

# Tema C

## 09. Piezoelétrico

### Um pouco de história

A primeira demonstração experimental de uma ligação entre os fenómenos piezoelétricos macroscópicos e a estrutura cristalográfica foi publicada em 1880, por Pierre e Jacques Curie.

A sua experiência consistiu na medição de cargas superficiais que aparecem em cristais especialmente preparados (turmalina, quartzo, topázio, sal de Rochelle, entre outros), quando são submetidos a esforço mecânico.

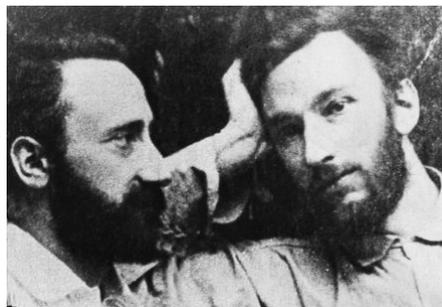


Figura 1 – Pierre e Jacques Curie.

Estes resultados evidenciaram a criatividade e a perseverança dos irmãos Curies, uma vez que foram obtidos com materiais simples como papel de alumínio, cola, arame, ímanes e serra de um joalheiro. Nos círculos científicos da época, este feito foi considerado uma grande “descoberta”, e foi rapidamente apelidado como “piezoelectricidade”, para o distinguir de outras áreas experimentais científicas, como a “eletricidade estática” e a “píroelectricidade” (*eletricidade gerada a partir de cristais, por aquecimento*).

Após (e apenas) dois anos de trabalho interativo dentro da comunidade científica europeia, foi estabelecido o núcleo da ciência e aplicações piezoelétricas: a identificação de cristais piezoelétricos, com base na estrutura de cristal assimétrico, a troca reversível de energia elétrica e mecânica e a utilidade da termodinâmica na quantificação das complexas relações entre as variáveis mecânicas, térmicas e elétricas.

Nos aproximadamente 25 anos seguintes (até cerca de 1910), foi desenvolvido intenso trabalho nesta área do conhecimento, durante o qual se definiu completamente as 20 classes de cristais naturais em que ocorrem efeitos piezoelétricos, e se definiu também todos os 18 possíveis coeficientes piezoelétricos macroscópicos, acompanhados de um tratamento termodinâmico rigoroso. Em 1910 foi publicado “Lehrbuch der Kristallphysik”, que se tornou a obra de referência dos conhecimentos conseguidos sobre a “piezoelectricidade”.

As primeiras aplicações em dispositivos piezoelétricos ocorreram durante a Primeira Guerra Mundial. Em 1917, P. Langevin (e seus colegas de trabalho franceses) começaram a aperfeiçoar um detetor de submarino ultra-sónico. O sucesso do sonar estimulou um desenvolvimento intenso em todos os tipos de dispositivos piezoelétricos. Os anos seguintes (1920-1940) ficaram associados às aplicações de primeira geração de piezoelétricos com cristais naturais.

Durante a Segunda Guerra Mundial, nos EUA, no Japão e na União Soviética, grupos de investigadores descobriram que certos materiais cerâmicos (preparados com óxidos metálicos) apresentavam constantes dielétricas até 100 vezes maiores que os cristais comuns. Assim, nos anos seguintes (1940-1965) intensificam-se as aplicações da segunda geração de piezoelétricos cerâmicos. Outros avanços ocorreram ao longo dos anos que têm justificado intensa atividade

científica na área da piezoelectricidade a nível mundial, com importantes desenvolvimentos económicos e tecnológicos.

## Material

- Piezoelétrico
- Montagem de cabo de lâmpada com conector metálico
- Caixinha de filme fotográfico (plástico)
- Outros materiais necessários (alicate, fita isolante, líquidos inflamáveis como metanol, etanol, acetona. NÃO USAR GASOLINA!)

## Montagem

Esta atividade envolve a explosão no interior de uma caixa de filme fotográfico. Um rolo de filme ligado a um dispositivo de ignição piezoelétrica pode ser utilizado para demonstrar a energia contida em duas gotas de um líquido inflamável. Após a ignição, a caixinha de filme percorre vários metros. (**Figura 2**).

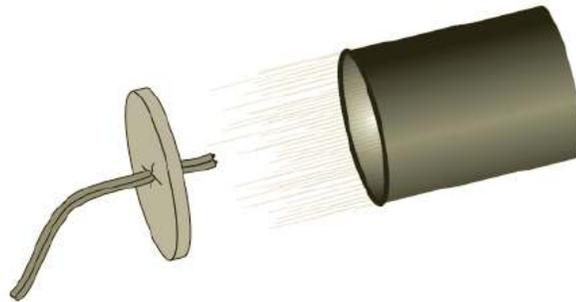


Figura 2

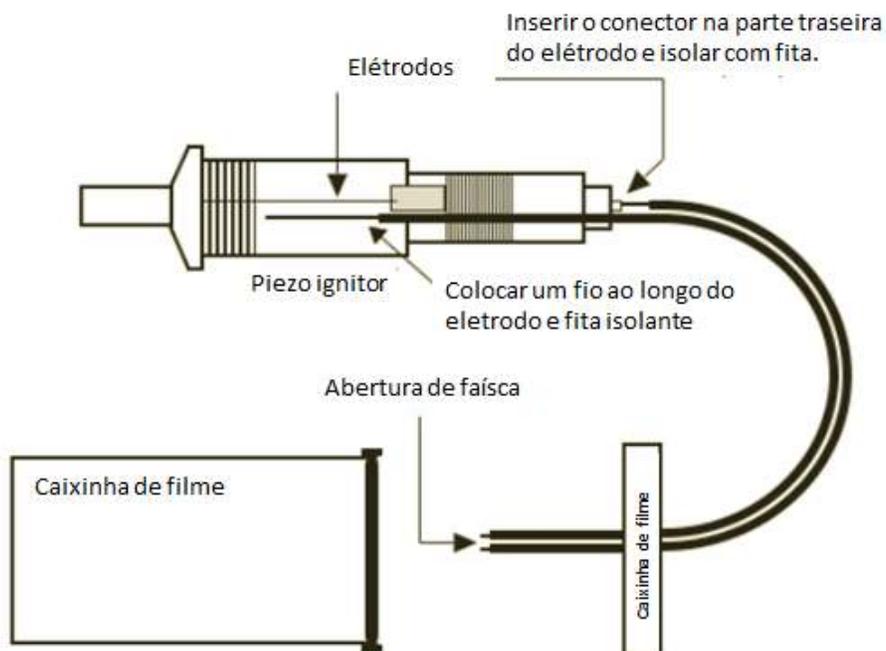


Figura 3 – Montagem experimental.

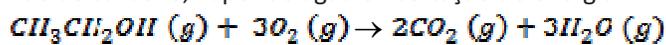
## Exploração

1. Colocar duas gotas de etanol na caixinha de filme. (Atenção: para evitar um “míssil flamejante” e garantir a segurança da atividade, não devem ser usadas mais de duas gotas de líquido inflamável!!).
2. Agitar e aquecer o recipiente com as mãos.
3. Avisar os participantes que a realização da atividade origina um som estrondoso (evitando que se assustem).
3. Apontar para longe e em direção oposta à dos participantes, e acionar o botão. Os participantes surpreendem-se com o som estrondoso e a distância percorrida pela caixinha de filme!

## O que aconteceu?

Uma diferença de potencial é gerada em certos cristais quando submetidos a pressões mecânicas. Este fenómeno é conhecido por *efeito piezoelétrico*. A palavra vem do grego *piezo* e significa “eletricidade por pressão” (*piezo* significa *pressão* em grego).

As duas gotas de etanol colocadas na caixinha de filme inflamam-se com a descarga elétrica criada pela diferença de potencial gerada quando comprimimos o cristal. A combustão do etanol produz dióxido de carbono, vapor de água e libertação de energia.



## Mais concretamente...

Uma das condições básicas para que um cristal seja piezoelétrico é que ele não possua centro de simetria, uma vez que essa propriedade física tem a sua origem justamente na anisotropia do cristal, ou seja, no facto da resposta do material a um estímulo externo não ser a mesma em todas as direções. Ao ser pressionado, um material piezoelétrico passará a apresentar uma polarização elétrica ou uma mudança de polarização, se o material tiver uma polarização espontânea não nula.

Ao exercer uma pressão no material a sua estrutura pode ser deformada, levando a uma separação dos centros gravitacionais de cargas positivas e negativas das moléculas e gerando pequenos dipolos. As cargas internas são mutuamente canceladas e cargas ligadas aparecem na superfície do material, ou seja, o material fica polarizado e conseqüentemente gera um campo elétrico. Consegue-se, assim, um dispositivo pode ser usado para transformar a energia mecânica (deformação do material) em energia elétrica!