

CAPÍTULO 4

INOVAÇÃO EM LABORATÓRIOS DIDÁTICOS COM A PLACA RASPBERRY PI

Data de submissão: 02/11/2024

Data de aceite: 02/12/2024

Thiago Corrêa Almeida

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/3266404381934797>

Thiago Daboit Roberto

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/2694615438248688>

RESUMO: Uma formação completa em qualquer área da ciência necessita de componente prática que complemente e signifique a componente teórica. Deste modo, escolas e universidades que possuem laboratórios didáticos bem equipados, saem na frente na função de fornecer ao estudante uma educação de qualidade. No entanto, nem todas as instituições de ensino, em especial as escolas da rede pública, possuem condições de garantir laboratórios didáticos bem equipados, devido ao alto valor de aquisição dos kits de empresas do ramo, como Pasco, Phywe e Cidepe. Deste modo, o presente trabalho propõe a criação de um laboratório didático de baixo custo, e portátil, utilizando a placa *Raspberry Pi*, que consiste em um computador completo, pelo valor de US\$35,00, e que permite interagir

com o mundo ao redor utilizando sensores diversos. A placa, desenvolvida justamente para fins educacionais, tem sido amplamente utilizada mundo afora, devido ao baixo valor e facilidade no uso. Com a mesma, e um teclado, mouse e monitor, já é possível, com sensores baratos e outros materiais de baixo custo, elaborar experimentos diversos para o ensino de física em nível básico e superior. Apresentaremos dois experimentos que podem ser realizados, nos campos da Mecânica / Física Moderna, e da Termologia.

PALAVRAS-CHAVE: raspberry pi, laboratório portátil, TICs, experimentos.

INNOVATION IN DIDATIC
LABORATORY WITH THE
RASPBERRY PI BOARD

ABSTRACT: Complete training in any area of science requires a practical component that complements and signifies the theoretical component. In this way, schools and universities that have well-equipped teaching laboratories come out ahead in providing students with quality education. However, not all educational institutions, especially public schools, are able to guarantee well-equipped teaching laboratories, due to the high cost of

purchasing kits from companies in the sector, such as Pasco, Phywe and Cidepe. Therefore, the present work proposes the creation of a low-cost and portable teaching laboratory, using the Raspberry Pi board, which consists of a complete computer, for the value of US\$35.00, and which allows you to interact with the world around you. using different sensors. The board, developed precisely for educational purposes, has been widely used around the world, due to its low cost and ease of use. With it, and a keyboard, mouse and monitor, it is now possible, with cheap sensors and other low-cost materials, to carry out various experiments for teaching physics at basic and higher levels. We will present two experiments that can be carried out, in the fields of Mechanics, Thermology and Modern Physics.

KEYWORDS: raspberry pi, portable laboratory, ICTs, experiments.

1 | INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades enfrentadas pelo professor é a escassez de laboratórios, o que frequentemente faz com que estudantes concluam o ensino sem contato com atividades experimentais. Vários fatores contribuem para essa situação, como os altos custos de construção de laboratórios, a falta de recursos para manutenção, e até mesmo a falta de tempo ou conhecimento técnico para o uso adequado dos equipamentos. Nesse contexto, com o avanço dos computadores e smartphones, surgiram alternativas que utilizam essas tecnologias em substituição aos laboratórios tradicionais.

Entre essas ferramentas, o microcontrolador Arduino tem se destacado por suas aplicações em robótica e automação, permitindo a realização de experimentos acessíveis quando combinado com diversos sensores. Outra opção é o Raspberry Pi (UPTON, 2013), um microcomputador compacto e versátil, que se conecta a sensores através da porta GPIO. Diferentemente do Arduino, o Raspberry Pi (RPI) funciona como um computador completo, dispensando o uso de um dispositivo adicional para programação, armazenamento de dados e criação de gráficos. Sua principal linguagem de programação é o Python (MENEZES, 2014), conhecida pela simplicidade e vasta documentação disponível.

Neste artigo, propomos o uso do RPI na criação de um laboratório portátil e acessível, que possibilite a realização de experimentos em escolas sem laboratório disponível. Para exemplificar, compartilhamos nossa experiência com dois experimentos: estudo da transferência radiativa de calor e verificação da lei do inverso do quadrado da distância. O presente trabalho foi adaptado do trabalho produzido e apresentado por um dos autores em 2017 (Almeida et. al., 2017).

2 | MÉTODOS E MATERIAIS

A fim de resolver o problema da execução de um laboratório de baixo custo, analisamos o mercado e a literatura a fim de encontrar possibilidades viáveis e de baixo custo. Deste modo encontramos a placa RPI, muito utilizada no ensino de programação (Eberman, 2017), e a partir das possibilidades permitidas pela sua porta GPIO (*general*

purpose input/output), buscamos pesquisar que experimentos seriam viáveis e de fácil execução, de modo que a reprodução fosse tarefa simples até para pessoas que não tivessem conhecimento da área. Deste modo, selecionamos os experimentos, ouvindo professores de física, nas áreas de Mecânica / Física Moderna, e da Termologia. Abaixo apresentamos os materiais que foram utilizados.

2.1 Raspberry Pi

Em 2012 a placa RPI foi criada pela *Raspberry Pi Foundation* (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2019), buscando baratear, democratizar e popularizar a robótica e computação – em uma ideia que tem os mesmos alicerces que a criação da placa micro controladora Arduino (Arduino, 2021), criada em 2005 na Itália, no Instituto Ivrea. O hardware da placa é do tamanho de um cartão de crédito, e é semelhante àquele dos smartphones, de modo que seu consumo de energia é baixo, e não sofre grande aumento na temperatura durante o uso. Pode ser usado como um *desktop*, com algumas limitações, e pode ser utilizada para vários projetos, como automação residencial, estações meteorológicas, sistemas de armazenamento pessoal, dentre outros. Seu potencial educativo foi pensado já em sua concepção, mas sua versatilidade fez com que a comunidade *maker* abraçasse a placa e logo passamos a ter muitos usuários, compartilhando ideias em fóruns na internet. Manuais de uso existem em abundância, como o livro de Richardson e Wallace (2015). A placa conta com um sistema operacional próprio, o Raspbian, que pode ser adquirido na página da criadora. O sistema é uma distribuição Linux baseada em debian. O armazenamento da placa é todo feito em um cartão micro SD. Embarcado, já temos alguns programas para aprendizado, como *scratch*, *Wolfram Mathematica*, e compiladores de *python*. Para programar e usar a porta GPIO, podemos programar em C++ ou *Python*. Na Figura 1 temos a primeira placa lançada, e no momento já estamos na 5^a versão, muito mais robusta e poderosa em processamento.



Figura 1: Placa Raspberry Pi B.

2.2 Light Dependent Resistor (LDR)

O LDR nada mais é que um resistor cuja resistência é sensível à luz recebida, de modo que pode funcionar como um “sensor de luminosidade”, seja qualitativamente, ou quantitativamente, caso se realize calibração com outra referência. É apresentando na Figura 2a. Sua resistência interna pode variar de algumas centenas de ohms à ordem de mega ohms, sendo bastante sensível a pequenas variações. Para uso do sensor, é preciso realizar uma pequena adaptação: a RPI realiza leitura apenas digital, e o sensor é analógico, de modo que precisa ser utilizado em conjunto com um capacitor, em um circuito RC. A montagem utilizada pode ser vista na Figura 3.

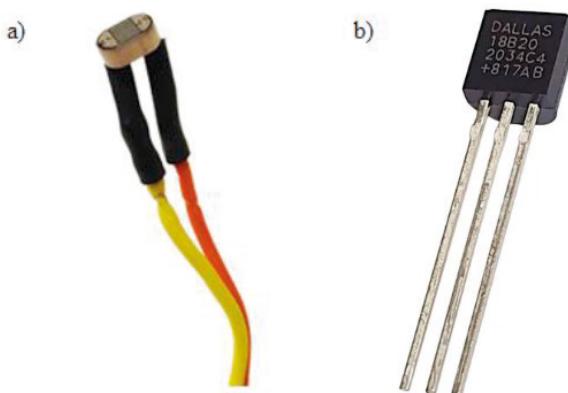


Figura 2: sensor LDR à esquerda (a) e o sensor DS18B20 à direita (b).

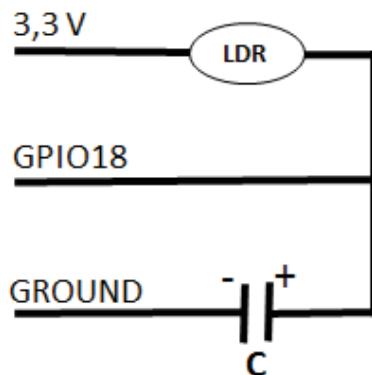


Figura 3: esquema de montagem do sensor LDR.

2.3 DS18B20

O sensor DS18B20, apresentado na Figura 2b, é um sensor do tipo *one-wire* que realiza aferição da temperatura por sinal digital. A facilidade do sensor é poder ser utilizado

em conjunto com vários outros sensores do mesmo tipo, bastando uma única ligação de todos eles à placa, visto que eles possuem um número que os identifica (ID). A ligação à placa, é simples, olhando o sensor de frente, o pino da direita é ligado à alimentação (3,3V), enquanto o da esquerda é ligado ao GND, e o do meio à porta GPIO escolhida para coletar as informações.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos realizados não costumam estar presentes em kits prontos de grandes empresas para laboratórios didáticos, de modo que são inovadores, sendo viáveis com o uso das TICs. Ambos já foram realizados com uso da placa Arduino (Souza, 2011) e também utilizando smartphones (Vieira, 2014). É importante salientar que o experimento de transmissão de calor por radiação aborda um meio de transmissão que normalmente não abordamos em sala de aula, sendo apenas citado, de modo que o experimento apresentado possibilita ao estudante visualizar na prática o conteúdo. O experimento de estudo da lei do inverso do quadrado permite diversas abordagens e explorações, uma vez que é uma lei presente em diversos campos da natureza.

3.1 Estudo da transferência de calor por radiação

A fim de realizar este experimento, realizamos montagem de uma caixa cúbica de isopor com chapas de 5mm, e firmamos em duas paredes opostas fôrmas metálicas de cores distintas. As cores analisadas foram preta, branca e azul. No centro da caixa foi feita a instalação de um bocal de lâmpada, equidistante das fôrmas. O sensor que usamos foi o DS18B20, já apresentado anteriormente, que foi instalado entre a fôrma e a parede de isopor. O sensor fornece a temperatura em Celsius, com precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, na faixa de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$. A montagem pode ser vista na Figura 4.



Figura 4: montagem experimental para estudo da transferência de calor por radiação.

O tempo de exposição foi de 30 minutos, e construímos gráficos utilizando o matplotlib. O gráfico da evolução da temperatura das fôrmas pode ser visto na Figura 5.

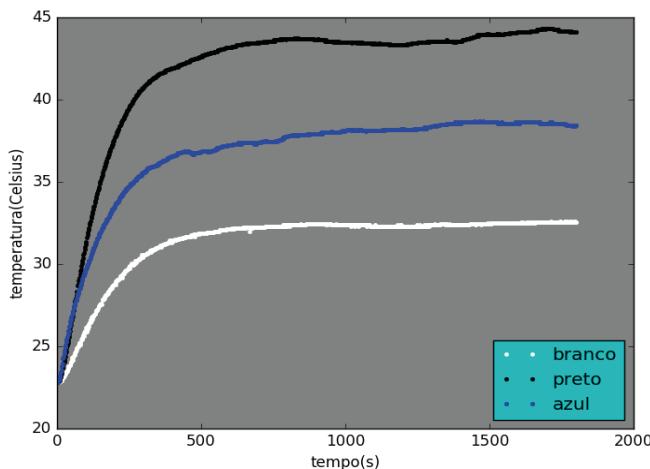


Figura 5: gráfico evolutivo da temperatura no tempo, das fôrmas branca, preta e azul.

É possível observar que todas as fôrmas evoluíram a temperatura de um valor comum, cerca de 24°C, para valores terminais estáveis, que estão relacionados à cor de cada fôrma, sendo a branca a que obteve menor valor terminal, de 31°C, a preta de maior valor terminal, de 43°C, e a azul de valor intermediário, de 36°C.

Este resultado permite a abordagem de diversos estudos, discutindo a absorção por cor, a refletância das diferentes cores, questões sobre tecnologias de refrigeração, etc.

3.2 Estudo da lei do inverso do quadrado

Este experimento é muito rico, e permite diversas abordagens, seja utilizando Arduino, Smartphone ou RPI. Isso torna interessante experimentar com os estudantes as diferentes abordagens e avaliar se o resultado é alterado caso se utilize tecnologias distintas.

Aqui utilizaremos o RPI ligado a um LDR como receptor, e uma lanterna como emissora de luz. Observaremos, com auxílio de uma trena, que a luminosidade decai com o inverso do quadrado da distância entre receptor e emissor. É simples executar o experimento, em uma aula curta, e comprehende-se ricamente conceitos presentes na Lei de Coulomb e na Lei da Gravitação de Newton. A montagem pode ser vista na Figura 6.

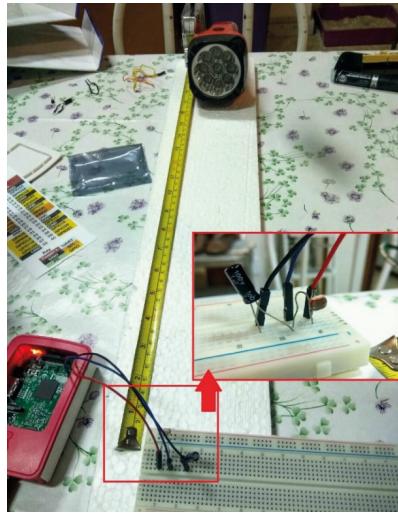


Figura 6: montagem do experimento. No detalhe, o circuito LDR.

Na Figura 7 é possível observar os dados obtidos e uma curva de ajuste, que segue a lei do inverso do quadrado, como era esperado.

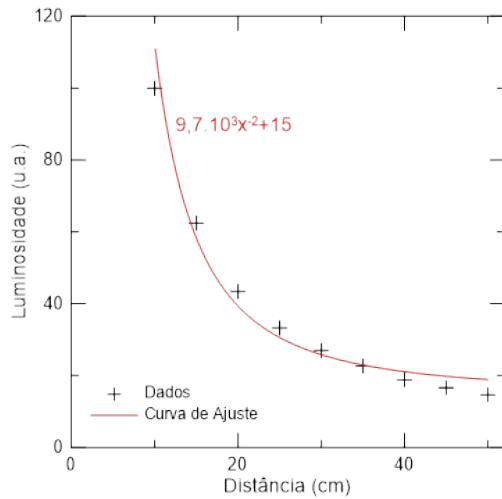


Figura 7: gráfico da luminosidade recebida no LDR contra a distância entre emissor e receptor.

4 | CONCLUSÕES

Concluímos que o Raspberry Pi é uma ferramenta potente para a realização de experimentos de física em sala de aula. Seu baixo custo, portabilidade e versatilidade são grandes atrativos, possibilitando estudos quantitativos e qualitativos de variados fenômenos por meio de códigos e montagens experimentais simples. Com pequeno investimento, é possível adquirir a placa e uma gama de sensores que permitirão realizar experimentos

para praticamente todos os conteúdos abordados na física, seja no ensino básico ou superior.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C.; JULIÃO, A.; DIAS, E. C.; PORTO, M. B. **Uma proposta de laboratório portátil de física de baixo custo utilizando o microcomputador raspberry pi.** Anais da VIII Jornada Científica do IFRJ campus Volta Redonda, v. 1. p. 286-300., 2017.
- ARDUINO. **About Arduino.** 2021. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/about>>. Acesso em 02 nov 2024.
- EBERMAM, E.; PESENTE, G.; RIOS, R. O.; PULINI, G. C. **Programação para leigos com Raspberry Pi.** João Pessoa: Editora IFPB, 2017
- MENEZES, C.; NEY, N. **Introdução à Programação Com Python.** São Paulo: Novatec, 2014.
- RASPBERRY PI FOUNDATION. **Raspberry Pi — Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi.** 2019. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em 02 nov 2024.
- RICHARDSON, M.; WALLACE, S. **Make: Getting Started with Raspberry Pi.** California: Maker Media, 2015.
- SOUZA, M. A.; SANTOS, A. A. **Absolute gravimetry on the Agulhas Negras calibration line.** Rev. Bras. Geof., Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 165, abril 2010.
- SOUZA, A. R. et al. **A placa arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1702, jan. 2011.
- UPTON, E.; HALFACREE, G. **Raspberry Pi: Manual do Usuário.** São Paulo: Novatec, 2013.
- VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M.; AMARAL, D. F. **Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 3505, set. 2014.

ANEXOS: CÓDIGOS EM PYTHON UTILIZADOS

Código utilizado para os experimentos com o LDR.

```
#!/usr/bin/env python

import time
import RPi.GPIO as GPIO, time, os

DEBUG = 1
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
luz = 0
tempo = 0

def RCtime (RCpin):
    reading = 0
    GPIO.setup(RCpin, GPIO.OUT)
    GPIO.output(RCpin, GPIO.LOW)
    time.sleep(0.01)
    GPIO.setup(RCpin, GPIO.IN)
    while (GPIO.input(RCpin) == GPIO.LOW):
        reading += 1
    return reading
    while True:
        f = open('Results.txt', 'a')
        luz = RCtime(18)
        tempo = time.time()
        f.write('\t' + str(luz) + '\t' + str(tempo) + '\n')
        f.close()
```

Código utilizado para o experimento com o DS18B20.

```
import os
import glob
import time

#inicializaçao do sistema

os.system('modprobe w1-gpio')
os.system('modprobe w1-therm')

#obtençao dos dados do sensor

base_dir = '/sys/bus/w1/devices/'
device_folder = glob.glob(base_dir + '28*')[0]
device_file = device_folder + '/w1_slave'

def read_temp_raw():
    f = open(device_file, 'r')
    lines = f.readlines()
    f.close()
    return lines

def read_temp():
    lines = read_temp_raw()
    while lines[0].strip()[-3:] != 'YES':
        time.sleep(0.2)
        lines = read_temp_raw()
    equals_pos = lines[1].find('t=')
    if equals_pos != -1:
        temp_string = lines[1][equals_pos+2:]
        temp_c = float(temp_string) / 1000.0
    return temp_c

r = open('preto.txt','w')
dtme = 0
start_time = time.time()
while dtme < 1800:
    dtme = time.time() - start_time
    r.write(str(read_temp()) + ',' +
            str(dtme) + '\n')
    time.sleep(1)

r.close()
```

Código para a plotagem de gráficos com a biblioteca matplotlib. Para a utilização desse código é necessário a instalação dos pacotes numpy e matplotlib.

```
import matplotlib.pyplot as plt

#função para a leitura do arquivo

def ler_dados(arquivo):
    x = []
    y = []

    dados = open(arquivo, 'r')

    for line in dados:
        line = line.strip()
        X, Y = line.split("\t")
        x.append(X)
        y.append(Y)
    dados.close()

    return x, y

temp_b, tempo_b = ler_dados('branco.txt')
temp_p, tempo_p = ler_dados('preto.txt')

#características do gráfico

plt.axes(axisbg = 'grey')
plt.plot(tempo_b, temp_b, 'w.', label = 'branco')
plt.plot(tempo_p, temp_p, 'k.', label = 'preto')
legend_bk = get_frame().set_facecolor
plt.legend(loc = 'lower right').legend_bk('c')
plt.xlabel('tempo(s)')
plt.ylabel('temperatura(Celsius)')

plt.show()
```