

# Quiz 1: Fenômenos Eletrostáticos ◊ Revisão: Gravitação Universal

JOAQUIM BRASIL<sup>1</sup> E GUILHERME TOMISHIYO<sup>2</sup>

University of São Paulo

1. joaquimbrasil@ifsc.usp.br, 2. tomishiyo@gmail.com

23 de outubro de 2015

## Resumo

**H**ISTORICAMENTE, a descrição de fenômenos eletrostáticos iniciou-se com os antigos filósofos gregos, que observaram que, após atritado, o âmbar adquire o poder de atrair pedaços de palha [1, cap. 21]. Desde então, muitas teorias surgiram com o intuito de explicar as transformações causadas pelo atrito e como os materiais atritados interagem com os demais de modo a atrá-los ou repeli-los. No entanto, foi somente após dezenas de séculos que (em 1785) foi proposta pela primeira vez uma expressão matemática que relacionasse a força entre duas cargas elétricas e a distância entre elas. Tal proposta é conhecida como lei de Coulomb, em homenagem ao seu elaborador. De forma similar, desde os tempos mais remotos são levantadas questões e teorias sobre a queda dos objetos, sobre o que nos prende à superfície da Terra e nos impede de levantar, sobre o movimento dos astros no céu, etc. No entanto, foi somente em 1655 que Isaac Newton apresentou a teoria da gravitação universal e conseguiu explicar satisfatoriamente os mais variados movimentos dos corpos conhecidos até então [2, cap. 13].

### I. FAÇA VOCÊ MESMO(A)

Você já deve ter ouvido falar que após pentear seus cabelos secos, você pode usar o pente para atrair pequenos pedaços de papel? Você já fez esse experimento? Se não fez, que tal fazê-lo antes da próxima aula?

- Picote pequenos pedaços de papel com dimensões em torno de 5mm.
- Penteie seu cabelo<sup>a</sup> com um pente ou com uma escova.
- Agora aproxime o pente ou a escova aos papéis picotados.
- Observe atentamente o que acontece.

<sup>a</sup>Atenção: seu cabelo não pode estar molhado, nem úmido para este experimento. É importante notar também que tempos bastante úmidos dificultam a obter os resultados esperados.

Após esse experimento, responda às seguintes perguntas:

1. Os papéis foram atraídos ou repelidos pelo pente/escova?
2. Você sabe explicar o porquê?

Agora você pode testar um experimento bastante diferente, mas igualmente fascinante:

- Picote pequenos pedaços de papel alumínio com dimensões em torno de 5mm.
- Penteie seu cabelo (que novamente devem estar secos) com um pente ou com uma escova.
- Agora aproxime o pente ou a escova aos papéis de alumínio picotados.
- Observe atentamente o que acontece.

Após esse experimento, responda às seguintes perguntas:

1. Os papéis foram atraídos ou repelidos pelo pente/escova?
2. Você sabe explicar o porquê?

### II. REVISÃO: GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Como você pode ver em livros que você usou nas disciplinas anteriores, a força de atração entre duas massas pontuais  $m_1$  e  $m_2$ , distantes entre si de  $r_{1,2}$ , é dada por

$$\mathbf{F}_g(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r_{1,2}^2} \hat{\mathbf{r}}_{1,2}. \quad (1)$$

A força gravitacional é do tipo central. Isto quer dizer que a força de interação entre duas massas não dependem da orientação espacial  $\mathbf{r}_{1,2}$ , mas apenas da distância entre elas  $r_{1,2}$ . Quando forças são desse tipo, é muito comum escrevê-las como o gradiente (isto é, derivada espacial) de uma *Energia Potencial*  $U(\mathbf{r})$  [3, sec. 7.4], ou seja,

$$\mathbf{F}(r) = -\nabla U(r). \quad (2)$$

A vantagem de definir energia potencial (grandeza escalar) deve-se ao fato de que, em muitas situações, o ferramental matemático aplicado às grandezas escalares é menos trabalhoso que aquele aplicado às grandezas vetoriais (força). Dessa forma, a energia potencial devida à ação gravitacional entre as duas partículas em questão é dada por

$$U(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r_{1,2}}. \quad (3)$$

**Quiz:** Usando as equações 2 e 3, mostre que é nula a força resultante sobre uma massa pontual  $m_1$  situada no interior de uma casca esférica de massa  $m_2$ . (Dica: revise o texto dado em [3, sec. 10.9].) Você acha que há alguma relação entre a lei de Coulomb e a lei da Gravitação de Newton?

## REFERÊNCIAS

- [1] David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fundamentos de Física*, volume 3. LTC, Rio de Janeiro, 8 edition, 2009.
- [2] David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fundamentos de Física*, volume 2. LTC, Rio de Janeiro, 8 edition, 2009.
- [3] Herch Moysés Nussenzveig. *Curso de Física Básica*, volume 1. Edgard Blücher, São Paulo, 4 edition, 2002.