Uma determinação fotoelétrica direta do h de Planck

R.A. Millikan, *Phys. Rev.* ⁷ ~~8~~, ⁶ 355(1915)²

(Tradução livre de parte da introdução por Marcos N. Martins)

A teoria quântica não foi originalmente desenvolvida para a interpretação de fenômenos fotoelétricos. Era apenas uma teoria sobre o mecanismo de absorção e emissão de ondas eletromagnéticas por ressonadores de dimensões atômicas ou subatômicas. Não tinha rigorosamente nada a dizer sobre a energia de um elétron ejetado ou sobre as condições sob as quais esse elétron poderia ser ou não emitido. Até hoje a forma na qual a teoria foi desenvolvida pelo seu autor não foi capaz de explicar satisfatoriamente os efeitos fotoelétricos apresentados aqui. Somos confrontados, no entanto, com a espantosa situação de que esses fatos foram corretos e exatamente previstos nove anos atrás por uma forma de teoria quântica que atualmente está praticamente abandonada.

Foi em 1905 que Einstein associou pela primeira vez efeitos fotoelétricos com alguma forma de teoria quântica através da introdução audaciosa, para não dizer irresponsável, da hipótese de um corpúsculo eletromagnético de energia $h\nu$, cuja energia seria transferida, via absorção, para um elétron. Essa hipótese pode muito bem ser chamada de irresponsável, pois uma perturbação eletromagnética que se mantém localizada no espaço, configura uma violação do próprio conceito de perturbação eletromagnética; e mais, porque ela colide frontalmente com os fatos muito bem estabelecidos da interferência. Aparentemente a hipótese foi apresentada apenas porque fornecia uma explicação pronta para um dos mais notáveis fatos descobertos por investigações recentes, isto é, que a energia com que um elétron é emitido de um metal por luz ultravioleta ou raios-X é independente da intensidade da luz, enquanto depende de sua frequência. Esse fato, por si só, parece demandar modificações na teoria clássica ou, pelo menos, não foi ainda interpretado pela teoria clássica de forma satisfatória.

Apesar dessa ser a principal, senão a única, base para a afirmativa de Einstein, essa hipótese permitiu-lhe imediatamente prever que a energia máxima de emissão das partículas sob a influência da luz seria governada pela equação:

$$\frac{1}{2} mv^2 = Ve = hv - p \quad (1)$$

na qual hv é a energia absorvida pelo elétron da onda luminosa, a qual, de acordo com Planck, contém apenas a energia hv ; p é o trabalho necessário para tirar o elétron do metal; e $\frac{1}{2} mv^2$ é a energia com que o elétron deixa a superfície, uma energia evidentemente determinada pelo produto de sua carga e pela DDP contra a qual ele consegue se deslocar até chegar ao repouso.

Na época em que foi feita, essa previsão era tão audaciosa quanto a hipótese usada para fazê-la, pois naquela época não havia quaisquer experimentos disponíveis para determinar o que quer que fosse sobre como a DDP variava com ν , ou se o hipotético h da equação (1) seria qualquer coisa mais que um número da mesma ordem de grandeza do h de Planck. Entretanto, os resultados a seguir parecem mostrar que pelo menos cinco das relações contidas na equação (1), verificáveis experimentalmente, estão rigorosamente corretas. Essas relações estão contidas nas seguintes afirmações:

1. Existe, para cada frequência de excitação ν , acima de um certo valor crítico, uma velocidade máxima de emissão das partículas que é definida e determinável.
2. Existe uma relação linear entre V e ν .
3. $dV/d\nu$ (a inclinação da reta $V\nu$) é numericamente igual a h/e .
4. Na frequência crítica, ν_0 , na qual $v = 0$, $p = h\nu_0$, isto é, a interseção da reta $V\nu$ com o eixo ν corresponde à frequência mais baixa em que o metal pode ser fotoeletricamente ativo.
5. Que o potencial de contato, V_C , entre dois condutores é dado pela equação:

$$V_C = h/e(\nu_0 - \nu_0') - (V_0 - V_0').$$

Nenhum desses pontos (exceto o primeiro) havia sido testado nem grosseiramente quando Einstein fez sua previsão, e a validade do primeiro foi recentemente vigorosamente negada por Ramsauer.