FORSCIENCE
ISSN: 2318-6356

DOI: 10.29069/forscience.2026v14n2.e1466
Recebido em: 11/06/2026
Aprovado em: 13/10/2026
Publicado em: 30/10/2026

UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA ENVOLVENDO A DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE DE PLANCK, AUXILIADA COMPUTACIONALMENTE PELO "*TRACKER*"[1]

Cristian Lovatto Zavaglia
Gilberto Orengo de Oliveira
Charles de Assis Oliveira Rocha[2]

RESUMO

Este artigo descreve um modelo de abordagem para determinação experimental da Constante de Planck utilizando-se de montagem convenientemente simples e barata, além de instrumentos de medidas comumente encontrados como multímetro e celular. Incluindo a utilização de LEDs e fios para montagem do circuito. Para aplicação da tensão sobre o circuito, utilizou-se uma bateria de 9V, facilmente encontrada em lojas comércio, e um potenciômetro comum para ajustes. Para processamento e análise dos dados coletados, recorreu-se ao aplicativo *Tracker*, aplicativo de uso gratuito que permite a análise íntegra de vídeo e modelagem computacional. O *Tracker* possibilita a observação de fenômenos físicos, reduzindo custos e viabilizando o acesso ao ensino experimental. Após coleta de dados, obteve-se o valor experimental da Constante de Planck na mesma ordem de grandeza do valor teórico de referência, com erro percentual relativamente baixo de 6,46%. A integração entre a atividade simples e de baixo custo, a análise de vídeo e a modelagem gráfica, realizadas com o auxílio do *software Tracker*, demonstrou-se adequada tanto para a obtenção dos dados experimentais quanto para a abordagem didática dos conceitos envolvidos, evidenciando a viabilidade da proposta para o ensino de Física Moderna em diferentes níveis da educação.

Palavras-chave: Vídeo-análise. Ensino de Física. *Tracker*. Constante de Planck.

A PEDAGOGICAL APPROACH INVOLVING THE EXPERIMENTAL DETERMINATION OF PLANCK'S CONSTANTE, COMPUTER-ASSISTED BY THE "TRACKER"

ABSTRACT

This article describes an approach model for the experimental determination of Planck's Constant using a conveniently simple and inexpensive setup, as well as commonly found measuring instruments like a multimeter and a cellphone. The use of LEDs and wires for circuit assembly was also necessary. To apply voltage to the circuit, a 9V battery, easily found in stores, was used, along with a common potentiometer for adjustments. For processing and analyzing the collected data, the Tracker app was used, a free-to-use application that allows complete video analysis and computational modeling. The Tracker allows for the observation

[1]**Como citar este trabalho**: ZAVAGLIA, Cristian Lovatto; OLIVEIRA, Gilberto Orengo de; ROCHA, Charles de Assis Oliveira. Uma abordagem pedagógica envolvendo a determinação experimental da Constante de Planck, auxiliada computacionalmente pelo "*Tracker*". **ForScience**, Formiga, v. 14, n. 2, e01466, jul./dez. 2026. DOI: 10.29069/forscience.2026v14n2.e1466.

[2]**Autor correspondente:** Charles de Assis Oliveira Rocha, e-mail: charles.rocha@ifmg.edu.br.

of physical phenomena, reducing costs and making experimental learning accessible. After collecting data, we obtained the experimental value of Planck's Constant in the same order of magnitude as the theoretical reference value, with a relatively low percentage error of 6.46%. The combination of simple, low-cost activities, video analysis, and graphical modeling using Tracker proved suitable both for obtaining experimental data and for teaching the concepts involved, showing that this approach is feasible for teaching Modern Physics at different educational levels.

Keywords: Video analysis. Teaching Physics. Tracker. Planck's constant.

1 INTRODUÇÃO

Ante a rotina pedagógica, tornar o processo de aprendizagem mais atraente e acessível é, sem dúvida, o maior de todos os desafios. No caso do Ensino de Física, tornam-se indispensáveis tanto abordagens experimentais quanto o uso de recursos que potencializem a compreensão dos fenômenos. Ferramentas computacionais de análise assistida por vídeo, como o aplicativo *Tracker*, possibilitam a observação, a análise e a modelagem de fenômenos físicos reais com maior interatividade e precisão. Permitem não apenas o rastreamento de movimentos e a geração automática de gráficos, mas também a comparação entre dados experimentais e modelos teóricos, promovendo uma aprendizagem ativa e investigativa (Bezerra Jr *et al.*, 2012; Brown; Christian, 2011).

A Constante de Planck, introduzida por Max Planck em 1900, é um dos pilares da Física Moderna, pois quantifica a relação entre a energia de um fóton e a frequência da radiação eletromagnética, sendo a sua compreensão fundamental para a construção de uma visão crítica sobre a estrutura da matéria e da luz (Gontijo; Rodrigues, 2023). Experimentalmente, a determinação desta constante h é tradicionalmente associada ao efeito fotoelétrico, fenômeno no qual a radiação incidente sobre uma superfície metálica provoca a ejeção de elétrons (Einstein, 1905). Contudo, a presente proposta pedagógica fundamenta-se em um fenômeno distinto: o processo físico de eletroluminescência em diodos emissores de luz (LEDs, do inglês *light-emitting diodes*).

Embora o princípio central da quantização da energia $E_f = hv$ seja aplicável a ambos os casos, a modelagem física do LED baseia-se na relação entre a energia de *band-gap* do semicondutor e a tensão de limiar de condução V_0, expressa pela aproximação $eV_0 \approx hv$ (Schubert, 2006). Assim, este trabalho utiliza o LED como um transdutor para a determinação de h, oferecendo uma alternativa didática e de baixo custo que, embora fundamentada em um arcabouço físico diferente dos experimentos clássicos de fotoemissão em células de vácuo,

permite explorar a relação macroscópica entre energia e frequência com elevado rigor metodológico.

No LED, a emissão de fótons ocorre por meio da recombinação radiativa de pares elétron-lacuna em uma junção semicondutora p-n (p: excesso de lacunas, n: elétrons livres) (Schubert, 2006), num material, sob a influência de um campo elétrico. O LED é feito a partir de uma junção p-n de dois semicondutores. Quando o terminal p do LED é conectado ao polo positivo de uma fonte de tensão, e o terminal n é conectado ao seu polo negativo, o diodo fica polarizado diretamente, de modo a reduzir a região de depleção e a conduzir os portadores de carga elétrica. Essa tensão empurra elétrons em direção à junção pelo lado n, onde alguns deles passam (ou são "injetados") para o lado p. Na zona ativa, os elétrons são portadores de carga minoritários e, como tais, se "recombinam" ou são "aniquilados" pelos buracos na região próxima à junção, na qual a energia está na forma de fótons de luz. Um processo análogo ocorre no lado p, os buracos deslocam-se para a junção e recombinam-se com os elétrons majoritários no lado n (Callister Jr.; Rethwisch, 2016).

Isto ocorre porque os elétrons se encontravam na banda de condução e, portanto, estavam num nível mais alto de energia do que as lacunas, que estavam na banda de valência. Da recombinação de elétrons e lacunas resulta a liberação de luz, fenômeno conhecido como eletroluminescência. Os elétrons excitados liberam sua energia na forma de fótons, segundo a equação (1):

$$E_f = hv, \tag{1}$$

onde E_f é a energia do fóton em Joules (J), h a constante de Planck (h = 6,62607015 x 10^{-34}J.s) e v a frequência da luz em Hertz (Hz) (Einstein,1905).

A energia do fóton é, portanto, a diferença de energia do salto, conhecida como *bandgap*. Como consequência da equação 1, o elétron só pode ocupar níveis de energia especificamente discretos, diferentemente da interpretação ondulatória. No entanto, para essa emissão de luz ocorrer, é necessária a aplicação de uma tensão mínima, nesse caso, a tensão limiar V_0. O produto da carga do elétron pela tensão limiar eV_0 representa a energia mínima a ser aplicada para romper a barreira de potencial da junção p-n, fazer o LED conduzir e emitir luz. Disto, segue a equação 2 (Garver, 2006):

$$hv = \Phi + eV_0. \tag{2}$$

Dessa forma, para LEDs, a tensão de limiar (V_0) relaciona-se com a energia do fóton através de (equação 3):

$$eV_0 = hv - \Phi, \tag{3}$$

sendo e a carga elementar (e = 1,602176634x10^{-19}C), menor quantidade de carga elétrica observada, sendo a unidade fundamental da quantização da carga, correspondendo ao módulo da carga de um elétron e à carga exata de um próton (Fitri; Ziveria; Muhara, 2022; Garver, 2006).

Na prática, a equação 3 relaciona à tensão mínima V_0 necessária para acender o LED com a cor (frequência) da luz que ele emite. O termo Φ aparece na equação para representar o hiato de energia ou barreira a ser vencida. Rearranjando a equação 3, para o ajuste linear dos dados, obtém-se (equação 4):

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right) v - \frac{\Phi}{e} \rightarrow V_0 = mv + b, \quad (4)$$

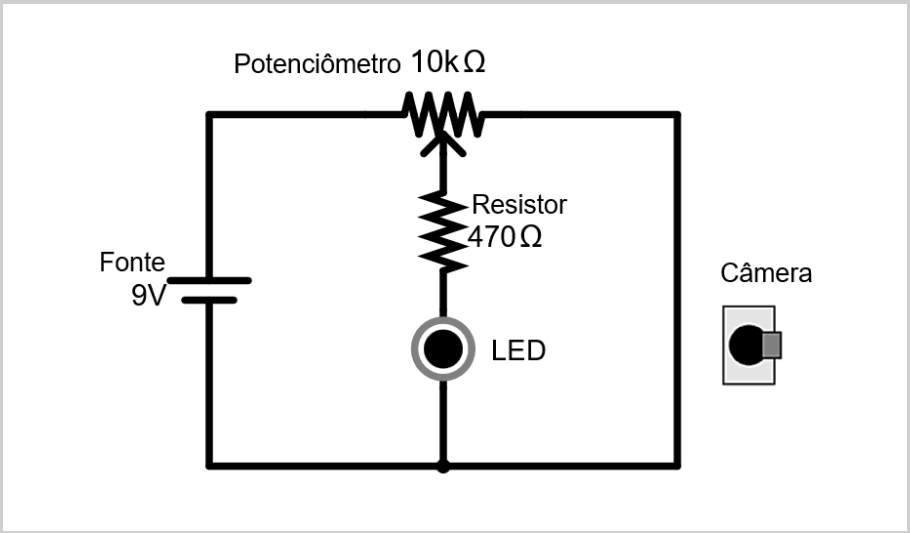
sendo $m = \frac{h}{e}$ o coeficiente angular (inclinação da reta) e $b = -\frac{\Phi}{e}$ o coeficiente linear. A frequência é calculada por $v = \frac{c}{\lambda}$, onde c é a velocidade da luz no vácuo (c = 299.792.458ms^{-1}) e λ é o comprimento de onda. De acordo com a equação 4, a partir da inclinação da curva (m) do gráfico da tensão limiar (V_0) contra a frequência (v), é possível obter o valor da constante de Planck (h) (equação 5) (Fitri; Ziveria; Muhara, 2022; Garver, 2006).

$$m = \frac{h}{e} \rightarrow h = me \quad (5)$$

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais: 1 LED vermelho, 1 LED azul, 1 LED amarelo, 1 LED verde, 1 multímetro digital, 1 resistor de 470Ω, 1 bateria de 9V, 1 potenciômetro rotativo linear de 10kΩ e fios de cobre para conexões. Para obtenção e tratamento de dados, foram ainda usados celular e o aplicativo *Tracker* instalado a um *laptop*.

Figura 1 - Esquema do circuito eletrônico utilizado no experimento.

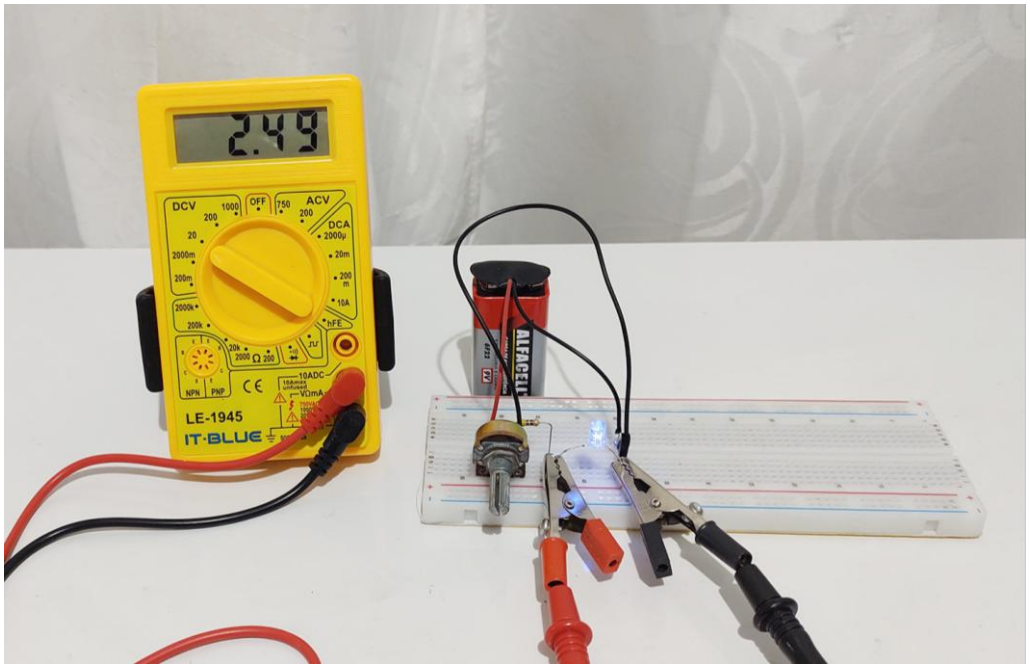


Fonte: Elaboração própria (2026)

2.2 Procedimento: A Figura 1 ilustra o esquema do circuito divisor de tensão adotado. O polo positivo da bateria de 9V foi conectado diretamente ao pino 1 do potenciômetro. O pino central (pino 2) do potenciômetro foi ligado em série ao resistor fixo de 470Ω, cuja função é limitar a corrente elétrica e proteger o diodo emissor de luz contra sobrecorrente. A outra extremidade do resistor foi conectada ao ânodo (terminal positivo) do LED. Para fechar o circuito e garantir a queda de tensão para zero absoluto (apagamento total), o polo negativo da bateria foi conectado simultaneamente ao pino 3 do potenciômetro e ao cátodo (terminal negativo) do LED.

Adicionalmente, as ponteiras de prova de um multímetro digital foram conectadas em paralelo ao LED, com o terminal de referência comum (COM, do inglês *common*), identificado pela ponteira preta, conectado ao cátodo, e o terminal positivo, identificado pela ponteira vermelha, conectado ao ânodo. A chave seletora deve ficar ajustada para a escala de tensão contínua de 20 DCV (*direct current voltage*). A Figura 2 apresenta uma fotografia do aparato experimental utilizado na condução do experimento, ilustrando os componentes principais e sua disposição.

Figura 2 - Fotografia do aparato experimental

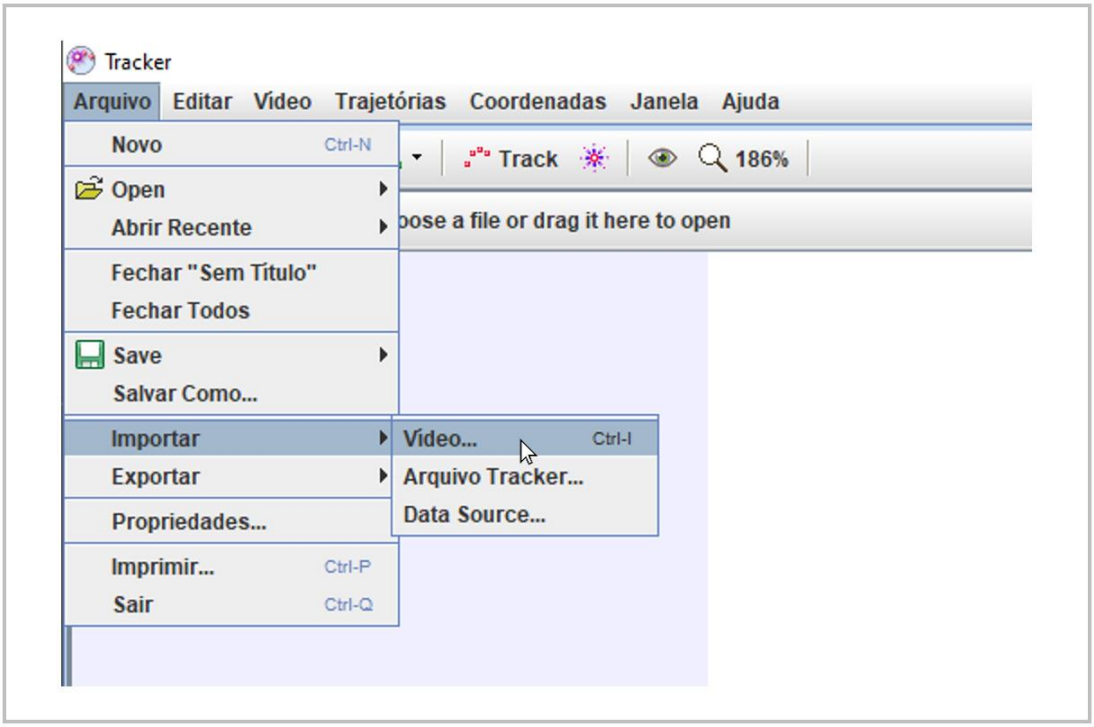


Fonte: Elaboração própria (2026)

Com a bateria conectada, a tensão aplicada ao LED foi incrementada de forma gradual por meio do potenciômetro, até o momento em que o componente começou a emitir luz, estabelecendo assim a sua tensão limiar V_0. Na sequência, a tensão elétrica foi elevada continuamente até o seu valor máximo. Todo esse procedimento foi registrado em vídeo, com o enquadramento da câmera posicionado de modo a captar simultaneamente a luminescência do LED e o visor LCD do multímetro que indicava a tensão aplicada. Essa sequência foi repetida individualmente para cada LED: vermelho, amarelo, verde e azul.

Após a captura dos vídeos, os arquivos foram importados para o *Tracker*, conforme Figura 3. Extraiu-se quadro a quadro da tensão exibida no visor do multímetro no exato momento em que o LED iniciava sua emissão luminosa (Tracker, [s.d.]). Esse procedimento possibilitou a determinação precisa da tensão limiar V_0 para cada cor de LED analisada. Na etapa seguinte, acessou-se o menu Trajetórias, selecionando-se as opções Novo e, em seguida, Região RGB (Figura 4(a)). Esse recurso permite realizar o rastreamento automático com base na detecção de cores específicas nos quadros do vídeo, sendo especialmente útil para identificar o instante em que o LED inicia sua emissão luminosa.

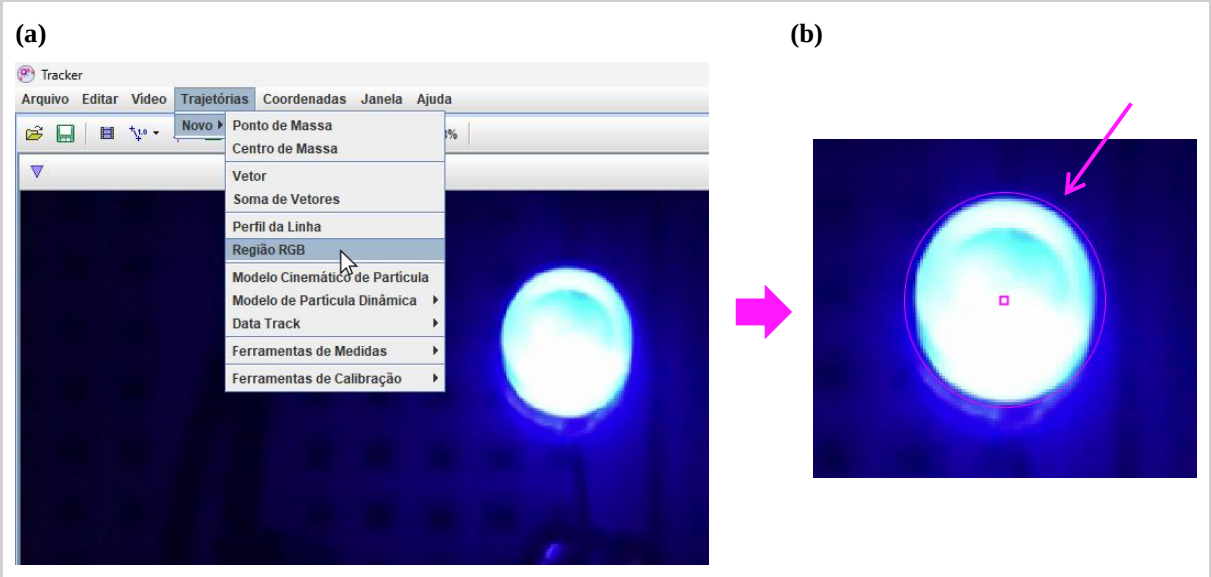
Figura 3 - Menu Importar → Vídeo, selecionar o arquivo de vídeo



Fonte: Elaboração própria (2026)

Após, procede-se à configuração da região de interesse (ROI, do inglês *region of interest*), que corresponde à delimitação da área do vídeo onde o programa irá concentrar sua análise. O marcador circular deve ser arrastado até o ponto de emissão luminosa do LED e fixado com um clique (Figura 4(b)).

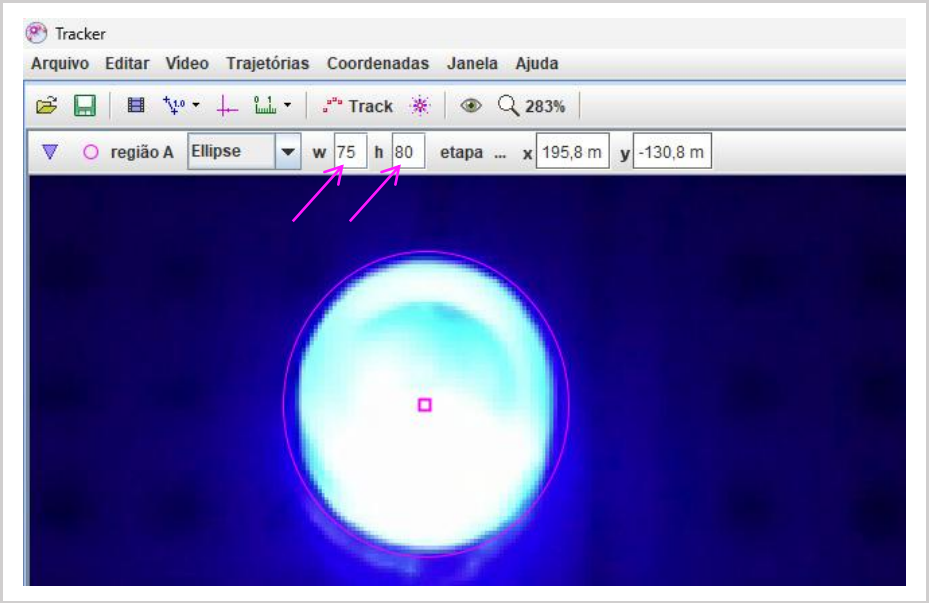
Figura 4 - Menu Trajetórias → Novo → Região RGB



Fonte: Elaboração própria (2026)

Os parâmetros w (*width*, largura) e h (*height*, altura) determinam, em *pixels*, as dimensões da área que será considerada para o rastreamento da intensidade luminosa, a qual deve cobrir apenas o LED (Figura 5).

Figura 5 - ROI configurada sobre um LED azul



Fonte: Elaboração própria (2026)

Em seguida, executa-se o rastreamento da emissão luminosa. Para isso, deve-se clicar no botão *Play* (ícone verde), conforme destacado pela seta verde na Figura 6. O programa então processará automaticamente todos os quadros do vídeo dentro da região de interesse previamente definida pelos marcadores pretos, como o circulado em azul. Durante esse processo, é possível acompanhar o progresso da análise por meio da barra de *status* localizada no canto inferior direito da *interface* do *Tracker*.

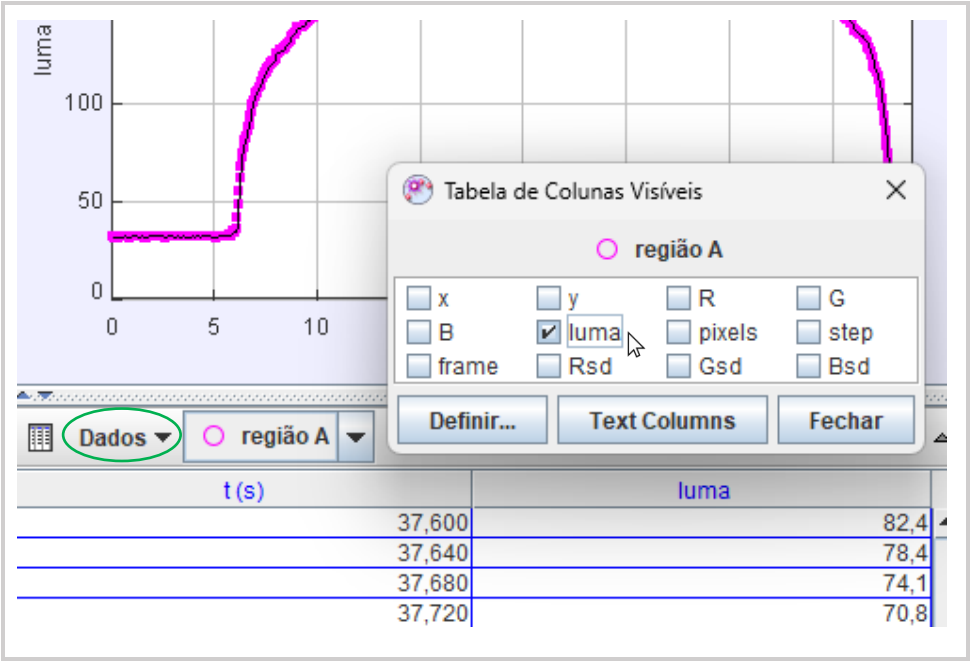
Figura 6 - Botão *Play* e barra de progresso



Fonte: Elaboração própria (2026)

Após o rastreamento, deve-se clicar no menu Dados, circulado em verde, para acessar a Tabela de Colunas Visíveis. Nessa janela, marca-se apenas a coluna "luma", que corresponde à intensidade luminosa do LED ao longo do tempo (Figura 7); após esse procedimento, a janela pode ser fechada. Em seguida, para visualizar os dados graficamente, basta clicar nos pontos do gráfico ou reproduzir novamente o vídeo.

Figura 7 - No menu Dados → Tabela de Colunas Visíveis. Selecionar somente "luma"



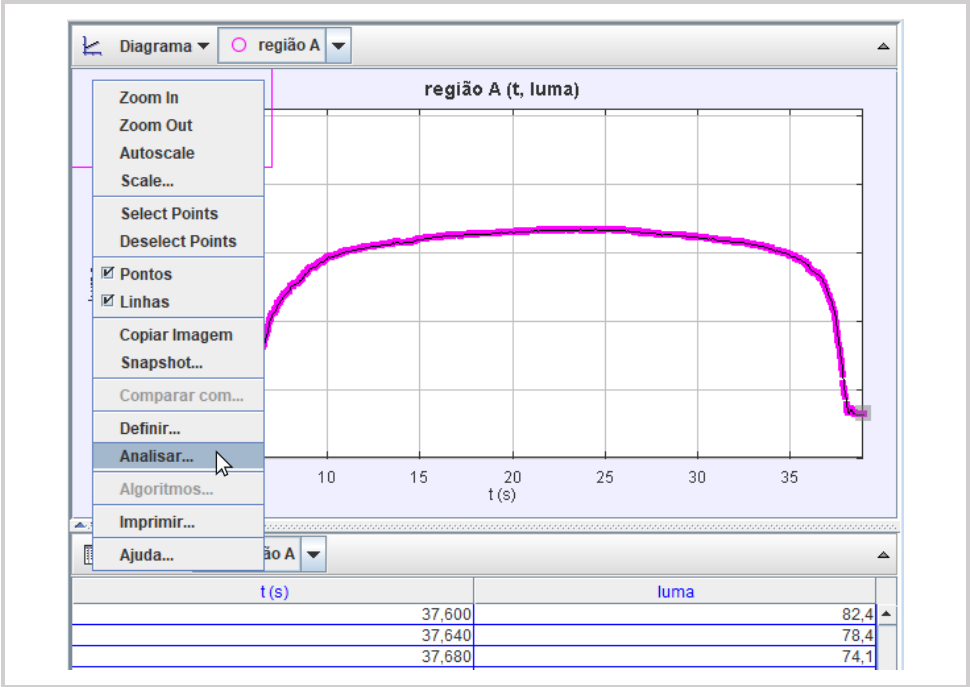
Fonte: Elaboração própria (2026)

Na etapa seguinte, procede-se à identificação do ponto de inflexão no gráfico da intensidade luminosa (Figura 8). Para isso, clica-se com o botão direito sobre o gráfico, selecionando a opção "Analisar". Na nova janela que se abre, Ferramenta de Dados, clica-se no

botão Medir → Declive. Essa funcionalidade ativa uma reta que representa a derivada da intensidade luminosa (em unidades arbitrárias, u.a.) em função do tempo, ou seja, $\frac{dI}{dt}$ (Figura 9(a)).

O instante correspondente à primeira inclinação significativa da reta tangente ao gráfico da intensidade luminosa em função do tempo, identificado por meio da análise da derivada $\left(\frac{dI}{dt}\right)$, caracteriza o regime de crescimento da emissão luminosa detectada pelo *software*, estando associado à transição entre a emissão residual, de baixa intensidade e próxima ao limiar de condução, e o regime dominante de recombinação radiativa do LED. Esse ponto pode ser identificado no gráfico clicando-se diretamente sobre ele, revelando os dados numéricos de tempo e inclinação no gráfico (Figura 9(b)).

Figura 8 - Botão direito sobre o gráfico → Analisar



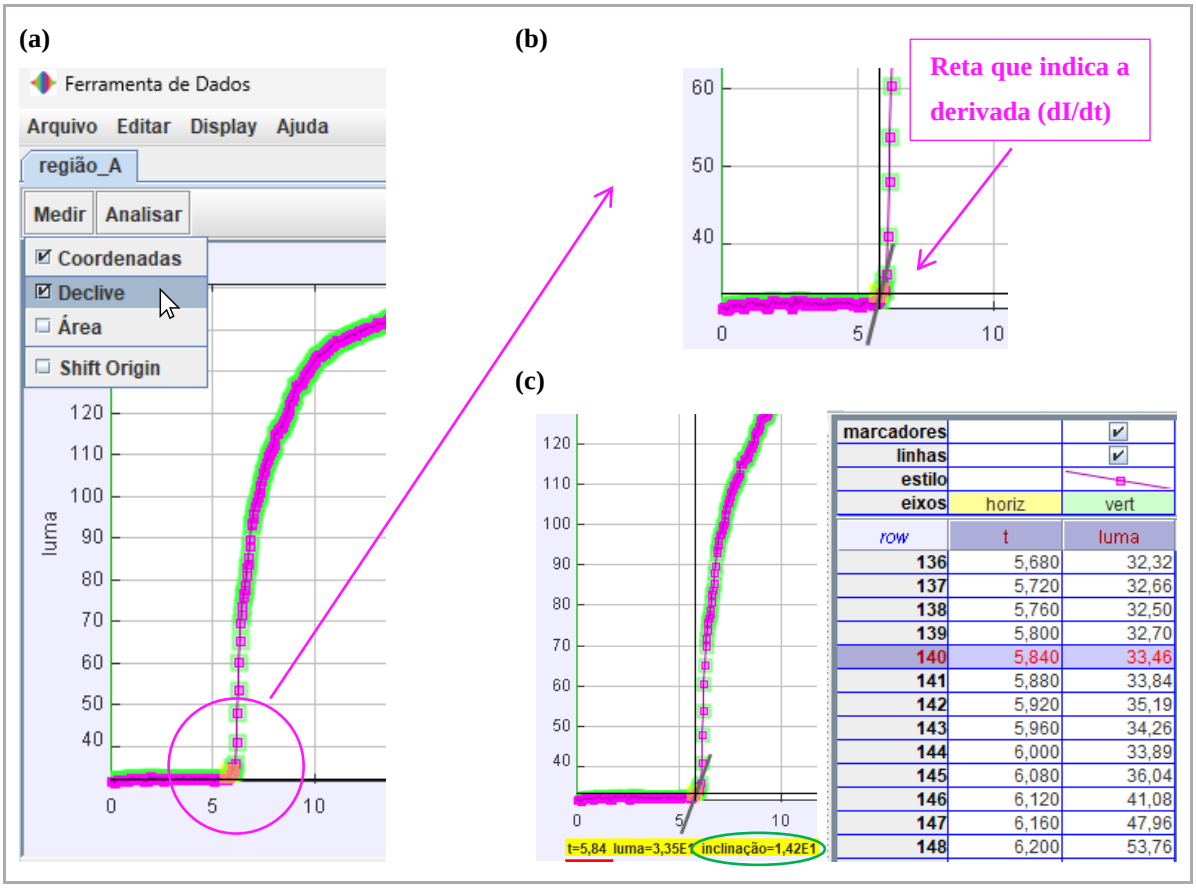
Fonte: Elaboração própria (2026)

Neste caso, o valor do pico da derivada da intensidade luminosa em função do tempo $\left(\frac{dI}{dt}\right)$ foi de 14,2 $\frac{u.a.}{s}$, conforme indicado no canto inferior direito do gráfico e destacado com um círculo verde na Figura 9(c). Esse valor corresponde ao tempo de 5,84s, que pode ser verificado clicando com o *mouse* no ponto que a reta tangencia o gráfico, sublinhado em vermelho, sendo este o instante adotado para a determinação da tensão limiar V_0. Considerando que LEDs não constituem fontes monocromáticas ideais e apresentam espectros de emissão com largura

significativa, o processo de ascensão luminosa durante o ligamento tende a gerar maior dispersão nos dados experimentais, sendo mais sensível a flutuações de ruído e menos representativo, do ponto de vista experimental, da energia média dos fótons detectados.

Por outro lado, durante a redução gradual da tensão, o LED opera inicialmente em regime de emissão estável, no qual o sistema de aquisição de imagem apresenta comportamento mais linear, resultando em um desligamento mais abrupto (Lam *et al.*, 2023; Nguyen, 2023).

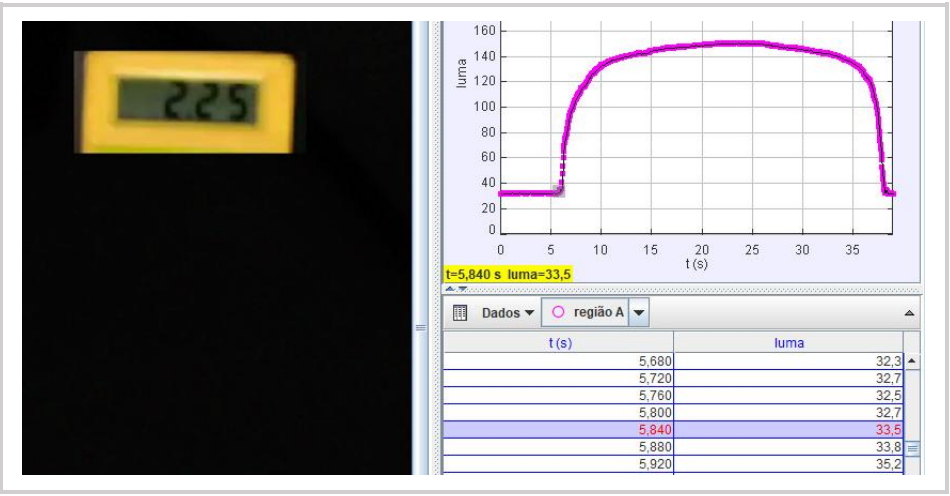
Figura 9 - Gráfico com derivada mostrando o pico de $\frac{dI}{dt}$



Fonte: Elaboração própria (2026)

Para determinar a tensão limiar V_0, retorna-se ao vídeo no instante correspondente ao primeiro valor significativo da derivada $\frac{dI}{dt}$, identificado previamente no gráfico de intensidade luminosa (Figura 9(c)). Nesse momento, observa-se o valor de tensão exibido no visor do multímetro, que representa a tensão mínima necessária para que o LED inicie a emissão de luz visível, que neste caso foi 2,25V no tempo 5,84s (Figura 10).

Figura 10 - Tensão limiar V_0 = 2,25V em t = 5,84s



Fonte: Elaboração própria (2026)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de tensão limiar (V_0) obtidos para os LEDs vermelho, amarelo, verde e azul, utilizando o mesmo procedimento de análise no programa *Tracker*, apresentam-se na Tabela 1 a seguir, totalizando 5 medidas para cada LED.

Tabela 1 - Valores das tensões limiares (V_0) obtidas para cada LED por meio do *software Tracker*.

LED (cor)	$\boldsymbol{V_{0_1}}$ $\boldsymbol{(V)}$	$\boldsymbol{V_{0_2}}$ $\boldsymbol{(V)}$	$\boldsymbol{V_{0_3}}$ $\boldsymbol{(V)}$	$\boldsymbol{V_{0_4}}$ $\boldsymbol{(V)}$	$\boldsymbol{V_{0_5}}$ $\boldsymbol{(V)}$
vermelho	1,45	1,46	1,44	1,49	1,46
amarelo	1,63	1,61	1,63	1,64	1,65
verde	1,87	1,89	1,90	1,86	1,89
azul	2,25	2,27	2,23	2,24	2,25

Fonte: Elaboração própria (2026)

Na Tabela 2, apresentam-se os comprimentos de onda λ (Bui, 2016), as frequências v calculadas ($v = \frac{c}{\lambda}$), bem como as tensões limiares determinadas para cada LED neste estudo. Os valores correspondem à média aritmética $\bar{V}_0$ (equação 6), calculada a partir de 5 medições realizadas para cada cor de LED.

$$\bar{V}_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} V_{0_i},\ n \in \mathbb{N}^* \qquad (6)$$

Tabela 2 - Valores das frequências (v) e tensões limiares médias calculadas ($\bar{V}_0$)

LED (cor)	$\boldsymbol{\lambda\ (nm)}$	$\boldsymbol{v\ (10^{14}Hz)}$	$\boldsymbol{\bar{V}_0\ (V)}$
vermelho	635	4,72	1,46
amarelo	590	5,08	1,63
verde	516	5,81	1,88
azul	464	6,46	2,25

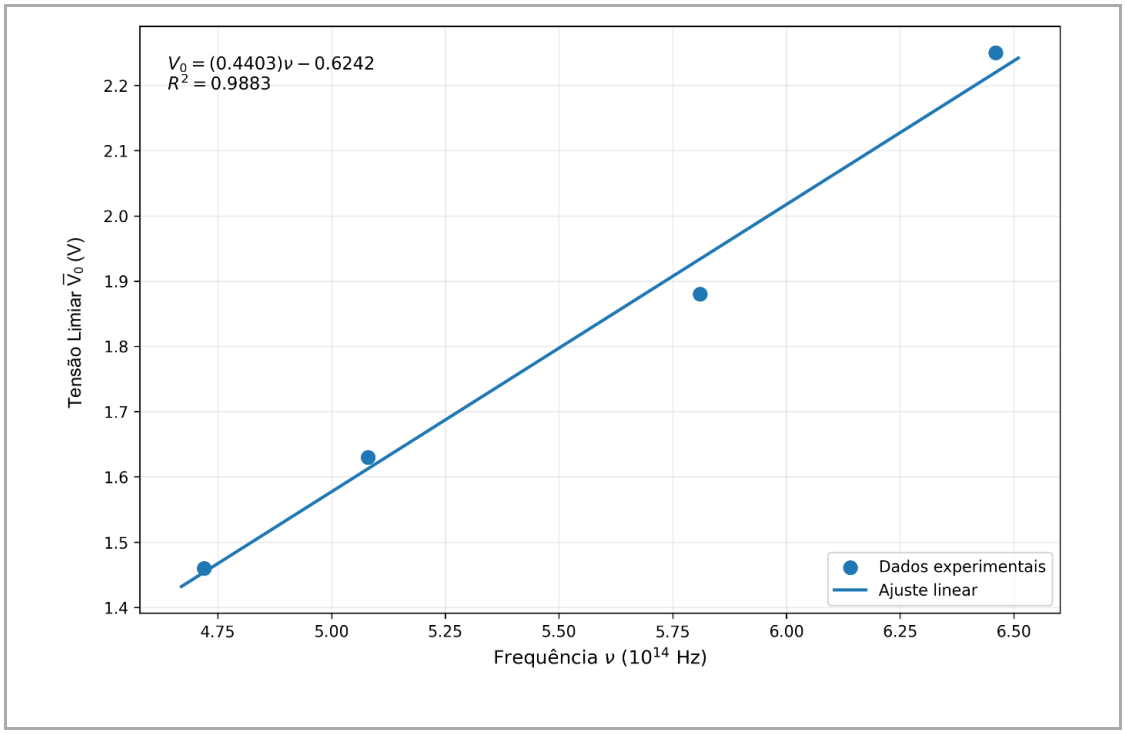
Fonte: Elaboração própria (2026)

A partir do gráfico $\bar{V}_0\ x\ v$ (Figura 11), construído com base nos dados da Tabela 2, foi determinado o coeficiente angular $\left(m = 0{,}4403x10^{-14}\ \frac{V}{s^{-1}}\right)$ da reta obtida por ajuste linear dos pontos experimentais. De acordo com a Equação 5, esse coeficiente permite estimar a constante de Planck (h), cujo valor obtido foi 7,0544x10^{-34}J.s (equação 7).

$$h = \left(0{,}4403x10^{-14}\ \frac{V}{s^{-1}}\right)(1{,}602176634x10^{-19}C) = 7{,}0544x10^{-34}J.s \qquad (7)$$

1 Joule = 1 Coulomb x 1 Volt

Figura 11 - Obtenção do coeficiente angular (m) da curva $\bar{V}_0\ x\ v$



Fonte: Elaboração própria (2026)

A validação do resultado pode ser verificada por meio do cálculo do erro percentual, conforme expressa a equação 8. Essa análise permite avaliar a proximidade do valor experimental ($h_{exp.}$) obtido para a constante de Planck em relação ao valor de referência ($h_{teórico}$) presente na literatura ($h \cong$ 6,62607015x10^{-34}J.s), possibilitando uma apreciação quantitativa da precisão do experimento.

$$Erro\ (\%) = \left|\frac{h_{exp.} - h_{teórico}}{h_{teórico}}\right| = \left|\frac{7{,}0544x10^{-34} - 6{,}62607015x10^{-34}}{6{,}62607015x10^{-34}}\right| \times 100\% \cong 6{,}46\% \qquad (8)$$

Os resultados obtidos evidenciam que a proposta experimental apresentada constitui uma alternativa didaticamente relevante e metodologicamente consistente para a abordagem da constante de Planck no ensino de Física Moderna. A boa concordância entre o valor experimental determinado e o valor de referência, com erro percentual de 6,46%, demonstra que é possível explorar conceitos fundamentais da física quântica a partir de uma montagem simples, de baixo custo e acessível, sem comprometer a qualidade dos resultados. A utilização do *software Tracker* como ferramenta de análise contribui significativamente para a compreensão dos fenômenos envolvidos, ao integrar aquisição de dados, tratamento numérico e modelagem gráfica em um ambiente único, favorecendo a aprendizagem ativa e investigativa.

Embora o uso de LEDs para a determinação experimental da constante de Planck tenha sido introduzido e popularizado na literatura educacional por Jewett Junior (1991) e refinado por abordagens como as de Garver (2006) e interfaces computadorizadas baseadas em decaimento de capacitores (Zhou; Cloninger, 2008), tais métodos tradicionais frequentemente dependem de leituras visuais diretas, sujeitas à subjetividade na identificação da tensão característica de emissão. Em comparação com o método clássico universitário do efeito fotoelétrico, que emprega células de vácuo e lâmpadas de mercúrio (Melissinos; Napolitano, 2003), bem como com abordagens baseadas na leitura visual direta da emissão de LEDs, a presente proposta de baixo custo incorpora a vídeo-análise computacional por meio do *software Tracker*.

A utilização do *Tracker* reduz a subjetividade associada à identificação visual do início da emissão e permite relacionar, quadro a quadro, a evolução da intensidade luminosa ao valor de tensão indicado pelo multímetro. Dessa forma, o procedimento pode reduzir fontes de incerteza relacionadas à leitura manual, embora não elimine as demais fontes de incerteza inerentes à aquisição óptica e elétrica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade em questão forneceu uma aproximação satisfatória para o valor da constante de Planck, em boa concordância com a literatura. A concepção metodológica do experimento foi orientada pelas condições reais de escolas e instituições públicas de ensino, considerando tanto a disponibilidade tecnológica quanto a necessidade de práticas experimentais contextualizadas. Fica comprovada a capacidade que montagens simples possuem de fornecer significados durante a introdução e a consolidação de conceitos da Física Quântica em vários contextos educacionais. O experimento em que o LED é polarizado diretamente e emite luz, valida, visualmente, as leis quânticas. No entanto, o valor da constante de Planck apresenta erro percentual de 6,64% se comparado ao valor proposto pela literatura. Esse erro é perfeitamente justificável quando se consideram aspectos como a falta de precisão dos instrumentos de medida e a simplificação do modelo que gera erros sistemáticos. Intrinsecamente, a presença de impurezas alheias na superfície do material gera distorções no valor do potencial limiar e isso foi desconsiderado. Na mesma linha, a emissão de luz no LED não é perfeitamente monocromática pois, na prática, a barreira de potencial não é exatamente igual à energia do fóton. Por fim, foi desconsiderada a presença de resistências parasitas no circuito, que faz com que parte da energia seja dissipada por efeito Joule.

A iniciativa de propor um projeto experimental que aborda conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, tradicionalmente pouco explorados no contexto escolar, contribui para aproximar o estudante da realidade científica e tecnológica que permeia seu cotidiano. O uso do *Tracker* constitui uma ferramenta promissora de suporte à investigação, favorecendo a análise quantitativa de fenômenos físicos com rigor metodológico. Ao permitir o contato direto com conceitos abstratos por meio de atividades experimentais acessíveis, a atividade proposta deve favorecer a contextualização e a possível atribuição de significado à aprendizagem. Dessa maneira, o experimento constitui-se da possibilidade de que conceitos relacionados à Física Quântica, à Relatividade e à Nanotecnologia seja factivelmente apresentados aos jovens estudantes.

REFERÊNCIAS

BEZERRA JR., A. G. et al. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de**

Física, v. 29, n. esp., p. 469-490, 2012. DOI: https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p469.

BROWN, D.; CHRISTIAN, W. **Simulating what you see**. In: MPTL 16 AND HSCI 2011, 2011, Ljubljana, Slovenia. Disponível em: https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=11475. Acesso em: 27 mar. 2025.

BUI, D. A. **Light-emitting diodes and photodiodes in the deep ultra-violet range for absorption photometry in liquid chromatography, capillary electrophoresis and gas sensing**. 2016. Tese (Doutorado) – Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Basel, Basel, 2016. DOI: https://doi.org/10.5451/unibas-006623596.

CALLISTER JR., W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

EINSTEIN, A. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. **Annalen der Physik**, v. 322, n. 6, p. 132-148, 1905. DOI: https://doi.org/10.1002/ANDP.19053220607.

FITRI, U. R.; ZIVERIA, M.; MUHARA, I. Determination of Planck's constant using the photoelectric effect experiment. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 2377, n. 1, art. 012076, 2022. DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012076.

GARVER, W. P. The photoelectric effect using LEDs as light sources. **The Physics Teacher**, v. 44, n. 5, p. 272-275, 2006. DOI: https://doi.org/10.1119/1.2195395.

GONTIJO, L. M. A.; RODRIGUES, C. G. Radiação térmica e a fórmula de Planck. **Química Nova**, v. 45, n. 10, p. 1303-1314, 2023. DOI: https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170942.

JEWETT JUNIOR, J. W. Get the LED out. **The Physics Teacher**, v. 29, n. 8, p. 530-534, 1991. DOI: https://doi.org/10.1119/1.2343411.

LAM, J. H. et al. Spectral correction of light emitting diodes enables accurate hydration ratio calculation using narrowband diffuse reflectance spectroscopy. **Journal of Biomedical Optics**, v. 28, n. 7, art. 075005, 2023. DOI: https://doi.org/10.1117/1.JBO.28.7.075005.

MELISSINOS, A. C.; NAPOLITANO, J. **Experiments in modern physics**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2003.

NGUYEN, Q. K. Emission spectrum modeling of white LEDs light source with using Gaussian function. **Photonics Letters of Poland**, v. 15, n. 4, p. 54-56, 2023. DOI: https://doi.org/10.4302/plp.v15i4.1236.

SCHUBERT, E. F. **Light-emitting diodes**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

TRACKER. **Tracker video analysis and modeling tool**. Versão 6.3.5. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: https://opensourcephysics.github.io/tracker-website/. Acesso em: 22 mar. 2025.

ZHOU, F.; CLONINGER, T. Computer-based experiment for determining Planck's constant using LEDs. **The Physics Teacher**, v. 46, n. 7, p. 413-415, 2008. DOI: https://doi.org/10.1119/1.2981288.

DADOS DOS AUTORES:

Cristian Lovatto Zavaglia
E-mail: lovatto.cristian@gmail.com
Curriculum Lattes: http://lattes.cnpq.br/9782284602552437
Doutorando e Mestre em Nanociências pela Universidade Franciscana (UFN). Especialista em Ensino e Tecnologias Educacionais com Ênfase em Ensino de Física pelo Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG). Discente da Pós-Graduação Lato Sensu em Modelagem em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Graduado em Física Médica pela UFN. Atualmente, atua como professor do Curso Técnico em Informática da Escola Técnica Albert Einstein (SEG). Possui formação técnica nas áreas de Eletrônica e Automação Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Gilberto Orengo de Oliveira
E-mail: g.orengo@gmail.com
Curriculum Lattes: http://lattes.cnpq.br/3128561437415578
Possui graduação em Física Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (1989), mestrado em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (1997) e doutorado em Engenharia Mecânica (Engenharia Nuclear) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Atualmente é professor adjunto da Universidade Franciscana. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Transporte de Partículas Neutras e em Ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física (História da Ciência, em especial História da Física, Aprendizagem Ativa e Aprendizagem Significativa), Ensino de Física Nuclear, BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) e transporte de partículas neutras (fótons e nêutrons).

Charles de Assis Oliveira Rocha
E-mail: charles.rocha@ifmg.edu.br
Curriculum Lattes: http://lattes.cnpq.br/4677315658525343
É doutor em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação e Mestre em Ciências de Materiais, ambos pela UnB. A sua formação acadêmica básica inclui graduação em Física pela UFV e Especialização Lato Sensu em Ensino de Física pela FACEL. Atualmente é professor do Instituto Federal de Minas Gerais-Campus São João Evangelista (IFMG), onde leciona conteúdos de Física para alunos dos Cursos Médio, Técnico e Superior em matemática, biologia, engenharia florestal e agronomia. Também atua como professor-orientador no Curso de Pós-graduação em Ensino e Tecnologias Educacionais, com ênfase em Ensino de Física.