

# PROPOSTA DE ENSINO QUALITATIVA PARA O CONTEÚDO RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO NO ENSINO MÉDIO

Bruno Henrique Ferreira de Morais <sup>1,3</sup>;  
Eduardo Henrique Bezerra da Silva <sup>1,4</sup>;  
Allamys Allan Dias da Silva <sup>1,5</sup>;  
Luis Henrique Vilela Leão <sup>2,6</sup>.

<sup>1</sup>Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup>Núcleo Interdisciplinar de Ciências Exatas e Inovação Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, 55002-970 Caruaru, Pernambuco, Brasil.

<sup>3</sup>brunohfmorais@gmail.com, <sup>4</sup>eduardoufpe@outlook.com, <sup>5</sup>allan16@outlook.com, <sup>6</sup>luishvleao@yahoo.com

## 1. INTRODUÇÃO

A física moderna inserida no ensino médio se depara com o seu caráter formativo ou informativo na sua exposição ao estudante. Se a linha escolhida for de caráter informativo, simplesmente as informações serão passadas possuindo conteúdos já rigidamente construídos, embasados em cima de vários argumentos, como: nível de abstração, alto rigor matemático além de experimentos não triviais e pouco acessíveis. Mas, se a física moderna for guiada por um caráter formativo, isso propõe que o aluno seja protagonista no seu momento de aprendizado e o professor seja o mediador nesse caminho. Porém a escolha desse caminho exige momentos mais sutis e carece de novas metodologias, bem elaboradas com cada vez mais usos de transposições didáticas e uso de novas tecnologias.

O acesso à internet e aos computadores é cada vez mais presente, seja em casa ou na escola com os laboratórios de informática ou uso de equipamentos multimídia pelo professor. Na medida em que a sociedade avança tecnologicamente, os recursos para o ensino devem também evoluir e torna-se necessário a criação e utilização de novas ferramentas que facilitem a aprendizagem do aluno. Não é por acaso que cada vez mais são desenvolvidos softwares para área de ensino de física, principalmente, em física moderna, uma vez que os conteúdos não possuem muitos experimentos simples para serem feitos em sala o que favorece o uso da área digital e as novas metodologias se fazem cada vez mais necessárias.

Nessa proposta, será abordado um tema da física moderna, a radiação do corpo negro e temas específicos como emissão e absorção de radiação eletromagnética. Sob uma perspectiva qualitativa objetivando fazer o aluno ser o principal agente na produção da atividade, coleta de dados e interpretação dos resultados, será mostrado um experimento de baixo custo que poderá ser utilizado como uma excelente ferramenta para o estudo do conteúdo radiação de corpo negro.

O experimento consiste em analisar qual corpo esquenta e esfria mais rápido se é o preto ou o branco, bem como fazer um choque de teorias onde o conteúdo de física moderna aparecerá como ferramenta para explicar situações onde a física clássica não possui respostas que explicam a situação estudada.

## 2. METODOLOGIA

Para construção do aparato experimental proposto neste trabalho foram usados os seguintes materiais:

- Dois copos pequenos de garrafas PETs, de mesmo tamanho;
- Dois Termopares;
- Uma tábua de madeira;
- Uma lâmpada incandescente;
- Um suporte com bocal para lâmpada;
- Um fio com um conector para tomada;
- Tinha Branca e tinta preta de mesma marca;
- Cronometro.

A tábua de madeira servirá de suporte para o experimento. Nela são fixados dois apoios, também de madeira, para deixar os copos aproximadamente na mesma altura da lâmpada. Os suportes para os copos devem estar a uma mesma distância do suporte onde se encontra a lâmpada que posteriormente será acesa.

O interior dos dois copos deve ser pintado um com a tinta preta e outro com a tinta branca e em seguida fixados nos apoios. No fundo de cada copo, deve ser feito um pequeno orifício da mesma ordem de diâmetro do cabo do termopar. Nesse orifício será inserido o cabo do termopar e com esse instrumento serão feitas as medições necessárias para o estudo da situação apresentada.

Abaixo é mostrada uma imagem do aparato pronto:



**Figura 1. Experimento montado.**

Para a obtenção dos dados é necessário que os dois copos estejam a uma mesma temperatura ambiente pode ser que os dois não estejam por conta de suas cavidades absorverem a radiação ambiente. Caso isso aconteça, é necessário deixar o ambiente pouco iluminado apagando as lâmpadas do local.

Sabendo a temperatura inicial das cavidades, a lâmpada do experimento que se localiza entre as cavidades é acesa durante dois minutos e serão medidas as temperaturas das cavidades a cada dez segundos, posteriormente, a lâmpada será apagada e será medida a temperatura das cavidades durante dois minutos a cada dez segundos. Os dados obtidos durante esses quatro minutos serão utilizados para a construção de gráficos que auxiliará o aluno na interpretação dos dados.

### **3. RESULTADOS**

Durante a realização do experimento foram medidas as temperaturas nos intervalos de 10 segundos, para lâmpada acesa e para desligada e com esses dados foram construídas as Tabelas 1 e 2.

TEMPO (s)	TEMPERATURA NO INTERIOR DA CAVIDADE ESCURA COM A LÂMPADA LIGADA (°C)	TEMPERATURA NO INTERIOR DA CAVIDADE ESCURA COM A LÂMPADA DESLIGA (°C)
0	22,0	26,4
10	22,5	26,2
20	23,1	25,8
30	23,5	25,3
40	24,1	24,9
50	24,5	24,6
60	24,9	24,4
70	25,4	24,1
80	25,7	23,9
90	26,0	23,7
100	26,1	23,5
110	26,3	23,3
120	26,4	23,1

**Tabela 1. Temperatura no interior da cavidade escura.**

TEMPO (s)	TEMPERATURA NO INTERIOR DA CAVIDADE CLARA COM A LÂMPADA LIGADA (°C)	TEMPERATURA NO INTERIOR DA CAVIDADE CLARA COM A LÂMPADA DESLIGA (°C)
0	22,0	24,7
10	22,3	24,6
20	22,6	24,3
30	22,8	24,2
40	23,1	24
50	23,4	23,9
60	23,7	23,7
70	23,9	23,5
80	24,1	23,4
90	24,3	23,3
100	24,5	23,2
110	24,6	23,1
120	24,7	23

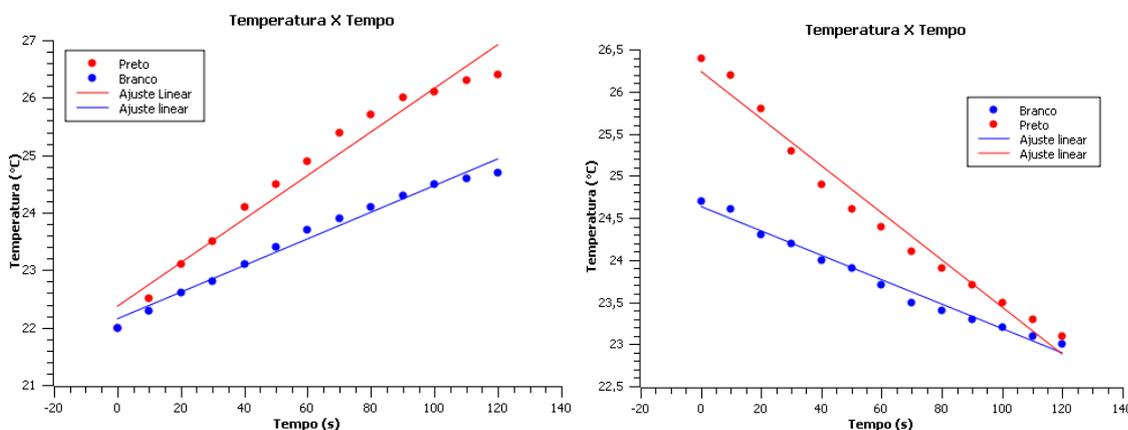
**Tabela 2. Temperatura no interior da cavidade clara.**

Com essas tabelas, vemos que a cavidade escura sofre um maior aumento de temperatura em comparação com a cavidade clara no mesmo intervalo de tempo, mesmo elas possuindo a mesma área de absorção e serem feitas do mesmo material. Classicamente, isso não deveria acontecer, pois a capacidade calorífica depende apenas do material. Se eles recebem a mesma quantidade de energia, deveriam ter a mesma variação de temperatura, coisa que não acontece quando analisamos os dados obtidos. Assim, a explicação satisfatória para esse fenômeno é dada pelo estudo da radiação do corpo negro, que afirma que corpos mais escuros absorvem mais radiação.

Depois que a fonte de radiação é removida (a lâmpada é desligada) as cavidades começam a resfriar e pelas Tabelas 1 e 2 vemos novamente que ocorre uma maior variação da temperatura, no mesmo intervalo de tempo, na cavidade negra. Classicamente, a cavidade que menos absorveu energia deveria resfriar mais rápido, enquanto a que mais absorveu levaria mais tempo em seu resfriamento. Assim, pela radiação do corpo negro, vemos que ótimos absorvedores serão ótimos emissores.

Abaixo, temos dois gráficos gerados com os dados das Tabelas 1 e 2 para o resfriamento das cavidades.

Assim, como a variação de temperatura será maior para maiores quantidades de absorção e emissão de radiação em um mesmo intervalo de tempo, podemos usar os dados das Tabelas 1 e 2 para fazer um ajuste linear, obtendo retas com o objetivo de comparar suas inclinações visualmente e matematicamente. Devido à limitação das páginas, serão apresentados apenas dois gráficos, contudo, o professor poderia pedir pra que os alunos construíssem gráficos das cavidades esquentando e esfriando separadamente um do outro.



**Figura 2.** Gráfico com os ajustes lineares para o aquecimento e o resfriamento das cavidades, respectivamente, usando os dados das tabelas 1 e 2.

Fazendo-se uma análise das retas criadas pelo ajuste linear, pudemos encontrar os valores do seu coeficiente angular. Os valores aproximados de tais coeficientes são mostrados na Tabela 3:

Cavidade	Coeficiente angular com a lâmpada acesa. (°C/s)	Coeficiente angular com a lâmpada apagada. (°C/s)
Escura	$(4,0 \pm 0,2)10^{-2}$	$(-3,0 \pm 0,1)10^{-2}$
Clara	$(2,0 \pm 0,1)10^{-2}$	$(-1,0 \pm 0,1)10^{-2}$

**Tabela 3:** Valores aproximados dos coeficientes angulares.

Quando a lâmpada está acesa, o coeficiente angular da cavidade escura é maior que o coeficiente da cavidade clara o que mostra que a cavidade escura está esquentando mais rápido do que a clara. Vemos também que quando a lâmpada é apagada, o coeficiente angular da cavidade escura é maior, em módulo, do que o coeficiente da cavidade clara o que leva a constatar que a cavidade escura resfria mais rápido do que a cavidade clara. Esses resultados evidenciam ainda mais a comprovação experimental da teoria.

Queremos propiciar ao estudante um momento em que ele próprio seja o protagonista de seu aprendizado propiciando um problema concreto em que eles consigam construir um experimento, analisar os dados e confirmarem a teoria proposta pelo tema trabalhado.

A proposta aqui sugerida aconteceria do seguinte modo:

- Primeiramente o professor iria expor o conceito de absorção e emissão atômica e em seguida conceituaria o que seria o corpo negro.
- Os alunos montariam o aparato experimental em casa indo eles mesmos atrás dos materiais, exceto os termopares (por serem razoavelmente menos acessível). De posse dele construído, seria levado para sala de aula e o professor fornecerá os termopares e pediria que eles fizessem as medições, conforme exposto aqui na metodologia.
- Agora eles iriam analisar as tabelas e responder algumas questões, como:

Qual cavidade está esquentando e resfriando mais rápido, de acordo com as tabelas?

Isso está de acordo com a física clássica, uma vez que eles estão submetidos à mesma fonte de energia e são de mesmo material?

Explique o fenômeno observado usando a física moderna, com tema radiação do corpo negro.

Ótimos absorsores também serão ótimos emissores?

- De posse desses dados, o professor pediria pra que construíssem tabelas similares à Tabela 1 e 2 e os orientaria no uso de softwares que permitissem gerar o gráficos com esses dados.
- Fazendo uma análise visual e matemática desses gráficos com os alunos seria pedido que eles os interprete novamente sob a luz da física moderna.

Essa proposta tem o intuito de reafirmar o novo conteúdo exposto tentando-se diminuir seu nível de abstração, usando um experimento para estimular o senso de percepção e análise do aluno e reafirmar o conteúdo, fazendo com que eles amadureçam e consolidem uma aprendizagem significativa do conteúdo.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O experimento é feliz em oferecer um aparato simétrico. Como ambos os lados são iguais e diferem apenas pela cor de suas cavidades, foi possível fazer confrontos entre física clássica e física moderna e propiciar um momento onde é possível utilizar um experimento que envolve um conteúdo da física moderna. Uma vez que existe uma carência de novas metodologias para se trabalhar com conteúdos da física contemporânea no ensino médio diante de tantos obstáculos que esses conteúdos específicos encontram no ensino. Ora o grande nível de abstração, experimentos complexos e falta de especialização do professor se faz presente. A proposta deste experimento é trazer um momento de fuga quanto a essas questões.

Embora o experimento propicie a coleta e análise de dados, esta proposta ainda é qualitativa, pois o conteúdo alvo é a radiação do corpo negro e seu estudo carece de ferramentas matemáticas bastante sofisticadas as quais os alunos de ensino médio não possuem. Não estamos trabalhando nem demonstrando equações que relacionem radiação com temperatura tanto nas cavidades ou no filamento da lâmpada, mas, ainda assim, é possível observar os fenômenos da emissão e de

absorção de radiação e ainda comprovar que ótimos absorvedores também são ótimos emissores, isso sem fazer uso das ferramentas quantitativas da teoria.

## 5. REFERÊNCIAS

BEISER, ARTHUR (2003). CONCEPTS OF MODERN PHYSICS. 6ª ed. New York: McGraw-Hill.

GAMOW, GEORGE (1961). THE BIOGRAPHY OF PHYSICS. New York: Harper & Row.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. *Física moderna*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2001.