

### IMPLEMENTAÇÃO DE UM FOTÔMETRO DIDÁTICO: APLICAÇÃO NO LABORATÓRIO DE FÍSICA E QUÍMICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E FILOSOFIA SANTA MARCELINA-FAFISMO

Kátia Isabel Milagres<sup>1\*</sup>; Camila Rodrigues Amaral<sup>2</sup>; Érica M. da Silva Santos<sup>2</sup>; Tarcísio B. Marques<sup>2</sup>; Guilherme de O. Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do Curso de Licenciatura em Química – FAFISM;

<sup>2</sup>Professores da FAFISM

\*(isabelmilagre@yahoo.com.br).

#### RESUMO

A fotometria no campo visual possui ampla aplicação em laboratórios de análises e pesquisas físicas, químicas, bioquímicas e farmacológicas. É fundamental que estudantes de Física e Química possuam conhecimento sobre esta técnica. Um entrave para a ampla utilização dessa técnica é o custo dos equipamentos e dos materiais a serem utilizados. O objetivo deste trabalho foi a introdução de um fotômetro didático, cuja construção e técnica com baixo custo operacional e de fácil utilização e produção de resultados, se coloque como solução prática para aprimoramento das aulas. As características destacadas no trabalho fazem do fotômetro proposto uma ferramenta alternativa economicamente viável para análises químicas nos laboratórios da Faculdade para pesquisa e/ou ensino.

**Palavras-chave:** Fotômetro, Aparato, Ludke, Absorção

# IMPLEMENTATION OF A TEACHING PHOTOMETER: APPLICATION IN PHYSICS AND CHEMISTRY LABORATORY OF THE FACULTY OF SCIENCE AND PHILOSOPHY SANTA MARCELINA-FAFISM

## ABSTRACT

The photometry in the visual field has wide application in analytical laboratories and research physical, chemical, biochemical, pharmacological, etc. It is essential that students of physics and chemistry have knowledge about this quantitative technique. One obstacle to the widespread use of this technique is the cost of equipment and materials to be used. The objective of this work is the introduction of a photometer didactic, whose construction and technique with a low operating cost and the easy using and producing results, as a practical solution to put school improvement. The features highlighted in the work do the proposed photometer an economically viable alternative tool for chemical analysis in the laboratories of the Faculty for research and / or teaching.

**Keywords:** Photometer, Apparatus, Ludke, Absorption

## INTRODUÇÃO

A fotometria no campo visual possui ampla aplicação em laboratórios de análises e pesquisas físicas, químicas, bioquímicas e farmacológicas. Inúmeras vantagens contribuem para sua popularidade; a principal é o fato de ser uma técnica quantitativa. Fotômetros simples, portáteis e de baixo custo, que empregam LED como fonte de radiação tem sido desenvolvidos e usados em aplicações analíticas [1-4].

Diante disto é fundamental que estudantes de Física e Química possuam conhecimento sobre esta técnica. Um entrave para a ampla utilização dessa técnica é o custo dos equipamentos e dos materiais a serem utilizados. Daí, a introdução do fotômetro didático, cuja construção e técnica com baixo custo operacional e de fácil utilização e produção de resultados, se coloca como solução prática para aprimoramento das aulas.

O aparato experimental desenvolvido teve como objetivo possibilitar estudos qualitativos e quantitativos de vários aspectos experimentais relacionados às técnicas de

fotometria, principalmente a comprovação experimental da Lei de Lambert-Beer, que é difícil de ser medida diretamente em equipamentos comerciais [5]. A repetibilidade e reprodutibilidade desse experimento justifica sua adoção na prática de ensino para as licenciaturas em Física, Química e Biologia, onde limitações de tempo e orçamento são agravantes na qualidade do ensino em ambientes interdisciplinares.

## **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAIS**

### **Funcionamento do Fotômetro:**

O aparato experimental desenvolvido neste trabalho foi montado a partir do modelo desenvolvido por Ludke [5] onde em uma matriz de contato foi anexado um fototransistor empregado como sensor de luz e ligado a um amplificador operacional TL081 de variável entre 1 e 10 vezes em modo amplificador D.C., para aumentar a precisão da leitura na voltagem. A medida da tensão de saída em volts mostrada em um multímetro digital é proporcional à intensidade da luz captada pelo sensor. Assim a medida do multímetro indicará a intensidade do sinal de uma forma linear.

Sobre o fototransistor foi colocado um tubo de vidro de 10 mm de diâmetro e 20 cm de altura, fixado por um suporte. Em um segundo tubo de 5 mm de diâmetro e móvel, foi afixado o LED transístor, este conectado a uma fonte de + 12V e resistor de  $820 \Omega$ , Figura 1. Para as medidas de absorção em comprimentos de onda no visual, para fins de determinação da lei de Lambert-Beer foi utilizado o LED verde e vermelho.

Para obter um resultado mais preciso foi necessário minimizar a luz ambiente sobre o aparato. Para isso foi construído uma câmera escura de papelão ao seu redor, não permitindo gerar medidas incorretas da intensidade da luz.



**Figura 1-** Fotômetro didático desenvolvido no laboratório da FAFISM.

#### **Medidas analíticas:**

As medidas foram obtidas a partir da variação da distância entre o LED e o sensor que pode ser medida com uma régua de 15 cm de escala e os sensores foram afastados entre si. A medida da tensão de saída em volts mostrada em um multímetro indica a intensidade do sinal de uma forma linear. Para avaliar o desempenho do fotômetro proposto, realizaram-se as análises e o aparato experimental forneceu medidas de absorção em comprimento de onda no campo visual para as duas soluções distintas de Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) e Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), ambos nas concentrações 0,5; 1,0; 1,5; 2,0;  $2,5 \times 10^{-4}$  (M). Essas soluções foram escolhidas devido à capacidade de absorção, por estarem dentro da faixa de análise do fotômetro.

As medidas de valores relativos de atenuação da luz captada pelo sensor  $I(x)$  expressa em dB é em função da distância entre o LED e o sensor, que pode ser medida com uma régua de 15 cm de escala. Assim se  $I_0$  for a intensidade máxima da luz em  $x = 0$ , a intensidade relativa é dada por  $I_{dB} = 10 \log[I(x)/I_0]$  e o gráfico  $I_{dB}$  vs  $x$ , fornece o coeficiente de extinção molar ( $\epsilon_\lambda$ ) da solução [6].

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados medidos no equipamento são referentes à voltagem medida no multímetro, a partir dos valores obtidos. As tabelas 1 e 2 foram produzidas com os valores de intensidade luminosa absorvida  $I_{dB} = 10 \log[I(x)/I_0]$ .

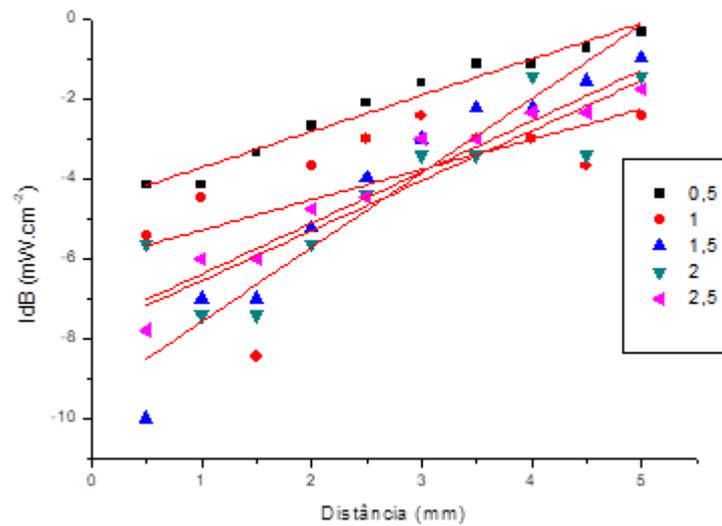
**Tabela 1-** Medidas de Intensidade Luminosa vs distância para a solução de  $CuSO_4$ .

<b>Distância</b>	<b>IdB</b>				
<b>mm</b>	<b>mW.cm<sup>-2</sup></b>				
	<b>Concentração</b>				
<b>x</b>	0,5	1	1,5	2	2,5
<b>0,5</b>	-4,15	-5,44	-10	-5,64	-7,78
<b>1</b>	-4,15	-4,47	-6,99	-7,4	-6,02
<b>1,5</b>	-3,36	-8,45	-6,99	-7,4	-6,02
<b>2</b>	-2,69	-3,68	-5,23	-5,64	-4,77
<b>2,5</b>	-2,11	-3,01	-3,99	-4,39	-4,47
<b>3</b>	-1,6	-2,43	-3,01	-3,42	-3,01
<b>3,5</b>	-1,14	-3,01	-2,22	-3,42	-3,01
<b>4</b>	-1,14	-3,01	-2,22	-1,44	-2,34
<b>4,5</b>	-0,726	-3,68	-1,55	-3,42	-2,34
<b>5</b>	-0,348	-2,43	-0,969	-1,44	-1,76

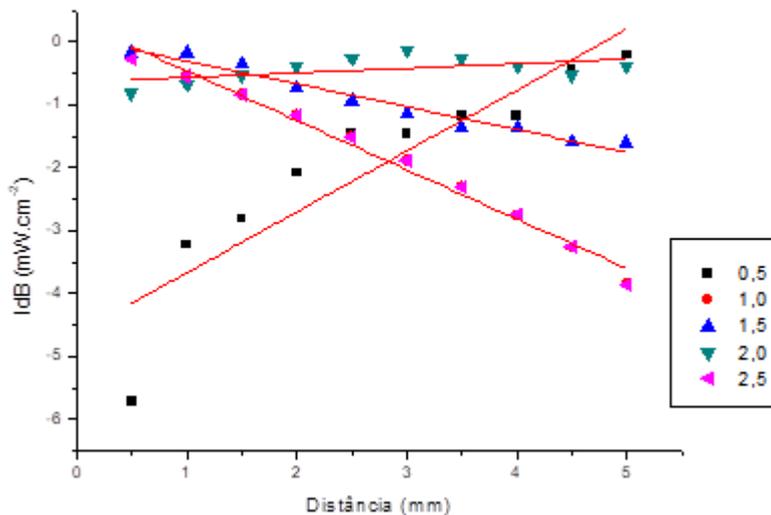
**Tabela 2** - Medidas de Intensidade Luminosa vs distância para a solução de  $\text{KMnO}_4$ .

<b>Distância</b>	<b>IdB</b>				
<b>mm</b>	$\text{mW.cm}^{-2}$				
	Concentração				
<b>x</b>	0,5	1	1,5	2	2,5
<b>0,5</b>	-5,71	-0,263	-0,17	-0,817	-0,263
<b>1</b>	-3,22	-0,544	-0,17	-0,67	-0,544
<b>1,5</b>	-2,81	-0,843	-0,348	-0,527	-0,843
<b>2</b>	-2,08	-1,16	-0,725	-0,389	-1,16
<b>2,5</b>	-1,46	-1,51	-0,93	-0,255	-1,51
<b>3</b>	-1,46	-1,89	-1,14	-0,126	-1,89
<b>3,5</b>	-1,18	-2,3	-1,36	-0,255	-2,3
<b>4</b>	-1,17	-2,76	-1,36	-0,389	-2,76
<b>4,5</b>	-0,435	-3,27	-1,59	-0,527	-3,27
<b>5</b>	-0,212	-3,85	-1,6	-0,389	-3,85

A figuras 2 e 3 apresentam as curvas  $IdB$  vs  $x$  para diferentes concentrações de  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{KMnO}_4$  respectivamente. As medidas de absorbância para as soluções em concentrações diferentes foram determinadas usando a Lei de Lambert-Beer -  $A = -0,1 I_{dB} = \epsilon_{\lambda} Cl$ , que é o princípio matemático para medidas de absorção de radiação em amostras nos estados sólido, líquido e gasoso, nas regiões visível, ultravioleta e infravermelho do espectro eletromagnético [7].

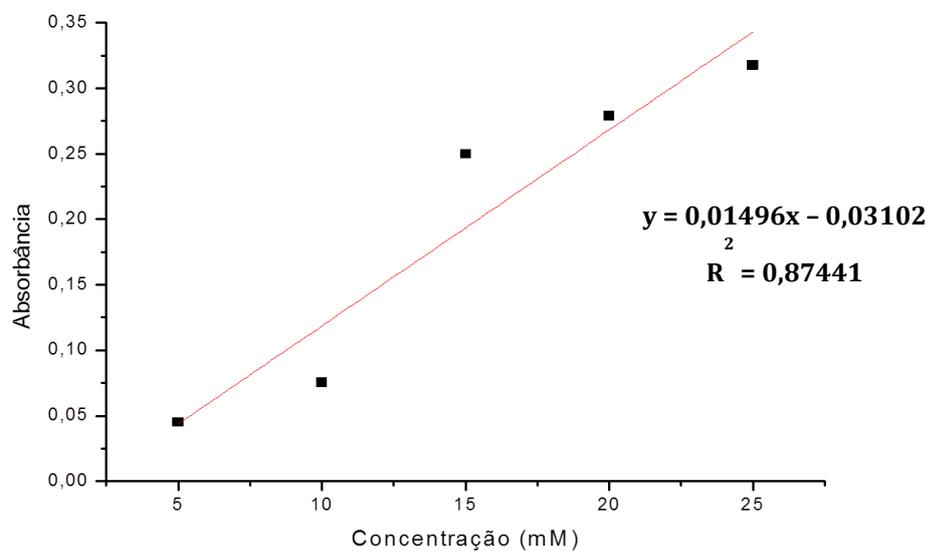


**Figura 2** - Intensidade Luminosa vs distância para diferentes concentrações de  $\text{CuSO}_4$ .

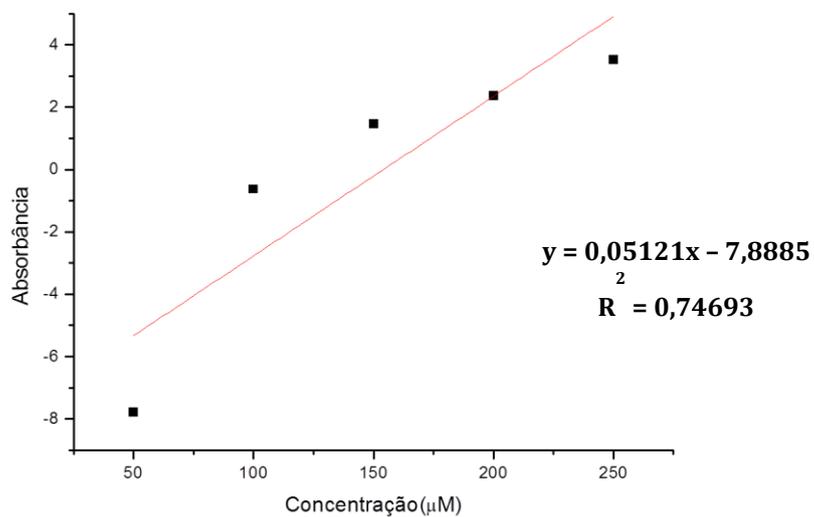


**Figura 3** - Intensidade Luminosa vs distância para diferentes concentrações  $\text{KMnO}_4$

O coeficiente de absorvância das soluções foi obtido a partir do gráfico A vs C apresentados na Fig.4 e Fig. 5, tendo sido encontrados os seguintes valores:  $\text{KMnO}_4 = 0,05121 \pm 0,01431 \text{ L/cm}^3\text{mol}$  e para o  $\text{CuSO}_4 = 0,01496 \pm 0,00279 \text{ L/cm}^3\text{mol}$ , resultados com precisão satisfatória.



**Figura 4-** Dados Experimentais para a espectroscopia do CuSO<sub>4</sub> para diferentes concentrações molares utilizando o LED emissor verde.



**Figura 5-** Dados Experimentais para a espectroscopia do KMnO<sub>4</sub> para diferentes concentrações molares utilizando o LED emissor vermelho.

## CONCLUSÃO

O fotômetro proposto mostrou-se uma alternativa viável e de potencial para o estudo de interações nas disciplinas de bioquímica e biofísica em caráter didático pedagógico. É uma ferramenta alternativa economicamente viável para as análises químicas nos laboratórios da Faculdade para a pesquisa e/ou ensino.

Esse sistema possui manutenção simples e barata, pois utiliza componentes baratos e facilmente encontrados, além de uma eletrônica simples. O custo do aparato foi de 20,00 R\$, um valor bem inferior a um equipamento comercial simples de cerca de R\$ 2500.

Ao final deste trabalho foi possível verificar a eficiência do sistema desenvolvido do ponto de vista didático, desta forma o mesmo não foi comparado com um fotômetro comercial.

## REFERÊNCIAS

- [1] NERY, Ana Luiza; Fernandez, Carmem. Fluorescência e estrutura atômica: Experimentos simples para abordar o tema. Química nova na escola, n.19, 2004.
- [2] ROCHA, F. R. P; TEIXEIRA, L. S. G. Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS. Quim. Nova, v.27, n.5, p.807-812, 2004.
- [3] GAIÃO, E. N. et al. Um fotômetro multi-LED microcontrolado, portátil e de baixo custo. Quim. Nova, v.28, n.6, p.1102-1105, 2005.
- [4] ARAUJO, M.C.U; SANTOS, S.R.B; SILVA, E.A; VERAS, G; LIMA, J.L.F.C; LAPA, R.A.S. Química nova, v.20, p.137, 1997.

[5] LÜDKE, Everton. Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratório de ensino: aplicações no ensino da absorção eletrônica e emissão de fluorescência, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p.1506, 2010.

[6] ATKINS, P.W.; PAULA, J. Physical Chemistry (Ox-ford University Press, Oxford), 8th ed., p. 431-508, 2006.

[7] GALO, A.L.; COLOMBO, M.F. Química Nova, v.32, p.488, 2009.