MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS VARIÁVEIS DE ESTADO DE UM GÁS IDEAL COM USO DO ARDUINO

João Michels Cardoso

Orientador:
Prof. Dr. Marcelo Zannin da Rosa.

Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá
no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)

Março
2019

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a):

As ciências da natureza – física, química e biologia - fazem uso de leis, modelos matemáticos e representações para a interpretação dos dados empíricos, explicação de fenômenos cotidianos e aplicações em diversos setores da indústria. Nesse sentido, Silva (2016) sugere que devem ser aplicadas diversas iniciativas para minimizar a atual má formação em física na educação básica e despertar o interesse dos discentes pelas áreas de ciência e tecnologia.

Os custos dos experimentos didáticos em física têm diminuído nos últimos anos e muitas propostas de baixo custo estão sendo sugeridas em anais de congressos, artigos, dissertações e teses, como, por exemplo, nos trabalhos de Souza (2011), Santos (2015) e Silveira (2016). Todavia, ainda existem muitos experimentos não acessíveis por questões financeiras. Nesse sentido, a plataforma Arduino têm se destacado nas iniciativas de introdução de experimentação e aquisição de dados no ensino. Ela possui, além do baixo custo, material de consulta abundante disponível na internet, é de fácil utilização para leigos em programação e possibilita a interação com diversos fenômenos físicos abordados no ensino médio.

Dentre os diversos objetos de estudo da disciplina de Física no ensino médio, destaca-se – usualmente na segunda série – o estudo da termologia. Os conceitos de temperatura e calor, dilatação térmica, gases ideais, termodinâmica, entre outros, são tratados a partir de modelos simples que, no entanto, são sustentação para aqueles que optam pela área tecnológica, dada a vasta aplicabilidade de tais conceitos. Além de sua importância como base para o ensino superior, tais conteúdos são recorrentes nos exames – ENEM e vestibulares – para ingresso na graduação.

Nesse sentido, este material de apoio, desenvolvido como parte integrante ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) demonstra a construção de um aparato experimental de baixo custo com utilização do Arduino e propõe sua aplicação em uma sequência didática pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Transformação Isotérmica. 5
Figura 2. Transformação Isobárica. 5
Figura 3. Transformação Isocórica. 6
Figura 4. Fluxograma do algoritmo. 9
Figura 5. Plataforma em MDF. 12
Figura 6. Cilindro de PVC. 12
Figura 7. Tampas de PVC. 13
Figura 8. Anéis de borracha para vedação. 13
Figura 9. Grafite em pó. 14
Figura 10. Barras de aço. 14
Figura 11. Porcas sextavadas. 15
Figura 12. Cola quente. 15
Figura 13. Arduino UNO R3. 15
Figura 14. Jumpers. 16
Figura 15. Sensor BMP 180. 16
Figura 16. Sensor HC-SR04. 17
Figura 17. Display LCD. 17
Figura 18. Potenciômetro WH148-1. 17
Figura 19. Protoboard. 18
Figura 20. Bateria 9V. 18
Figura 21. Tampa inferior do cilindro. 19
Figura 22. Tampa superior do cilindro. 19
Figura 23. Montagem do pistão. 19
Figura 24. Guia do pistão. 20
Figura 25. Torno mecânico. 20
Figura 26. Fixação do cilindro na plataforma. 21
Figura 27. Sensores fixados no cilindro. 21
Figura 28. Circuito do Arduino. 22
Figura 29. O produto educacional. 24

SUMÁRIO

1 REFERENCIAL TEÓRICO 4
1.1 GASES IDEAIS 4
1.1.1 Lei de Boyle 4
1.1.2 Lei de Charles 5
1.1.3 Lei de Gay-Lussac 6
1.1.4 Equação de Clapeyron 6
2 METODOLOGIA 8
2.1 A PROGRAMAÇÃO 8
2.1.1 Programas Utilizados 8
2.1.2 Bibliotecas Utilizadas 8
2.1.3 O Algoritmo 9
2.2 A MONTAGEM DO EXPERIMENTO 11
2.2.1 Materiais Utilizados 11
2.2.2 Montagem do Experimento 18
2.2.3 Montagem do Circuito 21
2.3 SUGESTÃO DE PLANO DE AULA 24
2.4 SUGESTÃO DE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 29
REFERÊNCIAS 30

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 GASES IDEAIS

Todo gás é formado de partículas (átomos, moléculas ou íons) que deslocam-se livremente. No estado gasoso, a matéria tem a característica de se expandir espontaneamente, ocupando a totalidade do recipiente que a contém. Sendo assim, não tem forma nem volume definidos e consiste em uma coleção de partículas (moléculas, átomos, íons, elétrons, etc.) cujos movimentos são aproximadamente aleatórios.

Segundo Netz e Serrano (2002), as moléculas de gás ideal movem-se com velocidade constante em linha reta e não interagem entre si. O volume efetivamente ocupado pelas moléculas é desprezível quando comparado com o volume do recipiente. Estritamente falando, o volume molecular de um gás ideal é nulo.

As variáveis pressão, volume e temperatura são chamadas de variáveis de estado. E suas relações são definidas pelas leis de Boyle, Charles e Gay-Lussac.

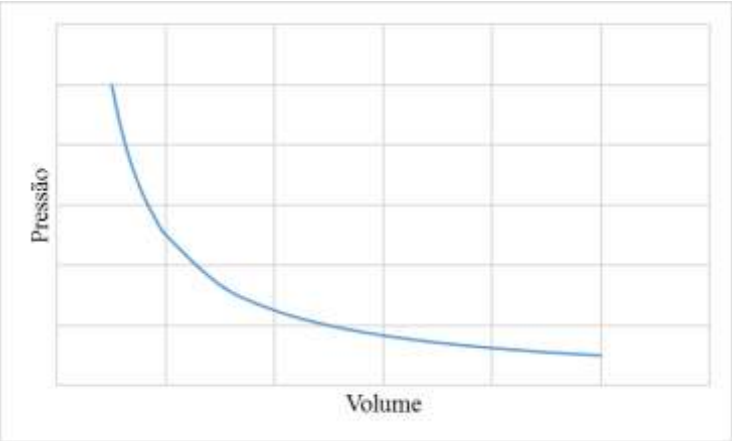
1.1.1 Lei de Boyle

De acordo com Ness (2005), Robert Boyle, realizou as primeiras medidas quantitativas de pressão (P) e volume (V) em sistemas gasosos. Desempenhou um papel importante em direção à descrição atomística dos gases, tendo sido interpretada por Daniel Bernoulli como devendo-se ao fato de a pressão de um gás ser resultado de um efeito cinético de seus átomos. Boyle percebeu também, que "**o volume é inversamente proporcional à pressão quando a temperatura é mantida constante"**. Sendo 1 e 2 diferentes estados da amostra gasosa, temos:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \qquad (1)$$

De forma geral, em especial no ensino médio, as transformações gasosas são representadas em diagramas de pressão por volume, chamados diagramas de Clapeyron. A representação gráfica de grandezas inversamente proporcionais é uma hipérbole, conforme a **Figura 1**.

Figura 1. Transformação Isotérmica.



Fonte: O autor, 2018.

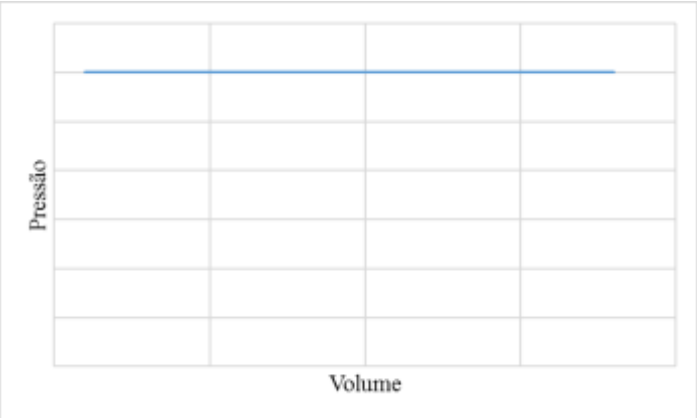
1.1.2 Lei de Charles

Segundo Castellan (2007), a verificação experimental da relação entre volume e temperatura, para uma pressão constante, foi realizada por Jacques Charles. Uns anos mais tarde, Louis Joseph Gay-Lussac chegou ao mesmo resultado - hoje conhecida como Lei de Charles ou primeira Lei de Charles e Gay-Lussac: "**Sob uma mesma pressão, o volume de um gás varia linearmente com a temperatura**".

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad (2)$$

Sendo mantida a pressão constante, a representação no diagrama PV é, portanto, uma reta horizontal.

Figura 2. Transformação Isobárica.



Fonte: O autor, 2018.

1.1.3 Lei de Gay-Lussac

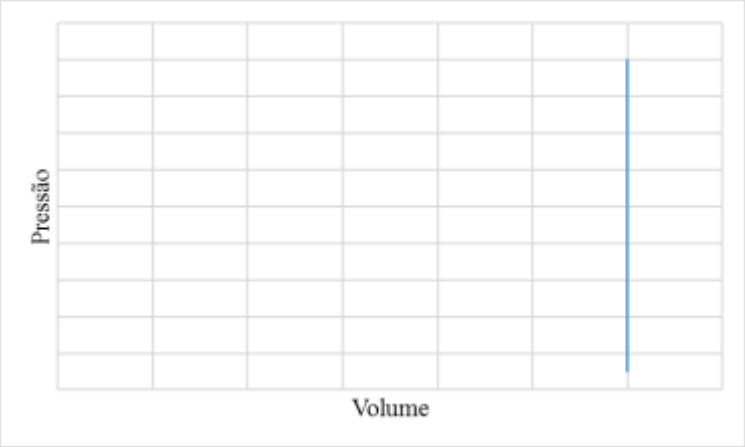
Atkins (2008), afirma que um outro tipo de transformação pode ocorrer num sistema gasoso - a transformação isocórica, durante a qual o volume do gás se mantém constante, enquanto a pressão e a temperatura variam. As pesquisas realizadas com processos isocóricos conduziram à Lei de Gay-Lussac ou segunda Lei de Charles e Gay-Lussac: "**Mantendo-se constante o volume, as pressões de uma massa gasosa variam linearmente com a temperatura**".

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \qquad (3)$$

Camel (2013), afirma que Gay-Lussac concluiu também que, partindo do mesmo volume inicial, o aumento de volume era igual para todos os gases, para igual aumento de temperatura.

Dado o volume constante, a representação gráfica no diagrama de Clapeyron será uma reta vertical.

Figura 3. Transformação Isocórica.



Fonte: O autor, 2018.

1.1.4 Equação de Clapeyron

De acordo com Castellan (2007), a Lei de Avogadro, decisiva para o desenvolvimento posterior da teoria atómico-molecular coloca: “volumes iguais de gases diferentes contêm igual número de moléculas quando medidos nas mesmas condições de

temperatura e pressão”. Portanto, o volume de um gás ideal é proporcional ao número de moléculas (n):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (4)$$

Atkins (2008) afirma que Emil Clapeyron reunindo os trabalhos experimentais de Boyle, Charles, Gay-Lussac e Avogadro chegou a equação da Lei dos Gases Ideais:

$$PV = nRT \qquad (5)$$

Sendo R a constante dos gases ideais, de valor, no S.I., 8,314 J/mol K. Esta equação é aproximada para qualquer gás, mesmo não considerando o modelo de gás ideal. Seu ajuste aos dados experimentais melhora quando a pressão tende a zero. O gás ideal segue exatamente esta equação.

Segundo Atknis (2008), a equação do gás ideal tem grande importância física e é relevante na dedução de uma variedade de relações termodinâmicas. Além disso, esta equação também tem significativa utilidade para o cálculo das propriedades de um gás em diversas situações. Com exemplos tem-se, o volume molar de um gás em condições normais de temperatura de pressão. Pode-se considerar, dessa forma, a pressão de 1 bar (10^5 Pa) e 273,15 K, nessas condições obtém-se o volume molar (V/n) de 22,414dm^3mol^{-1}.

Castellan (2007) afirma que, em condições normais, a maioria dos gases reais tem comportamento que se desvia apenas levemente do ideal. Em sistemas a alta pressão, que começaram a ser importantes com o avanço da tecnologia, não seguem o formalismo descrito até aqui. Seu comportamento desvia-se consideravelmente do comportamento dos gases ideais. Esses gases são chamados de gases reais e existem outros modelos, que não são objeto de estudo do presente trabalho, para o equacionamento dos gases sob essas condições.

2 METODOLOGIA

Nesta seção são expostos os métodos utilizados para a construção do produto educacional e propostas para sua aplicação em sala de aula

2.1 A PROGRAMAÇÃO

As seções seguintes tratam da metodologia computacional para o desenvolvimento do experimento.

2.1.1 Programas Utilizados

Alguns softwares são requisitos para a implementação da atividade prática, conforme a presente metodologia. São eles:

- **Arduino IDE:** é a interface de programação do Arduino. Seu download está disponível no site da plataforma (https://www.arduino.cc/en/Main/Software) e é nessa interface que o algoritmo é desenvolvido;
- **PLX-DAQ:** trata-se de um suplemento de software para o Microsoft Excel. Ele adquire dados de qualquer microcontrolador e eleva os números em colunas à medida que eles chegam. Essa ferramenta fornece uma fácil análise de planilha de dados coletados no campo, análise laboratorial de sensores e monitoramento de equipamentos em tempo real. Foi utilizada para transposição dos dados lidos pelos sensores para o editor de planilhas para a construção dos gráficos em tempo real. Pode ser obtido no site de sua desenvolvedora, a empresa Parallax (https://www.parallax.com/downloads/plx-daq).
- **Microsoft Office/Excel 2000 ou 2003®:** são os editores de planilhas suportados pelo programa PLX-DAQ. Não foram feitos testes com versões mais novas.
- **Microsoft Windows 7® ou versão anterior:** a funcionalidade do programa PLX-DAQ foi testada somente no sistema operacional Windows 7. O programa funcionou perfeitamente, apesar de a Parallax indicar que o mesmo requer Windows 98.

2.1.2 Bibliotecas Utilizadas

Bibliotecas são, em programação, conjuntos de funções já escritas por outros programadores. O site do Arduino fornece algumas bibliotecas e ferramentas de busca para

outras (https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries). Além disso, o próprio programa Arduino IDE possui um buscador de bibliotecas em Sketch>Import Library.

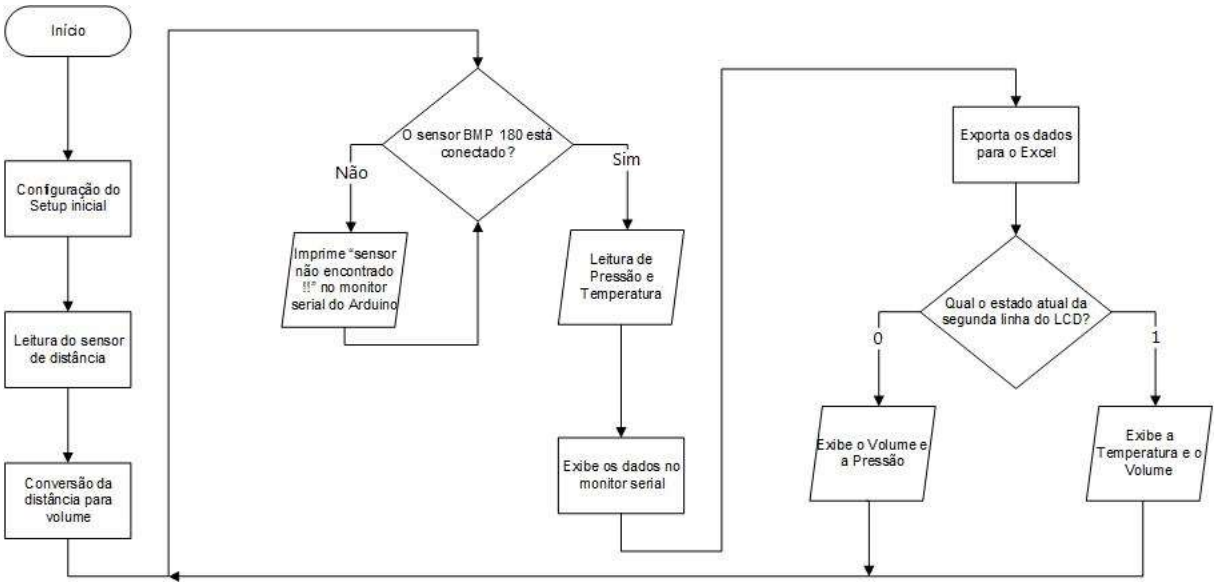
Para o programa desenvolvido, são necessárias as seguintes bibliotecas:

- **Wire.h:** essa biblioteca permite que você se comunique com dispositivos I2C (Inter-Integrated Circuit). No programa, ela tem a função de comunicação com o sensor de temperatura e pressão BMP180.
- **Adafruit_BMP085.h:** é uma biblioteca específica para o sensor BMP180. Ela simplifica a programação para o seu funcionamento.
- **Ultrasonic.h:** é a biblioteca para o sensor ultrassônico utilizado na leitura da distância (volume). Torna mais fácil a programação para o funcionamento do sensor.
- **LiquidCrystal.h:** essa biblioteca permite que a placa Arduino controle um display LCD. Está relacionada com a leitura dos dados no visor LCD.

2.1.3 O Algoritmo

O algoritmo em questão pode ser descrito pelo fluxograma demonstrado na **Figura 4**.

Figura 4. Fluxograma do algoritmo.



Fonte: O autor, 2018.

As linhas de código utilizadas no Arduino IDE são:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
#include <Ultrasonic.h>
```

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12,11, 5, 4, 3, 2);
const int echoPin = 7;
const int trigPin = 6;
Ultrasonic ultrasonic(trigPin,echoPin);
int distancia;
String result;
Adafruit_BMP085 bmp180;
int mostrador = 0;

void setup()
{
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  if (!bmp180.begin())
  {
    Serial.println("Sensor nao encontrado !!");
    while (1) {}
  }
   Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL, Hora,Volume ,Pressao");
}

void loop()
{
    hcsr04();
    Serial.print("DATA, TIME,");
    Serial.print(result);
    Serial.print(",");
    Serial.println(bmp180.readPressure());
    delay (3000);

  lcd.setCursor(0, 0);
   lcd.print("Temp.:");
    lcd.print(bmp180.readTemperature()+273);
    lcd.print(" K");
    if (mostrador == 0)
```

```
   {
    lcd.setCursor(0, 1);
     lcd.print("                ");
     lcd.setCursor(0, 1);
     lcd.print("Press.:");
     lcd.print(bmp180.readPressure());
     lcd.print(" Pa");
   }
    if (mostrador == 1)
   {
    lcd.setCursor(0, 1);
     lcd.print("                ");
     lcd.setCursor(0, 1);
     lcd.print("Vol.:");
     lcd.print(result);
     lcd.print (" mL");
   }
    mostrador = !mostrador;
}

void hcsr04(){
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    distancia = (ultrasonic.Ranging(CM))*(ÁREA DA BASE EM CM²);
    result = String(distancia);
    delay(500);
}
```

2.2 A MONTAGEM DO EXPERIMENTO

2.2.1 Materiais Utilizados

Essa seção é reservada à especificação de todos os materiais utilizados na montagem do experimento didático. É importante salientar que diversas adaptações podem ser feitas.

- **Chapa de MDF:**

É interessante o uso de uma chapa de MDF como plataforma para o experimento.

Figura 5. Plataforma em MDF.

Fonte: O autor, 2018.

- **Cano PVC 80 mm:**

O cilindro é feito de um pedaço de, aproximadamente, 20 cm de um cano PVC de 80 mm de diâmetro interno. As vantagens desse material são o baixo custo e o fato de possuir ótima simetria em seu diâmetro.

Figura 6. Cilindro de PVC.

Fonte: O autor, 2018.

- **Tampão para Cano PVC 80 mm:**

O cilindro deve ser vedado com tampas, também de PVC. Na figura abaixo, verifica-se a tampa superior do cilindro, já com os furos para passagem de ar.

Figura 7. Tampas de PVC.

Fonte: O autor, 2018.

- **Anel de vedação O-ring de 72 mm:**

A vedação do pistão pode ser feita através de um anel de borracha de vedação.

Figura 8. Anéis de borracha para vedação.

Fonte: O autor, 2018.

- **Grafite em pó – Lubrificante:**

Para a lubrificação interna do cilindro, o grafite em pó produz os melhores efeitos.

Figura 9. Grafite em pó.

Fonte: O autor, 2018.

- **Barras roscadas de aço:**

A guia do pistão e o suporte para o cilindro foram construídas através de hastes de aço com roscas.

Figura 10. Barras de aço.

Fonte: O autor, 2018.

- **Porcas sextavadas:**

Os encaixes necessários na guia do pistão e no suporte podem ser feitos com pequenas porcas de aço, facilmente encontradas em lojas de materiais. As porcas devem possuir dimensões idênticas às hastes utilizadas. Além disso, um pequeno pedaço de aço é utilizado para prender o cilindro ao restante do aparato.

Figura 11. Porcas sextavadas.

Fonte: O autor, 2018.

- **Cola quente:**

  Para vedação da parte de baixo do cilindro, utiliza-se cola quente.

Figura 12. Cola quente.

Fonte: O autor, 2018.

- **Placa Arduino UNO R3:**

  Qualquer outro modelo de Arduino pode ser utilizado.

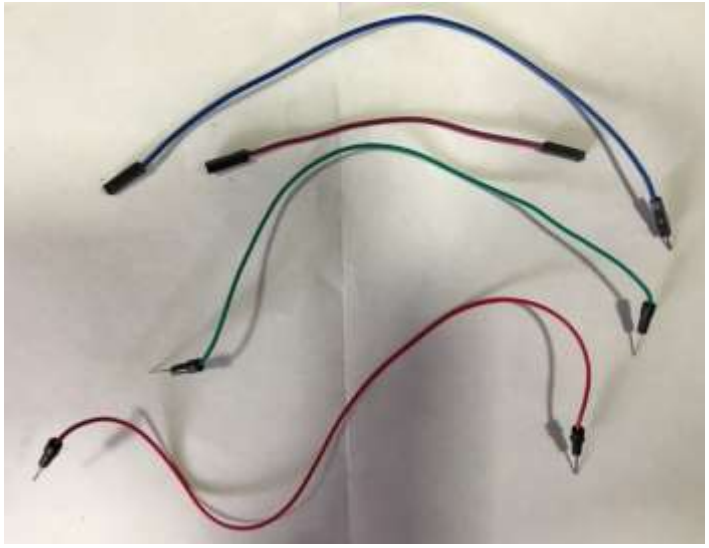
Figura 13. Arduino UNO R3.

Fonte: O autor, 2018.

- **Jumpers:**

As conexões podem ser realizadas através de jumpers macho/macho e macho/fêmea, conforme a necessidade. Eles podem ser adquiridos juntamente ao Arduino, em kits, ou em isoladamente em pacotes de diversas unidades.

Figura 14. Jumpers.



Fonte: O autor, 2018.

- **Sensor BMP 180:**

O sensor BMP 180 para Arduino é um sensor de pressão e temperatura. Segundo o *datasheet* do produto, sua *range* de leitura é 300-1100 hPa e sua *accuracy* é de 0,5 hPa. Não foram encontrados dados referentes aos seus limites na leitura de temperatura. Ele é utilizado no experimento dentro do cilindro, para medida dessas propriedades do gás.

Figura 15. Sensor BMP 180.

Fonte: O autor, 2018.

- **Sensor HC-SR04:**

O sensor HC-SR04 é um sensor de distância ultrassônico. Segundo o *datasheet* do produto, sua *range* de leitura é de 2 cm até 4 m e sua *accuracy* é de 3 mm. É utilizado para medida indireta do volume de ar dentro do cilindro.

Figura 16. Sensor HC-SR04.

Fonte: O autor, 2018.

- **Display LCD Arduino:**

Para visualização dos valores medidos, é utilizado um display LCD para Arduino.

Figura 17. Display LCD.

Fonte: O autor, 2018.

- **Potenciômetro WH148-1:**

Para controlar o brilho do display LCD, utiliza-se um potenciômetro para Arduino.

Figura 18. Potenciômetro WH148-1.

Fonte: O autor, 2018.

- **Protoboard 400 pontos:**

A protoboard é uma matriz de contato utilizada para montagem de circuitos elétricos.

Figura 19. Protoboard.

Fonte: O autor, 2018.

- **Bateria 9V:**

O experimento pode ser realizado sem o uso do computador. Para isso, é necessário o uso de uma bateria de 9V conectada ao Arduino.

Figura 20. Bateria 9V.

Fonte: O autor, 2018.

2.2.2 Montagem do Experimento

A peça principal do experimento, o cilindro de PVC com êmbolo móvel, é construída, em um primeiro momento, com duas tampas do mesmo material. Na tampa debaixo deve ser feito um furo e um vinco para a passagem dos cabos, conforme a **Figura 21**.

Figura 21. Tampa inferior do cilindro.

Fonte: O autor, 2018.

A tampa superior precisa ser perfurada cinco vezes: um furo central para a passagem da guia do êmbolo e quatro para a passagem de ar que permite o movimento do pistão.

Figura 22. Tampa superior do cilindro.

Fonte: O autor, 2018.

Com o cilindro montado, podem ser feitos o pistão e a guia para movimentá-lo. O pistão é feito com um tampão de PVC e uma borracha de vedação. A peça é furada com o mesmo diâmetro da barra de aço utilizada como guia e uma fenda foi feita em sua lateral, para o encaixe do o-ring utilizado na vedação.

Figura 23. Montagem do pistão.

Fonte: O autor, 2018.

A guia é fixada no pistão com uma pequena porca. No outro lado da guia coloca-se um pino, também fixado através de uma porca, para facilitar a movimentação do conjunto.

Figura 24. Guia do pistão.

Fonte: O autor, 2018.

Algumas peças **podem ser** (é possível fazer o acabamento sem tal equipamento) torneadas para aperfeiçoar o encaixe. A lubrificação interna é feita com grafite em pó.

Figura 25. Torno mecânico.

Fonte: O autor, 2018.

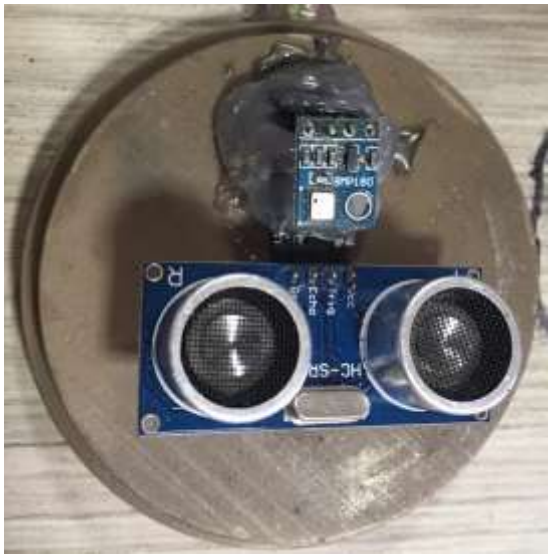
O Arduino deve ser em uma extremidade da plataforma de MDF. A protoboard colada no centro e o cilindro na outra extremidade. Para fixação do pistão, utilizam-se as duas hastes metálicas. Essas, além de fixarem o cilindro na plataforma, permitem melhor movimentação para o pistão e garantem que as tampas não estourem com o aumento da pressão.

Figura 26. Fixação do cilindro na plataforma.

Fonte: O autor, 2018.

Os jumpers precisam ser atravessados através da abertura inferior do cilindro e a mesma deve ser tapada com cola quente.

Figura 27. Sensores fixados no cilindro.

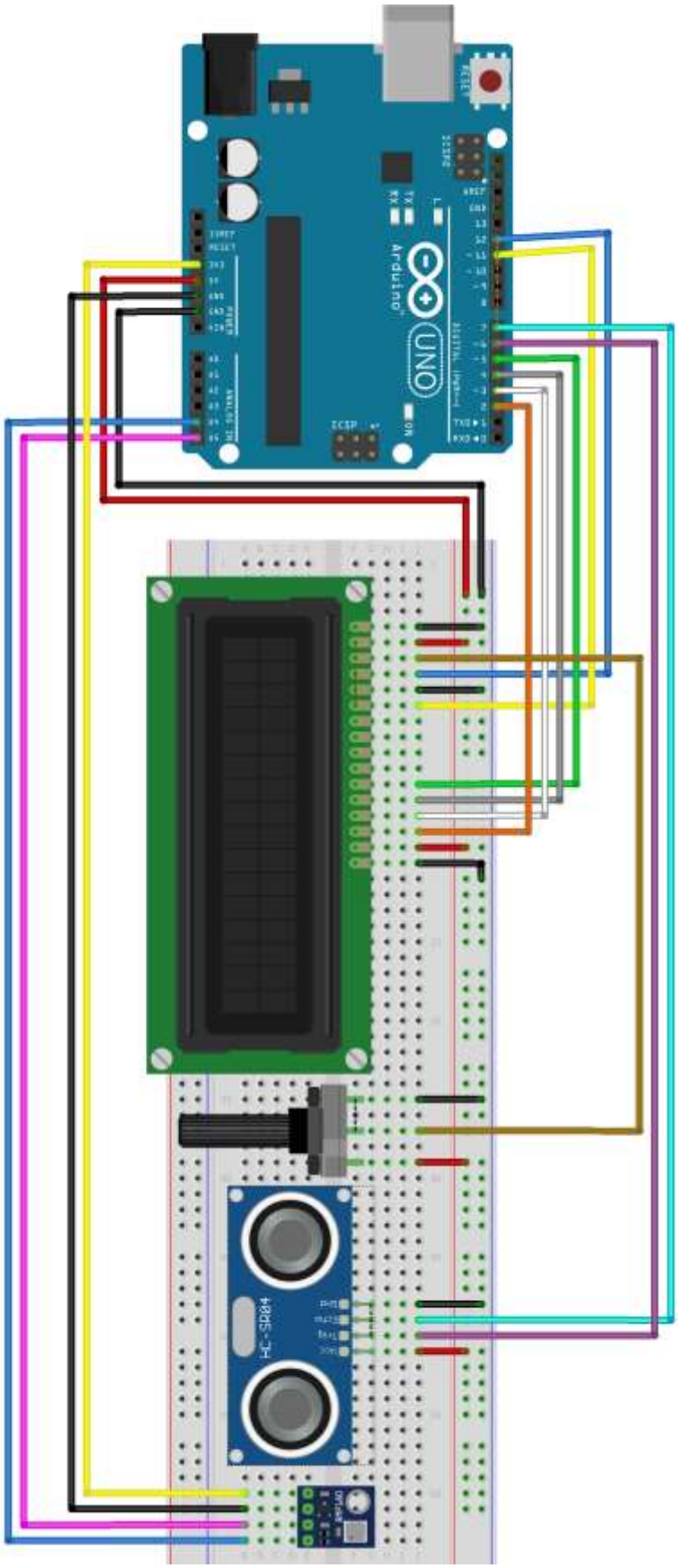


Fonte: O autor, 2018.

2.2.3 Montagem do Circuito

Para o funcionamento do algoritmo descrito anteriormente, o circuito foi montado conforme a **Figura 28**, sendo que os sensores foram colocados, através de jumpers, dentro do cilindro e não diretamente na protoboard.

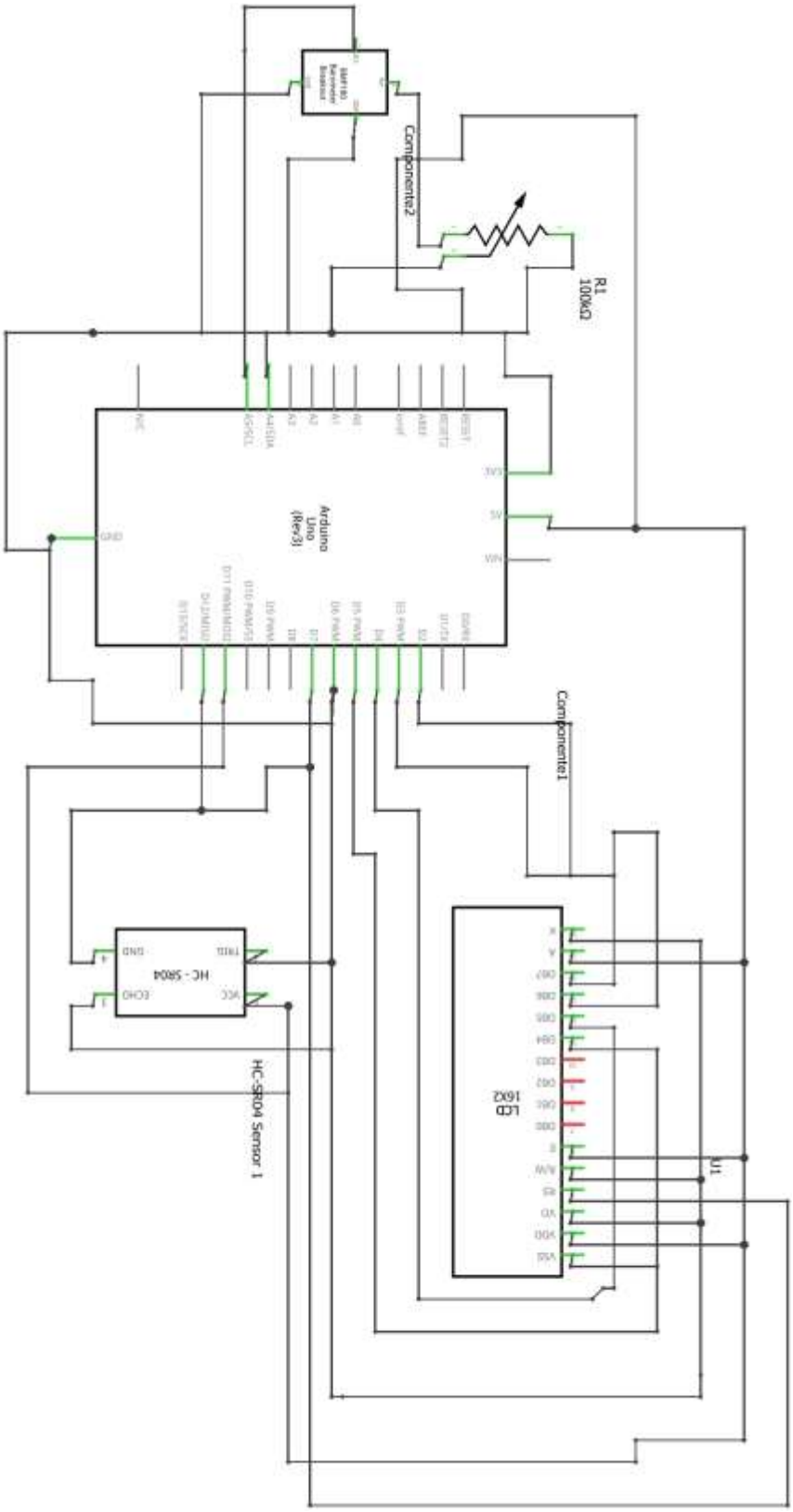
Figura 28. Circuito do Arduino.



Fonte: O autor, 2018.

O diagrama esquemático do circuito pode ser representado pela seguinte ilustração.

Figura 29. Esquemático do circuito.



Fonte: O autor, 2018.

O produto educacional completo pode ser visualizado na **Figura 30**.

Figura 30. O produto educacional.

Fonte: O autor, 2018.

2.3 SUGESTÃO DE PLANO DE AULA

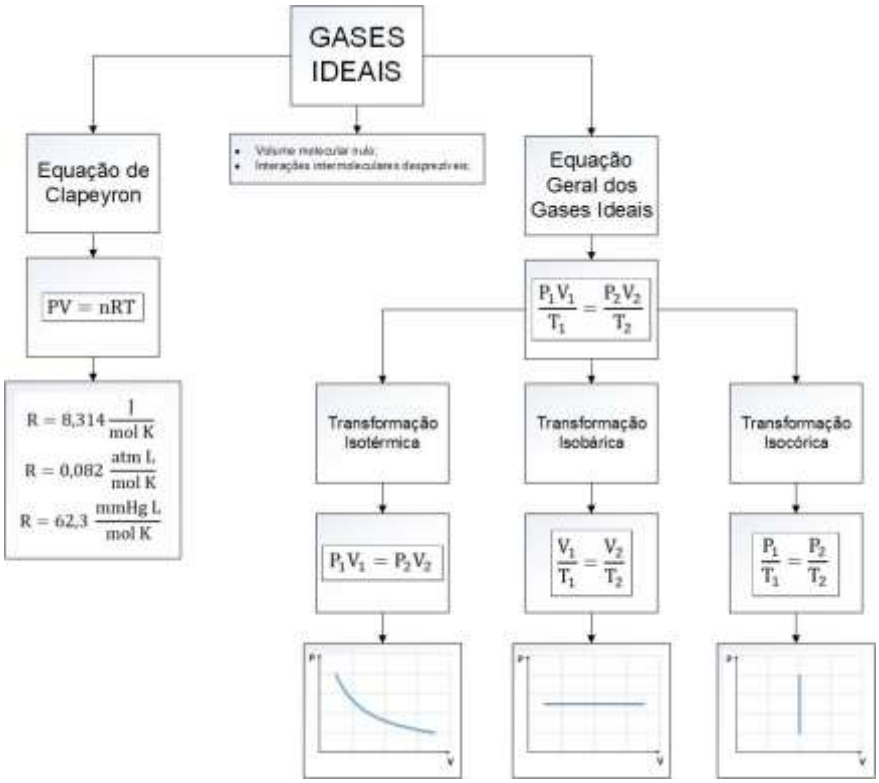
OBJETIVOS
GERAL • Aplicar em sala de aula um kit experimental que demonstre o comportamento das variáveis de estado de um Gás Ideal com auxílio do arduino, em uma sequência didática sob a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.
ESPECÍFICOS • Verificar as condições para que um gás tenha o comportamento ideal; • Reconhecer o equacionamento do modelo dos gases ideais; • Compreender as relações entre as variáveis de estado de um gás através de um experimento didático com uso do Arduino; • Analisar graficamente o comportamento de um gás e interpretar dados quantitativos coletados na prática.

CONTEÚDO
• Gases ideais: o que são e quais suas características; • Equação de Clapeyron; • Equação Geral dos Gases Ideais; • Transformações Gasosas.

METODOLOGIA
Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o processo de interação entre um subsunçor e um novo conceito potencialmente significativo produz um novo subsunçor, modificado e ampliado, pela combinação de ambos. Conforme Moreira (1998), "novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados". Esse processo é chamado por Ausubel de reconciliação integrativa. Moreira (1998) destaca que o processo de reconciliação integrativa também resulta na chamada diferenciação progressiva. O processo de diferenciação progressiva, para Ausubel, está relacionado à ementa de uma matéria de ensino. Nela, **os tópicos mais gerais são apresentados no início da disciplina e são diferenciados ao longo do curso em termos de especificidade.** Segundo Ausubel (1978) apud Moreira (1998), existem duas hipóteses para essa lógica: 1º) os seres humanos entendem melhor os conceitos específicos de um todo conhecido, do que um todo à partir de suas partes específicas previamente conhecidas; 2º) **a organização do conteúdo de uma disciplina, na mente de um indivíduo, se dá de forma hierárquica, onde as ideias gerais estão no topo e incorporam as mais específicas.** Já a reconciliação integrativa é a forma no qual o processo de instrução deve relacionar as ideias, apontando similaridades e diferenças nos tópicos abordados. Uma forma de relacionar conceitos afim de produzir os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa que torna evidente as relações entres diferentes conceitos de uma matéria são os mapas conceituais. Moreira (2012) apud Kiefer e Pilatti (2014) define que **"mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos".**

Dessa forma, a aula será exposta na forma de um mapa conceitual, construído na lousa juntamente com os alunos, utilizando a comunicação e oratória para isso. O mapa será estruturado conforme a Figura 1.

Figura 1. Mapa conceitual – Gases Ideais.



Fonte: O autor, 2018.

Sugestão de Roteiro para utilização do produto educacional

Após a explanação o experimento didático será utilizado para construção dos gráficos e verificação prática do comportamento do diagrama de Clapeyron. Na utilização do produto educacional, são sugeridos os seguintes métodos:

1. Pressionar o pistão levemente, verificando a construção do gráfico na planilha. Enquanto a pressão no interior do cilindro se iguala à atmosférica, discutir os dados obtidos com os alunos;
2. Pressionar “Clear Columns” no PLX-DAQ para limpar os dados e puxar o pistão para a posição original. Discutir os dados com os alunos;
3. Permitir que os alunos pressionem e puxem o pistão, para verificação, com as próprias mãos, da variação de pressão durante o movimento do êmbolo;
4. Utilizar uma fonte térmica para demonstrar o aumento de pressão com aumento da temperatura.

Existem outras possibilidades para o kit experimental que o professor pode criar de acordo com sua necessidade disponibilidade de recursos.

AVALIAÇÃO
• Resolução de problemas propostos; • Verificar as exclamações e questionamentos durante a aula; • Discutir com os alunos os conceitos abordados e a metodologia.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.W. **Físico-Química**; vol. 1, 8ª ed. LTC Editora, 2008.
- CALLEN, Herbert B.. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics.** 2. ed. Pennysilvania: John Wiley & Sons, Inc., 1985.
- CASTELLAN, Gilbert W. **Fundamentos de físico-química**. Rio de Janeiro, LTC Editora, 2007
- KIEFER, Neci Iolanda Schwanz; PILATTI, Luiz Alberto. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-23, 15 maio 2014. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/s1982-873x2014000100001
- MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1998.
- VAN NESS, H.C.; ABBOT, M.M. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química**; vol. 1 5ª ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000.
- ROSA, Cleci Teresinha Werner da; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.203-225, 31 dez. 2016. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4005.
- SANTOS, José Altenis dos; MAGNO, Wictor Carlos. **Instrumentação Eletrônica com o Arduino Aplicada ao Ensino de Física.** 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_JoseAltenis.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.
- SOUZA, Anderson R. de et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**,

[s.l.], v. 33, n. 1, p.01-05, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172011000100026

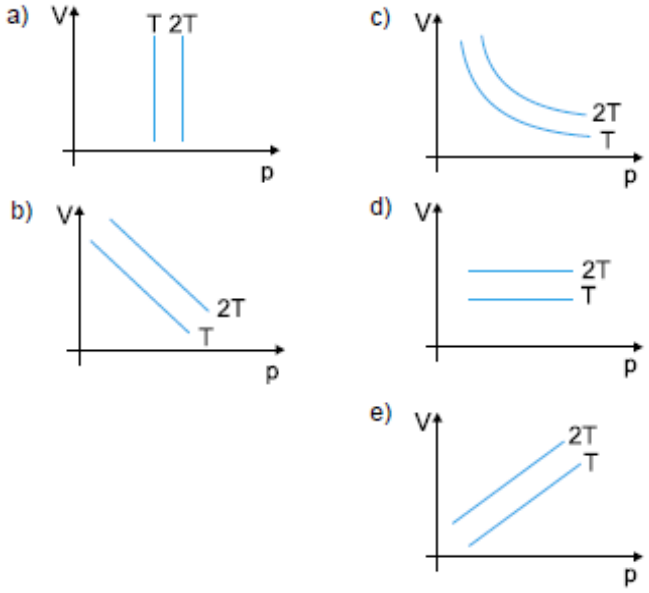
2.4 SUGESTÃO DE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (Fatec-SP) Um gás ideal exerce pressão de 2 atm a 27°C. O gás sofre uma transformação isobárica na qual seu volume sofre um aumento de 20%. Supondo não haver alteração na massa do gás, sua temperatura passou a ser, em °C:
a) 32
b) 54
c) 87
d) 100
e) 120

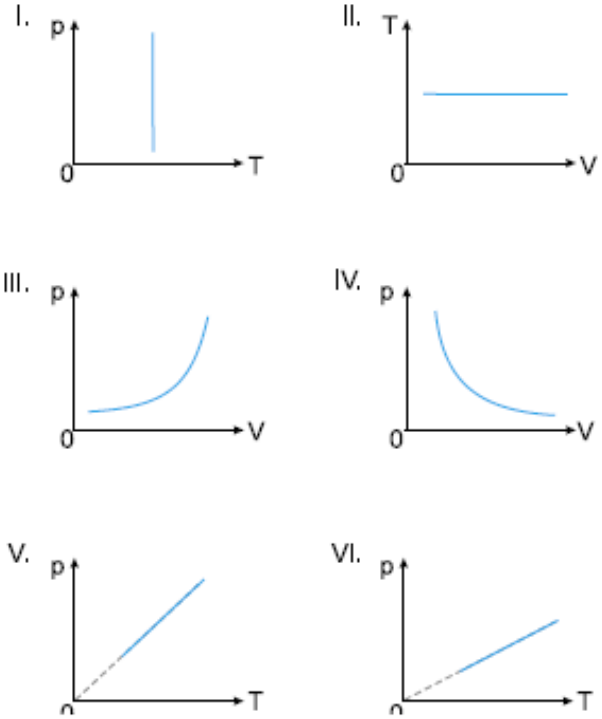
2. (Unopar-PR) Um gás perfeito apresenta, inicialmente, temperatura de 27 °C e pressão de 2 atm. Ao sofrer uma transformação isovolumétrica, sua pressão se eleva para 5 atm, passando, então, sua temperatura, a ser:
a) 54 °C
b) 76,5 °C
c) 270 °C
d) 477 °C
e) 750 °C

3. (Univest-SP) Um gás ideal ocupa um volume V, sob pressão de 1,2 atm e temperatura T, em graus Celsius. Dobrando-se o valor da temperatura em graus Celsius e mantendo-se constante o volume, observa-se que a pressão aumenta para 1,5 atm. Logo, o valor de T, em graus Celsius, é:
a) 68
b) 91
c) 112
d) 143
e) 171

4. (PUC-SP) Chamando p a pressão exercida por um gás e V o seu volume, qual dos gráficos pode representar linhas isotérmicas correspondentes a temperaturas T e 2T, onde T é a temperatura absoluta?



5. (UFSC) Dos gráficos seguintes, podem representar transformações isotérmicas, em sistemas fechados:



a) I, II, e III
b) I, II e V
c) II, IV e VI
d) I, II e IV
e) II, III e V

6. (Cesesp-PE) A 18 °C e 765 mm de mercúrio, 1,29 litro de um gás ideal tem massa 2,71 gramas. A massa molar do gás vale, aproximadamente, em g/mol:
(R = 0,082 atm · L/mol · K)
a) 30
b) 40
c) 50
d) 60
e) 20

Formulário:

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS TEACHERS (United States Of America). **Role of Labs in High School Physics.**1992. Disponível em: <https://www.aapt.org/resources/policy/RoleOfLabs.cfm>. Acesso em: 11 jan. 2019

ARDUINO. **What is Arduino?** Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 18 ago. 2018.

ATKINS, P.W. **Físico-Química**; vol. 1, 8ª ed. LTC Editora, 2008.

CALLEN, Herbert B.. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics.** 2. ed. Pennysilvania: John Wiley & Sons, Inc., 1985.

CAMEL, Tânia de Oliveira; FILGUEIRAS, Carlos Alberto Lombardi. **A importância da lei de Gay-Lussac para a classificação dos compostos orgânicos**. Quím. Nova, São Paulo , v. 36, n. 5, p. 738-747, 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000500022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18/11/2016.

CANTO FILHO, Alberto Bastos do; LIMA, José Valdeni de; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Mapas Conceituais de Projeto: uma ferramenta para projetar objetos de aprendizagem significativa. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru , v. 23, n. 3, p. 723-740, jul. 2017 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000300723&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 14 jan. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170030012.

CASTELLAN, Gilbert W. **Fundamentos de físico-química**. Rio de Janeiro, LTC Editora, 2007

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 4, p.4503-4503, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172011000400018.

CICUTO, Camila Aparecida Tolentino; MENDES, Bárbara Chagas; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. Nova abordagem para verificar como os alunos articulam diferentes materiais instrucionais utilizando mapas conceituais. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo , v. 35, n. 3, p. 1-8, Sept. 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000300019&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Jan. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000300019.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; CICUTO, Camila Aparecida Tolentino; DAZZANI, Bianca. Análise de vizinhança de mapas conceituais a partir do uso de múltiplos conceitos obrigatórios. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru , v. 20, n. 1, p. 133-146, mar. 2014 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132014000100008&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 14 jan. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320140010008.

KIEFER, Neci Iolanda Schwanz; PILATTI, Luiz Alberto. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-23, 15 maio 2014. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/s1982-873x2014000100001

KLEIN, Tânia Aparecida da Silva; LABURð, Carlos Eduardo. MULTIMODOS DE REPRESENTAÇÃO E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: POSSÍVEIS INTERCONEXÕES NA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE BIOTECNOLOGIA. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p.137-152, ago. 2012

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1998.

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

NETZ, Paulo Augusto; ORTEGA, George Gonzáles. **Fundamentos de Físico-Química: uma abordagem conceitual para as ciências farmacêuticas**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

VAN NESS, H.C.; ABBOT, M.M. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química**; vol. 1 5ª ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.203-225, 31 dez. 2016. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4005.

SANTOS, José Altenis dos; MAGNO, Wictor Carlos. **Instrumentação Eletrônica com o Arduino Aplicada ao Ensino de Física.** 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_JoseAltenis.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.

SILVA, José Carlos Xavier; LEAL, Carlos Eduardo dos Santos. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo , v. 39, n. 1, e1401, 2017 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000100501&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Jan. 2019. Epub Oct 13, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0167.

SILVA, Raquel Silveira da; MARTINEZ, Marcia Lorena Saurin. **Dificuldades na Matemática Básica: O Processo de Ensino-Aprendizagem Para a Vida.** 2013. XII Congresso Nacional de Educação. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24274_13230.pdf. Acesso em: 09/01/2019.

SILVEIRA, Sérgio; GIRARDI, Maurício. **Desenvolvimento de um Kit Experimental com Arduino para o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio.** 2016. 275 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/167485/dissertacao.pdf?sequence=5>. Acesso em: 26 ago. 2018.

SOUZA, Anderson R. de et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.01-05, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172011000100026.

TEMCZUK, Rosimeri; BENEVIDES, Paula Francis. **Matemática Básica no Ensino Médio.** 2014. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_utfpr_mat_artigo_rosimeri_temczuk.pdf. Acesso em: 09/01/2019.