

# ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL NO 1º GRAU.

## O TELEFONE.

*Eduardo Toshio Nagao.\**

### INTRODUÇÃO.

Como vimos no número anterior, foi desenvolvido no Cesulon uma ampla pesquisa visando determinar materiais alternativos para o ensino de Física Experimental no 1º Grau, cujos resultados estão sendo paulatinamente, publicados nesta revista.

Neste número trataremos do estudo do funcionamento de um dos nossos principais meios de comunicação: o telefone.

### I - COMO NASCEU O TELEFONE.

Em 1870, a ciência do som, isto é, a acústica, já se mostrava muito adiantada. Músicos, fisiologistas, físicos e anatomistas estudavam o assunto a fundo. Helmholtz, físico alemão, e Koenig, conseguiram analisar o som através de ressoadores e fazer também sua síntese. Eles chegaram à conclusão de que a palavra é composta de uma multidão de sons simples, correspondentes a vibrações de frequência de diversas variações desde 30 a 4000 ciclos por segundo. Imediatamente percebeu-se que, neste domínio, o som se confundia com a física, surgindo daí a grande questão.

O telégrafo se espalhara por todo o mundo e suas linhas riscavam e abraçavam o globo como uma teia de aranha. Mas, ele propusera uma nova questão econômica. Uma mensagem só podia ser transmitida por um fio e chegar ao seu ponto terminal para, depois, poder emitir resposta. Com as novas necessidades impostas pelo crescimento das cidades, das indústrias e do comércio, cresceram também as mensagens e, conseqüentemente as instalações de fios múltiplos. Como enviar duas mensagens ao mesmo tempo pelo mesmo fio? O problema exigia uma solução técnica. Desde 1870 diversos pesquisadores se preocupavam com isso. Contudo, sua solução iria ser melhor do que se esperava.

---

\* *Professor de Física do Centro de Estudos Superiores de Londrina - CESULON.*

A transmissão da palavra à distância já entrara na ordem do dia desde aqueles tempos. Era conhecida a experiência de Philip Reis, na Alemanha, que pôde transmitir por meio de eletricidade o tom do diapasão. Reis deu ao seu dispositivo o nome de "telefone". Em 1876 Alexander Graham Bell, físico escocês, conseguiu fazer um diafragma de ferro reproduzir a voz humana. Bell estava preocupado com as mensagens múltiplas e suas primeiras experiências foram feitas com o diapasão dos pianistas.

Se dois conjuntos de diapasões igualmente entoados forem dispostos nos extremos duma sala, qualquer vibração provocada não determinará vibrações simpáticas no diapasão de tom correspondente do outro lado, enquanto os outros permanecem mudos. Se dois ramos de um diapasão estiverem colocados no campo de um eletromagneto, uma corrente que passe por esse magneto fará o diapasão vibrar. E se outro diapasão e outro magneto estiverem incluídos no circuito, esse segundo diapasão também vibrará, caso seja do mesmo tom. Desse modo, a comunicação era possível por meio de diapasões vibratórios. Se um conjunto de diapasões de diversos tons estiver numa parte de um circuito, e outro conjunto, de tons correspondentes, estiver em outra parte do mesmo circuito, dois ou mais dos primeiros diapasões vibrando em 1 farão que dois ou mais dos segundos diapasões vibrem em 2, enquanto os demais permanecem mudos. E como os diapasões em 2 podem ser identificados pelo tom, duas ou mais mensagens podem ser transmitidas assim pelo mesmo fio, ao mesmo tempo. O que realmente acontece, é que o diapasão transmissor interrompe a corrente que o eletromagneto lança cada vez que ele é vibrado. As interrupções é que são remetidas para o circuito e o magneto do diapasão receptor naturalmente as repete.

Idêntico processo ocorre no telégrafo ordinário com a diferença de que aqui as interrupções são automáticas e não por intervenções manuais do telegrafista. Surgem tão rápidas que o som resultante é um zumbido, em vez de tic-tacs. Quando, porém, se introduz uma chave no circuito, pode-se transformar o zumbido nos pontos e linhas do telégrafo. Foi desse modo que Bell conseguiu criar um multi-telégrafo harmônico com dois interruptores de circuito, um rápido e automático, outro lento e manual.

O passo imediato de Bell, foi substituir os diapasões por palhetas. A palheta pôde ser entoadada por meio de alongamento ou encurtamento da sua extensão vibratória, sendo por isso um instrumento mais ajustável que o diapasão. Sua flexibilidade levou Bell a outros campos, e principalmente ao seu campo favorito de estudos, que era a variação dos sons. O diapasão só produzia um som único e um só tom; a palheta, muitos. Bell, em certa ocasião, apertou a palheta contra o ouvido e notou uma mudança. Sentiu desde aquele momento, a centelha de uma coisa que com o tempo se corporificou. Em vez de vibrar a palheta por meio do eletromagneto, ele inverteu o processo: ligou a palheta a um

magneto permanente, e ao fazer isto diante de um eletromagneto, uma corrente se formou e o tom da palheta foi transmitida à palheta receptora. A corrente gerada pelo magneto ligado à palheta era muito fraca. A palheta bastante flexível comparada ao diapasão, era ainda pouco sensível. Constituíam-se, assim, uma série de obstáculos.

Na Europa duas engenhosas descobertas chamaram sua atenção. A primeira era a chamada “chama manométrica de Koenig”. Este processo se baseia no conhecimento de que a imagem persiste na retina 1/10 de segundo. Koenig dispôs um prisma cujas faces eram revestidas de espelhos e imprimindo-lhe um movimento giratório, emitindo um som diante de uma membrana, que servia de parede divisória a uma câmara, onde havia um foco luminoso, notou que as vibrações do ar faziam oscilar a chama de modo característico, conforme a altura ou o número de vibrações do som emitido. A imagem da chama se apresentava com recortes característicos nos espelhos girantes. Koenig organizou então, quadros onde figuravam as ondulações das chamas correspondentes aos diferentes sinais. Este novo meio de tornar o som visível fascinou Bell.

Outra invenção foi o fonógrafo de Leon Scott, que não só fazia o som visível como ainda o fixava em gráficos.

Joseph Henry, físico americano, que havia se tornado o “pai teórico” do telégrafo de Morse, também guiou Bell, enquanto este trabalhava desesperadamente em 1875.

Por essa época, Bell se associou a Watson, um hábil mecânico e eletricista. Trabalhando com palhetas, os dois experimentaram transmitir delicadas e complexas vibrações com interrupção de circuito. Subitamente, sobreveio um acidente que o sutil ouvido de Bell percebeu: a palheta transmissora que Watson fazia vibrar ficou insensível ao eletromagneto. Correu de sua sala para a de Watson, gritando: “Não mexa em nada, deixe-me ver”. Ao examinar o transmissor Bell compreendeu tudo. Aquela palheta de aço magnetizado com suas vibrações sobre o pólo do magneto estava gerando a maravilhosa corrente elétrica que variava de intensidade dentro da distância auditiva da palheta. Tinha descoberto que a corrente não devia ser quebrada pela vibração, mas variar de intensidade. Naquele instante Bell observou que todas as névoas se dissipavam.

Depois que a nova técnica foi descoberta, isto é, de que uma corrente variável era capaz de transmitir a delicada complexidade das vibrações ocorrentes numa membrana, à frente da qual alguém falava, Bell, trabalharia daí por diante, com uma membrana esticada sobre um bocal, ao invés de palhetas.

Para transformar as vibrações da membrana em corrente variável, Bell ligou-a a um fio, cuja extremidade contrária mergulhava num recipiente de metal em solução ácida. Colocando esse dispositivo em circuito com uma bate-

ria e um receptor eletromagnético de armadura ligada a uma membrana, ele falou diante da membrana do transmissor. sua voz fez o fio levantar-se e cair no líquido, variando desse modo a intensidade da corrente que passava do líquido para o recipiente de metal. Duas translações tinham-se realizado. No transmissor, o som da fala produziu vibrações mecânicas que foram transladadas em corrente variável. No receptor, as variações de corrente foram transladadas através da armadura, em vibrações mecânicas, que a segunda membrana transmitiu ao ouvido. Bell não havia pronunciado nenhuma solene palavra bíblica como Morse, mas simplesmente: "Watson, venha aqui. Preciso de você". Watson ouviu o recado e foi ao encontro de Bell.

Pela primeira vez, o homem conseguiu transmitir à distância sua voz. Era o início de uma nova era.

## II - CONSTRUÇÃO DO TELEFONE

A experiência seguinte irá ajudá-lo a compreender melhor o funcionamento de um telefone.

A experiência corresponde ao nº 6, pois as outras foram publicadas nos números anteriores.

### EXPERIÊNCIA Nº 6 - O TELEFONE

Todo telefone é constituído basicamente de dois tipos de "fones": um, em que a pessoa fala, e outro, em que ela escuta.

Tendo em vista o material simples de que dispomos, seria muito difícil construir aqui um telefone "real". Para evitar que uma pessoa somente fale e a outra somente fique escutando, construiremos dois telefones.

#### MATERIAL NECESSÁRIO:

- quatro lâminas de barbear;
- quarenta metros de fio de cobre nº26;
- dois grafites de aproximadamente 4cm;
- duas pilhas de 1,5 V;
- dois receptores (fones de escutar);
- duas caixas de sapatos;
- fita crepe ou fita durex;
- dois copos de papelão;
- tesoura.

## PROCEDIMENTO

O telefone a ser construído, será composto de duas partes: numa delas, a pessoa só fala e, na outra, a pessoa só escuta. Como já foi dito anteriormente, para evitar este problema serão construídos dois telefones.

Construa o telefone de acordo com a figura 1.

Uma pessoa deve falar na abertura da caixa de sapatos, ou perto do grafite, na abertura do copinho de papelão (fone-de-escutar), que está sobre a caixa de sapatos, utilizando-se a voz de maneira forte e pausada. Outra pessoa, bem longe, de preferência fora do recinto, poderá ouvir os sons encostando ao ouvido o fone-de-escutar.

No caso de seu telefone não funcionar, verifique se:

- 1º) as ligações estão corretas;
- 2º) as conexões entre fios, pilha e fone estão bem feitas, isto é, se os fios estão descascados e em contato;
- 3º) a grafite está em contato nas duas lâminas e, se produz um ruído ("chiado") no fone-de-escutar, quando se desliza sobre as lâminas;
- 4º) as lâminas não possuem "dentes";
- 5º) você pagou a conta telefônica.

## FUNCIONAMENTO DE UM TELEFONE:

Para você compreender bem o princípio de funcionamento de um telefone, é necessário ter uma idéia clara do que é o som.

Quando você fala, pode perceber um "sopro", produzido por vibração do ar. Essa vibração do ar é devida à vibração de suas cordas vocais. Para constatar isso, coloque a palma de sua mão diante da boca, e a outra sobre a garganta, enquanto fala.

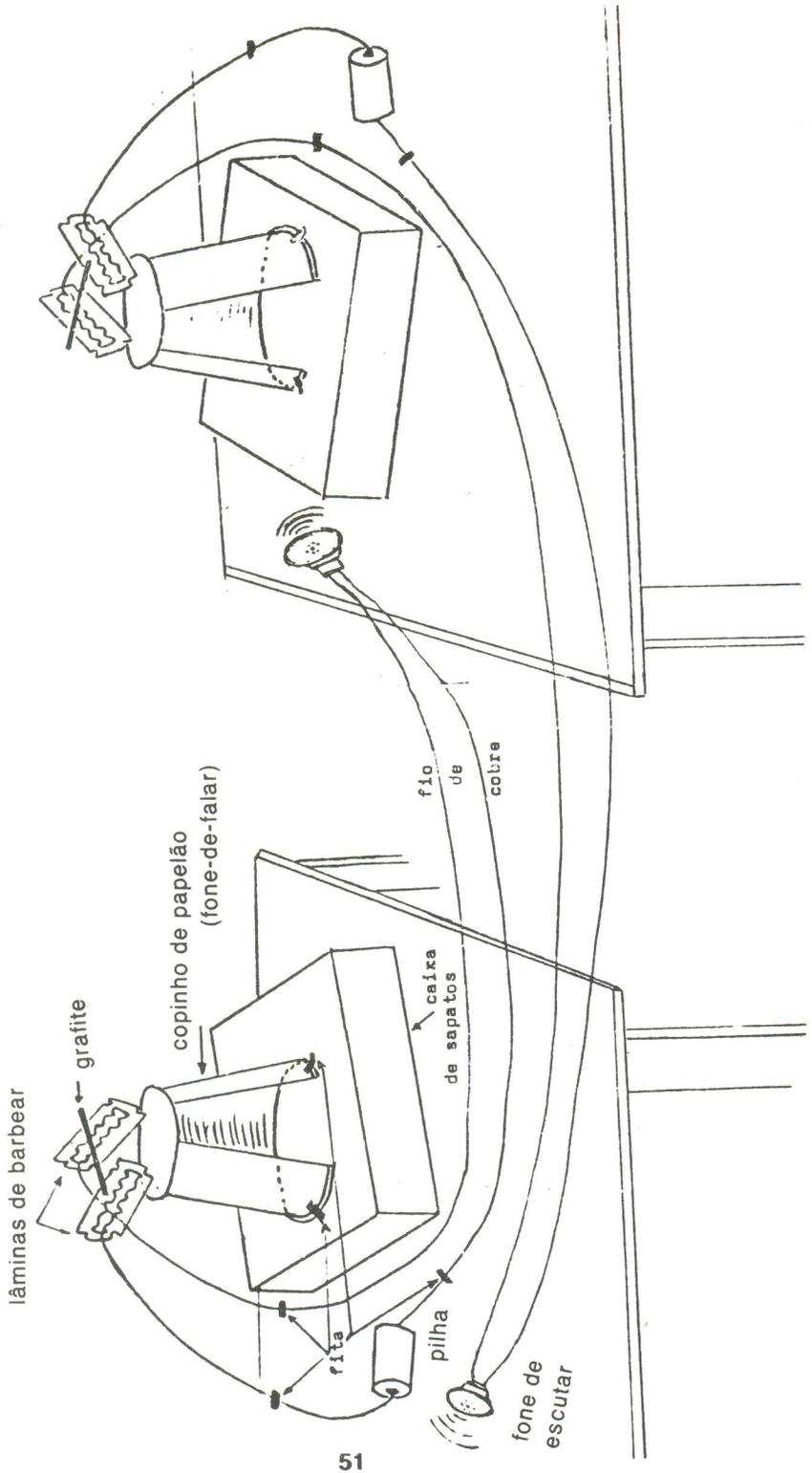
De fato, qualquer corpo que vibre com uma intensidade suficiente produz sons, que se propagam pelo ar: cordas de violão, sinos, corpos que se chocam, entre outros. **FIGURA 1**

Quando você fala no fone (copinho de papelão), a caixa de sapatos começa a vibrar, de acordo com o som produzido. A caixa de sapatos funciona como "caixa de ressonância".

A vibração da caixa é transmitida às lâminas. A grafite, que está sobre as lâminas, passa a vibrar também. Devido à vibração, o contato da grafite com as lâminas sofre modificações: ora é mais acentuada, ora menos.

Quanto melhor for o contato entre a grafite e as lâminas, maior será a passagem de corrente elétrica. E quanto pior for o contato menor será a corrente. Esta corrente elétrica variável é transmitida pelos fios até o fone-de-escutar.

FIGURA 1

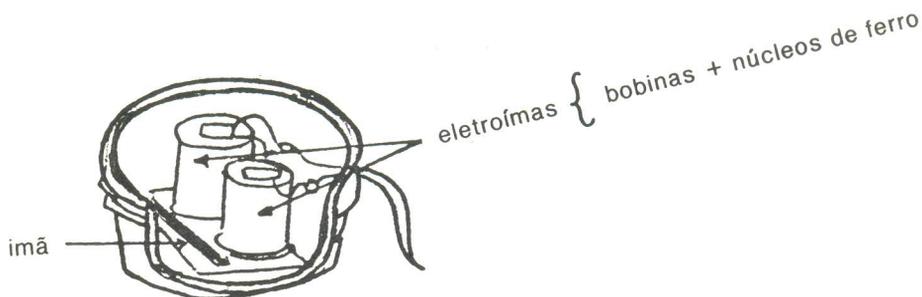


De que maneira a variação da corrente elétrica pode produzir sons?

Ao examinar seu fone-de-escutar, você poderá compreender melhor este fenômeno.

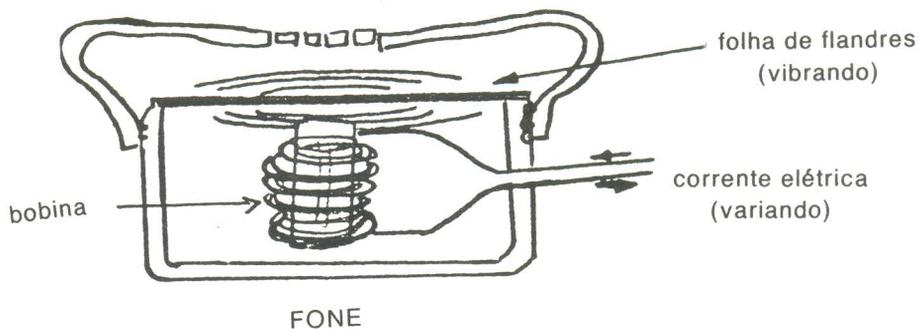
Desatarrache a parte de cima e observe o que está dentro. Tome cuidado para não romper os fios internos que são muito finos. Compare seu fone com o esquema da figura 2.

FIGURA 2.



Outro tipo de fone-de-escutar é o que está esquematizado na figura 3. Verifique se o seu fone é desse tipo.

FIGURA 3.



Em qualquer tipo de fone-de-escutar, a corrente variável transforma a bobina num ímã também variável, que atrai ou repele com maior intensidade de força ou menor intensidade outro ímã ligado a uma membrana. Em consequência, esta membrana vibra e produz som.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ODDO, N. & CARINI, E. - **Exploring Eletromagnetism**. U.S.A. An Exploring Science Book - Holt, Rinehart and Wiston, Inc. 1964.
- RIBEIRO, V.L. A relação entre eletricidade e magnetismo. **Revista de ensino de ciências**, São Paulo, 2(9) : 27 - 40, jun., 1983.
- ARGENTIÈRE, R. **Física moderna: conquistas do homem**. Ed. Samambaia.