



# **Material de Apoio ao Professor de Física**

## **TECNOLOGIAS BASEADAS NA LUZ: ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA**

**Aline Cipriano**

**Orientador: Profa. Dra. Márcia Martins Szortyka**

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

**Dezembro  
2017**

## APRESENTAÇÃO

### Caro (a) professor (a):

Este material de apoio contém o produto didático, desenvolvido a partir do objetivo geral do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Nas próximas páginas, será apresentada uma sequência didática, que poderá ser utilizada na construção de conhecimento em uma perspectiva Vygotskiana. Para tal, será abordada uma revisão bibliográfica referente aos conceitos científicos em função das tecnologias baseadas na luz. Além disso, será exposto também o procedimento para a elaboração de um Produto Interdisciplinar Didático.

O Produto Interdisciplinar Didático composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV-Visível com a plataforma *Arduino*, foi implementado, para fomentar a abordagem interdisciplinar entre física e química. O Material de apoio poderá ser utilizado como ferramenta didática, no processo de ensino aprendizagem, para professores de ambos os componentes curriculares, com o intuito de minimizar a dificuldade dos alunos em relacionar os conceitos teóricos e seus respectivos fenômenos com a realidade norteadora.

Bons Estudos!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Câmera escura.....	8
Figura 2: Reflexão regular e difusa. ....	8
Figura 3: Fenômenos ópticos .....	10
Figura 4: Espectro eletromagnético.....	11
Figura 5: Diagrama esquemático dos elementos do espectro.....	14
Figura 6: Esponja branca. ....	20
Figura 7: Cap - PVC .....	21
Figura 8: Esquema de montagem. ....	22
Figura 9: Esquema de ligação do circuito de leitura.....	22
Figura 10: Código para a programação do Arduino (etapa 1). ....	23
Figura 11: Código para a programação do Arduino (etapa 2). ....	24
Figura 12: Código para a programação do Arduino (etapa 3) .....	25
Figura 13: Código para a programação do Arduino (etapa 4) .....	26

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Dados de absorbância e comprimento de onda.....	17
Quadro 2: Dados de absorbância e concentração.....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais e reagentes .....	15
Tabela 2: Materiais e reagentes .....	19
Tabela 3: Materiais e reagentes .....	27

## SUMÁRIO

1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
1.1 – A NATUREZA DA LUZ .....	6
1.2 – ÓPTICA GEOMÉTRICA .....	7
1.3 – PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA .....	7
1.4 – FENÔMENOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA.....	8
1.5 – ESTUDO DAS CORES .....	10
1.6 – REFLEXÃO, ABSORÇÃO E REFRAÇÃO.....	10
1.7 – FOTOMETRIA.....	11
1.8 – LEI DE LAMBERT-BEER .....	11
1.9 – ESPECTROFOTÔMETROS .....	12
2 – SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS.....	15
2.1 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 1 .....	15
2.2 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 2.....	19
2.2.1 – Metodologia para a confecção do Produto Interdisciplinar Didático .....	19
2.2.2 – Metodologia para a utilização do Produto Interdisciplinar Didático. ....	27
3 - REFERÊNCIAS.....	29

## 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 – A NATUREZA DA LUZ

No início do século XIX os cientistas acreditavam que a luz era constituída de um fluxo de partículas que ao incidir nos olhos estimulava o sentido da visão. Esse modelo corpuscular foi idealizado inicialmente por Isaac Newton e fornecia explicações simples para fenômenos como a reflexão e refração. Em 1678, um físico holandês chamado Christian Huygens, explicou os fenômenos da reflexão e refração através de outro modelo idealizado como modelo ondulatório. (SERWAY & JEWETT, 2004).

O modelo ondulatório não foi imediatamente aceito, já que as ondas conhecidas na época precisavam de um meio material para se propagar, e não havia explicação para a luz se propagar no espaço vazio preenchido pelo éter. Um dos argumentos em relação à natureza ondulatória dizia que a luz poderia contornar obstáculos justificando a visibilidade das arestas dos corpos. Em decorrência da importante reputação de Newton perante a comunidade científica, o modelo ondulatório foi rejeitado por mais de um século (SERWAY & JEWETT, 2004).

Conhecemos atualmente o fenômeno de difração que justifica a capacidade de contornar obstáculos, porém não conseguimos ver as arestas, pois os comprimentos de ondas da luz são extremamente curtos (SISTEMA ÉTICO DE ENSINO, 2015).

O comportamento de interferência caracterizando a natureza ondulatória foi demonstrado com propriedade por Thomas Young em 1801, através do experimento da dupla fenda. Após muitos anos, um físico chamado August Fresnel executou uma série de procedimentos experimentais fortalecendo então o modelo ondulatório. Além dele, em 1850 Jean Foucault forneceu evidência de que o modelo corpuscular era inadequado, posto que a velocidade da luz nos líquidos era menor que no ar (SERWAY & JEWETT, 2004).

James Clerk Maxwell, em 1865 fez uma previsão matemática de que a luz é uma forma de onda eletromagnética de alta frequência. A partir desse acontecimento, Hertz em 1887 confirmou experimentalmente a teoria de Maxwell.

Embora a teoria ondulatória estivesse estabelecida, existiam alguns fenômenos que ela ainda não conseguia explicar como o efeito fotoelétrico descoberto pelo próprio Hertz (SERWAY; JEWETT, 2004).

Só em 1905, através da contribuição de Max Planck com sua constante de proporcionalidade, o efeito fotoelétrico foi explicado por Albert Einstein. Tendo em vista, as contribuições científicas até então, a luz passou a ser considerada ora onda ora partícula, ou seja, caracterizando a natureza dupla. Essa justifica o fato de que em alguns experimentos propriedades ondulatórias podem ser medidas enquanto que em outros a medição é possível apenas das propriedades corpusculares (SERWAY & JEWETT, 2004).

## 1.2 – ÓPTICA GEOMÉTRICA

A óptica tem como objetivo principal o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral, bem como suas propriedades. Considerada também parte fundamental da física que estuda as lentes, os espelhos, instrumentos ópticos, como microscópios, óculos, projetores, telescópios, máquinas fotográficas dentre outros. (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

## 1.3 – PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Como O primeiro princípio conhecido como Propagação Retilínea da luz, diz que a luz em meios homogêneos e transparentes propaga-se em linha reta. A descrição dos fenômenos pode ser feita com a compreensão de raio de luz e dados da análise geométrica. Raios de luz são linhas orientadas que representam a direção e o sentido de propagação da luz (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

O Princípio da Independência dos Raios Luminosos ocorre quando os raios de luz se cruzam ou se interceptam e continuam se propagando na trajetória. (BONJORNO, 2000).

Ambos os princípios podem ser compreendidos melhor através do experimento “câmara escura de orifício”.A câmara escura de orifício consiste numa caixa de paredes opacas, que possui um pequeno orifício por onde a luz do objeto

iluminado passa formando uma imagem invertida na parede oposta ao orifício. A relação entre a altura do objeto ( $o$ ), a altura da imagem ( $i$ ), a distância do objeto à câmara ( $p$ ) e o comprimento da câmara ( $p'$ ) pode ser definida a partir da semelhança entre os triângulos (BONJORNO, 2000).

Na idade média a câmara escura teve muitas aplicações para a compreensão dos fenômenos ópticos. A figura 1 apresenta o esquema da câmara com as propriedades ópticas pertinentes.

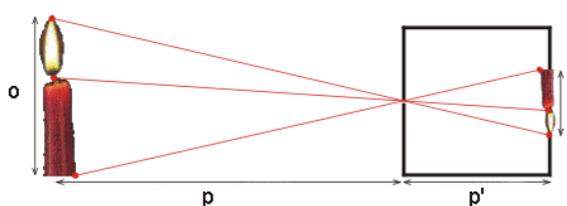


Figura 1 – Câmara escura de orifício. Fonte: Site sofisica, 2017.

O Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz diz que a trajetória seguida pela luz independe do sentido de percurso, ou seja, o trajeto é o mesmo para a ida e a volta (MÁXIMO; ALVARENGA, 2008).

#### 1.4 – FENÔMENOS DA ÓPTICA GEOMÉTICA

Reflexão da luz: A luz, ao incidir sobre um objeto, pode ser refletida de duas maneiras: Reflexão regular e Reflexão difusa conforme a sequência apresentada na figura 2.

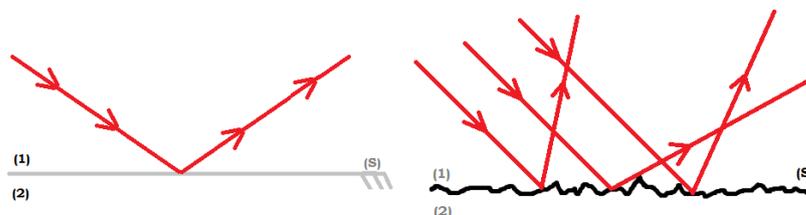


Figura 2 – Reflexão regular e difusa. Fonte: Site ofisicoturista, 2017.

Na reflexão regular, o feixe de raios paralelos retorna mantendo o paralelismo. É o que acontece sobre a superfície plana de um metal.

Já na reflexão difusa o feixe de raios paralelos retorna perdendo o paralelismo, espalhando-se em todas as direções. A reflexão difusa é responsável pela visão dos objetos que nos cercam. São duas as leis que regem a reflexão: a primeira diz que o raio refletido, a reta normal e o raio incidente estão situados no mesmo plano, ou seja, são coplanares; a segunda lei afirma que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência:  $r = i$  (BONJORNNO, 2000).

- Refração da luz: A refração é a variação da velocidade de propagação da luz, quando a mesma muda de meio. A velocidade de propagação da luz na água é menor quando comparada a velocidade de propagação no ar.

O Índice de refração absoluto ( $n$ ) de um meio, para determinada luz monocromática, é a relação entre a velocidade da luz no vácuo  $c$  e a velocidade  $v$  da luz no meio em questão.

A equação 1 representa tal relação:

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Para o ar e o vácuo o índice de refração vale  $n=1$ , assim,  $n$  indica quantas vezes a velocidade da luz no vácuo é maior que a velocidade no meio considerado. O meio que possui maior índice de refração é o que apresenta maior refringência (mais refringente).

Diante disso, a refração apresenta duas leis: a primeira descreve que o raio incidente  $I$ , o raio refratado  $R$  e a normal  $N$  à superfície de separação pertencem ao mesmo plano; a segunda descreve que para cada par de meios e para cada luz monocromática que se refrata é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra, conforme a equação 2 (BONJORNNO, 2000).

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (\text{Lei de Snell-Descartes}) \quad (2)$$

- Absorção da luz: É o fenômeno pelo qual a luz é absorvida pela superfície e transformada em energia térmica.

Os fenômenos ópticos de refração e absorção estão representados abaixo na figura 3.

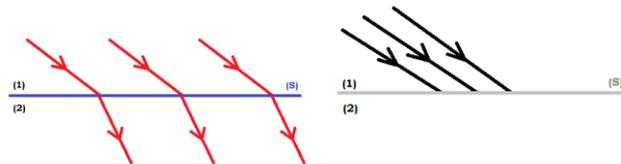


Figura 3 – Fenômenos ópticos. Fonte: Site ofisicoturista, 2017.

## 1.5 – ESTUDO DAS CORES

Alguns conceitos importantes:

- **Fonte policromática:** é aquela que emite luzes de cores distintas, resultando na junção das cores.
- **Fonte monocromática:** é aquela que emite luz de apenas uma cor.

## 1.6 – REFLEXÃO, ABSORÇÃO E REFRAÇÃO

Ao iluminarmos uma blusa azul com luz branca, enxergamos esta blusa azul. Isso acontece porque ela absorve todas as cores contidas no branco e reflete o azul. Entretanto, se iluminarmos esta mesma blusa com uma luz monocromática vermelha, agora enxergaremos ela preta, pois ele vai absorver o vermelho e não refletirá nenhuma cor. Dessa forma, o preto não é cor e sim **ausência de cores**.

## 1.7 – FOTOMETRIA

A fotometria estuda a propriedade que inúmeros compostos químicos possuem de absorver radiações eletromagnéticas. Como esta absorção é específica para um determinado composto, podem-se obter rapidamente dados que poderão auxiliar nas análises qualitativas. Com base em leis simples que regem este fenômeno da absorção, poderemos também obter o valor da concentração de soluções (SASSAKI, 2009).

Define-se colorimetria, como parte da fotometria que possibilita a obtenção das concentrações de soluções através da medida de suas relativas absorções da luz em um dado comprimento de onda. Este comprimento de onda pode estar no intervalo que corresponde à faixa de luz visível e do ultravioleta (SASSAKI, 2009). A figura 4 apresenta o espectro eletromagnético com destaque no gradiente visível.

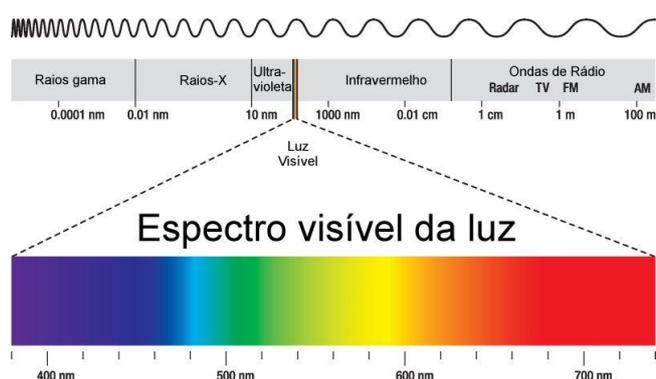


Figura 4 – Espectro eletromagnético. Fonte: Site infoescola, 2017.

## 1.8 – LEI DE LAMBERT-BEER

Considerando que se um raio de luz monocromática incidir em uma substância que apresenta propriedade de absorver radiação em um comprimento de onda específico, parte da radiação será absorvida. A transmitância (T) mede o quociente entre a intensidade da luz emergente (I), e a intensidade da luz incidente ( $I_0$ ), representado na equação 3 (SASSAKI, 2009).

$$T = \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

A Lei de Lambert-Beer diz que se uma solução for atravessada por luz de comprimento de onda absorvido pelo soluto, mas não pelo solvente, a transmitância dependerá da concentração do soluto (c) e da espessura da solução atravessada pela luz (l). Para um dado comprimento de onda, a dependência é descrita abaixo através da equação 4 (SASSAKI, 2009).

$$T = 10e^{-\varepsilon.c.l} \quad (4)$$

Onde  $\varepsilon$  é uma constante característica do soluto em questão chamada coeficiente de absorção ou de extinção. A equação 4, sendo exponencial, pode ser expressa na forma linear convertendo a equação para a forma logarítmica conforme a equação 5:

$$-\ln T = \varepsilon.c.l = A = \varepsilon.c.l \quad (5)$$

A absorvância (A) ou densidade ótica da solução é o valor obtido através da expressão  $(-\log T)$ , justificando que para uma determinada espessura (l), a absorvância depende da concentração.

Ao selecionar a luz com seu comprimento de onda específico, esta atravessará o recipiente de dimensão determinada, que contém a amostra problema, incidindo sobre uma célula fotoelétrica, a qual traduz a intensidade luminosa em um sinal elétrico que é amplificado e visualizado em um display LCD. A célula fotoelétrica que consiste no LDR faz a medida da redução da intensidade luminosa.

O sinal elétrico amplificado é lido como absorvância ou transmitância e pode ser correlacionado com a concentração das substâncias. (SASSAKI, 2009).

## 1.9 – ESPECTROFOTÔMETROS

Como dito anteriormente, a espectroscopia consiste em qualquer processo analítico, físico-químico, que utiliza a luz para medir as concentrações químicas.

Baseia-se na análise da radiação eletromagnética emitida ou absorvida pelas substâncias. Os métodos espectroscópicos podem ser classificados de acordo com a região envolvida do espectro eletromagnético. A mais importante característica dos espectrofotômetros é a seleção de radiações monocromáticas, o que possibilita inúmeras determinações quantitativas regidas pela Lei de Beer (SKOOG et al., 2006, p.678).

Os espectrofotômetros são instrumentos apropriados com o objetivo de registrar dados de absorvância ou transmitância em função do comprimento de onda. Este registro é chamado de espectro que pode ser de absorção ou transmissão. Sempre que a região do espectro eletromagnético usado for ultravioleta/visível, serão necessários artifícios ópticos de quartzo e detectores extremamente sensíveis para detectar radiações nessa faixa. Os artifícios dos espectrofotômetros estão relacionados com a faixa do comprimento de onda, precisão e a exatidão solicitada para os testes que na maioria das vezes estão relacionados à pesquisa científica. A investigação científica consiste em uma maneira de gerar estruturas de significados, ou seja, de conectar conceitos, eventos e fatos (GOWIN, 1981 apud MOREIRA, 2006, p. 62).

Dentre os inúmeros equipamentos oferecidos no mercado é importante destacar duas categorias essenciais para a escolha adequada. Tais categorias estão relacionadas ao tipo de feixe utilizado para varredura.

O espectrofotômetro mono-feixe que utiliza apenas um feixe monocromático, funciona com o ajuste da transmitância em 0%, fechando o obturador entre a fonte de radiação e o detector. Após ocorre a adequação de transmitância em 100%. Coloca-se o solvente (branco) no caminho ótico, abre-se o obturador e varia-se a intensidade da radiação até que o sinal seja de 100% de transmitância. Então o recipiente com solvente é substituído pelo recipiente com a amostra e o percentual de transmitância da mesma é lido no indicador de sinal que pode ser um galvanômetro.

O segundo tipo de espectrofotômetro utiliza duplo-feixe, funciona de tal forma que um feixe passa pela solução de referência (branco) até o transdutor e o outro feixe, ao mesmo tempo, passa através da amostra até o segundo transdutor. O ajuste do 0% é feito com a interrupção de radiação nos dois feixes e o 100% de

transmitância é ajustado com o solvente (branco) colocado no caminho ótico dos dois feixes.

Os espectrofotômetros, em geral, contêm cinco elementos principais: fontes de luz, monocromador, cubas para as soluções problema (amostra), detectores e interface com o computador para a obtenção do registro (espectro). A figura 5 apresenta o esquema básico dos elementos que compõem um espectrofotômetro.

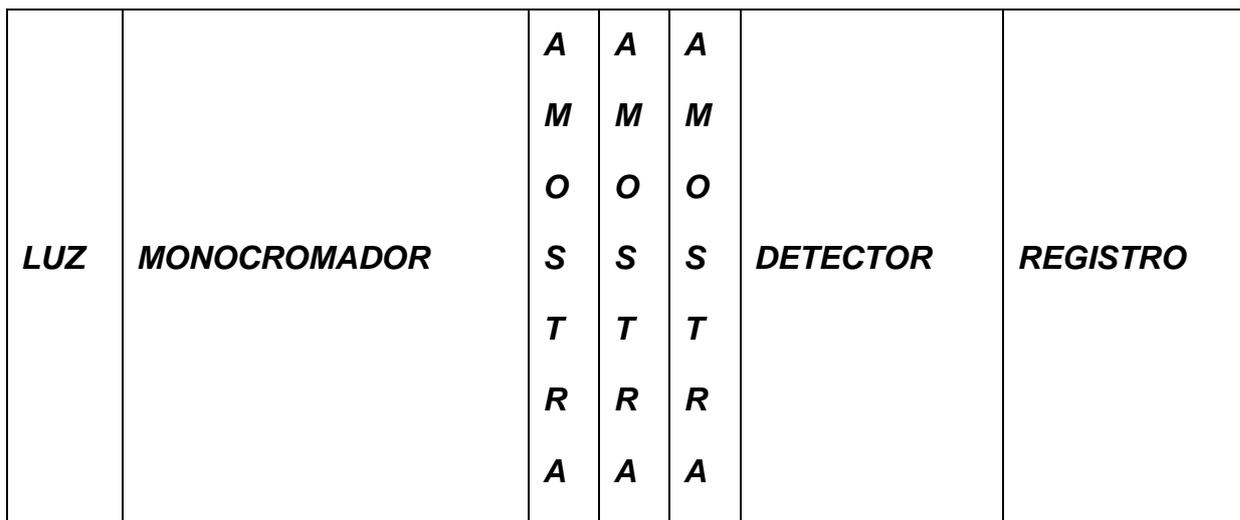


Figura 5 – Diagrama esquemático dos elementos de um espectrofotômetro. Fonte:  
Elaborado pela autora.

## 2 – SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS

### 2.1 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 1

O procedimento abaixo tem como objetivo principal avaliar a interação da radiação com o reagente químico Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Nesse sentido, é imprescindível à determinação da curva de absorção do Permanganato de Potássio para a obtenção do melhor comprimento de onda, utilizando a comparação com a literatura. O melhor comprimento de onda para uma dada solução é aquele no qual há *maior absorbância e menor transmitância*. Por fim com a informação do melhor comprimento de onda será realizada uma varredura de distintas soluções, possibilitando a utilização da equação da reta para correlacionar dados de absorbância com a concentração das soluções.

Materiais	Reagentes
Espectrofotômetro	$\text{KMnO}_4$
Cubetas de Quartzo ou de vidro	
Balão Volumétrico	
Béquer 100 mL	
Pipetas	
Peras	

Tabela 1 – Materiais e reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

### **Primeira etapa**

- Prepare uma solução de  $\text{KMnO}_4$  (0,02 mol/L) em um volume de 100 mL.
- Utilize 2 mL da solução preparada de  $\text{KMnO}_4$  e transfira para um balão de 100 mL, complete com água destilada até o menisco.
- Utilize duas cubetas, uma para o branco/referência e outra para a solução preparada no item descrito anteriormente.
- Ligue o espectrofotômetro e aguarde pelo menos 20 minutos antes de realizar as leituras (importante para estabilizar o equipamento).
- Abra a tampa do compartimento e insira as amostras (água destilada no primeiro compartimento e a solução no segundo) e em seguida feche-a.
  - a) Para o ajuste do comprimento de onda utilize as setas ( $\blacktriangle$  e  $\blacktriangledown$ ).
  - b) Acione o mode para selecionar o modo desejado (Absorbância).
  - c) Fixe o branco pressionando a tecla (100%T/ 0Abs) até que o display mostre 0Abs ou 100%T.
  - d) Mova a alavanca do compartimento para que o feixe de luz incida diretamente na cubeta que contem a solução de  $\text{KMnO}_4$  e faça a leitura.
- Realizar as leituras nos comprimentos de onda de acordo com o **Quadro 1** que está disposto abaixo, para isso repetir as etapas a, c e d.

### **Segunda etapa**

- Preparar cinco soluções de  $\text{KMnO}_4$  da seguinte forma: A partir da solução 0,02 M, pipetar 1 mL, 2 mL, 4 mL, 8 mL e 10 mL e colocar em balões de 100 mL completando com água destilada e homogeneizando. Com base no espectro obtido na **primeira etapa**, fazer a leitura de absorbância no comprimento de onda onde ocorreu o máximo de absorbância do composto para as cinco soluções preparadas preenchendo o **Quadro 2**.

**ATIVIDADES:**

1) Construa um gráfico, absorvância em função do comprimento de onda, com os resultados obtidos na **primeira etapa**.

2) Construa um gráfico, absorvância versus concentração, com os dados do **quadro**

2. Ajuste uma reta aos pontos e determine a equação da reta.

$\lambda(\text{nm})$	Absorvância ( $\text{KMnO}_4$ )	$\lambda(\text{nm})$	Absorvância ( $\text{KMnO}_4$ )
350		480	
355		490	
360		500	
365		510	
370		520	
375		530	
380		540	
390		550	
400		560	
415		570	
430		580	
440		590	
450		600	
460		650	
470		700	

Quadro 1 – Dados de absorvância em função do comprimento de onda. Fonte: Elaborada pela autora.

Volume pipetado (mL)	Concentração molar	Absorvância
1		
2		
4		
8		
10		

Quadro 2 – Dados de absorvância versus concentração. Fonte: Elaborada pela autora.

## 2.2 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 2

### 2.2.1 – Metodologia para a confecção do Produto Interdisciplinar Didático

O Produto Interdisciplinar Didático, composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV-Visível com a plataforma Arduino, tem como principal objetivo desenvolver o conhecimento potencial a partir da compreensão e análise da interação da radiação com a matéria em uma perspectiva contextual e interdisciplinar. Diante disso, o presente procedimento visa correlacionar as disciplinas de física e química, com enfoque na importância da espectroscopia, como técnica associada às tecnologias baseadas na luz.

A presente seção irá apresentar a metodologia para a construção do Produto Interdisciplinar Didático.

Materiais	Reagentes	Quantidades
Prancha acrílica	$\text{KMnO}_4$	1
2 Hastes metálicas		2
1 Tubo de PVC 50 mm		1
Vinil preto		1
Fita autocolante de alumínio		1
Abraçadeira plástica preta		2
Cap PVC 50 mm		2
LDR		1

LED RGB	1
Placa Arduino MEGA	1
2560	1
Buzzer	2
Resistores	1
Tubo de ensaio	1
Esponja branca	

Tabela 2 – Materiais e reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

- ✓ Para a montagem da estrutura de sustentação:
  - Utilizar uma prancha acrílica como base para a montagem do aparato.
  - Efetuar dois furos no centro da mesma para a fixação de duas hastes metálicas. As hastes metálicas utilizadas no projeto foram retiradas da tela de um notebook (sistema de dobradiças).
  - Construir a cápsula utilizando um tubo de PVC de 50 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento e também dois cap de PVC.
  - Aplicar o vinil de cor preta a fim de evitar a influência da luz externa.
  - Utilizar nas bordas, fitas autocolantes de alumínio para acabamentos estéticos.
  - Preencher a cápsula com esponjas brancas cortadas em circulo de modo a acomodar o tubo de ensaio para posterior introdução da amostra, de acordo com a Figura 6.



Figura 6 – Esponjas brancas em circulo. Fonte: Arquivo da autora.

- Efetuar um furo em cada cap PVC para inserir o LED e o LDR conforme a Figura 7.



Figura 7 – Cap – PVC. Fonte: Arquivo da autora.

-Fixar às hastes com abraçadeiras plásticas de cor preta conforme o esquema apresentado na Figura 8.

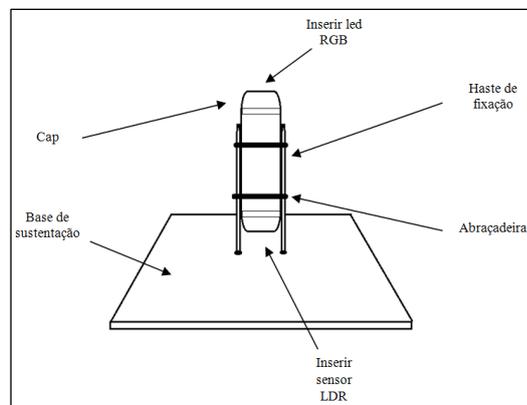


Figura 8 – Esquema de montagem. Fonte: Elaborado pela autora.

- ✓ Para a montagem do circuito eletrônico de medição:
  - Utilizar a plataforma arduino conectada ao LDR, juntamente com um divisor de tensão, em uma das portas analógicas do arduino, conforme a Figura 9.

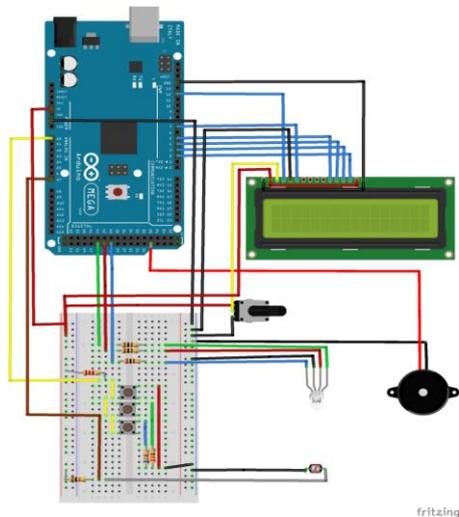


Figura 9 – Esquema de ligação do circuito de leitura. Fonte: Elaborado pela autora.

- ✓ Para a programação da plataforma Arduino:
  - Programar utilizando o ambiente de desenvolvimento Integrado da plataforma Arduino, *IDE (Integrated Development Environment)*. O código está demonstrado na figura 10.

```

}
//Código para Produto Interdisciplinar didático
//Autor do código: Tiago Perreira
//-----

#include <LiquidCrystal.h>

#define ledR 43
#define ledG 45
#define ledB 41
#define buzzer 29

LiquidCrystal lcd (12, 7, 5, 4, 3, 2);

int selecion, botao, flag = 0;
float soma, dir = 0;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  digitalWrite(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(ledR, OUTPUT);
  pinMode(ledG, OUTPUT);
  pinMode(ledB, OUTPUT);
}

void loop()
{
  botao = analogRead(0); //Chaves de seleção conectadas à A0
  if (flag == 0)
  {

```

Figura 10 – Código para a programação do Arduino (etapa 1). Fonte: Elaborado pelo professor de eletrônica do Cedup Abílio Paulo.

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Produto didatico");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Interdisciplinar");
tone(buzzer,500);
delay(500);
tone(buzzer,800);
delay(500);
noTone(buzzer);
delay(4000);
flag = 1;
}

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("insira a amostra");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("e press. o botao");

if (botao <= 100) //VERMELHO
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Cor: Vermelha ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(1000);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" 620 a 750 nm ");
  digitalWrite(ledR, HIGH);
  digitalWrite(ledG, LOW);
  digitalWrite(ledB, LOW);
  delay(3000);
  calcula ();
}
```

Figura 11 – Código para a programação do Arduino (etapa 2). Fonte: Elaborado pelo professor de eletrônica do Cedup Abílio Paulo.

```

else
{
  if (botao < 200) //VERDE
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Cor: Verde ");
    tone(buzzer,1500);
    delay(1000);
    noTone(buzzer);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" 495 a 570 nm ");
    digitalWrite(ledR, LOW);
    digitalWrite(ledG, HIGH);
    digitalWrite(ledB, LOW);
    delay(3000);
    calcula ();
  }
}
else
if (botao < 400) //AZUL
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Cor: Azul ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(1000);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" 450 a 495 nm ");
  digitalWrite(ledR, LOW);
  digitalWrite(ledG, LOW);
  digitalWrite(ledB, HIGH);
  delay(3000);
  calcula ();
}
}
}

```

Figura 12 – Código para a programação do Arduino (etapa 3). Fonte: Elaborado pelo professor de eletrônica do Cedup Abílio Paulo.

```

//calcula média dos valores lidos...
void calcula ()
{
  soma = 0;
  for (int i=1;i<=10;i++)
  {
    ldr = analogRead(1) * 0.0048875;
    soma = soma + ldr;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Lectura ");
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(i);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print("de 10");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Valor (V):");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(ldr,2);
    tone(buzzer,1000);
    delay(500);
    noTone(buzzer);
    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Fim da análise ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(500);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Media (V): ");
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.print(soma/10);
  delay(5000);
}

```

Figura 13 – Código para a programação do Arduino (etapa 4). Fonte: Elaborado pelo professor de eletrônica do Cedup Abílio Paulo.

- A seguir conectar a placa ao computador através do cabo USB.
- Compilar e enviar o código para a placa Arduino.

*Vale lembrar que: O objetivo do circuito eletrônico é ler a intensidade de luz incidida sobre o sensor LDR.*

## 2.2.2 – Metodologia para a utilização do Produto Interdisciplinar Didático.

### Primeira Etapa- Preparação das Soluções.

Materiais	Reagentes
Produto Interdisciplinar Didático	KMnO <sub>4</sub> / K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> / K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
5 Tubos de ensaio com suporte	
Béquer	
Pisseta com água	
Papel toalha	
Luvas	
Vidro âmbar	
Balão Volumétrico de 100 mL	
Etiquetas para identificação	

Tabela 3 – Materiais e reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

.

**Obs: Os materiais podem ser substituídos de acordo com a necessidade do professor mediador.**

- Preparar 100 mL de solução 0,02 mol/L de um dos reagentes: KMnO<sub>4</sub>/ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/ K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> .

- A partir da solução 0,02 mol/L, preparar cinco soluções, pipetando 1mL, 2mL, 4mL, 8mL e 10mL completando com 100mL de água. **Identifique-as e reserve-as.**

## **Segunda Etapa- Aplicando o *Produto Interdisciplinar Didático*.**

- 1) Energizar o equipamento (conectar a fonte de energia elétrica).
- 2) Aparecerá a mensagem no display " ***Produto Interdisciplinar Didático***", juntamente com um beep.
- 3) Aguardar até aparecer a mensagem "insira a amostra e pressione o botão"
- 4) Remover a tampa superior do espectrofotômetro e inserir um tubo de ensaio com a substância a ser analisada até a marcação que corresponde a 0,5 cm da extremidade superior.
- 5) Inserir o tubo, até o fundo, recolocar a tampa superior.

***O Produto foi dimensionado para aplicar três tipos de luz diferente (vermelha, verde e azul), que devem ser selecionadas através das chaves próximas ao display LCD.***

- 6) Selecionar a primeira cor, pressionando uma das chaves. Aparecerá no display a cor selecionada e a faixa de comprimento de onda da cor.

***A seguir o equipamento incidirá a luz selecionada na amostra, sendo que a parte não absorvida (transmitida) pelo fluido irá excitar o sensor de luz inferior, LDR.***

***Para obter uma maior precisão do resultado, o sistema realizará 10 leituras do LDR. A cada 1 segundo o sistema emite um beep e armazena o valor na memória. Ao final das medições o sistema efetuará uma média dos 10 valores de medição de tensão e mostrará no display LCD.***

- 7) Anotar o valor obtido no quadro 1.
- 8) Acionar o botão reset para retornar ao menu inicial e efetuar nova leitura.
- 9) Após realizar todas as leituras e preencher o quadro com os valores obtidos, Analisar aos fenômenos ópticos envolvidos e correlacioná-los com os dados de tensão obtidos.
- 10) Comparar a mesma espécie de amostra com outras cores diferentes incididas para verificar em qual das cores/concentração houve maior absorção da radiação luminosa.

### 3 - REFERÊNCIAS

BONJORNO, Cliton. **Temas de física**. São Paulo: FTD, v.1, 2000.

FERNANDES, Silvana. **O ensino da física térmica a partir de um modelo didático de coletor solar**. 2016. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Profissional de Ensino em Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

FREIRE, PAULO. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 28-51, 1997.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Moderna, v. 4, 2009.

MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/>>. Acesso em 27 de jul.2017.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2012. 360 p.

SASSAKI, K. T. Espectrofotometria de absorção: princípios gerais. São Paulo: FOA-UNESP, 2009.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 4, 2004.

SKOOG, D. A. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2006. 1026 p.

SÓ FÍSICA. Disponível em: < <http://www.sofisica.com.br/conteudos/indice2.php>>. Acesso em 27 de jul.2017.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005. 194 p.