



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA**

**MATHEUS DE SOUZA CARVALHO**

**EXPERIMENTO PARA MEDIR DISTÂNCIAS UTILIZANDO O  
ARDUINO COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
FÍSICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BELÉM**

**2019**

MATHEUS DE SOUZA CARVALHO

**EXPERIMENTO PARA MEDIR DISTÂNCIAS UTILIZANDO O  
ARDUINO COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Faculdade de Física, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Graduação em Licenciatura Plena em Física.

BELÉM

2019



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO –  
TCC

Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado Pleno em Física, realizada às 15h do dia 20 de Dezembro de 2019, no Auditório do Laboratório de Física - Ensino, cuja orientação teve início em 01 de Agosto de 2019, sendo intitulada: “**Experimento para Medir Distâncias Usando o Arduino como Proposta Didática para o Ensino de Física**”, contendo 25 páginas, que foi apresentado durante 30 minutos pelo discente **Matheus de Souza Carvalho**, matrícula Nº 201508140048, diante da banca examinadora, aprovada pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Profa. Dra. *Maria Lúcia de Moraes Costa* (Orientadora – FACFIS/ICEN/UFPA; MNPEF/UFPA), Prof. Esp. *André Santos de França* (SEDUC; MNPEF/UFPA), e Prof. *Moisés Christophe Coelho do Nascimento*. Em seguida o mesmo foi submetido à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para melhoras no desenvolvimento e decidir pelo conceito EXCELENTE do mesmo, bem como conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do discente.

ORIENTADORA: *Maria Lúcia de Moraes Costa*

EXAMINADOR1: *André Santos de França*

EXAMINADOR 2: *Moisés Christophe Coelho do Nascimento*

DISCENTE: *Matheus de Souza Carvalho*

## MATHEUS DE SOUZA CARVALHO

### "EXPERIMENTO PARA MEDIR DISTÂNCIAS USANDO O ARDUINO COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA"

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

**Orientadora:**

Maria Lúcia de Moraes Costa  
Profa. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa  
(FACFIS/ICEN/UFPA; MNPEF/UFPA)

**Examinador 1:**

André Santos de França  
Prof. Esp. André Santos de França  
(SEDUC; MNPEF/UFPA)

**Examinador 2:**

Moisés Christophe Coelho do Nascimento  
Prof. Moisés Christophe Coelho do Nascimento

Belém, 20 de Dezembro de 2019.

*Dedico este trabalho à minha família e amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a Deus por tudo que tem feito por mim, a minha orientadora Profa. Dra. Maria Lucia de Moraes Costa, pela paciência e também pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço aos meus colegas de sala: Emerson Lacerda, João Gabriel Machado, Leonardo Paixão, Rômulo Cardoso e Victor Mardock.

Aos “Caras”: Armando Barros, Henrique Santos, João Frota, Lucas Nithael, Marcelo Abadessa, Matheus Prata, Miguel Meireles, Murilo Costa, Victor Frigeri, Victor Hugo, Vinicius Borges e Roberto Puget.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

Ao Prof. Dr. Rubens Silva pela inestimável contribuição na minha vida.

À equipe do Laboratório de Demonstrações de Física da UFPA (Labdemon), especialmente ao Prof. Dr. Luis Carlos Bassalo Crispino e ao Igor Coimbra.

Aos amigos de profissão: Greyce Ferreira, Isabela Ribeiro, Jorge Pavão, Leandro Santos, Maria Eduarda e Tereza Gillet.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento ao meu pai Benedito Carvalho, minha mãe Ione Carvalho e a minha irmã Suzanne Carvalho, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

A Deus pela força concedida diariamente.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A partir da observação dos métodos obsoletos e que produzem um ensino pouco animador para os estudantes, verificou-se a necessidade da produção deste estudo. O objetivo é mostrar que Física pode ser ensinada de forma mais atrativa com o uso de métodos de aprendizagem ativa, para tanto este estudo apresenta um experimento que utiliza a plataforma Arduino e o sensor HC-SR04 para medir distâncias e assim contribuir para o ensino da Física. São mostrados os componentes do experimento e sua construção é ensinada em formato de passo-a-passo mostrando seus detalhes. O código fonte a ser utilizado no experimento é mostrado juntamente com os conceitos físicos envolvidos. Espera-se com este estudo que o ensino de Física caminhe junto às novas tecnologias, com o intuito de se sobrepôr aos métodos conservadores de ensino.

**Palavras-Chave: Arduino. Sensor HC-SR04. Ensino de Física. Novas Tecnologias. Aprendizagem Ativa.**

## **ABSTRACT**

From the observation of obsolete methods that produce a less encouraging teaching for the students, it was verified the necessity of the production of this study. The aim is to show that physics can be taught more attractively using active learning methods, for this study presents an experiment that uses the Arduino platform and the HC-SR04 sensor to measure distances and thus contribute to the teaching of physical. The components of the experiment are shown and their construction is taught in step-by-step format showing their details. The source code to be used in the experiment is shown along with the physical concepts involved. It is hoped with this study that the teaching of physics goes hand in hand with new technologies in order to overcome conservative teaching methods.

**Keywords: Arduino. HC-SR04 Sensor. Physics Teaching. New Technologies. Active learning.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Primeira Placa Arduino .....	13
Figura 1.2: Placa Arduino Uno .....	13
Figura 1.3: Ambiente de Desenvolvimento Integrado IDE do Arduino.....	14
Figura 1.4: Aparato que avalia o movimento da queda de um objeto .....	15
Figura 1.5: Aparato para o estudo da carga com chaveamento externo .....	15
Figura 1.6: Pesquisa associando o uso da robótica no ensino de Física.....	16
Figura 2.1: Página para download da biblioteca ultrasonic.h .....	17
Figura 2.2: Localização da pasta libraries .....	18
Figura 2.3: Incluir a biblioteca ao código .....	19
Figura 2.4: Confirmação do carregamento da biblioteca .....	19
Figura 2.5: Componentes utilizados no experimento .....	20
Figura 2.6: Placa Arduino Uno R3 .....	20
Figura 2.7: Protoboard .....	21
Figura 2.8: Ligações Internas da Protoboard .....	21
Figura 2.9: Fios Jumper's Macho .....	21
Figura 2.10: Sensor ultrassônico HC-SR04 .....	22
Figura 2.11: Sensor ultrasônico conectado a protoboard .....	22
Figura 2.12: Sensor e fios conectados a protoboard .....	23
Figura 2.13: Arduino conectado aos fios do circuito .....	23
Figura 2.14: Esquema do circuito .....	24
Figura 2.15: Circuito completo conectado ao computador .....	24
Figura 2.16: Experimento próximo a um obstáculo .....	27
Figura 2.17: Monitor serial .....	28

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	10
SOBRE O TEMA .....	10
JUSTIFICATIVA .....	11
OBJETIVOS .....	11
CAPÍTULO 1: O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DO ARDUINO .....	12
CAPÍTULO 2: CALCULANDO A DISTÂNCIA COM O ARDUINO .....	17
2.1 CARREGANDO A BIBLIOTECA ULTRASONIC .....	17
2.2 MATERIAL UTILIZADO .....	20
2.3 CONECTANDO O SENSOR HC-SR04 AO ARDUINO .....	22
2.4 O CÓDIGO-FONTE .....	25
2.5 CÁLCULO DA DISTÂNCIA .....	26
RESULTADOS ESPERADOS .....	31
REFERÊNCIAS .....	32

## INTRODUÇÃO

### Sobre o tema

O ensino de Física no Brasil está excessivamente conteudista, baseado no acúmulo de informações e focado apenas na “transmissão de conhecimento”, onde o professor expõe os conceitos, mostra as fórmulas e o aluno usa esse conhecimento superficial, para realizar uma prova. Esse sistema de ensino se mostra bastante obsoleto e pouco atraente, o que gera o desinteresse dos alunos com relação ao estudo da Física. Vários estudos mostram a necessidade de reformular os papéis do professor e do aluno, onde este pode desempenhar uma função mais ativa em sala de aula (MONTEIRO, 2016).

O sistema de ensino deve estar associado aos avanços tecnológicos, permitindo que os alunos possam ter a possibilidade de usar equipamentos tecnológicos e de custo acessível, que possam contribuir para a sua formação. Além de usar os experimentos, é fundamental que os alunos saibam construir, montar e desmontar sem causar danos aos equipamentos (TRENTIN; ROSA; ROSA; TEIXEIRA, 2015).

Diversos experimentos didáticos podem ser utilizados para que o ensino de Física se associe as novas tecnologias, juntamente com métodos de ensino ativo, com o intuito de fomentar a participação desses alunos nas aulas, deixando assim as aulas mais interativas e atraentes. Os experimentos mais comuns geralmente utilizam placas de prototipagem assim como o Arduino, pois apresentam um excelente custo-benefício e são mais fáceis de manusear. A partir de um Kit Arduino Uno podemos construir diversos experimentos em sala de aula para explicar as diversas partes da Física (ALVES, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, BRASIL, 2019) orienta o uso dessas tecnologias em sala de aula mostrando sua relevância na aprendizagem, e isso deve ser seguido para que o aluno tenha a competência de avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas situações-problemas propostas.

Nesta vertente, o ensino de Física pode contribuir para a formação de cidadãos éticos e lúcidos, devendo também formalizar uma cultura científica e que leve a inserção desses alunos num Brasil contemporâneo, cada dia mais tecnológico e democraticamente consolidado, como descrevem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (JUNIOR; GOMES; NOVAIS; FERREIRA, 2019).

Esta monografia tem seu desenvolvimento dividido em duas seções. A primeira discorre sobre os conceitos teóricos e como a Física pode ser ensinada a partir de novas tecnologias, mostrando como o ensino de Física com o Arduino se mostra bastante vantajoso como estratégia pedagógica para ser aplicada na sala de aula. Esta seção também apresenta a placa e suas funcionalidades, mostrando suas características.

A segunda seção é sobre o experimento realizado e como, a partir dele, podemos medir distâncias com o Arduino. Também é mostrado o material utilizado, como devem ser realizadas as conexões, o programa (código-fonte) e a Física envolvida no cálculo dessa distância a partir do código.

### **Justificativa**

Apesar do esforço dos educadores para ensinar Física, ainda é crescente o desinteresse dos alunos em aprender devido a um sistema de ensino arcaico, autoritário e pouco motivador. Por este motivo, é fundamental que os educadores busquem estratégias para facilitar a aprendizagem.

Como estratégia, pode-se utilizar as tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, uma vez que os mesmos estão cada vez mais entusiasmados pelos avanços tecnológicos. Deste modo, acredita-se que o ensino de Física deva estar alinhado a esses avanços para que haja sincronia entre a vivência dos alunos e a sala de aula, contribuindo para a melhoria do ensino e aprendizagem.

### **Objetivos**

#### Objetivo Geral

- Mostrar que a Física pode ser ensinada de forma mais atrativa, levando em conta os avanços tecnológicos presentes no cotidiano dos alunos.

#### Objetivo Específico

- Ensinar a construir um experimento simples, intuitivo, e de custo acessível.
- Ensinar a construir um experimento que possa ser utilizado em sala de aula como um método de aprendizagem ativa.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Capítulo 1: O Ensino de Física com o Uso do Arduino**

A procura da sociedade por inovações tecnológicas tem contribuído para a criação de novas técnicas e estratégias educacionais. Devido a isso, os estudantes estão cada vez mais instigados a procurar novos conhecimentos, isso faz com que os mesmos se tornem mais abertos a novos métodos de aprendizagem que facilitam o seu entendimento sobre determinado assunto. Portanto, torna-se relevante a utilização de experimentos didáticos que facilitem esse entendimento e que podem ser realizados tanto em laboratórios quanto em sala de aula, de modo a subsidiar o ensino de Física (MORAES; JUNIOR, 2015).

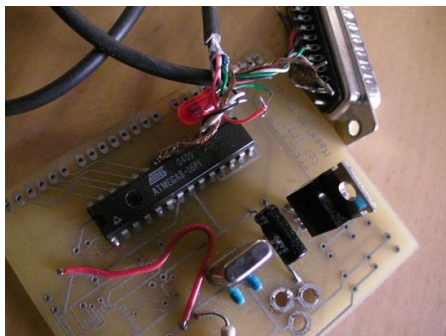
No entanto, o ensino de Física no Brasil ainda se mostra desmotivador por conta do método tradicional de ensino, que centraliza a aula nos professores, deixando os alunos em segundo plano. Para amenizar essas deficiências, torna-se interessante utilizar métodos ativos de aprendizagem, que fazem o aluno participar cognitivamente da aula. Um desses métodos ativos é o da Sala de Aula Invertida, como explica Henriques, Prado e Vieira (2014), que, diferentemente do ensino tradicional, coloca o aluno como protagonista e não apenas como um receptor de conhecimento, e propõem várias estratégias que reorganizam o aproveitamento da aula, a qual deixa de ser exclusivamente expositiva como no método tradicional, e exigindo dos alunos a realização de tarefas com organização e regras, de modo a garantir a realização das mesmas (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016). Ressaltamos que estas metodologias ativas foram muito favorecidas com advento das tecnologias computacionais.

De modo a fomentar o ensino de Física, temos também que as tecnologias computacionais são importantes aliadas, sendo utilizadas desde o compartilhamento de informação, na viabilização da realização das atividades e no gerenciamento pedagógico, por parte do docente, e também como instrumentação científica, como é o caso do Arduino, que iremos tratar adiante (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016) e (MOREIRA; ROMEU; ALVES; SILVA, 2018).

O Arduino consiste em um recurso de software e hardware que serve para a realização de experimentos de Física baseados em microeletrônica, de forma automatizada. Um diferencial da tecnologia é que sua arquitetura experimental é totalmente ajustável aos fins propostos por cada experimento, e o software de programação ser gratuito (ARDUINO, 2019), havendo uma comunidade mundial de

usuários que compartilham códigos de programação e vídeos de experimentos, como os sites BR-ARDUINO<sup>1</sup> e Laboratório de Garagem<sup>2</sup>.

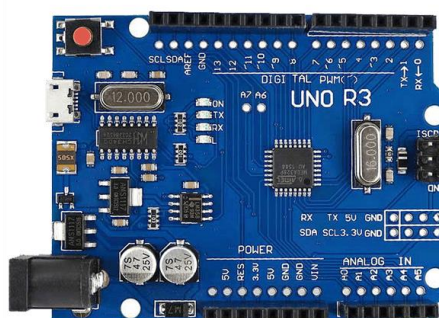
Figura 1.1: Primeira Placa Arduino



Fonte: [www.natalmakers.com/arduino-a-origem](http://www.natalmakers.com/arduino-a-origem)

A placa de hardware do Arduino é um microcontrolador de código aberto (*open-source*), criado em 2005 na cidade de Ivrea, na Itália, por um grupo de pesquisadores da área de design, com o objetivo de ser um dispositivo economicamente acessível, fácil de programar, por utilizar uma linguagem de programação baseada em C/ C++, de modo que pessoas com pouco conhecimento em eletrônica e linguagem de programação podem operar (JUNIOR; RAMOS; SILVA; GAMA, 2016). A Figura 1.1 mostra a primeira placa Arduino, e a 1.2 mostra uma versão moderna, denominada Arduino Uno.

Figura 1.2: Placa Arduino Uno



Fonte: <https://www.adrobotica.com/produto/arduino-uno-r3-atmega-328-cabo-usb/>

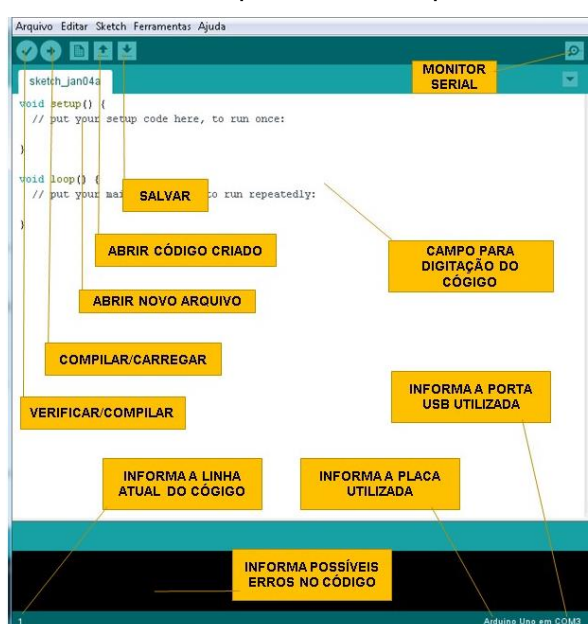
Para fazer a comunicação entre o usuário e o Arduino é utilizado um software próprio, denominado *Integrated Development Environment* (IDE) (Figura 1.3), o qual

<sup>1</sup> Disponível em: < <https://br-arduino.org/>>. Acesso em 4 jan, 2020.

<sup>2</sup> Disponível em: < <http://arduino.labdegaragem.com/>>. Acesso em 4 jan, 2020.

é disponibilizado gratuitamente na internet pelo grupo criador do Arduino (ARDUINO, 2019). Além da placa de hardware e do IDE podemos utilizar diversos componentes microeletrônicos para montar o aparato desejado, como sensores, resistores, capacitores, transistores, fios condutores denominados de *jumpers*, *protoboards* (uma espécie de microbancada) para fazer as conexões com as portas analógicas e digitais da placa do Arduino (RODRIGUES; CUNHA, 2014).

Figura 1.3: Ambiente IDE do Arduino onde se insere o código do programa para determinada especificidade experimental.



Fonte: Autor

Utilizando diversos sensores, o Arduino pode ser associado a diversos conteúdos de Física, de modo a deixar o ensino mais atrativo. O estudo de Junior, Ramos, Silva e Gama (2016) apresenta um experimento para automatizar o processo de coleta de dados no movimento de queda livre e fornecer uma estimativa para a aceleração da gravidade local. Nesse estudo, como mostra a Figura 1.4, é construído um aparato para avaliar o movimento da queda de um objeto, utilizando sensores infravermelho e uma central de processamento, onde o Arduino fica instalado, além de anéis metálicos e uma haste de sustentação. Um objeto é abandonado do topo da haste e passa pelos anéis que enviam um sinal eletromagnético (infravermelho) para a placa Arduino, que mostra, através de um *display* LCD, o tempo de queda do objeto ao atravessar cada anel. Como as distâncias entre os anéis são conhecidas, pode-se

determinar a aceleração da gravidade através da equação horária da posição do objeto em queda, considerando o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

O Arduino pode ser empregado em diversos tópicos da Física, como mostra o estudo de Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011), que utilizou o Arduino no estudo da Eletrostática, onde foi construído um experimento para estudar a carga e descarga de capacitores.

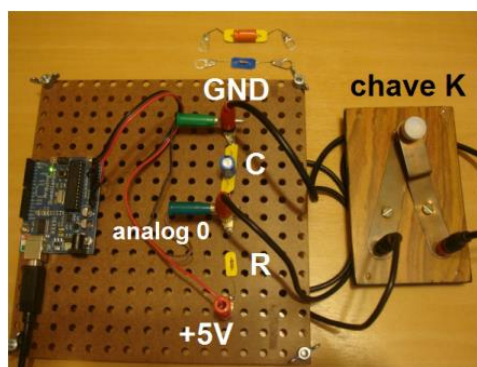
Figura 1.4: aparato que avalia o movimento da queda de um objeto.



Fonte: Junior; Ramos; Silva; Gama, 2016.

O Arduino pode ser empregado em diversos tópicos da Física, como mostra o estudo de Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011), que utilizou o Arduino no estudo da Eletrostática, onde foi construído um experimento para estudar a carga e descarga de capacitores.

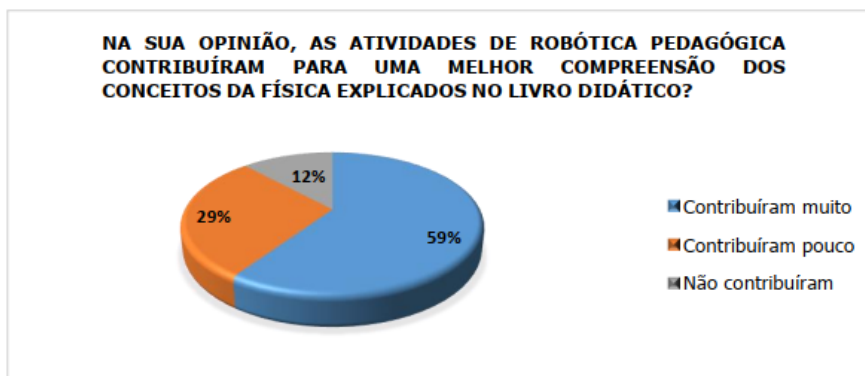
Figura 1.5: Aparato para o estudo da carga com chaveamento externo.



Fonte: CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011.

O estudo de Oliveira e Fonseca (2019) mostra a importância da robótica no conforme orienta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em uma escola da rede municipal de Santo Antônio do Tauá no Estado do Pará, 59% dos alunos participantes do Projeto Robótica Pedagógica afirmam que as atividades desenvolvidas contribuíram para um melhor entendimento dos conceitos da Física contidos nos livros didáticos.

Figura 1.6: Pesquisa associando o uso da robótica no ensino de Física.



Fonte: OLIVEIRA; FONSECA, 2019.

## Capítulo 2: Calculando distâncias com o Arduino

Esta monografia tem como proposta experimental um aparato que mede distâncias a partir de um sensor ultrassônico HC-SR04. Esse sensor é ligado a uma central de controle que utiliza um microprocessador Arduino Uno para processar os dados recebidos e, a partir de um código (*sketch*), informa a distância calculada utilizando conhecimentos básicos de ondulatória e cinemática. É necessário baixar uma biblioteca externa chamada *ULTRASONIC*, instalá-la na pasta *libraries* do IDE e por fim compilar o sketch para que o sensor ultrassônico funcione e que seja feita a captação dos dados.

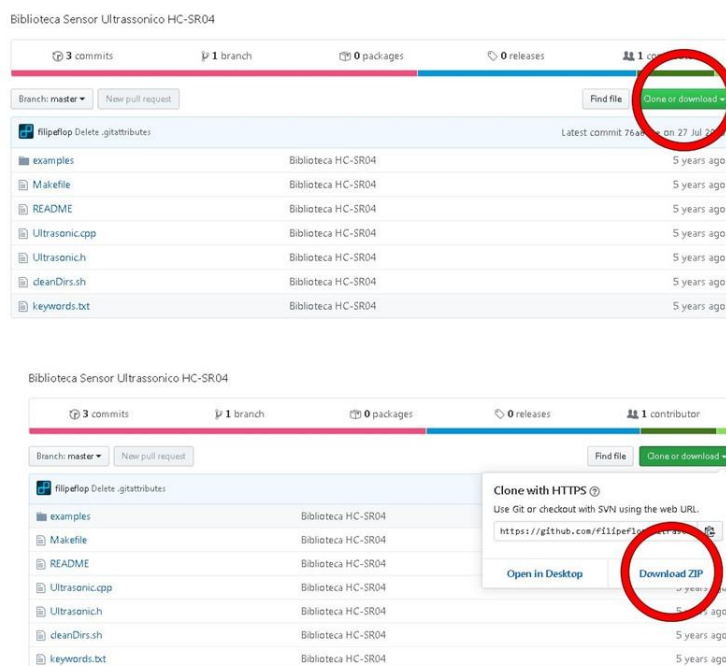
### 2.1 Carregando a Biblioteca Ultrasonic

Sendo indispensável para o funcionamento do experimento, a instalação da biblioteca ultrasonic.h será explicada através dos seguintes passos:

**Passo 1:** Fazer o download da biblioteca.

Para baixar a extensão basta acessar o endereço <<https://github.com/filipeflop/Ultrasonic>>, clicar nos ícones indicados na Figura 2.1, e finalmente escolher o local de destino do arquivo (em alguns dispositivos ele é salvo diretamente na pasta download).

Figura 2.1: Página para download da biblioteca ultrasonic.h.

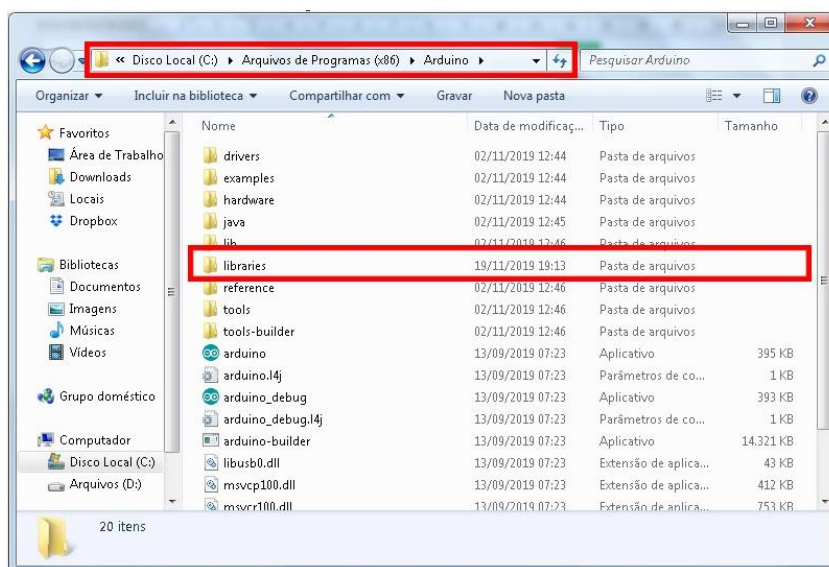


Fonte: Autor.

**Passo 2:** Instalar a biblioteca.

Para realizar a instalação é necessário extrair o arquivo baixado, que está localizado na pasta de destino escolhida previamente, utilizando qualquer programa de descompactação. Posteriormente, deve-se copiar/recortar essa pasta que deve ser colada no interior da pasta “libraries”, que está localizada no local de instalação do Software Arduino, como indica a Figura 2.1.

Figura 2.2: Localização da pasta libraries.

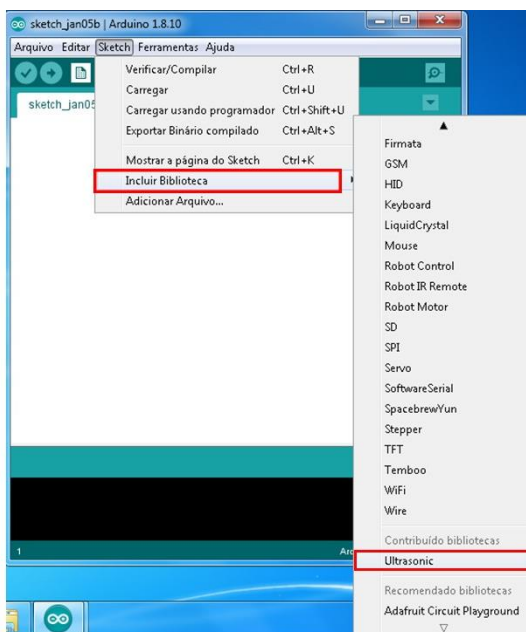


Fonte: Autor.

**Passo 3:** Carregar a biblioteca para o código-fonte.

Existem diversas maneiras de realizar esta etapa. Uma dessas maneiras é, com o software aberto, abrir o menu “Sketch”, levar o cursor do mouse até o submenu “Incluir Biblioteca” e finalmente clicar em “Ultrasonic (Figura 2.3).

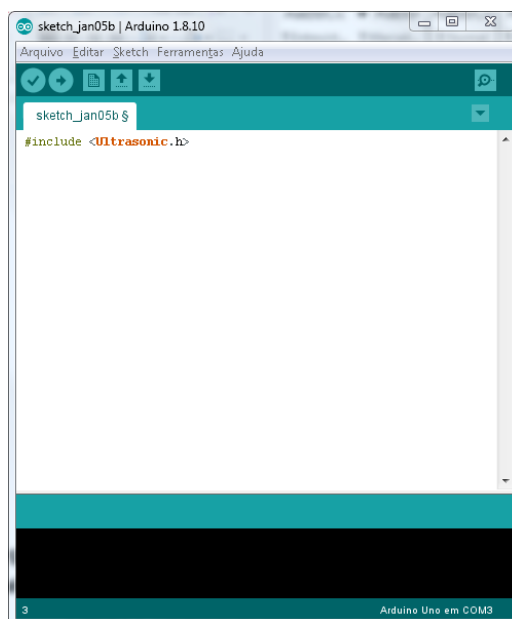
Figura 2.3: Incluir a biblioteca ao código.



Fonte: Autor.

Após a realização desse processo aparecerá no campo para digitação do código a confirmação do carregamento da biblioteca em formato de código (`#include <Ultrasonic.h>`) (Figura 2.4). Uma maneira mais simples de carregar essa biblioteca é digitar o próprio código de carregamento (`#include <Ultrasonic.h>`).

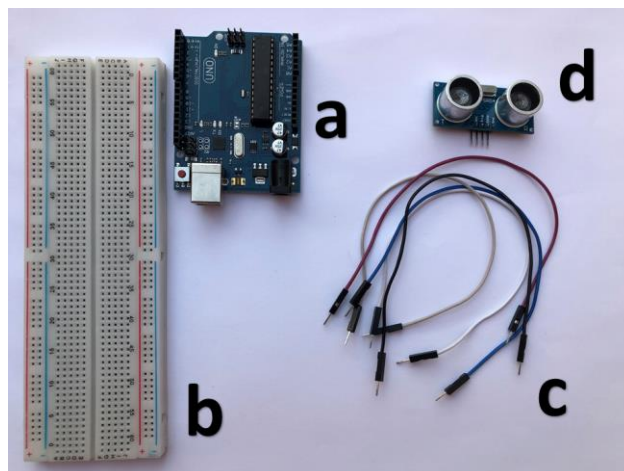
Figura 2.4: Confirmação do carregamento da biblioteca.



Fonte: Autor.

## 2.2 Material utilizado

Figura 2.5: Componentes utilizados no experimento.



Fonte: Autor.

### a) Arduino Uno R3

O Arduino Uno R3 é uma placa eletrônica embasada no microcontrolador Tmega328 (*datasheet*), que pode ser alimentada por um computador através de uma conexão USB, uma fonte ou uma bateria. Possui 14 pinos de entrada/saída digital e 6 entradas analógicas para fazer as conexões necessárias.

Figura 2.6: Placa Arduino Uno R3.

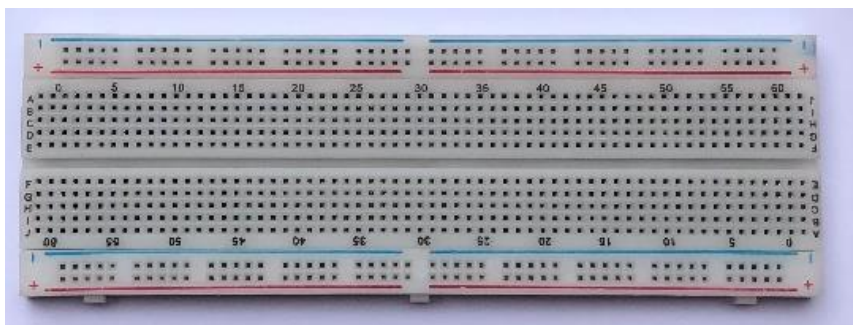


Fonte: Autor.

### b) Placa de Ensaio (Protoboard).

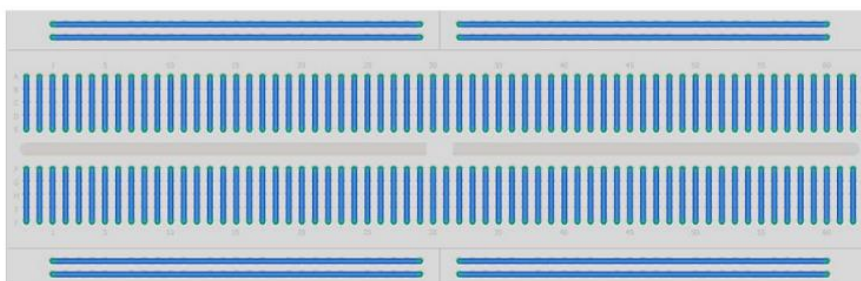
É uma placa com diversas entradas associadas a conexões elétricas para viabilizar a montagem de circuitos microeletrônicos. As ligações da placa são mostradas na Figura 2.8, onde as barras horizontais são responsáveis pela alimentação e as barras verticais são a área de trabalho, local onde se conectam os componentes do circuito.

Figura 2.7: Protoboard.



Fonte: Autor.

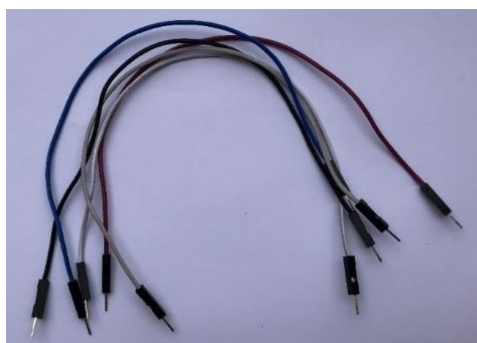
Figura 2.8: Ligações Internas da Protoboard

Fonte: <https://www.robocore.net/tutoriais/como-utilizar-uma-protoboard>

## c) Fios Jumper.

São pequenos fios condutores, com pontos de conexão em suas extremidades, utilizados para ligar dois pontos de um circuito.

Figura 2.9: Fios Jumper's Macho.



Fonte: Autor.

d) Sensor ultrassônico HC-SR04.

O funcionamento do sensor ultrassônico é baseado no envio de uma onda sonora, na faixa de frequência do ultrassom, através de um transmissor (Tx) e na recepção dessa onda (echo) realizada por um receptor (Rx). O Arduino apura o intervalo de tempo entre o envio e a recepção dessas ondas e, a partir dessa apuração, é possível calcular a distância entre o sensor e um obstáculo qualquer.

Figura 2.10: Sensor ultrassônico HC-SR04.



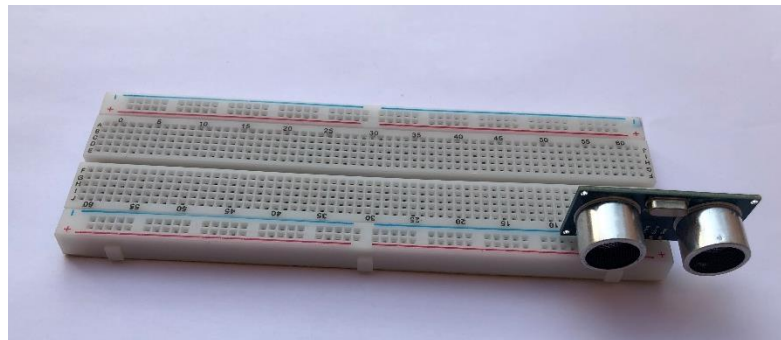
Fonte: Autor.

### 2.3 Conectando o Sensor HC-SR04 ao Arduino:

Para conectar o sensor HC-SR04 ao Arduino, os seguintes passos podem ser seguidos.

**Passo 1:** Conectar os terminais do sensor ultrassônico na protoboard, por exemplo, na extremidade de um dos lados da protoboard, como ilustra a Figura 2.11 abaixo.

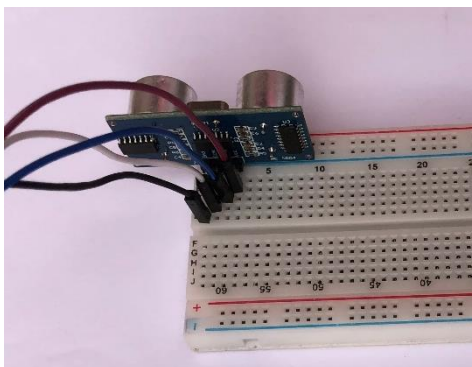
Figura 2.11: Sensor ultrassônico conectado a protoboard.



Fonte: Autor.

**Passo 2:** Conectar os jumpers (fios) nos terminais da protoboard, de modo que seus terminais fiquem alinhados na mesma direção vertical que os terminais do sensor, anteriormente encaixado na protoboard.

Figura 2.12: Sensor e fios conectados a protoboard.

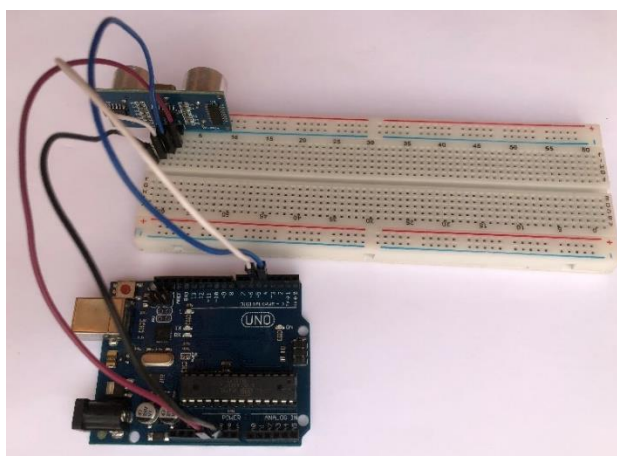


Fonte: Autor.

Neste passo conectaremos os fios na seguinte ordem: o fio vermelho será conectado no terminal correspondente ao pino Vcc do sensor, o fio azul no pino Trig, o fio branco no pino Echo e o fio preto no pino Gnd.

**Passo 3:** conectar o Arduino ao circuito.

Figura 2.13: Arduino conectado aos fios do circuito.

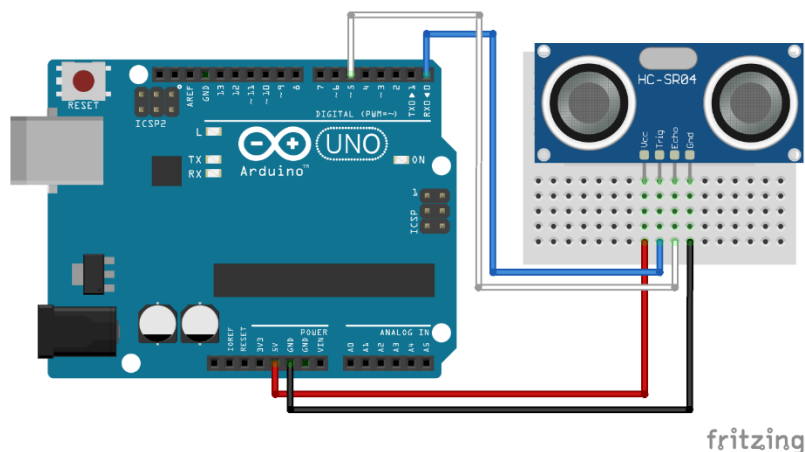


Fonte: Autor.

Para realizar a ligação do Arduino ao circuito utilizaremos o pino de alimentação 5V, onde será conectado o fio vermelho, e o pino GND, onde será conectado o fio preto. Para realizar a comunicação entre o Arduino e o sensor conectaremos o fio

branco, que já foi previamente ligado ao pino Echo, ao pino digital 5 e o fio azul, que já foi previamente conectado ao pino Trigg, ao pino digital 4.

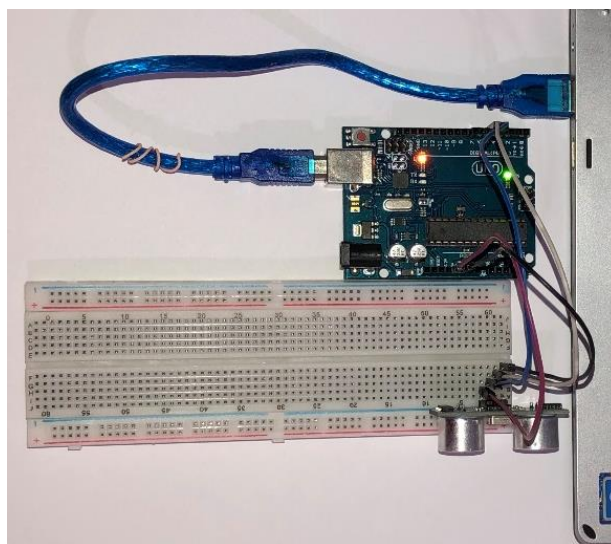
Figura 2.14: Esquema do circuito.



Fonte: Software Fritzing

**Passo 4:** Conectar o Arduino ao computador através do cabo MD9-USB.

Figura 2.15: Circuito Completo Conectado ao computador.



Fonte: Autor.

Para realizar o carregamento do código-fonte ao Arduino é necessário conectar o Arduino ao computador por meio do cabo MD9-USB. Esse cabo também é responsável pela alimentação da placa, além da transmissão de informações.

## 2.4 O código-fonte

Após a montagem do experimento devemos abrir o software IDE do Arduino e digitar o código a seguir. Nesse caso utilizamos o código do site Eletrônica Para Todos<sup>3</sup>.

```
/* Universidade Federal do Pará
   Instituto de Ciências Exatas e Naturais
   Faculdade de Física
   Trabalho de Conclusão de Curso
   Matheus de Souza Carvalho
   Em: 02/11/2019
*/

// Carrega a biblioteca externa necessária para o funcionamento do
// sensor ultrassônico

#include <Ultrasonic.h>

// Definimos quais pinos PWM serão utilizados para o TRIGGER e o ECHO

#define pino_trigger 4
#define pino_echo 5

// Inicializamos o sensor com os pinos definidos acima

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup()
{
  // Inicializamos a comunicação serial a 9600 baud rate

  Serial.begin(9600);

  // Imprimimos mensagem inicial no monitor serial
```

---

<sup>3</sup> Disponível em: < <https://eletronicaparatodos.com/como-medir-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-arduino/> >. Acesso em 9 jan, 2020.

```

    Serial.println("INICIANDO SENSOR...");
}

void loop()
{
    // Lemos as informações do sensor e apresentamos o resultado no
    // monitor serial da IDE em centímetros(cm)

    float cmMsec;
    long microsec = ultrasonic.timing();
    cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

    // Apresentamos a distância em centímetros sem casas decimais.

    String cmMsecString = String(cmMsec, 0);
    // nesta linha pegamos a variável que armazena os valores em
    // centímetros e no segundo argumento ("0") dizemos que não queremos
    // nenhuma casa decimal (ou seja, número inteiro apenas).

    String cmMsecStringFinal = cmMsecString + " centímetros";

    // As informações adquiridas e já calculadas são mostradas no serial
    // monitor

    Serial.print("Distancia: ");
    Serial.println(cmMsecStringFinal);
    delay(1000);
}

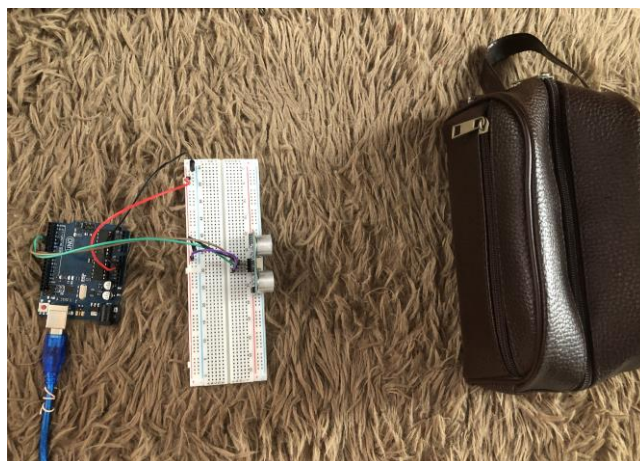
```

## 2.5 Cálculo da distância

Para realizar a medição, o pino Trigger deve receber um pulso de 5 volts em um tempo, no mínimo, 10 segundos e assim fazer o sensor emitir 8 ciclos de pulsos a uma frequência de 40 kHz. Nesse momento, o pino ECHO que funciona como cronômetro tem sua voltagem igual elevada a 5 volts, aguardando o sinal refletido pelo obstáculo. Quando a onda refletida retornar ao sensor o pino ECHO, que estava

anteriormente a 5 volts, tem sua tensão rebaixada a 0 volts. Assim sendo, o intervalo de tempo que a voltagem do pino ECHO permanece em 5 volts é igual ao tempo que a onda leva para sair do sensor, ser refletida no obstáculo e retornar ao sensor (NAKATOMI; GUIMARAES; NETO, 2014).

Figura 2.16: Experimento próximo a um obstáculo.



Fonte: Autor.

Definindo como  $T$  o intervalo de tempo que a onda leva para sair e retornar ao sensor e assumindo que a velocidade de propagação do som no ar, à 20 °C e 1 atm, constante e igual a 343 m/s, segundo Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 151), podemos encontrar a relação matemática que calcula a distância dos obstáculos.

Como a velocidade do som foi considerada constante, podemos utilizar a seguinte equação:

$$V_{som} = \frac{\Delta S}{\Delta T} \quad (\text{eq. 2.1})$$

Assumindo  $\Delta S$  como a distância  $D$  entre o sensor e o obstáculo, podemos utilizar  $\Delta T$  como o tempo que a onda leva para chegar à obstrução. Como o intervalo de tempo que a onda leva para sair e retornar ao sensor é igual  $T$ , o tempo que a onda leva para apenas chegar ao obstáculo é  $T/2$ , sendo assim, concluímos que  $\Delta T$  é igual a  $T/2$ . Substituindo esses dados na equação anterior, temos que

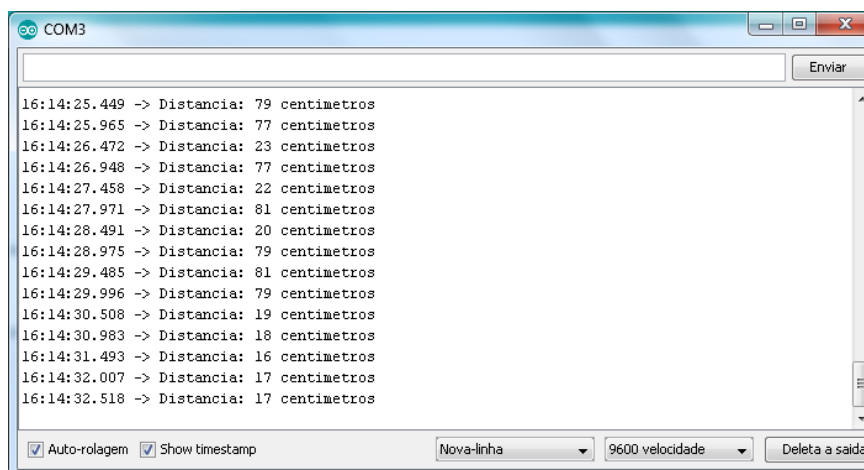
$$V_{som} = \frac{D}{T/2} \quad (\text{eq. 2.2})$$

Realizando as devidas manipulações matemáticas e substituindo a velocidade adotada para o som, temos finalmente que:

$$D = \frac{343 \cdot T}{2} \quad (\text{eq. 2.3})$$

A distância calculada será mostrada no Monitor Serial do IDE, em centímetros, como foi pedido no código-fonte.

Figura 2.17: Monitor serial.



Fonte: Autor.

## 2.6 PROPOSTA PARA SALA DE AULA

Nesta seção iremos apresentar uma proposta de Aula Interativa de Física, dentro do conteúdo de Cinemática, que utilize o experimento tratado neste estudo. É importante que os próprios alunos possam montar o experimento com o auxílio deste estudo com o objetivo de proporcionar ao aluno um ensino mais ativo.

Plano de aula

Disciplina: Física

Turma: 1º ano do Ensino Médio

Professor: Matheus de Souza Carvalho

**1. Tema:** Movimento Retilíneo Uniforme

**2. Conteúdos e conceitos específicos da aula:**

- Movimento com velocidade constante;
- Velocidade escalar:

**3. Conhecimentos prévios necessários a uma boa compreensão da aula:**

- Sistema de coordenadas cartesianas (x, y, z);

- Grandezas vetoriais e escalares
- Grandezas fundamentais da cinemática;

#### **4. Objetivos:**

- Iniciar a discussão sobre o conceito de movimento retilíneo uniforme;
- Apresentar os conceitos de velocidade constante;
- Apresentar a equação da velocidade para o MRU;
- Mostrar os gráficos do movimento.
- Mostrar o experimento para medir distâncias com o Arduino;
- Provocar a interação dos alunos com o experimento.

#### **5. Metodologia:**

- Aula expositiva dialógica orientada pela interação dos alunos com o experimentos proposto.

#### **6. Recursos:**

- Giz ou pincel e lousa.
- Experimento que mede distâncias com o uso do Arduino.

#### **7. Avaliação:**

- Os alunos serão avaliados em dois momentos:
  - Avaliação imediata, realizada em sala de aula: os alunos serão avaliados a partir de sua participação e interação com o experimento;
  - Avaliação a posteriori: os alunos serão avaliados em decorrência de sua participação em atividades realizadas durante a aula, tais como: realização e análise do cálculo do tempo para diversas distâncias encontradas com o experimento.
- Os objetivos propostos para a aula serão avaliados após o término da aula e, caso não tenham sido atingidos, outras aulas e atividades serão utilizadas para que os objetivos sejam alcançados.

#### **8. Roteiro da aula:**

##### **a. Apresentação do tema aos alunos**

Apresentação do tema aos alunos, recorrendo aos conteúdos estudados anteriormente.

##### **b. Apresentação da pauta do dia aos alunos**

A pauta do dia consiste em:

- Discussão sobre o conceito de movimento retilíneo uniforme;
- Apresentação da definição da velocidade no MRU;
- Apresentação as unidades de velocidade e como fazer as conversões entre as unidades;
- Mostrar os gráficos para o MRU;
- Solicitar aos alunos que montem o experimento a ser utilizado na aula com o auxílio do guia de montagem apresentado neste estudo.

##### **c. Apresentação do desafio do dia:**

O desafio do dia é uma atividade que deve ser resolvida pelos alunos, a fim de contribuir para com a aprendizagem dos conteúdos discutidos em sala de aula. Para esta aula, o desafio do dia é:

*Para dez medidas encontradas com o experimento, calcular o tempo para as distâncias encontradas utilizando a **equação 2.3**, analisar esse tempo, e escrever um relatório sobre a atividade realizada.*

**d. Desenvolvimento da aula:**

A aula será desenvolvida a partir da exposição de conteúdos, de exemplos e analogias, de questionamentos propostos aos alunos e do diálogo com eles. Estes procedimentos buscam estimular os alunos e contribuir para com o aprendizagem dos conceitos fundamentais previstos para a aula.

**e. Síntese:**

Ao final da aula será realizada uma síntese dos principais conceitos e conteúdos discutidos ou apresentados durante a aula (MRU).

**RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se evidenciar que o ensino de Física associado aos avanços tecnológicos, na tentativa de substituir os métodos antiquados, minimize o desinteresse dos estudantes, e contribua para o ensino e aprendizagem de Física, instigando os educadores a utilizar métodos de aprendizagem ativa, além de contribuir para novas pesquisas sobre esta temática.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Elisa Sá Britto Castro. Robótica Educacional Livre No Ensino De Física: Experimentação Em Termodinâmica. 2017. p. 34. **Produto Educacional - Mestrado Profissional Em Ciências E Tecnologias Na Educação**, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, 2018.

ARDUINO. **O que é o Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 17 de dezembro de 2019 às 11:50h.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>>. Acesso em: 04 de jan. de 2020, às 17h.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Physics with Arduino for beginners. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4503-4503, 2011.

COSTA, Rodrigo. Como Medir Distâncias com Sensor Ultrassônico – (HC-Sr04) E Arduino. 6 de abril de 2017. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/como-medir-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-arduino/>>. Acesso em 09 de janeiro de 2020 às 16:17h.

DA SILVA, Samir Lacerda et al. Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 619-640, ago. 2016.

DE OLIVEIRA, David Gentil; FONSECA, Wellington da Silva. Projeto Robótica Pedagógica: o resgate do PROUCA para o Ensino de Ciências–na educação 4.0. **Revista Educar Mais**, v. 3, n. 1, p. 79-86, 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física Vol. 2**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009.

HENRIQUES, Vera B.; PRADO, Carmen PC; VIEIRA, André P. **Editorial convidado: Aprendizagem ativa**. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, p. 01-02, 2014.

JÚNIOR, José Gidauto dos Santos Lima et al. Atividades experimentais com arduino abordando fundamentos da cinemática, termometria e eletrodinâmica na escola estadual de ensino médio Dr. Gabriel Sales Pimenta em Marabá (PA). **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2016.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. **Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol**, v. 9, n. 2, p. 2504-1, 2015.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro et al. Contribuições do Arduíno no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

NAKATANI, Alessandro Massayuki; GUIMARÃES, Anderson Valenga; NETO, Vicente Machado. Medição com Sensor Ultrassônico HC-SR04. **Departamento de Eletrônica**, Curitiba, Brazil, 2014.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**. São Paulo. Vol. 14, n. 2 (out. 2016), p. 4-13, 2016.

RODRIGUES, Rafael Frank de; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos: Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, v. 25, n. 4, p. 11, 2014.

TRENTIN, Marco Antonio Sandini et al. Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, 2015.