

# **Software Design Document**

**Maria Isabel J. Espinola**

Belo Horizonte, Dezembro/2023

## 1.0 Objetivo:

A simulação proposta destina-se principalmente a ser uma ferramenta didática, simplificando e ilustrando uma das aplicações do Efeito Fotoelétrico, com ênfase na geração de corrente elétrica. Para alcançar esse propósito, utiliza-se a biblioteca VPython, proporcionando uma representação visual clara e objetiva das condições fundamentais para a ocorrência desse fenômeno. A simulação orienta o usuário desde o momento em que fótons incidem em uma placa, desencadeando o movimento de elétrons e, por conseguinte, gerando corrente elétrica, resultando na iluminação de uma lâmpada.

Dada a necessidade de conhecimentos básicos em física de partículas, a simulação se mostra particularmente proveitosa para a aprendizagem de alunos no nível superior. Assim, o projeto mantém seu foco como uma simulação didática, visando proporcionar uma compreensão visual e intuitiva do Efeito Fotoelétrico e suas aplicações, especialmente para estudantes mais avançados.

## 2.0 Metodologia Teórica

Em vista de viabilizar as simulações, os efeitos apresentados devem ser comparados a fenômenos descritos pela mecânica clássica. Tal comparação será tomada a partir da determinação da seção de choque do Efeito Fotoelétrico, uma vez que a seção de choque pode ser interpretada como a probabilidade de interação entre partículas. Assim, considerando o aumento e diminuição da seção de choque em determinadas condições é viável manipular a simulação para que descreva com fidelidade o fenômeno.

A seção de choque microscópica no efeito fotoelétrico é dada por:

$$\sigma = \frac{Z^n}{E^3}$$

onde  $Z$  representa o número atômico do núcleo incidido,  $E$  a energia da radiação incidente, medida em eV, e  $n$  varia de 3 a 4 dependendo do nível de energia da radiação incidente, sendo 3 para níveis mais baixos, e 4 para níveis mais altos (nesse caso, como será tratado apenas radiação de baixa energia tomaremos o valor de  $n$  como sendo igual a 3).

Para analisar interações entre radiação e matéria é necessário tomar a medida da seção de choque macroscópica, que se configura como o somatório das seções de choque microscópicas para cada fenômeno:

$$\Sigma = (\sigma + \dots + \sigma_k) \cdot N$$

Na qual  $N$  representa a densidade atômica. Como na simulação desenvolvida será analisada apenas um fenômeno, usarei apenas o valor obtido na medida da seção de choque microscópica.

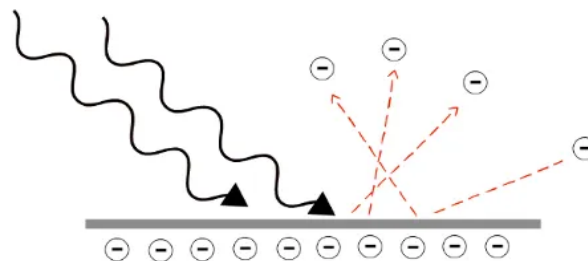
A energia do fóton é dada por:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Na qual  $h$  representa a constante de Planck ( $6.6 \times 10^{-34}$ ) J.s,  $c$  a velocidade da luz em m/s, e  $\lambda$  o comprimento da onda em m. A energia nesse caso é obtida em Joules, que posteriormente será transformada em elétron volts para determinar o valor final da seção de choque.

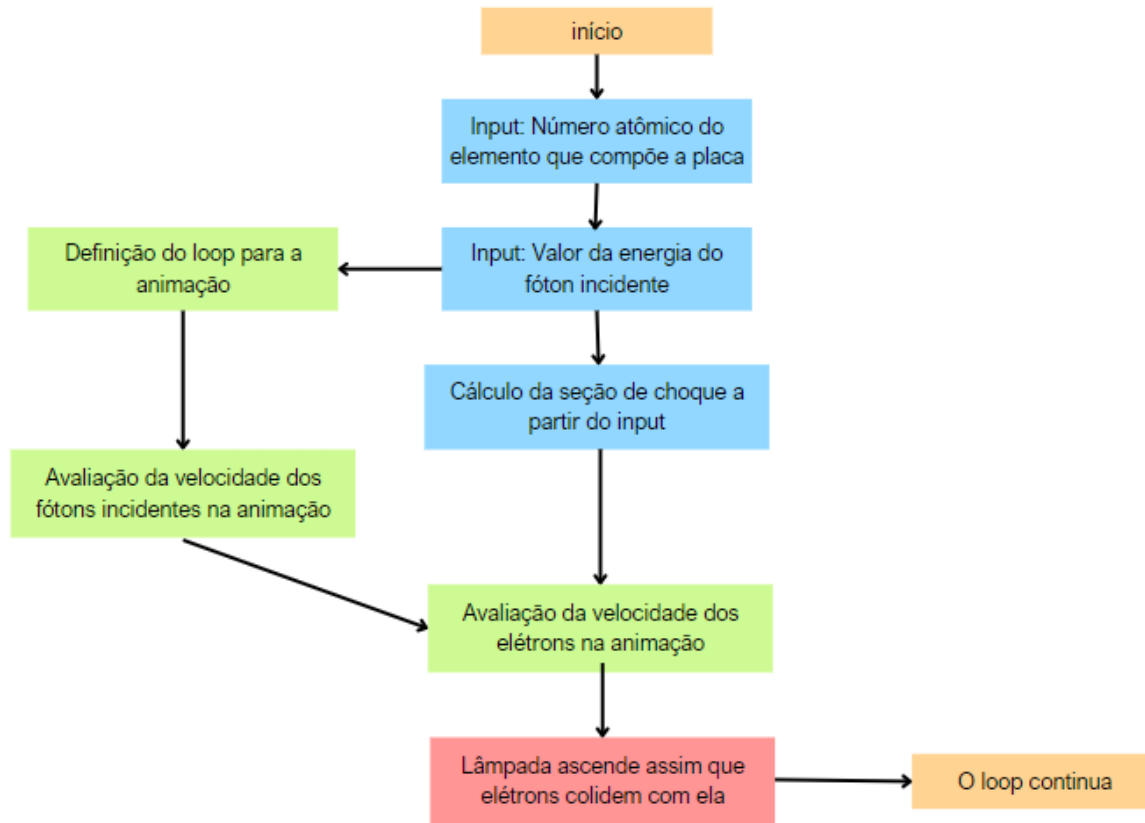
Assim, é possível descrever o efeito fotoelétrico como uma ‘colisão inelástica’ na qual toda a energia do fóton é transmitida ao elétron, que é arrancado de seu orbital, o que gera corrente, e o fóton então desaparece.

Desenho esquemático representando o efeito fotoelétrico:



Dessa maneira, para elaborar uma simulação coesa e que represente de forma fiel o fenômeno, para que este seja compreendido de forma simples, o programa associa a energia do fóton incidente à velocidade na qual este incide a placa. Por sua vez, a variação da seção de choque deve ser percebida pela velocidade da corrente elétrica, assim, quanto maior a seção de choque, maior a velocidade da animação, e mais rapidamente a lâmpada será acesa, o que demonstra de forma intuitiva como as condições do ambiente interferem na eficiência do fenômeno.

### 3.0 Funcionamento Ideal do Programa:



### 4.0 Planejamento

1. Inicialmente, é necessário compreender o fenômeno e comparar as interações do fenômeno com interpretações de mecânica clássica.
2. Determinar os valores da seção de choque.
3. Montar a simulação em Python e aplicar as análises feitas.
4. Observar possíveis inconsistências no código após avaliação da simulação e consertar os erros estudados.

## 5.0 Referências Bibliográficas

1. FísicaModernaUFF. (25/09/23). “Efeito Fotoelétrico: Postulados de Einstein”. Disponível em: [https://youtu.be/gYTUfq5\\_z7M?si=LM-f5XdCpUNLtYpR](https://youtu.be/gYTUfq5_z7M?si=LM-f5XdCpUNLtYpR)
2. Brasil Escola. (25/09/23). “O que é efeito Fotoelétrico”. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-efeito-fotoeletrico.htm#>
3. Fisicanet. (26/09/23). “Mecânica Quântica: Efeito Fotoelétrico”. Disponível em: <https://fisica.net/mecanica-quantica/efeito-fotoeletrico/teoria-do-efeito-fotoeletrico.php>
4. Prof. Leonardo Márcio Vilela Ribeiro. 1999. Apostila referente a estudo de física atômica e nuclear. Departamento de Engenharia Nuclear UFMG.