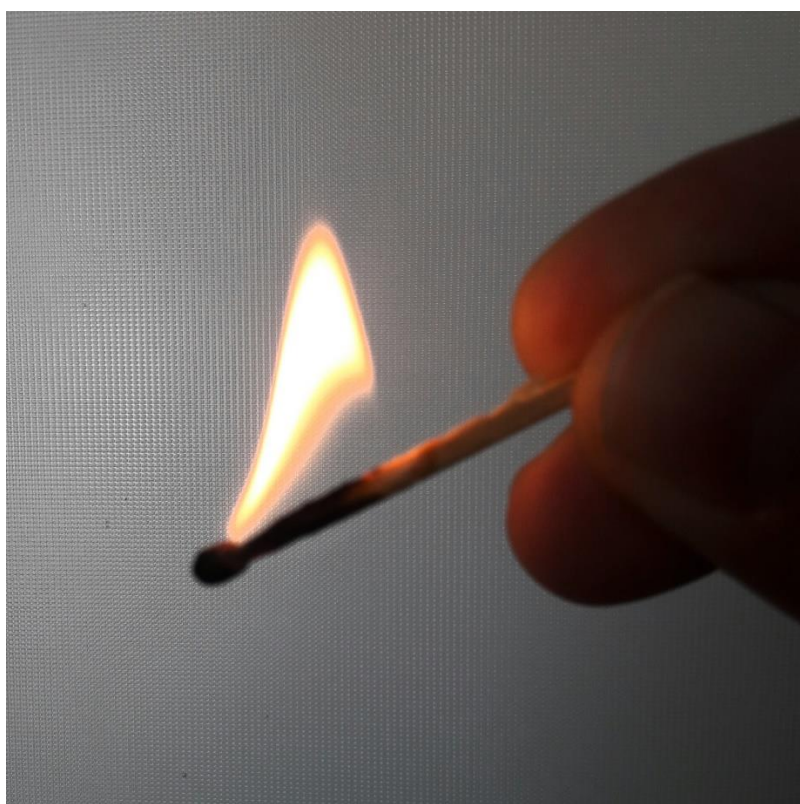


APÊNDICE : Produto Educacional

Material de apoio ao professor para a realização de um experimento sobre a curva de aquecimento da água



Ricardo Silva Rosa

Orientador: Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora: Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Material de apoio ao professor para a realização de um experimento sobre a curva de aquecimento da água

RICARDO SILVA ROSA

Orientador: Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora: Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Sorocaba
Janeiro de 2019

Sumário

Apresentação.....	4
Capítulo 1	8
A experimentação.....	8
1.1 Objetivos	9
1.2 Atividades Experimentais.....	9
Capítulo 2	11
Montagem do Kit experimental.....	11
2.1 Objetivos	12
2.2 Materiais para o kit experimental	12
2.3 Detalhes do experimento	12
2.4 Montagem do circuito com hardware Arduino uno	13
2.4 Programação do Arduino.....	14
Capítulo 3	19
Sugestão de aplicação da atividade	19
3.1 Objetivos	20
3.2 Antes da aplicação da atividade: Pré-requisitos	20
3.3 Questionários.....	20
3.3.1 Questionário referente à aula 1.....	20
3.3.2 Questionário referente à aula 2.....	21
3.3.3 Questionário referente à aula 3.....	22
Considerações finais	24
Referências bibliográficas	25

Apresentação

Caro leitor:

Este material tem a intenção de fornecer um material de apoio ao professor para diversificação de suas aulas, propondo uma atividade experimental com o uso da plataforma Arduino.

Como professor da rede pública de ensino em nível médio há sete anos, venho percebendo o desinteresse de grande parte dos alunos nos assuntos das ciências exatas, muitos, inclusive, mostrando certo medo quando me apresentava como professor de física. Sempre associavam essa disciplina com outras afins, ministradas por professores anteriores que muitas vezes não eram da área e mesmo assim as lecionavam ou que, mesmo sendo, apresentavam aulas muito tradicionais e não despertavam interesse algum nesse tipo de aula.

Me perguntava: Porque a física causa tanto desinteresse em alguns alunos se ela tem tantas possibilidades?

Percebi então, que o desinteresse desses alunos pode estar relacionado com aulas tradicionais, de giz e lousa, onde o discente é um mero espectador do professor. Muitos dos professores vivem realidades que não condizem com um ensino de qualidade, pois a decadência do ensino e o desinteresse dos governantes tornam o espaço escolar cada vez mais precário. Porém, meios para atrair a atenção do aluno devem ser pelo menos analisados pelos professores, sempre tentando praticar uma aula diferente. O tema abordado nesse trabalho foi a curva de aquecimento da água, que sempre foi trabalhado por mim de forma tradicional, com o auxílio exclusivo do livro didático. Esse tema foi escolhido devido ao grande número de conceitos que envolvem o assunto, tendo a oportunidade de associar física com a matemática através do fenômeno visível. Acredita-se que antes de apresentar o gráfico da curva de aquecimento, o professor possa ensinar detalhadamente seus conceitos e, apesar dessa apresentação ocorrer geralmente através de fórmulas prontas, é fundamental que o professor não se prenda a elas e, sim, foque no fenômeno que possa ser comparado e visto na prática.

Desenvolvi o trabalho em uma escola da rede técnica estadual de São Paulo, na cidade de Campinas, que oferece cursos técnicos na área de gestão, informática e indústria, todos integrados ao ensino médio, sendo a sala escolhida, a do segundo ano de Logística Integrada ao Ensino Médio. Os alunos desse curso, em geral, não se identificam com as disciplinas de exatas

(comunicação pessoal com os alunos), sendo essa uma das razões que tive para o desenvolvimento do trabalho junto aos mesmos.

Percebi também que, além de diversificar a metodologia de ensino, seria importante trabalhar usando da tecnologia, pois esta está cada vez mais presente na vida de todos e é de fundamental importância a atualização dos professores e gestores da educação.

O homem deve ter acesso à técnica das coisas, chamada tecnologia, saber usá-la e poder participar de decisões que influenciam o meio em que vive. Para Martins e Garcia (2011), fica cada vez mais difícil viver em sociedade em um mundo onde a tecnologia cresce a passos largos e a democratização ao acesso digital não.

Portanto, percebendo pontos a se melhorar em uma aula de física, produzi este material visando explorar a relação entre experimentação e ensino de física. Muitos autores defendem que a experimentação difere da aula tradicional e pode ser uma ferramenta aliada para instigar o aluno (MARTINS e GARCIA, 2011). Além disso, o trabalho explora a formalização matemática dentro do tema, pois essa é a linguagem usada para chegar aos valores absolutos. Os alunos podem associar cálculos da física com os matemáticos através da análise de gráficos.

O objetivo principal foi o desenvolvimento de um experimento prático contendo conceitos da terminologia, para ser aplicado junto aos alunos do segundo ano do ensino médio dentro de um protocolo de aulas. Como objetivo específico pretendi promover um ensino e aprendizagem utilizando a experimentação aliada à tecnologia como inovação na prática pedagógica. Tive ainda a intenção de relacionar as diferentes etapas de aplicação do produto às competências e conjunto de habilidades destacadas pela escola de aplicação, além de produzir este material para divulgação entre os docentes da área, mostrando o grande potencial que a plataforma Arduino proporciona.

Planos de aula para cada atividade

Quadro 1: Plano de Aula utilizada na primeira atividade

Título da Aula	Aula experimental
Objetivos	Apresentar de forma prática a curva de aquecimento da água.
Conteúdo	Matemática do gráfico da curva de aquecimento da água.
Metodologia	Os alunos observarão a curva de aquecimento da água no telão e anotarão todos os pontos. Em seguida debaterão entre eles as curiosidades da curva de aquecimento e tentarão adivinhar cada ponto. Ao final, responderão um questionário sobre a matemática do gráfico.
Recursos Utilizados	Data show, Kit Experimental, questionário.
Avaliação	A avaliação será feita pela participação do aluno no trabalho.

Quadro 2: Plano de Aula utilizada na segunda atividade

Título da Aula	Física observada no gráfico
Objetivos	Associar a matemática observada à física da curva de aquecimento da água.
Conteúdo	Física da curva de aquecimento da água.
Metodologia	Os alunos responderão o questionário sobre a relação da matemática com a física observada no gráfico da curva de aquecimento e sobre curiosidades percebidas.
Recursos Utilizados	Aula expositiva, questionário da aula anterior.
Avaliação	A avaliação será feita através da participação do aluno na atividade.

Quadro 3: Plano de Aula utilizada na terceira atividade.

Título da Aula	Opinião dos alunos sobre a sequência de aulas.
Objetivos	Analisar a opinião dos alunos sobre a proposta de uma aula diferente.
Conteúdo	Conteúdos trabalhados nas duas primeiras aulas.
Metodologia	Os alunos responderão um terceiro questionário sobre suas opiniões a respeito das aulas anteriores.
Recursos Utilizados	Questionário 3.
Avaliação	A avaliação será feita através da participação do aluno na atividade.

Capítulo 1

A experimentação.

1.1 Objetivos

Caro professor, aqui trago um resumo da importância da experimentação para o uso diversificado das aulas de física. Na intenção de apresentar as melhorias que o seu uso traz para a qualidade do ensino aprendizagem.

1.2 Atividades Experimentais

A forma tradicional de aula, usando apenas o giz e lousa, ou seja, a aula tradicional, pode ser vista como algo ultrapassado, que desmotiva os alunos e cria barreiras para aprender ciência. Estratégias para atrair os discentes são alvos de pesquisadores. Araújo e Abib (2003) verificaram que a experimentação em aula atua como uma boa estratégia de ensino de física e que há grande bibliografia sobre as vantagens em seu uso. Verificaram ainda que, não se vê muito a sua aplicação em sala de aula e que o material de apoio ao professor não é tão estimulante para tal.

Segundo Leiria e Mataruco (2015) as atividades experimentais devem receber um grande enfoque, visando enriquecer a criatividade nos alunos e fazendo-os compreender os fenômenos físicos, promovendo a aprendizagem, sempre considerando os conhecimentos prévios dos mesmos.

O experimento apropriado é um bom meio de cativar os estudantes ao interesse, tornando a escola agradável ao conhecimento, onde o aluno é um ser ativo no ambiente e não apenas um observador que fica sentado por horas.

Na medida em que se passa a planejar experimentos com orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas. (LABURÚ, 2006, p. 384)

Portanto, Leiria e Mataruco (2015) defendem que o experimento deve ser planejado para que o aluno tenha foco no conteúdo através da aula prática com algo que lhe faça sentido e que ele saiba para que serve. Laburú (2006) diz que um experimento para ser cativante deve explorar a novidade e o lúdico, deve despertar o interesse, a curiosidade, ser algo inesperado e provocar sentimentos como prazer e desafio. Sempre tomando o cuidado para que tudo não seja apenas como um simples entretenimento, o que implica em planejamento.

É importante analisar, então, as contribuições da experimentação, se o tipo de experimento escolhido é oportuno para a aprendizagem de acordo com o tema estudado e se causará impacto no aluno ou será apenas uma aula-show. Segundo Oliveira (2010), devem ser analisados os enfoques e abordagens que o professor deseja realizar em uma aula experimental. A autora cita algumas contribuições desse tipo de aula, como a motivação e atenção dos alunos. Nesse quesito o experimento é questionado devido ao fato de que nem todos os alunos se interessam pela aula e que o professor é quem deve se dedicar a mantê-los focados na atividade.

Outros pontos importantes que a aula experimental possibilita, segundo a autora, é a capacidade de trabalhar em grupo, tomada de decisão, criatividade, absorção, análise de dados, conceitos científicos, detecção e correção de erros conceituais dos alunos, dentre outros.

Assim, a experimentação como metodologia de ensino pode inspirar os estudantes e aproximá-los da compreensão de aspectos da ciência e de conteúdos científicos.

Capítulo 2

Montagem do Kit experimental

2.1 Objetivos

Caro professor, trago aqui os detalhes dos materiais e montagem do kit experimental, além da programação do Arduino Uno, vale lembrar que a Plataforma Arduino serve para diversos outros tipos de experimentos, cabe ao professor usar a criatividade e usar tal plataforma como uma ótima aliada para o ensino aprendizagem.

2.2 Materiais para o kit experimental

Para a realização do experimento, além de um computador e Datashow, serão necessários os materiais descritos abaixo.

- 1 - Termopar.
- 2 - Hardware Arduino UNO e complementos que serão descritos abaixo.
- 3 - No mínimo 2 velas.
- 4 - Suporte para água e armação.

O custo dos itens para confecção do kit é apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Custo dos materiais para a construção do kit experimental.

Material	Valor R\$
Hardware Arduino Uno com cabo	60,00
Fios	5,00
Placa para o circuito	2,00
Termopar	30,00
Caixa de Acrílico	8,00
Velas	2,00
Suporte para as velas	-
Suporte de metal para coador	12,00
Caneca de metal	4,00
Arruela	0,10
Total	123,10

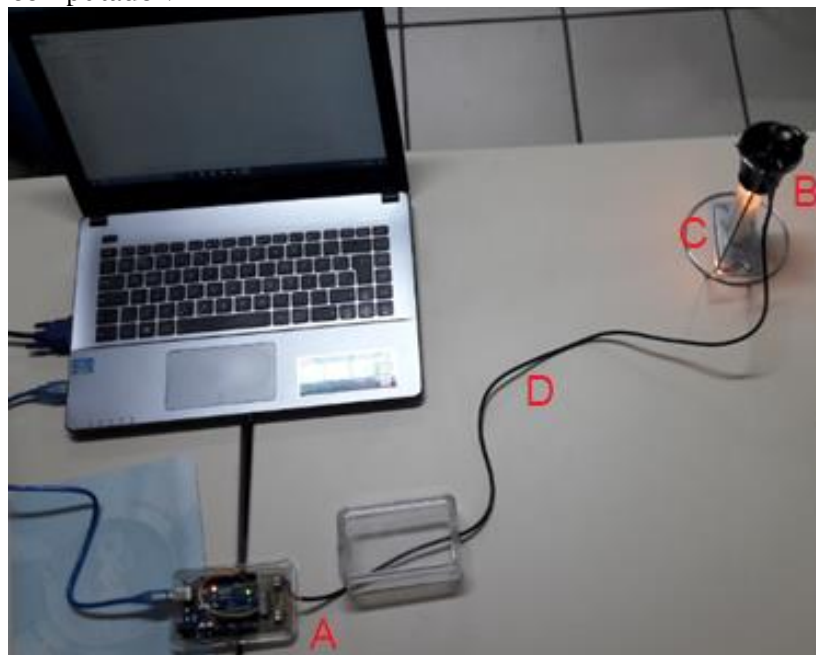
2.3 Detalhes do experimento

O uso de apenas uma vela não oferece calor suficiente para que 50 gramas de água atinjam o ponto de ebulição, visto que o experimento é aplicado em ambiente de sala de aula ou

laboratório e a água também dissipa energia. Portanto, é recomendável o uso de duas ou mais velas. Se o professor tiver acesso a um Bico de Bunsen poderá usá-lo para uma maior precisão do gráfico.

Deve-se colocar o recipiente de água em um suporte, para que as velas fiquem embaixo, na intenção de que o calor chegue ao recipiente por convecção, assim a água terá uma maior absorção de energia. Esse suporte pode ser algo parecido a um coador de café. Uma arruela foi fixa na alça da caneca de metal para servir de encaixe para o termopar. A figura 1 mostra o esquema montado.

Figura 1: Kit experimental montado. O hardware da Plataforma Arduino está marcado com “A”, o termopar é ligado na placa do Arduino e posto em contato com a água e está marcado com “D”, as velas com uma base qualquer está marcada com “C”, o recipiente com água e o suporte estão marcados com “B”. O Cabo azul é o que alimenta a placa do Arduino e troca informações com o computador.



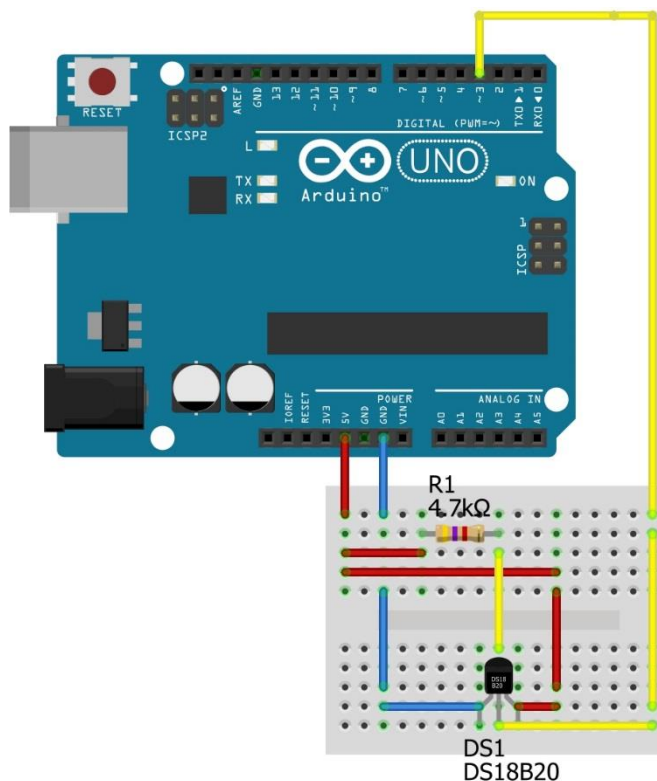
Fonte: Pesquisador

2.4 Montagem do circuito com hardware Arduino uno

Componentes utilizados:

- Sensor de Temperatura DS18B20;
- Resistor $4,7k\Omega$
- Arduino UNO
- Placa Fenolite perfurada
- 4 Bornes 2P
- Cabos de conexão

Figura 2: Circuito elétrico:



Fonte: Pesquisador

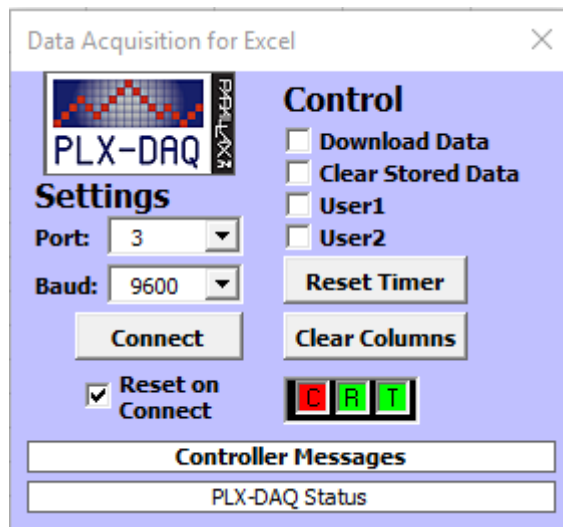
O circuito é formado por um resistor de $4,7k\Omega$ que tem a função de pull-up, que não deixa o sinal de dados flutuando na entrada do sensor DS18B20. Com esse resistor, garantimos que o sinal será 0V ou 5V, impedindo qualquer erro de leitura. A ligação do sensor é feita através da própria alimentação fornecida pelo microcontrolador Arduino UNO, sendo o GND ligado no terminal 1 e o 5V no terminal 3. O terminal 2 é responsável pelos dados da temperatura que é processada no programa, utilizando um sistema de pull-up como falado anteriormente.

2.4 Programação do Arduino

Caro professor, para programar o Arduino, recomenda-se que se conheça o mínimo de sua linguagem. A plataforma Arduino é de uso aberto e, ao saber o básico já se pode usá-la, pois é necessário apenas a reprodução de programações já criadas, que em sua maioria, estão disponíveis na internet.

Também será necessário baixar o PLX-DAQ (*Parallax Data Acquisition Tool*), que é o software de conversão dos dados do Arduino para a visualização na plataforma Excel.

Figura 3: Software PLX-DAQ



Fonte: PLX-DAQ.

Com os softwares baixados no computador, basta seguir os passos da programação descritos nas figuras 4, 5 e 6.

Figura 4: Programação na plataforma Arduino parte 1.



```
Prog_v1 | Arduino 1.8.3
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Prog_v1
// Programa : Sensor de temperatura DS18B20
// Autor : FILIPEFLOP

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>

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

// Define uma instancia do oneWire para comunicacao com o sensor
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Armazena temperaturas minima e maxima
float tempMin = 999;
float tempMax = 0;

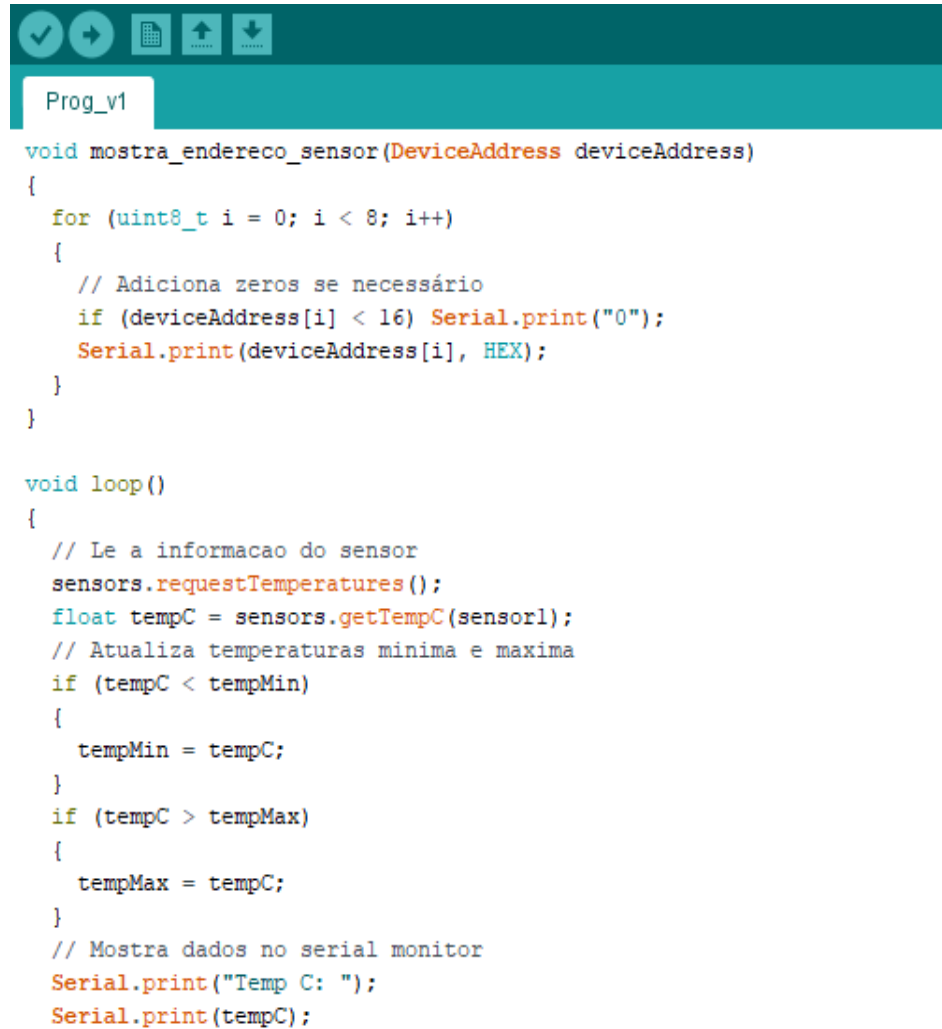
int linha = 0;          // variavel que se refere as linhas do excel
int seg=0;

DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1;

// Inicializa o LCD
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
```

Fonte: Pesquisador

Figura 5: Programação na plataforma Arduino parte 2.



```
void mostra_endereco_sensor(DeviceAddress deviceAddress)
{
  for (uint8_t i = 0; i < 8; i++)
  {
    // Adiciona zeros se necessário
    if (deviceAddress[i] < 16) Serial.print("0");
    Serial.print(deviceAddress[i], HEX);
  }
}

void loop()
{
  // Le a informacao do sensor
  sensors.requestTemperatures();
  float tempC = sensors.getTempC(sensor1);
  // Atualiza temperaturas minima e maxima
  if (tempC < tempMin)
  {
    tempMin = tempC;
  }
  if (tempC > tempMax)
  {
    tempMax = tempC;
  }
  // Mostra dados no serial monitor
  Serial.print("Temp C: ");
  Serial.print(tempC);
}
```

Fonte: Pesquisador

Figura 6: Programação na plataforma Arduino parte 3.



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, the title bar reads "Prog_v1 | Arduino 1.8.3". Below the title bar is a menu bar with "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". A toolbar with icons for checkmark, back, save, and download is visible. The main editor area shows a sketch named "Prog_v1" with the following code:

```
Prog_v1
// mostra dados no serial monitor
Serial.print("Temp C: ");
Serial.print(tempC);
Serial.print(" Min : ");
Serial.print(tempMin);
Serial.print(" Max : ");
Serial.println(tempMax);

linha++; // incrementa a linha do excel para que a leitura pule de linha em linha
Serial.print("DATA,TIME,"); //inicia a impressão de dados, sempre iniciando
Serial.print(seg);
Serial.print(",");
Serial.print(tempC);
Serial.print(",");
Serial.println(linha);

if (linha > 600) //laço para limitar a quantidade de dados
{
  linha = 0;
  Serial.println("ROW,SET,2"); // alimentação das linhas com os dados sempre iniciando
}

delay(1000); //espera 1 segundos para fazer nova leitura
seg=seg+1;
```

Fonte: Pesquisador

Capítulo 3

Sugestão de aplicação da atividade

3.1 Objetivos

Caro colega professor, nesse capítulo apresento os detalhes sobre a aplicação do produto, as particularidades de cada aula e seus objetivos.

3.2 Antes da aplicação da atividade: Pré-requisitos

Para a aplicação da atividade recomenda-se abordar os seguintes temas anteriormente: Temperatura, calor, calor específico, calor latente, capacidade térmica, potência térmica, influência da pressão nos pontos de fusão e ebulição. É importante que os alunos possuam os pré-requisitos de matemática referentes ao primeiro ano, ou seja, noções de funções. Os temas são importantes para que os alunos saibam ou imaginem as respostas no gráfico da curva de aquecimento. O experimento também pode vir antes da teoria ou em conjunto, basta o professor adequar os questionários.

3.3 Questionários

A aplicação do produto para o presente caso terá duração de três aulas de cinquenta minutos cada. Em cada uma dessas aulas os alunos responderão um questionário. Um trabalho com experimentação não deve ser realizado a partir de receitas elaboradas por outros, afinal, é o professor quem deve administrar toda a sequência de trabalho, a partir do conhecimento que possui sobre a turma.

Nesse produto, deixaremos um questionário considerando uma possível maneira de se trabalhar com os estudantes a partir do kit montado.

Na primeira aula, o questionário é sobre a matemática do gráfico que os alunos observarão. Será explorado pontos da curva, como, variáveis medidas, coeficiente angular e linear, função que representa em certo intervalo de tempo. Segue o questionário 1.

3.3.1 Questionário referente à aula 1.

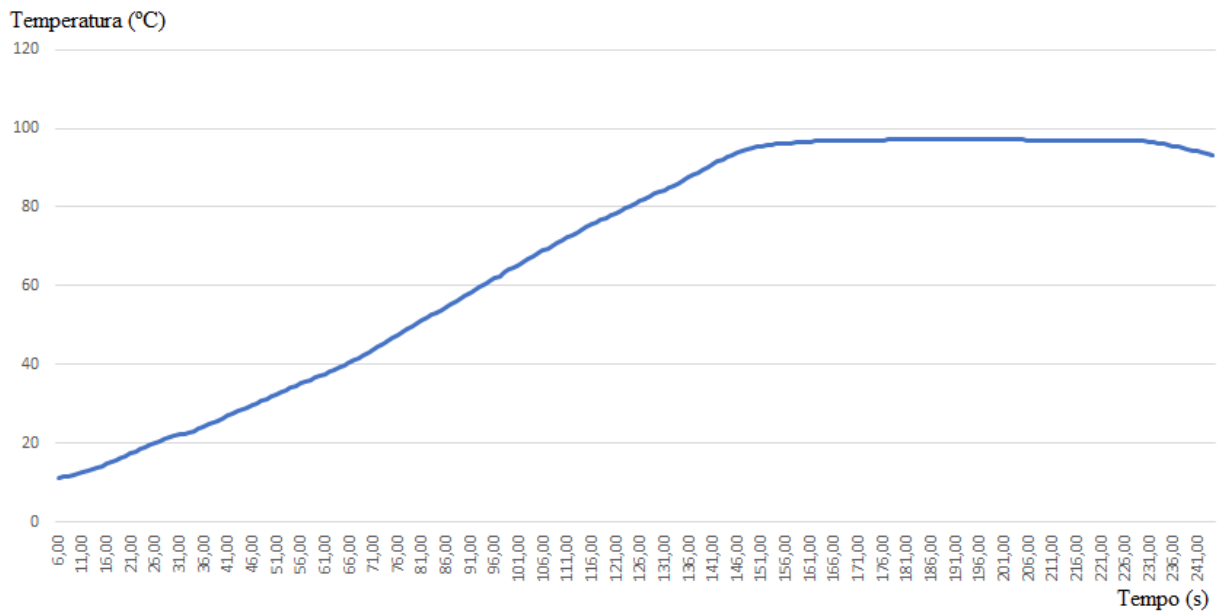
Observando o gráfico do experimento, responda:

- 1- Quais as variáveis medidas?
- 2- Em qual coordenada iniciou-se o gráfico?
- 3- Em qual coordenada a curva ficou constante?
- 4- Qual foi a variação de temperatura do início até o ponto que ela estabilizou?

- 5- Por que, inicialmente, o gráfico tem uma inclinação angular e em seguida fica constante?
- 6- Depois que tiramos a fonte de calor o que houve com o gráfico?
- 7- Antes de se estabilizar, o gráfico correspondeu a uma função do tipo $f(x) = ax + b$, seguindo a orientação do professor, encontre as variáveis a e b.

A curva mostrada no Excel terá o eixo y como temperatura e o eixo x como o tempo. A figura 7 mostra um resultado obtido em aula, apenas para fins ilustrativos.

Figura 7: Ilustração da curva de aquecimento da água obtida no experimento.



Fonte: Pesquisador

Para a aula dois, os alunos responderão o questionário referente à física, porém tomarão como referência, além da curva de aquecimento da água observada, o questionário respondido na aula anterior. Segue o questionário 2.

3.3.2 Questionário referente à aula 2.

- 1- Por que o gráfico não começou no ponto zero para a temperatura?
- 2 - A função encontrada $F(x) = a \cdot x + b$ tem relação com a fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Qual?
- 3 - Por que o ponto onde temperatura se estabilizou foi menor que 100°C ? Como é chamado esse ponto?

4 - Como poderíamos proceder para aumentar o valor do ponto de estabilização da temperatura? E diminuir?

5 - Sabendo que o valor do calor específico da água é $1\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ e que a massa da água utilizada é 20 gramas, usando a fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, calcule a quantidade de calor que a chama forneceu à água.

6 - Sabendo que o calor latente de vaporização da água é 540 cal/g . Qual será a quantidade de calor necessária para transformar todo o líquido do experimento em vapor?

7 - Dada a quantidade de calor calculada em 5, calcule a potência das chamas das velas usando a fórmula $P = \frac{Q}{\Delta t}$. (Δt variação de tempo em segundos).

8 - Calcule a capacidade térmica da massa de água utilizada. Use $C = \frac{Q}{\Delta T}$.

Na aula três, os alunos responderão o questionário onde colocarão suas opiniões sobre o aprendizado usando a aula experimental, nesse momento é que se pode levantar o aproveitamento e satisfação dos discentes. Esse questionário é opcional, será usado apenas se o professor achar necessário.

3.3.3 Questionário referente à aula 3.

Questionário da opinião dos alunos sobre experimento de curva de aquecimento da água.

1 - Você acha que aprender Física tem alguma utilidade para sua vida?

() sim

() não

Em caso negativo, por quê? Em caso positivo, qual?

2 - Como você classifica o trabalho realizado sobre Termologia em sua sala de aula?

() positivo

() negativo

Justifique

3 - Quais os aspectos a serem destacados a partir da aula com o experimento?

a) O experimento colaborou com o ensino do conteúdo? () sim () não

Porquê?

b) O experimento aumentou a participação dos alunos? () sim () não

Se sim, de que forma?

Se não, porquê?

c) O experimento colaborou com a prática do professor? () sim () não

Se sim, de que forma?

Se não, porque?

4 - Você se recorda de alguma outra aula (física ou outra matéria) em que foi usado experimento? O que você achou dessa aula já vista?

5 - Elabore uma crítica ou sugestão relacionada à aula.

Considerações finais

Espera-se que este projeto sirva como ferramenta e inspiração para os demais colegas professores. O mesmo foi trabalhado pensando sempre na sua difusão para servir como ferramenta de auxílio ao professor. Os materiais de baixo custo em conjunto com a plataforma Arduino podem servir para outras ideias; foi percebido o seu grande potencial.

Conforme poderá ser visto através da análise das respostas dos alunos, a aula experimental para demonstrar a curva de aquecimento da água, pode ser proveitosa para despertar o interesse pelo fenômeno. Busca-se uma maior interação e envolvimento dos alunos com a aula, na intenção de que estes façam perguntas uns aos outros, além de brincadeiras como adivinhar valores no gráfico.

Através das respostas dos questionários, sobre matemática e física, o professor poderá perceber o entendimento do conteúdo e a ligação das duas disciplinas, trabalhando a interdisciplinaridade.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Rev. Bras. Ensino Fis. vol.25 no.2 São Paulo, 2003.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA S. M.; NARDI R. **Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências.** Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LEIRIA T. F.; MATARUCO S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física.** V Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente. SIPD – Catedra Unesco. PUCPR 2015.

MARTINS, A. A.; GARCIA; N. M. D. **Ensino de física e novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Unicamp. Campinas. 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. O. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente.** Acta Scientiae, v.12, n.1, jan./jun. 2010.

SILVA, J. L. S.; MELO, M. C.; CAMILO, R. S.; GALINDO, A. L; e VIANA, E. C. **Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35.** XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA. 2014.