



Neste Guia você vai estudar **Física Quântica Parte 2: Efeito Fotoelétrico**

Pág. 22 a 24 do Módulo 9

Prof. Moisés Sky

# FÍSICA QUÂNTICA PARTE 2

**1. Efeito Fotoelétrico:** é quando uma superfície metálica recebe luz de determinada frequência, temos o aparecimento de elétrons ejetados dessa superfície que são denominados de **fotoelétrons**. Esse fenômeno é quântico, como dito anteriormente depende da frequência da radiação luminosa que incide na superfície. Albert Einstein, em 1900, criou uma teoria quântica sobre a luz incidente se comportar como corpúsculo, isto é, um conjunto de partículas sem massa e sem carga que interagem com elétrons, denominados **fótons**. Esse efeito foi chamado **efeito corpuscular da luz**. Para os elétrons serem ejetados da placa metálica, a energia dos fótons deve ser maior que a função trabalho do metal (energia que depende do tipo de metal). Einstein, usando a teoria quântica e também a conservação da energia, criou uma equação que liga tanto a **energia dos fótons ( $h \cdot f$ )**, a **função trabalho do metal ( $E_0$ )** e a **energia cinética dos fotoelétrons ( $E_c$ )** e foi denominada **equação fotoelétrica de Einstein**.

$$h \cdot f = E_0 + E_c$$

$h \cdot f$  → energia fornecida pelo fóton;

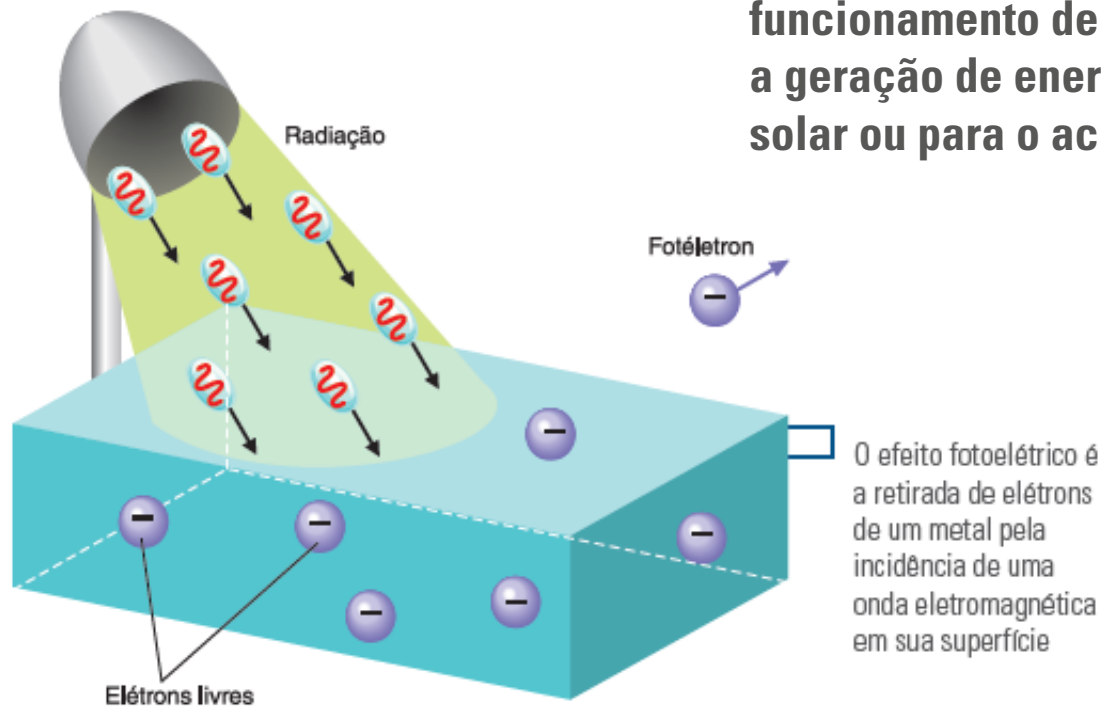
$E_0$  → energia utilizada para arrancar o elétron;

$E_c$  → energia cinética adquirida pelo elétron.

Fonte: Modular, volume 9, 3º ano, p.24.

# FÍSICA QUÂNTICA PARTE 2

O efeito fotoelétrico tem diversas aplicações práticas e está relacionado com o princípio de funcionamento de células fotoelétricas (para a geração de energia elétrica utilizando a luz solar ou para o acionamento de máquinas).



Fonte: Modular, volume 9, 3º ano, p.23.

# FÍSICA QUÂNTICA PARTE 2

## 2. Algumas considerações sobre o Efeito Fotoelétrico:

- A energia de cada fóton **depende de sua frequência (f)**, portanto existe uma frequência mínima necessária para arrancar os elétrons do material. Essa frequência mínima é denominada de **frequência de corte ( $f_0$ )**, para determinar o seu valor devemos usar a relação:  **$f_0 = E_0/h$**
- Para acontecer o efeito fotoelétrico, **a frequência dos fótons deve ser maior que a frequência de corte do metal**, por isso não é qualquer cor de luz que ligada a sua energia consegue arrancar os elétrons do metal. **Não adianta aumentar a intensidade de luz que não vai acontecer o efeito fotoelétrico.** É necessário mudar a frequência da radiação luminosa para entender se irá acontecer ou não o tal efeito.
- O descobridor do efeito fotoelétrico foi **Henrich Hertz**, mas a teoria correta foi criada por **Albert Einstein**.
- A luz, nesse caso, se comporta como **conjunto de partículas** e demonstra que, dependendo do fenômeno, pode ser partícula ou onda, ilustrando a **dualidade onda-partícula da luz**.
- Com o efeito fotoelétrico já em funcionamento, **se aumentarmos a intensidade de luz**, aumentamos a **intensidade de elétrons ejetados do metal**.

## FÍSICA QUÂNTICA PARTE 2

**3. Dualidade Onda-partícula:** dependendo da análise, a luz tem comportamento corpuscular ou ondulatório, apresentando, portanto, um caráter dual de **onda-partícula** (alguns fenômenos por exemplo a luz se comporta como onda “reflexão, refração, interferência” mas em outros como corpúsculo ‘efeito fotoelétrico”). **Niels Bohr (níveis de energia do átomo)** enunciou o que ficou conhecido como Princípio da complementaridade: os aspectos ondulatório e corpuscular de uma entidade quântica (como a luz) são necessários para se realizar uma completa descrição dos fenômenos conhecidos. No entanto, os dois aspectos não podem ser revelados simultaneamente em um mesmo experimento. Louis Victor De Broglie mostrou que a dualidade partícula-onda é expressa matematicamente relacionando o comprimento de onda associado à matéria em função do momento que a mesma possui, vejamos a equação a seguir.

$$\lambda = \frac{h}{Q}$$

Onde:  $h$  – constante de Planck ( $6,6 \cdot 10^{-34}$  J.s)       $\lambda$  - comprimento de onda (m)

$Q$  – quantidade de movimento ou momento linear (kg.m/s)

**Fonte: Modular, volume 9, 3º ano, pg.22. Uso para fins didáticos**

# EXERCÍCIOS

**1. (UEL – PR)** Atualmente, sabe-se que as partículas que compõem a matéria formadora do Universo podem ter comportamentos de natureza tanto corpuscular como ondulatória. O fato de não observarmos diretamente a natureza ondulatória em objetos materiais macroscópicos, como em uma bola de bilhar de aproximadamente 50g, possuindo velocidade igual a 5,0 m/s, deve-se: (Dados:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ )

- a) à razão de não ter sido inventado um aparelho ótico que identifique diretamente essa característica da matéria.
- b) ao fato de o comprimento de onda associado, que tem o valor de  $2,65 \cdot 10^{-33} \text{ m}$ , ser pequeno para uma detecção, mesmo com aparelhos de medida que alcancem a ordem de grandeza no nível subatômico.
- c) à massa da bola, pois tem um valor muito grande para ser possível a demonstração do caráter ondulatório.
- d) a uma falha dos postulados de Louis de Broglie e na experiência de Davissum-Germer na medida de comprimento de onda da bola de bilhar.
- e) aos centros difratores (orifícios, fendas ou átomos) utilizados para medir a frequência da onda associada à bola, de valor  $1,89 \cdot 10^{33} \text{ Hz}$ , estarem localizados incorretamente nos equipamentos de detecção.

## EXERCÍCIOS

2. **(UFSC – SC)** Assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

(01) A luz, em certas interações com a matéria, comporta-se como uma onda eletromagnética; em outras interações ela se comporta como partícula, como os fótons no efeito fotoelétrico.

(02) A difração e a interferência são fenômenos que somente podem ser explicados satisfatoriamente por meio do comportamento ondulatório da luz.

(04) O efeito fotoelétrico somente pode ser explicado satisfatoriamente quando consideramos a luz formada por partículas, os fótons.

(08) O efeito fotoelétrico é consequência de comportamento ondulatório da luz.

(16) Devido à alta frequência da luz violeta, o “fóton violeta” é mais energético do que o “fóton vermelho”.

3. **(PUC-MG)** O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:

a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.

b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte.

c) as correntes elétricas podem emitir luz.

d) as correntes elétricas podem ser fotografadas.

e) a fissão nuclear pode ser explicada.



Para entender melhor o efeito fotoelétrico e a dualidade onda-partícula, aconselho ver os vídeos abaixo:

### **O Efeito Fotoelétrico Explicado (O Nobel de Einstein)**

<https://www.youtube.com/watch?v=USGENeYkBd4>

### **Por Que Precisamos da Dualidade Onda-Partícula?**

[https://www.youtube.com/watch?v=CgY\\_zBuK2Cw](https://www.youtube.com/watch?v=CgY_zBuK2Cw)