

# Tema C

## 07. Lei de Lenz

### Um pouco de história

Heinrich Lenz (1804-1865) nasceu em Dorpat, na Rússia. Começou por trabalhar como geofísico. Estudou teologia, química e física na Universidade de Tartu, em Dorpat. Foi especialista em magnetismo e tornou-se professor de física na Academia de Ciências de São Petersburgo em 1836, onde deu início à sua carreira de investigador e onde também se tornaria reitor.

Como investigador, estudou a condutividade de vários materiais sujeitos à corrente elétrica, o efeito da temperatura sobre a condutividade e recebeu reconhecimento pela descoberta da reversibilidade das máquinas elétricas.



Baseado nas experiências do físico inglês Michael Faraday sobre a Lei da Indução Eletromagnética, e após tê-las repetido, formulou em 1833 a Lei que ficou conhecida em sua homenagem e que relaciona o fluxo do campo magnético com o sentido das correntes induzidas. Lenz completou a lei de Faraday com a Justificação de incluir o sinal *menos* na expressão daquela Lei.

A indução eletromagnética é o princípio fundamental sobre o qual operam transformadores, geradores, motores elétricos e a maioria das demais máquinas elétricas. A corrente elétrica gerada é diretamente proporcional ao fluxo magnético que atravessa um dado circuito por unidade de tempo.

Segundo a Lei de Lenz, a corrente elétrica induzida produz efeitos opostos à suas causas, ou seja, qualquer corrente induzida tem um sentido tal que o campo magnético que ela gera cria um fluxo que se opõe a variação do fluxo magnético que a produziu. Havendo diminuição do fluxo magnético, a corrente criada gerará um campo magnético do mesmo sentido do fluxo magnético da fonte. Havendo aumento, a corrente criada gerará um campo magnético oposto ao sentido do fluxo magnético da fonte. A Lei de Lenz evidencia o aparecimento de uma reação contrária à ação provocada pelo íman.

## Material do kit

- Um tubo oco de cobre (cerca de 50 cm de comprimento)
- Um tubo oco de acrílico (igual comprimento e diâmetro do tubo de cobre)
- Um ímã de neodímio (cilíndrico e diâmetro inferior ao dos tubos)
- Um objeto metálico cilíndrico (similar ao ímã e de igual massa)
- Um prego de ferro
- Cronômetro (opcional)

## Material da Atividade 1

- Tubo oco de acrílico
- Ímã de neodímio cilíndrico
- Objeto metálico cilíndrico
- Pregão
- Cronômetro (opcional)



## Montagem

Nesta atividade usa-se o tubo oco de acrílico e verifica-se o tempo de queda dos dois objetos cilíndricos quando se deixam cair pelo seu interior. O prego é usado para identificar o cilindro metálico que tem características magnéticas (o ímã de neodímio). Colocar (segurando com uma mão) o tubo de acrílico perpendicularmente à mesa, mas a uma altura de cerca de 10 cm da sua superfície.

## Exploração

**1.** Perguntar aos participantes o que aconteceria se deixassem cair cada um dos cilindros pelo seu interior. Demorariam o mesmo tempo a cair? Ou qual dos cilindros metálicos teria maior (ou menor) tempo de queda? Permitir alguma discussão...

**2.** Pedir a um participante para deixar cair primeiro o cilindro metálico não magnético, e depois o ímã cilíndrico, pelo interior do tubo de acrílico. O prego pode ser utilizado para identificar qual dos cilindros metálicos é o ímã. Pode-se repetir esta etapa solicitando a ajuda de outros participantes. Se necessário, pode-se medir o tempo de queda dos dois cilindros com o cronômetro.

## O que aconteceu?

Parte 1: Os participantes constatarem (verificando-se as previsões de alguns) que o tempo de queda dos dois objetos é similar.

## Material da Atividade 2

- Tubo oco de cobre
- Ímã de neodímio cilíndrico
- Objeto metálico cilíndrico
- Pregão
- Cronómetro (opcional)

## Montagem

Nesta atividade usa-se o tubo oco de cobre e verifica-se, também, o tempo de queda dos dois cilindros quando se deixam cair pelo seu interior. O prego é usado para identificar o cilindro metálico que tem características magnéticas (o ímã de neodímio).

## Exploração

**1.** Colocar o tubo de cobre sobre a mesa entre os dois cilindros metálicos e aproximá-lo até encostar a esses objetos, de forma que os participantes observem algo elementar: o tubo de cobre não é atraído nem pelo ímã (neste momento, pode-se usar o prego para identificar qual dos cilindros metálicos é o ímã!), pois o cobre não é um material ferromagnético.

**2.** Colocar o tubo de cobre perpendicularmente à mesa (a uma altura de cerca de 10 cm da sua superfície) e perguntar aos participantes o que aconteceria agora se deixassem cair cada um dos cilindros pelo seu interior. Demorariam o mesmo tempo a cair? Ou qual dos cilindros metálicos teria maior (ou menor) tempo de queda? Permitir alguma discussão...

**3.** Pedir a um participante para deixar cair primeiro o cilindro metálico e depois o ímã cilíndrico, pelo interior do tubo de cobre. O prego pode ser utilizado novamente para identificar qual dos objetos metálicos é o ímã. Pode-se repetir esta etapa várias vezes solicitando a ajuda de outros participantes e permitindo que possam observar, por cima, a queda dos objetos. Levar os participantes a perceber que o ímã cai com velocidade constante. Se necessário, pode-se medir o tempo de queda dos dois cilindros com o cronómetro. Os participantes são surpreendidos ao constatar que o tempo de queda do ímã é muito maior, comparativamente ao tempo de queda do cilindro metálico não magnético.

**4.** Questionar os participantes: Qual será a explicação para este efeito, uma vez que o tubo de cobre não é atraído pelo ímã? O que está a acontecer para provocar o movimento retilíneo uniforme do ímã dentro do cobre? Permitir alguma discussão...

## O que aconteceu?

O cobre é um material que não é ferromagnético, logo não atrai o íman nem é atraído por ele. Porém, quando se deixa cair o íman dentro do tubo gera-se um campo magnético no seu interior, podendo-se considerar que cada anel do tubo se comporta como uma bobina ou espira.

Dessa forma, temos um campo magnético de fluxo variável no tubo porque o íman está a descer, gerando uma força eletromotriz induzida de acordo com a Lei de Faraday. Essa força provoca uma corrente elétrica no tubo porque o circuito é fechado, e esta corrente elétrica induzida obedece à Lei de Lenz.

Obedecendo à Lei de Lenz, a corrente induzida no tubo cria um campo magnético que se contrapõe ao que a originou, criando então uma força magnética para cima. Assim, temos o peso “puxando” o íman para baixo e uma força magnética que lhe é aplicada para cima. A resultante destas forças é nula, de modo que o íman sujeito a esta resultante tem movimento retilíneo uniforme.

Ou seja, a explicação para este efeito tem como base as leis de Faraday e Lenz. Os campos magnéticos das correntes induzidas no tubo opõem-se às variações do fluxo magnético do campo indutor (campo do íman que cai). De acordo com a Lei de Lenz, as correntes induzidas circularão de forma a se oporem ao afastamento do íman em relação às espiras acima dele (atraindo-o) e à aproximação do íman em relação às espiras abaixo dele (repelindo-o), aparecendo no íman uma força que se opõe à sua queda.