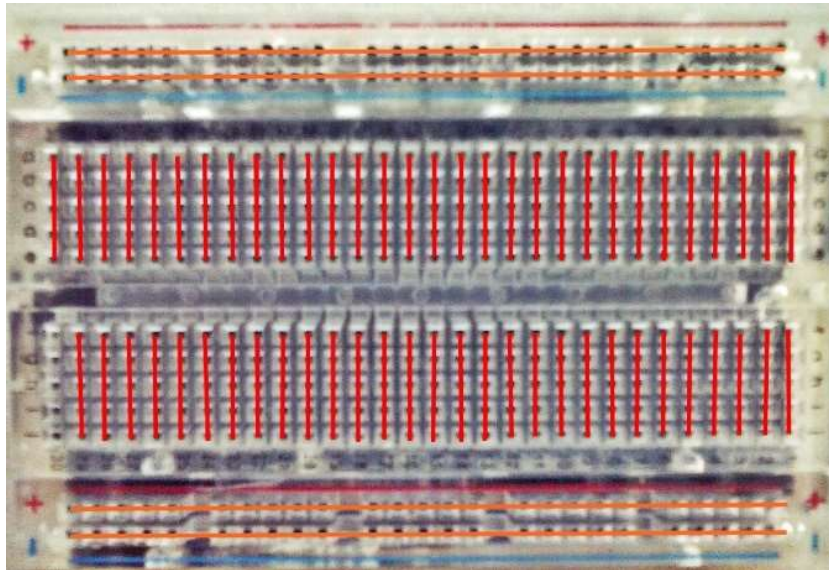
Um protótipo de circuito é feito em um elemento chamado protoboard ou matriz de contato. O protoboard permite montar e modificar rapidamente circuitos eletrônicos sem a necessidade de soldas e muitas vezes nem ferramenta. Uma vez que o circuito funcionou corretamente na matriz de contato pode-se construir um circuito definitivo na forma impressa e soldado seus componentes.



**Figura 8:** Matriz de contato.

Conforme podemos ver, estas matrizes são formadas por uma peça plástica em que existem centenas de pequenos furos, é chamado de matriz por ter esses furos formados a determiná-los por letras na vertical (de a a j) e por números na horizontal (de 1 a 30). Estes pequenos furos são feitos de forma que podemos enfiar neles os terminais de componentes ou ainda fios de ligação. Sua separação é feita em medida padronizada de modo que componentes comuns se encaixam perfeitamente sem esforço, como os circuitos integrados DIL (Dual In Line).

Os furos possuem na sua parte interna (que não pode ser vista) contatos elétricos de metal, de modo que ao encaixarmos fios ou terminais de componentes, ele é conectado de modo firme ao circuito. Desta forma não é preciso usar solda.



**Figura 9:** Matriz de contato com detalhe dos contatos sob os furos.

Os contatos sob os furos obedecem a uma organização de interligação padronizada (figura 9). As filas horizontais podem ser usadas como linhas de alimentação (positiva e negativa), já as filas verticais são dispostas de tal forma e com tal dimensionamento que permitem o encaixe dos mais diversos tipos de componentes, como por exemplos os sensores de temperatura e pressão que serão utilizados e os sensores de temperatura e umidade DHT11.

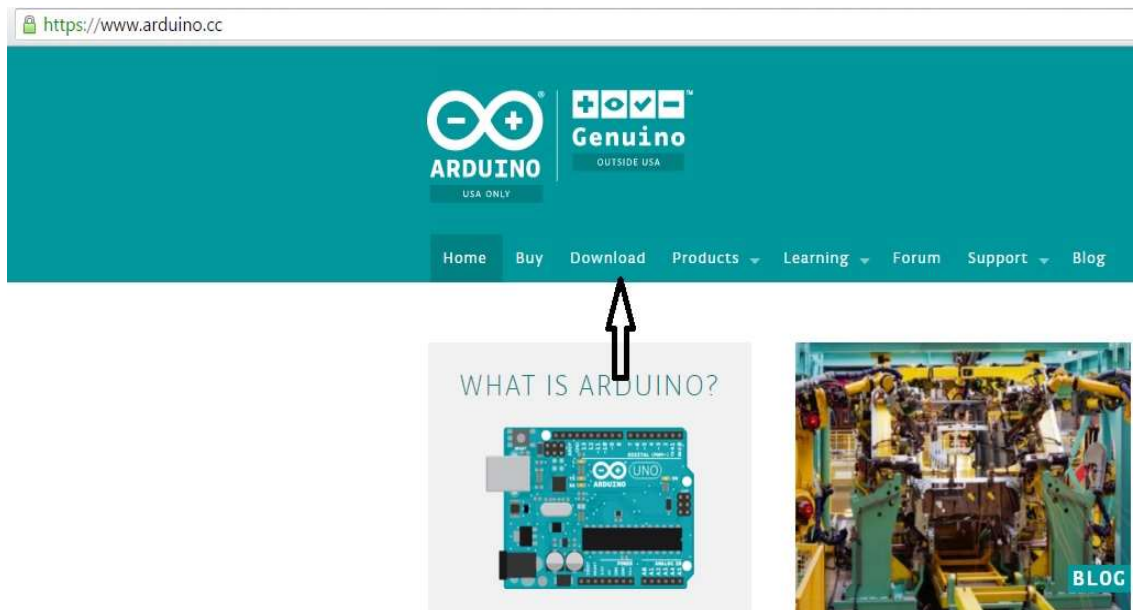
## **PREPARAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste subtítulo iremos mostrar detalhadamente como construir o experimento para a simulação do efeito estufa e aquecimento global. Para isso iremos dividir esse tópico em duas partes: preparação do software do Arduino e construção do hardware.

### **Preparação do software**

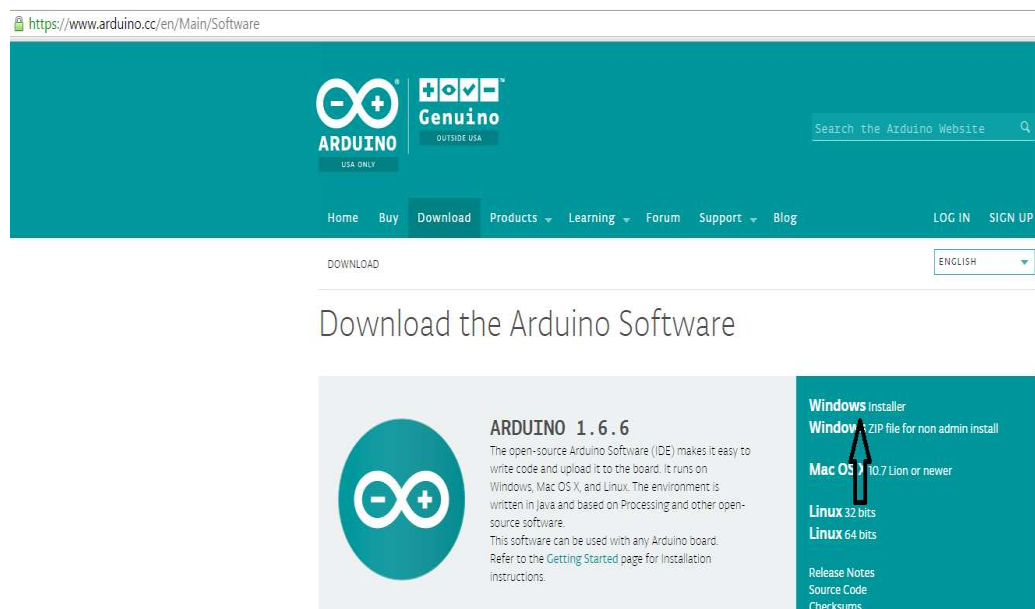
Nesta seção será realizada uma descrição básica de como proceder para instalar e utilizar a interface de desenvolvimento do Arduino. A versão mais recente do software de desenvolvimento cujo programa estará sempre disponível na página de download do site oficial do Arduino ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)).





**Figura 10:** Página oficial do Arduino.

Clicando em download aparecerá outra tela onde poderá escolher o sistema operacional da máquina. Para esse trabalho utilizamos o Windows, clicando conforme a seta.



**Figura 11:** Efetuando download do Arduino com detalhe da escolha do sistema operacional.



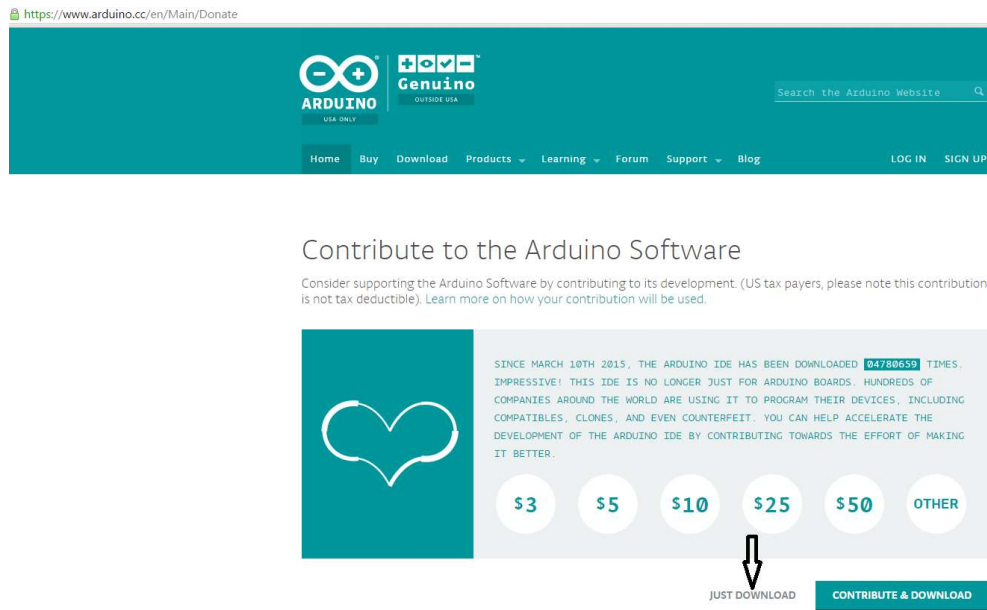


Figura 12: Efetuando o download gratuito do Arduino.

A partir deste ponto é seguir os procedimentos padrões de instalação da interface de desenvolvimento do Arduino (Arduino IDE), conforme a sequência abaixo:

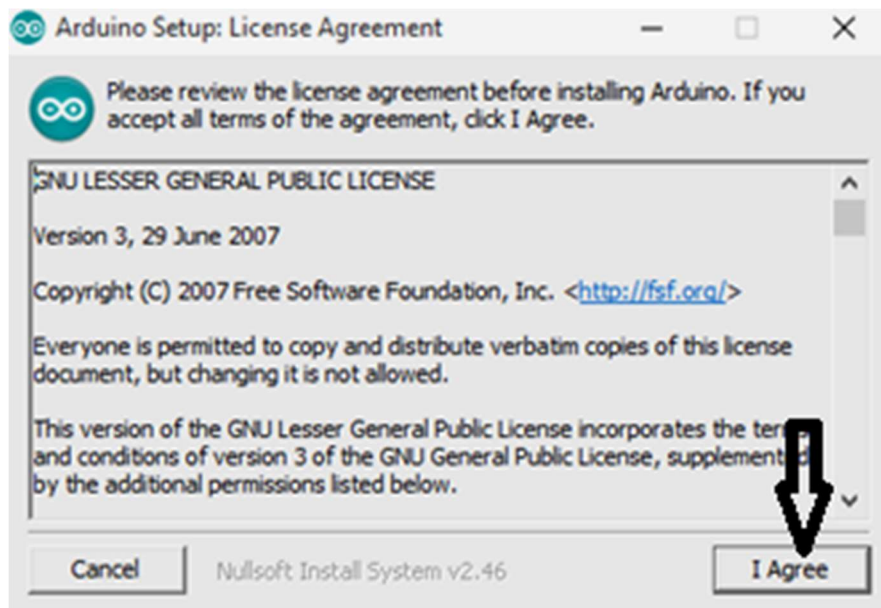
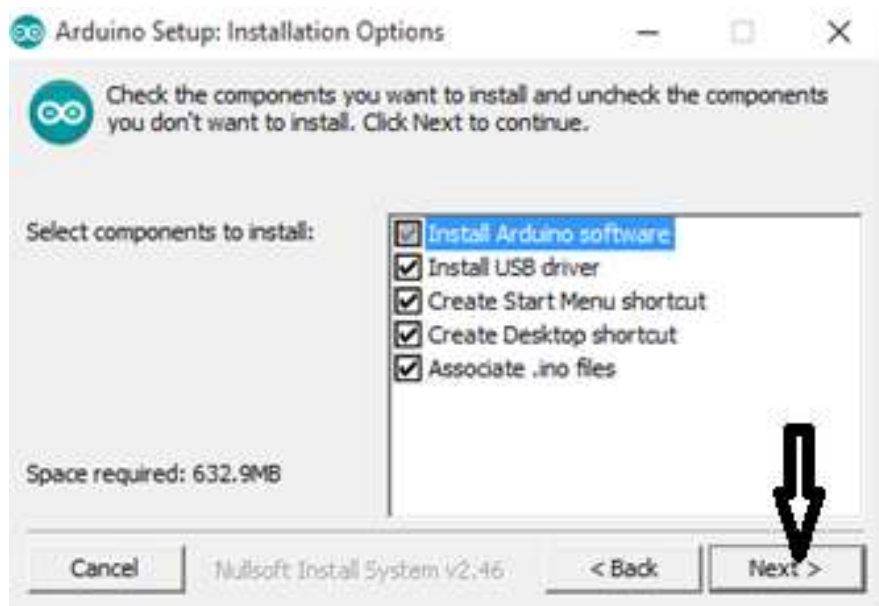
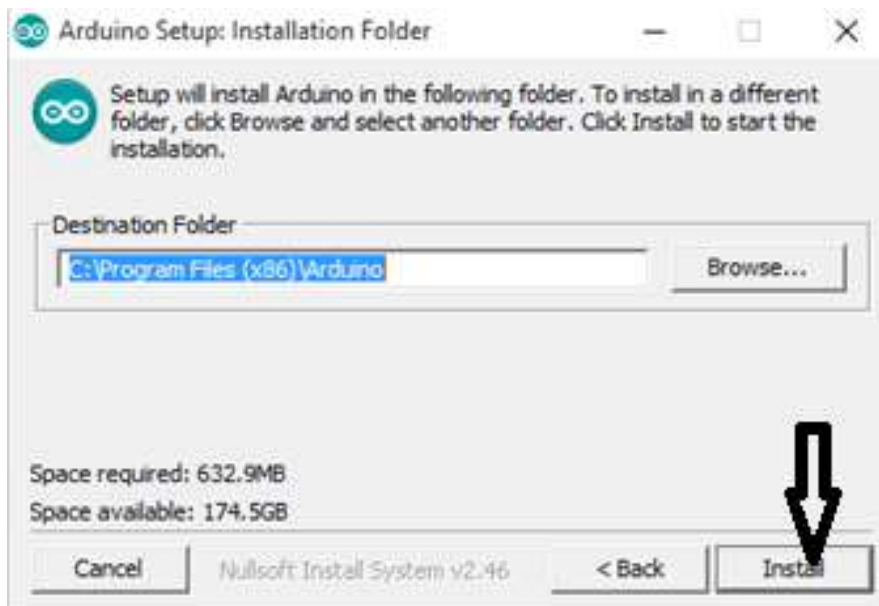


Figura 13: Instalação do Arduino com detalhe “I agree” concordar com termos legais do software.

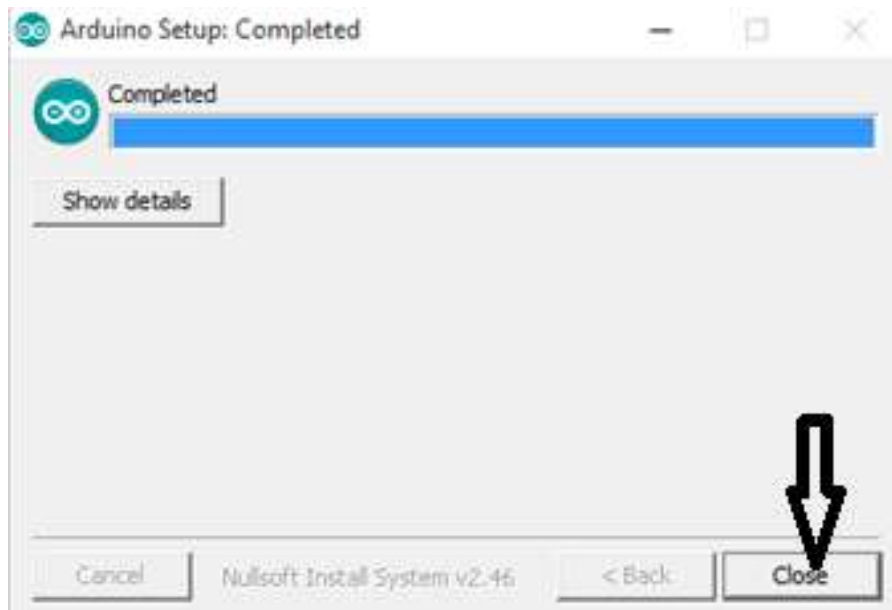


**Figura 14:** Dando prosseguimento à instalação do Arduino.

Deve-se manter todos os componentes selecionados e ir para o próximo passo.

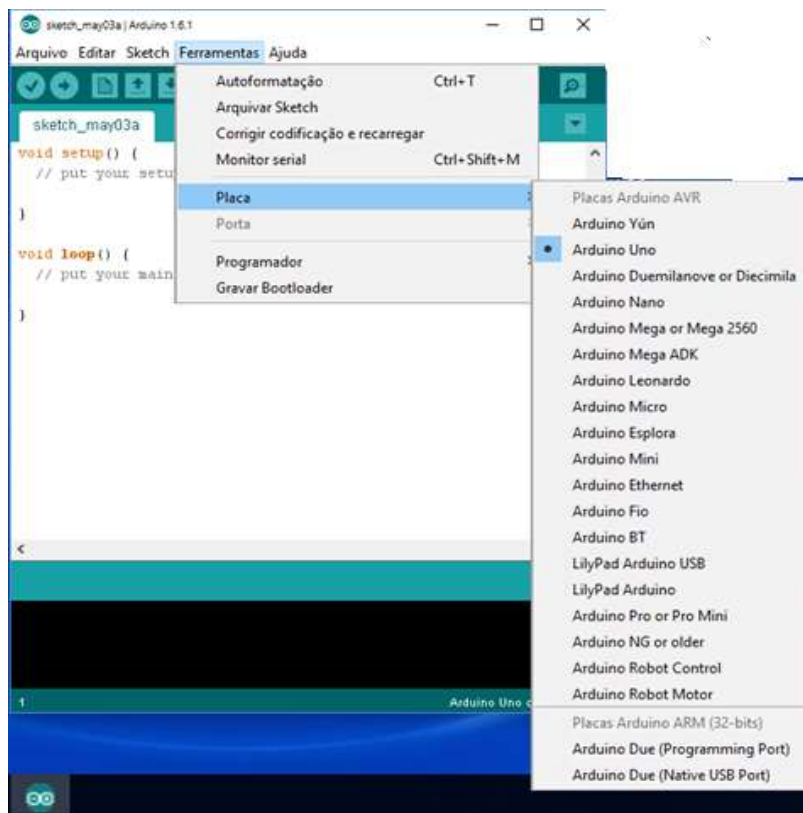


**Figura 15:** Instalação do Arduino com detalhe do compartimento onde será instalado o Arduino.



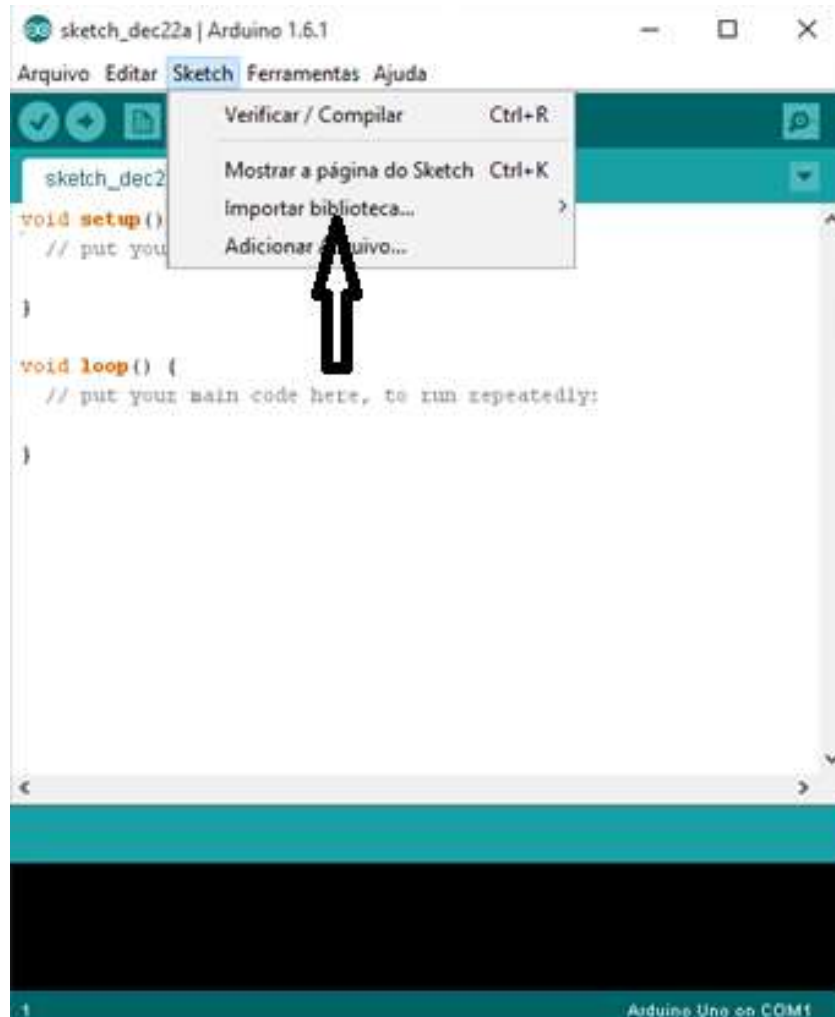
**Figura 16:** Concluindo a instalação do Arduino.

Finalizando a instalação aparecerá um ícone do Arduino Uno na área de trabalho. Clicando nele aparecerá a interface de desenvolvimento do Arduino (IDE). Agora iremos configurar, para esse experimento utilizamos o Arduino Uno, mais conforme pode ver na figura temos vários tipos de placa de prototipagem:



**Figura 17:** Configurando o IDE com a escolha da placa de prototipagem

Iremos preparar nosso IDE importando as bibliotecas (DTH, DTH11 e Adafruit-BMP085-Library-master) que serão utilizadas no código de programação para o funcionamento dos sensores. Para esse procedimento basta seguir as figuras abaixo:



**Figura 18:** Preparando o IDE para inserir as bibliotecas.

Clicamos no Sketch, importamos as bibliotecas e em seguida adicionamos biblioteca. Essas bibliotecas (DTH, DTH11 e Adafruit-BMP085-Library-master) estarão disponíveis no DVD no qual o produto educacional estará contido.

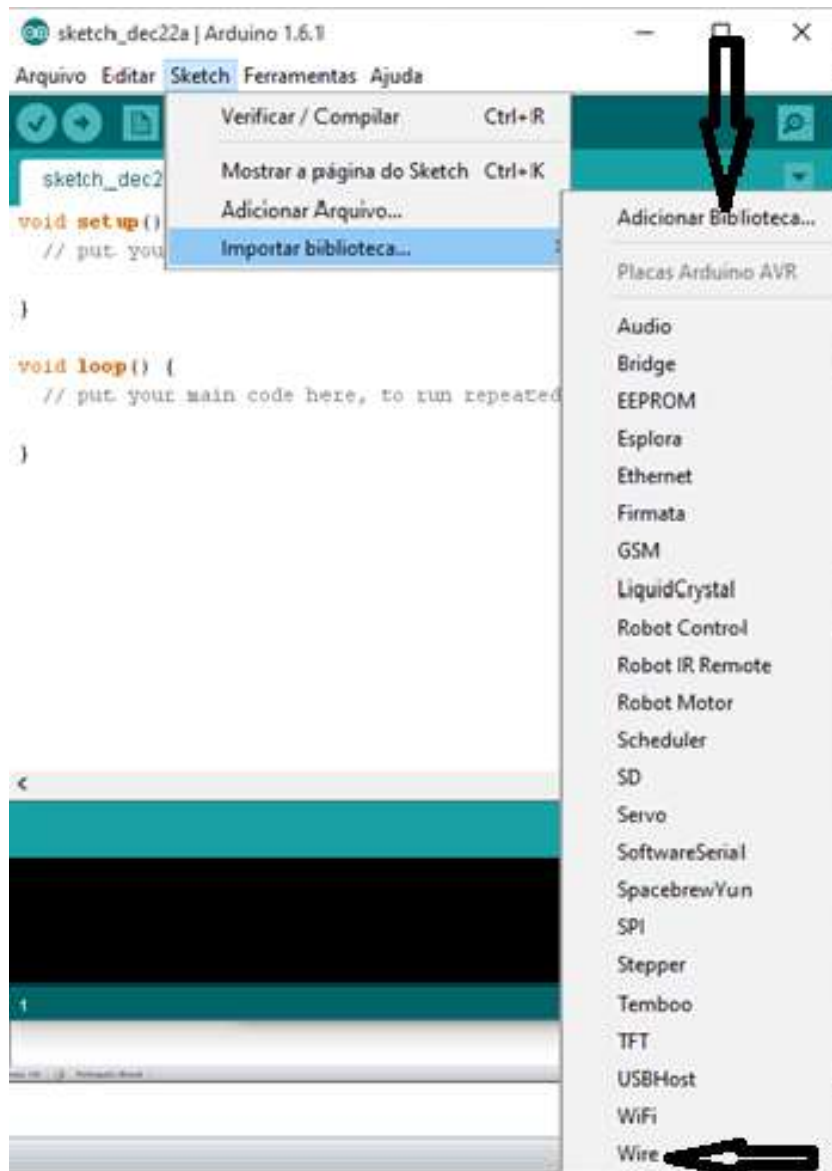
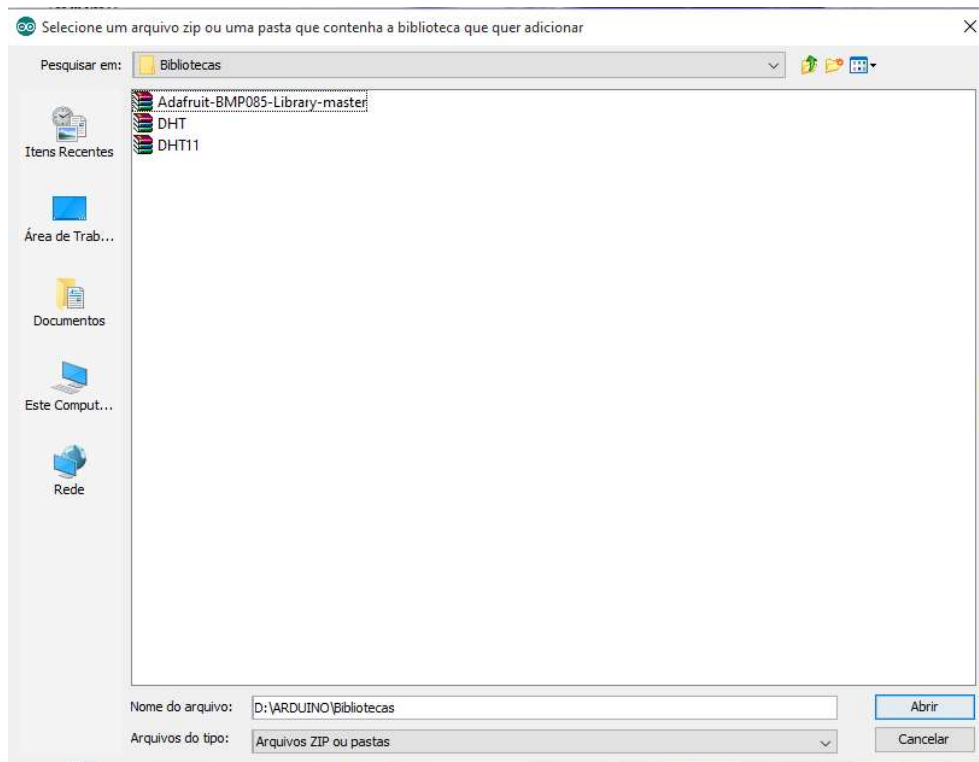


Figura 19: Importando a biblioteca.

Observe que no código de programação chamamos a biblioteca *Wire*, porém não a adicionamos, pois ela já vem com o IDE. Por fim adicionamos as bibliotecas.



**Figura 20:** Adicionando a biblioteca.

O código de programação que será utilizado nesse produto educacional está pronto para ser copiado e colado no Sketch (ambiente onde iremos escrever o código de programação abaixo) do Arduino. Essa programação irá mostrar a leitura dos dois sensores de temperatura DHT11 e da pressão pelo sensor BMP085,:

```
#define dht_dpin A1 // porta Analogica A1
#include <dht.h>

#define sensor A0 //porta analógica A0
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

Adafruit_BMP085 bmp;
dht DHT; //Inicializa o sensor

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



```

        delay(1000); //Aguarda 1 seg antes de acessar as
informações do sensor
        if (!bmp.begin())
        {
            Serial.println("Sensor BMP085 não encontrado,
verifique as conexões!");
            while (1) {}
        }
    }
}
void loop()
{
    DHT.read11(dht_dpin);
    //Serial.print("Umidade = ");
    //Serial.print(DHT.humidity);
    //Serial.print(" % ");
    Serial.print("Temperatural = ");
    Serial.print(DHT.temperature);
    Serial.println(" C");
    //
    DHT.read11(sensor);
    //Serial.print("Umidade: ");
    //Serial.print(DHT.humidity);
    //Serial.print(" % ");
    Serial.print("Temperatura2 = ");
    Serial.print(DHT.temperature);
    Serial.println(" C");
    //
    Serial.print(bmp.readTemperature());
    Serial.println(" *C");
    Serial.print("Pressao = ");
    Serial.print(bmp.readPressure());
    Serial.println(" Pa");
    //Serial.print("Altitude = ");
    //Serial.print(bmp.readAltitude());

```

```
//Serial.println(" metros");

delay(3000); //faz a leitura a cada 3 segundos
}
```



```
sketch_may03b $
#define dht_dpín A1 // porta Analógica A1
#include <dht.h>
#define sensor A0 //porta analógica A0
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

Adafruit_BMP085 bmp;
dht DHT; //Inicializa o sensor

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(1000); //Aguarda 1 seg antes de acessar as informações do s
  if (!bmp.begin())
  {
    Serial.println("Sensor BMP085 não encontrado, verifique as conex
    while (1) {}
  }
}
```

**Figura 21:** Código de programação sendo transferido para Sketch do IDE.

As duas barras são utilizadas para informações (observações) do programa, ou seja, não é reconhecido como parte da programação. Se observarmos no código haverá algumas barras que inutilizam informações dos sensores, como, por exemplo, altitude e umidade, por não serem precisos para esse estudo. Se no projeto precisar destas informações basta retirar as duas barras que o monitor serial começará a informar os dados.

Por fim, basta verificar/copilar (Ctrl+R), carregar/gravar (Ctrl+U) na placa e acompanhar a geração de dados no monitor serial (Ctrl+Shift+M). O upload de um sketch

é realizado via USB. Após o carregamento de sketch no Arduino, o programa permanece em sua memória, podendo ser utilizado a qualquer momento.

### Construção do hardware

Nesta seção iremos mostrar todos os procedimentos para a construção do hardware do experimento. Iniciaremos mostrando as ligações entre o Arduino e a matriz de contato (protoboard), em seguida será mostrado as ligações do sensor DTH11 na matriz de contato da cúpula 1, ligações do sensor BMP085 na matriz de contato da cúpula 1 e ligações do sensor DTH11 na matriz de contato da cúpula 2.

Os fios utilizados nesse experimento foram utilizados de cabos de rede. Para que possamos ter boas conexões nas matrizes de contatos (protoboard) é necessário que descasque os fios em um centímetro (1 cm).

Vamos iniciar a montagem pelas ligações entre o Arduino e a matriz de contato conforme a figura 22.

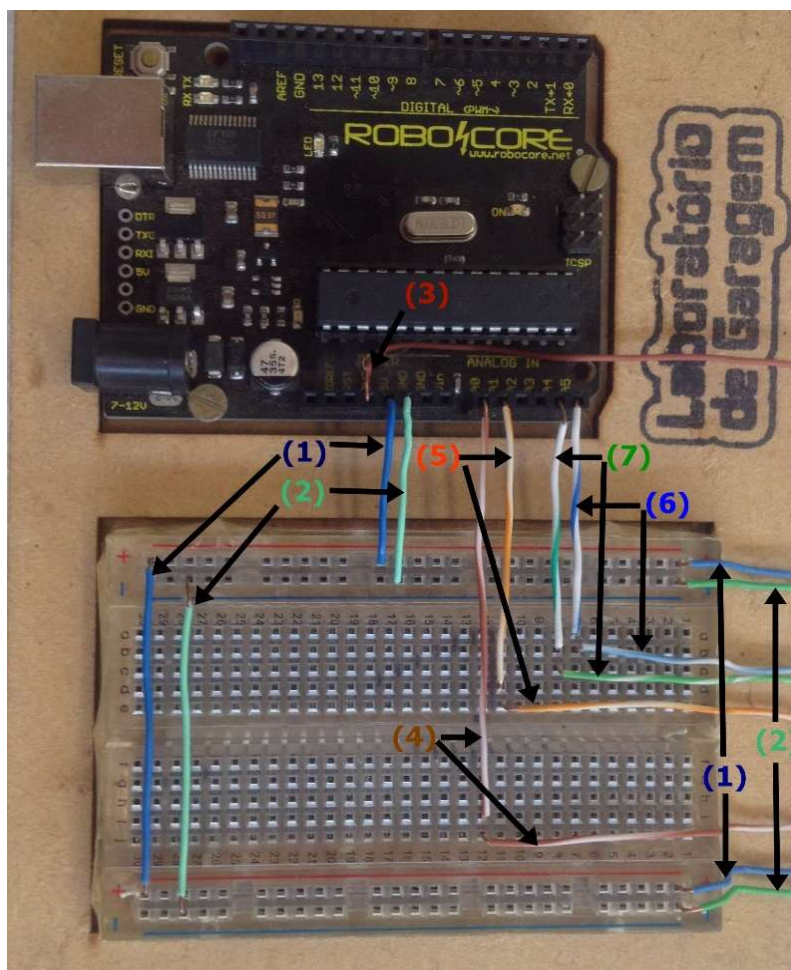


Figura 22: Conexão entre a placa de prototipagem e a matriz de contato.

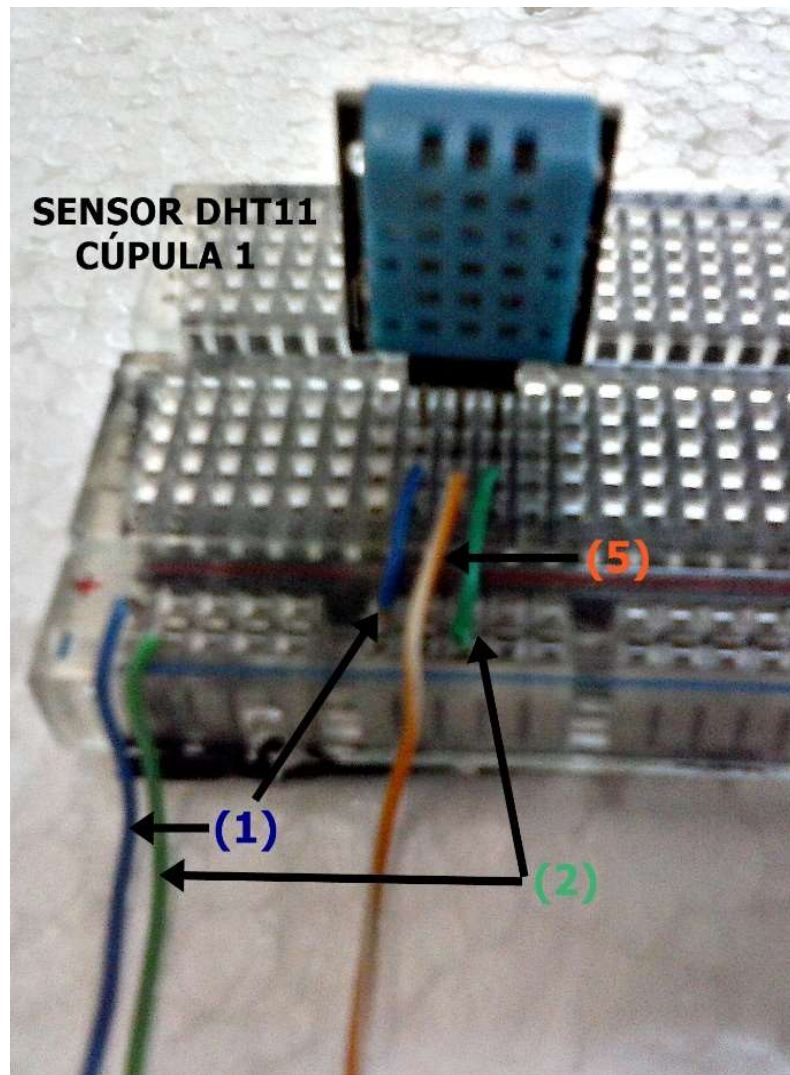
O fio azul (1) é ligado no pino da alimentação de 5,0 V para os sensores DTH11 e verde (2) o aterramento no pino GND (*ground*). Esse mesmo fio (1) é utilizado para alimentar o sensor DTH11 da cúpula 1 e é saltado, junto com o fio (2), para as outras linhas de distribuição da matriz de contato para alimentar o sensor DTH11 da cúpula 2. O fio (2) do aterramento é utilizado tanto para os sensores DTH11 como para o sensor BMP085.

O fio marrom (3) é ligado no pino de alimentação de 3,3 V para o sensor BMP085, essa ligação foi feita direta, ou seja, não passou pela matriz de contato.

Os outros fios: marrom com branco (4), laranja com branco (5), azul com branco (6) e verde com branco (7) são ligados aos pinos analógicos que serão entradas para os dados dos sensores na placa do Arduino. O fio marrom com branco (4) é ligado ao pino analógico A0 (serial data), ele jogado para a segunda matriz, pois será levado ao sensor DTH11 da cúpula 2, enquanto que o fio laranja com branco (5) será ligado ao pino analógico A1(serial data) e depois levado ao sensor DTH11 da cúpula 1.

O fio verde com branco (7) é ligado ao pino A4 SDA (serial data) por onde os dados são enviados pelo sensor BMP085, e o azul com branco (6) ligado ao pino A5 SCL (serial clock), que é o sinal clock usado para controlar a transferência de dados do sensor BMP085.

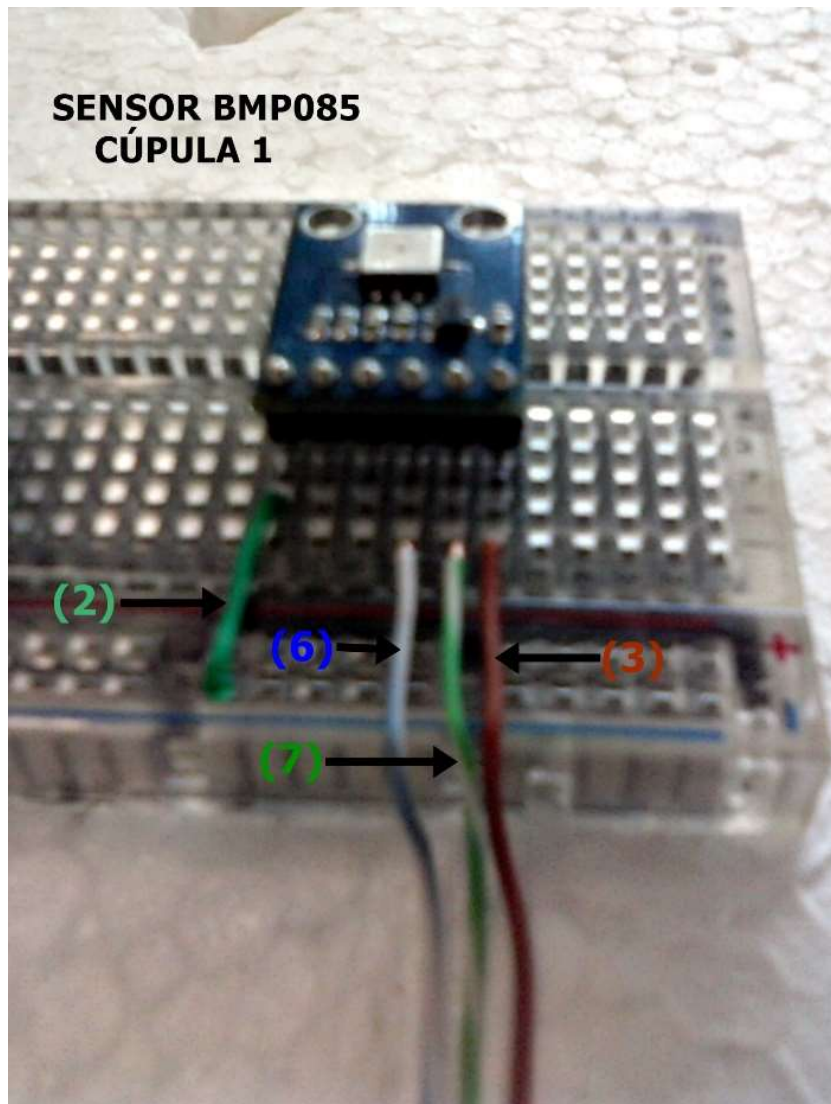
Observe que as ligações (4), (5), (6) e (7) são ligados aos furos na matriz de contato e depois é feita as conexões, nas mesmas linhas para ligar aos respectivos sensores evitando o uso de solda. Agora faremos os análises desses mesmos fios em cada sensor, começando com a cúpula 1.



**Figura 23:** Ligações do sensor DTH11 na matriz de contato da cúpula 1.

Primeiro conectamos o sensor DTH11 a matriz de contato que está na cúpula 1. Os fios azul (1) e verde (2) são ligados a matriz de contato e depois distribuído ao sensor, conforme a figura 5.24, alimentação de 5,0 V na primeira linha e o aterramento na terceira linha. Na linha do meio é ligado o fio laranja com branco (5) (serial data) por onde os dados serão enviados pelo sensor DTH11 ao pino analógico A1 da placa Arduino.

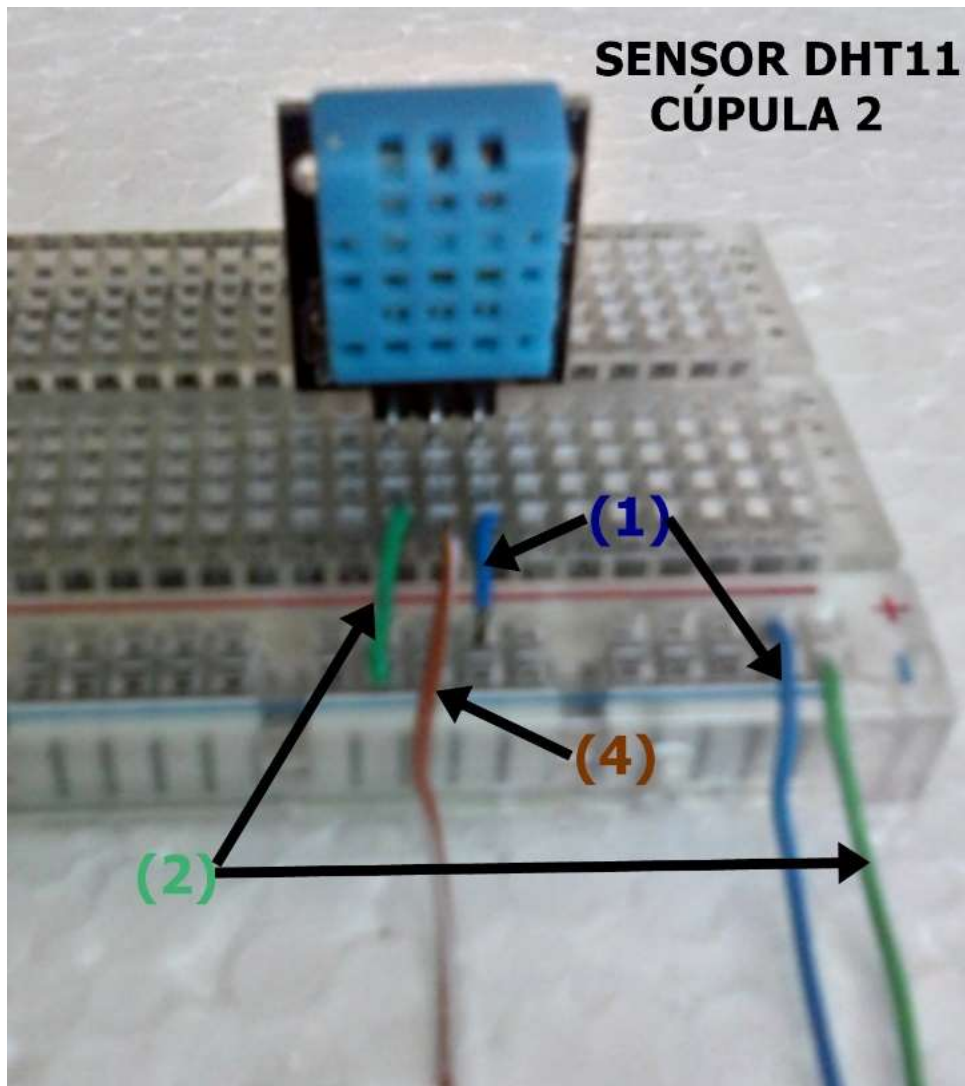
Agora iremos fazer as ligações entre o sensor BMP085 e a placa de prototipagem Arduino Uno, para isso, assim como no primeiro iremos utilizar de fios de 1,5 mm coloridos para facilitar o procedimento.



**Figura 24:** Ligações do sensor BMP085 na matriz de contato da cúpula 1.

Primeiro conectamos o sensor BMP085 a matriz de contato da cúpula 1, esse sensor irá utilizar seis furos. Na primeira linha fazemos a conexão com o aterramento, fio verde (2), na quarta linha ligaremos o fio azul com branco (6) que o SCL (serial clock) conectado ao pino analógico A5, na quinta linha ligaremos o fio verde com branco (7) que é o SDA (serial data) conectado ao pino analógico A4, e por último, na sexta linha o fio marrom (3), a alimentação de 3,3 V.





**Figura 25:** Ligações do sensor DHT11 na matriz de contato da cúpula 2.

Primeiro conectamos o sensor DHT11 a matriz de contato que está na cúpula 2. Os fios azul (1) e verde (2) são ligados a matriz de contato e depois distribuído ao sensor, conforme a figura 25. A alimentação de 5,0 V, fio azul (1), na primeira linha e o aterramento, fio verde (2), na terceira linha. Na linha do meio é ligado o fio marrom com branco (4) (serial data) por onde os dados serão enviados pelo sensor DHT11 ao pino analógico A0 da placa Arduino.

Um problema que pode acontecer quando forem testar os sensores são o aparecimento de valores muito elevados ou a não leitura dos dados gerados pelos sensores. Isso acontece devido a falha na conexão dos sensores ao Arduino e as matrizes de contato (protoboard). Uma forma de se resolver isso é aumentando a superfície descascada dos fios conseguindo assim um melhor contato.

## **SUGESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADE PARA O EXPERIMENTO**

É consenso que as aulas envolvendo práticas com experimento auxiliam os alunos a aprimorar seus conhecimentos junto a parte teórica e também possuem caráter motivador.

Mesmo não sendo regras rígidas ou imutáveis, algumas orientações são importantes para o desenvolvimento das práticas experimentais. O primeiro cuidado que o professor deve ter é referente ao próprio: o funcionamento do experimento estar dentro do esperado; condições para o desenvolvimento da prática.

Outra orientação, não menos importante, é referente a prática pedagógica, como serão conduzidas as atividades de ensino-aprendizagem durante a realização do experimento?

Para o desenvolvimento dessa prática experimental sugerimos um primeiro momento onde o professor vai verificar a exequibilidade do experimento, planejamento, e outro refere-se a uma sequência didática para condução das atividades de ensino-aprendizagem.

### **Planejamento**

Após a construção do aparato experimental é verificado o seu adequado funcionamento. O professor deve ter em mente as questões logísticas para o desenvolvimento da prática experimental: disponibilidade de recurso de multimídia (projektor ou televisor); também deve-se verificar a adequação da duração da aula para a prática experimental. As avaliações com o experimento e sua aplicação feita por esse trabalho mostraram tempo hábil para o professor.

### **Sequência Didática**

Nesta etapa o professor deve definir o encadeamento de passos a serem desenvolvidos para tornar mais eficiente o processo de aprendizagem. Para esta prática experimental recomendamos a seguinte sequência didática: momento de motivação; pré-teste; apresentação do experimento; realização do experimento e teste.

## **Momento de motivação**

Um dos fatores que isoladamente interfere na aprendizagem é a motivação, daí a sua importância. O primeiro contato do aluno com o conteúdo deve ser motivador, pois estimula a participação dos alunos na aula.

A motivação pode ser feita a partir de vídeos sobre aquecimento global existentes no canal youtube. O vídeo deve ser previamente selecionado e editado caso haja necessidade.

## **Pré-teste**

O pré-teste será responsável por evidenciar os pontos fracos e fortes da turma. Estes para serem explorados e aqueles para serem posteriormente trabalhados. O professor deve explicar a importância deste instrumento para os alunos. O apêndice 1 e 2 fornecem alguns exemplos de questões.

## **Apresentação do experimento**

O professor deve explicar em linhas gerais o experimento e os princípios básicos de seu funcionamento.

## **Realização do Experimento**

### **1ª Parte: Efeito Estufa**

Inicialmente o professor pode estimular o debate na turma a partir do levantamento de alguns questionamentos, como por exemplo:

A temperatura vai aumentar mais rapidamente em qual do sensor, o que está com a cúpula de vidro ou no sensor sem a cúpula? Por quê?

Após o questionamento o professor deve reservar um momento para o debate na turma e deixar livre para que os alunos apresentem os seus questionamentos. Essa parte é muito enriquecedora pois instiga os alunos a criarem suas hipóteses sobre o que acontecerá no experimento.

O professor realiza o experimento mostrando detalhadamente no televisor ou retroprojeter a diferença de temperatura entre os dois sensores. Nesse momento o professor pode desafiar os alunos a explicar as causas da diferença de temperatura entre os sensores.

Por fim o professor faz suas considerações a respeito do efeito estufa podendo levantar outras questões como: O efeito estufa é favorável ou não a vida na Terra?; O efeito estufa é natural ou causado pelo homem? O professor abre um momento para as respostas dos

alunos. A seguir, o professor explica aos alunos que o efeito estufa evita variações bruscas na temperatura da Terra, sendo assim, o efeito estufa natural é favorável à vida no Planeta, mas o homem é responsável pelo aquecimento global.

## 2ª Parte: Aquecimento Global

Novamente o professor irá iniciar estimulando o debate a partir do levantamento de alguns questionamentos, como por exemplo:

A temperatura vai aumentar mais rapidamente em qual do sensor, na cúpula em que foi inserido o gás CO<sub>2</sub> ou no sensor que está na cúpula que foi mantida a condição ambiente de gás CO<sub>2</sub>? Por quê?

Após o questionamento, o professor inicia novamente o experimento mostrando detalhadamente no televisor a diferença de temperatura entre os dois sensores.

O professor desafia, novamente, os alunos a explicar a diferença de temperatura entre os sensores.

A seguir, o professor relaciona o fato do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera com a queima de combustíveis fósseis e também explica o maior aquecimento na cúpula com maior concentração de CO<sub>2</sub>, como está acontecendo atualmente em nosso Planeta.

### **Teste final**

A última etapa, se o professor achar necessário, será aplicar novamente o pré-teste para verificar o aproveitamento dos alunos após a aplicação do experimento didático que simula o efeito estufa e o aquecimento global. O apêndice 1 e 2 fornecem alguns exemplos de questões. E finalmente, analisa os resultados finais.

## APÊNDICE 1 - PRÉ-TESTE E TESTE

### Questões objetivas

1) (ENEM) A maior parte da energia usada hoje no planeta é proveniente da queima de combustíveis fósseis. O protocolo de Kyoto, acordo internacional que inclui a redução da emissão de CO<sub>2</sub> e de outros gases, demonstra a grande preocupação atual com o meio ambiente. O excesso de queima de combustíveis fósseis pode ter como conseqüências:

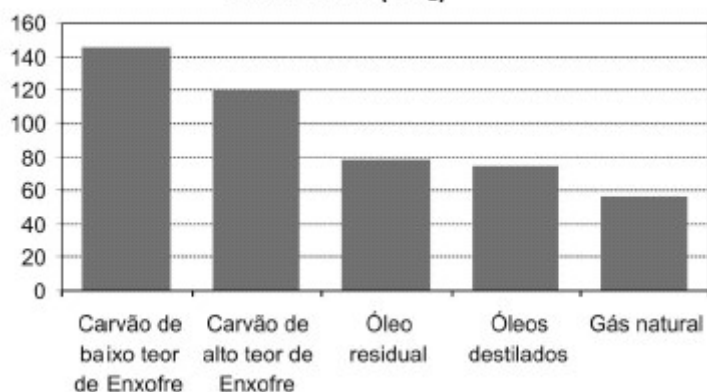
- a) maior produção de chuvas ácidas e aumento da camada de ozônio.
- b) aumento do efeito estufa e dos níveis dos oceanos.
- c) maior resfriamento global e aumento dos níveis dos oceanos.
- d) destruição da camada de ozônio e diminuição do efeito estufa.
- e) maior resfriamento global e aumento da incidência de câncer de pele.

2) (ENEM) Nos últimos meses o preço do petróleo tem alcançado recordes históricos. Por isso a procura de fontes energéticas alternativas se faz necessária. Para os especialistas, uma das mais interessantes é o gás natural, pois ele apresentaria uma série de vantagens em relação a outras opções energéticas.

A tabela compara a distribuição das reservas de petróleo e de gás natural no mundo, e a figura, a emissão de monóxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0

**Emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**



A partir da análise da tabela e da figura, são feitas as seguintes afirmativas:

I – Enquanto as reservas mundiais de petróleo estão concentradas geograficamente, as reservas mundiais de gás natural são mais distribuídas ao redor do mundo garantindo um mercado competitivo, menos dependente de crises internacionais e políticas.

II – A emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para o gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados, o que é importante, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa.

Com relação a essas afirmativas pode-se dizer que:

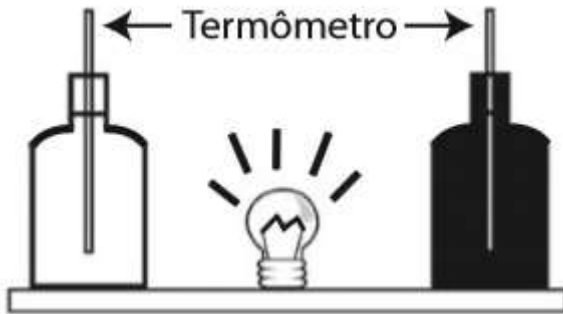
- a) a primeira está incorreta, pois novas reservas de petróleo serão descobertas futuramente.
- b) a segunda está incorreta, pois o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) apresenta pouca importância no agravamento do efeito estufa.
- c) ambas são análises corretas, mostrando que o gás natural é uma importante alternativa energética.
- d) ambas não procedem para o Brasil, que já é praticamente autosuficiente em petróleo e não contribui para o agravamento do efeito estufa.
- e) nenhuma delas mostra vantagem do uso de gás natural sobre o petróleo.

3) (ENEM) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.



4) (ENEM) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi:

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

5) (ENEM) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.

d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura;

e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água em seu interior com menor temperatura do que a dele.

**Questões discursivas**

1) Diferencie efeito estufa e aquecimento global.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Quais efeitos do efeito estufa na Terra?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3) Quais são gases responsáveis pelo efeito estufa? Quais são os responsáveis pela emissão destes gases?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4) Por que os gases de efeitos estufa são necessários para tonar a Terra propicia a manutenção da vida?

---

---

---

---

---

---

---

---

5) Elenque algumas medidas algumas medidas contra o aquecimento global.

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 2 - AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

1) O uso do experimento foi adequado para estudar os temas efeito estufa e aquecimento global?

Sim  Não

---

---

---

2) A aula usando o experimento tornou-se mais dinâmica que a aula tradicional (aula utilizando somente o livro didático e a lousa como recurso)?

Sim  Não

---

---

---

3) Produzir e socializar artigos científicos contribuiu significativamente com a aprendizagem?

Sim  Não

---

---

---

4) O que aprendi estudando na aula de hoje será útil na minha vida?

Sim  Não

---

---

---

5) A maneira como foi conduzida a aula foi adequada?

Sim  Não

---

---

---