

# AL — Caraterização de sons pela conversão em sinais elétricos (osciloscópio)

11.º Ano

Física e Química A

3 páginas

Atividade laboratorial

**Objetivo:** Concluir, experimentalmente, sobre as **características de sons** (frequência/tom, amplitude/intensidade, forma de onda/timbre) a partir da observação de **sinais elétricos** resultantes da conversão de sinais sonoros — explicando procedimentos e resultados com linguagem científica adequada.

## Material e reagentes

| Material                                                                    | Função / nota                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Microfone (transdutor) + osciloscópio (ou PC com software de áudio + sonda) | converte pressão → tensão, mostrável no ecrã |
| Diapasón (440 Hz) · apito · tubo curto · voz                                | fontes: tom puro vs complexo                 |
| Opcional: gerador de funções + alto-falante                                 | f variável controlada (20 Hz – 20 kHz)       |
| Cronómetro/medidas do ecrã (divisões)                                       | ler T (eixo do tempo) e A (eixo vertical)    |

## Normas de segurança

- Sons a **volume moderado** — nunca auscultadores/som direto aos ouvidos (risco acústico).
- Apito/voz apontados para o microfone, **não para pessoas**.
- Equipamento ligado conforme manual; cabos sem puxar; microfone firme (evitar ruído de manuseio).
- Software sempre com níveis baixos no início (proteger o transdutor e o ouvido).

## Procedimento

- Hipóteses:** (a) se o som for mais agudo, o que muda no sinal (T ou A)? (b) se for mais forte, o que muda?
- Ligar o microfone ao osciloscópio; produzir o tom do **diapasón (440 Hz)** e **congelar** a onda.
- Medir **período T** (divisões horizontais × tempo/divisão) e **amplitude A** (divisões verticais × V/divisão).
- Calcular  $f = 1/T$  e comparar com o nominal (440 Hz).
- Repetir com **outro tom agudo** (apito/generator a ~880 Hz) — o que mudou: T, A, ou ambos?
- Repetir mudando só a **intensidade** (aproximar/afastar o som ou baixar volume): o que muda no sinal?
- Falar/assobiar (som complexo): comparar a **forma de onda** com a do diapasón (seno puro).
- Comunicar: tabela, exemplos de formas de onda e conclusões por parâmetro (f → tom; A → intensidade).

**Âncora das AE:** «concluir, experimentalmente, sobre características de sons a partir da observação de sinais elétricos resultantes da conversão de sinais sonoros» — o microfone é o transdutor que torna o som *visível*.

Registo de dados

Tabela — leitura dos sinais

| Som                  | f nominal (Hz) | T medido (s) | f = 1/T (Hz) | A (V) | Forma de onda |
|----------------------|----------------|--------------|--------------|-------|---------------|
| Diapasón             | 440            | .....        | .....        | ..... | seno          |
| Apito (agudo)        | ≈ 880          | .....        | .....        | ..... | ≈ seno        |
| Apito (mesmo, fraco) | ≈ 880          | .....        | .....        | ..... | ≈ seno        |
| Voz / assobio        | —              | .....        | .....        | ..... | .....         |

Tratamento de resultados

Frequência a partir do período:

$f = 1 / T$  (f em Hz, T em s)

Verificação com o diapasón: se  $T = 2,27\text{ ms} = 2,27 \times 10^{-3}\text{ s} \rightarrow$

$f = 1 / 2,27 \times 10^{-3} \approx 440\text{ Hz} \checkmark$

Segundo tom:  $T \approx 1,14\text{ ms} \rightarrow f \approx 880\text{ Hz}$  (um lá agudo — uma oitava acima: 2× a frequência!).

Comparar nominal vs medido:  $Er = |f_{med} - f_{nom}| / f_{nom} \times 100\%$  — tipicamente < 5 % com boa leitura de divisões.

Leitura por parâmetro (a concluir na tabela):

| Mudou...                    | Na prática mudou...                                | Conclusão perceptual                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| tom (agudo ↔ grave)         | T (e $f = 1/T$ ) — A pode ficar igual              | f determina o <b>tom</b>                 |
| intensidade (forte ↔ fraco) | A — T/f iguais                                     | amplitude determina a <b>intensidade</b> |
| timbre (diapasón ↔ voz)     | <b>forma</b> da onda (harmónicos), mesmo pico de f | forma = <b>timbre</b>                    |

**Nota:** a escala do osciloscópio é o fator limitante: escolher divisões que ocupem ≥ ½ do ecrã para T e A (menor erro de leitura).

## Análise e conclusão

1. O que o **microfone** faz, fisicamente, com o som (transdução pressão → tensão)? Porque é que o sinal elétrico «reproduz» a forma do som original?
2. Confirmaram-se as hipóteses? Com os dados: o **tom** depende de qual parâmetro e a **intensidade** de qual? Cita dois ensaios como prova.
3. **440 vs 880 Hz**: calcula a razão de T e explica porque 880 Hz é «uma oitava acima» (dobro da frequência, mesmo timbre).
4. Forma de onda: porquê a voz dá um desenho **complexo** e o diapasón um **seno**? O que isso revela sobre o som musical (fundamental + harmónicos) e o conceito de **timbre**?
5. **Fontes de erro**: leitura das divisões, triggering instável, ruído de manuseio, resposta limitada do microfone (20 Hz–20 kHz). Qual afeta mais f e qual afeta mais A? Como reduzir (boa escala, sinal estável, média de leituras)?
6. **Comunicação**: escreve a conclusão (4–5 linhas) — o que a observação do sinal elétrico provou sobre frequência, amplitude e forma, com linguagem científica.

## Fontes de erro sistemático

- **Escala/grade do ecrã** (leitura a olho): T e A com erro de divisão — sistemático no sentido da divisão estimada.
- Resposta em frequência do microfone (nem todos seguem 20–20 kHz igual — A subvalorizada nas extremas).
- Som ambiente (mistura sinais → onda distorcida).
- Triggering/arranque: fase de leitura instável se a fonte não for estável.

**Conclusão-chave:** a conversão elétrica torna o som **medível**: o **período** dá a frequência ( $f = 1/T \rightarrow \text{tom}$ ), a **amplitude** dá a intensidade e a **forma** dá o timbre — 440 Hz  $\rightarrow T = 2,27 \text{ ms}$  ✓. É assim que qualquer equipamento de áudio «vê» o som: pressão em tensão, e o analisador faz o resto.

**Nota:** AL das AE de FQ-A 11.º ano — domínio «Sinais e ondas» (conclusão experimental a partir da conversão de sinais sonoros). Liga: fichas 4–5 (f/T/A, tom/intensidade) e AL 18 (velocidade do som).