

# Espalhamento de Rutherford: Avaliando os resultados nas situações limites para força do tipo $k/r^n$ .

Manuella Corrêa e Silva<sup>1</sup>, Frederico Alan de Oliveira Cruz<sup>2</sup>.

1. Bolsista do PET Física do Curso de Licenciatura em Física - UFRRJ; \* manuellaacorrea13@gmail.com

2. Professor do Depto.de Física/Tutor do PET Física, UFRRJ, Seropédica/RJ

Palavras Chave: *espalhamento, física, ensino.*

## Introdução

O estudo das partículas elementares, que compõem a matéria presente em nosso universo, sempre foi uma busca dos cientistas ao longo da história. Dentro dessa busca o cientista neozelandês Ernest Rutherford foi fundamental, pois os estudos realizados por ele permitiram concluir que o átomo não é uma esfera maciça, apesar de possuir uma região central carregada positivamente e onde está concentrada grande parte da sua massa (PINTO, 2015).

As análises realizadas por Rutherford permitiram o desenvolvimento de uma modelagem matemática para explicar o problema, baseada nas características envolvidas no fenômeno (RUTHERFORD, 1911).

Apesar do tema ser extremamente importante, visto que permite compreender os princípios energéticos das reações com matéria, o tema muitas vezes é abordado sem que os resultados encontrados sejam discutidos de forma que os alunos dos cursos de Física compreendam efetivamente o fenômeno (SOUZA & DANTAS, 2010).

Dentro dessa perspectiva, buscamos nesse trabalho realizar uma discussão dos resultados obtidos para a determinação do parâmetro de impacto ( $b$ ), nas condições para força for do tipo  $k/r^n$  para  $n = 1, 2$  e  $3$ .

## Resultados e Discussão

Temos que considerando as condições de simetria do problema (figura 1), temos uma partícula sujeita a uma força de repulsão devido a um centro de forças.

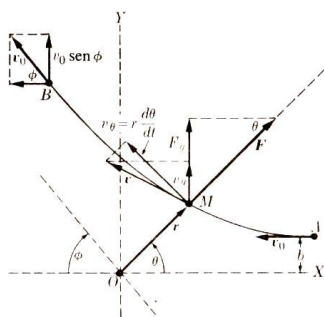


Figura 1. Espalhamento de uma partícula sob ação de uma força central (ALONSO & FINN, 1990).

Nessa condição temos que a expressão a ser resolvida, levando em conta uma aproximação onde  $r \approx b \sin(\theta)$ , será:

$$mdv = \frac{k}{v_0 b^{n-1}} (\sin(\theta))^{n-1} d\theta \quad (1)$$

Onde  $v_0$  e  $m$  são a velocidade e a massa da partícula incidente, e  $k$  é uma constante que leva em conta a cargas das partículas e a característica do meio.

Para essa expressão temos as seguintes conclusões:

- $n = 1$   
Não é possível obter solução de  $b$  em função de  $\phi$ ;
- $n = 2$

$$b(\phi) = \frac{k}{mv_0^2} \cot\left(\frac{\phi}{2}\right) \quad (2)$$

No caso de  $\phi \rightarrow 0$  obtemos  $b \rightarrow \infty$ , enquanto que para  $\phi \rightarrow \pi/2$  temos que  $b \rightarrow \frac{k}{mv_0^2}$ .

- $n = 3$

$$b(\phi) = \sqrt{\frac{k}{mv_0^2 \sin(\phi)} \left( \frac{\pi - \phi}{2} - \frac{\sin(2\pi - 2\phi)}{4} \right)} \quad (3)$$

Novamente, realizando a análise no caso de  $\phi \rightarrow 0$  temos que  $b \rightarrow \infty$ , enquanto que para  $\phi \rightarrow \pi/2$  o resultado indica  $b \rightarrow \sqrt{\frac{k}{4mv_0^2}} \pi$ .

Os resultados apresentados nos mostram que para  $n = 1$  não existe resultado possível, isso está de acordo com ideia que seria impossível obter um potencial para descrever uma força do tipo  $1/r$ .

No caso de  $n = 2$  e  $n = 3$  os valores mostram em  $\phi \rightarrow 0$  o choque é frontal e por isso os resultados são similares, sendo dessa forma independentes das características da força. Para  $\phi \rightarrow \pi/2$ , o resultado mostra que uma vez que a força repulsiva é menor a posição de espalhamento também será.

## Conclusões

Apesar do parâmetro de impacto ser apresentado na maioria dos livros, consideramos que uma avaliação em torno de valores limites permite entender essa grandeza em sua plenitude. Essa abordagem permite que os alunos possam perceber que parâmetro de impacto está diretamente ligado às características da força de interação entre as partículas incidente e alvo, que este não é uma quantidade fixa.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Educação Tutorial (PET), do Ministério da Educação – Brasil.

ALONSO, M.; FINN, E. **Física: Um curso Universitário**. v. 1. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1990.

PINTO, C. E. **O experimento de Rutherford**. São Paulo: Editora do Brasil, 2015

RUTHERFORD, E. **The Scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  Particles by Matter and the Structure of the Atom**. *Philosophical Magazine*, v. 6, n. 21, p. 669-688, 1911.

SOUZA, M. A. M.; DANTAS, J. D. **Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o ensino médio**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 27, n. 1, p. 136-158, 2010.