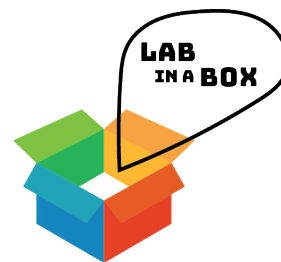


CORDA VIBRANTE



Nesta atividade iremos verificar, de forma qualitativa, como a frequência da onda sonora emitida por uma corda vibrante depende do comprimento, da tensão e da massa por unidade de comprimento da corda.

DISCIPLINA FQ - 8º ano; Física - 10º ano	PROGRAMA CURRICULAR Fenómenos de Natureza ondulatória: o Som e a Luz; Ondas Mecânicas
--	---

Como ouvir um fio a vibrar?

Um fio esticado e preso nas suas extremidades pode vibrar se for sujeito a uma excitação exterior (corda vibrante). Os modos possíveis de vibração, os chamados harmónicos, são ondas estacionárias que se formam no fio e dependem do seu comprimento (ℓ), da sua tensão (T) e da sua massa por unidade de comprimento (μ). Em particular, a frequência do chamado modo fundamental (que o ouvido associa a uma nota musical) é descrita pela equação:

$$f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Com o conjunto de experiências propostas pretende-se verificar de forma qualitativa a dependência da frequência do modo de vibração fundamental do fio com cada uma das três grandezas anteriormente referidas. Sendo uma verificação qualitativa, a experimentação terá como sensor o ouvido dos alunos e será baseada no conceito de som grave ou agudo (menor ou maior frequência, respetivamente).

EXPERIÊNCIAS

- 6.1** - Verificar a dependência da frequência com o comprimento do fio.
- 6.2** - Verificar a dependência da frequência com a tensão do fio.
- 6.3** - Verificar a dependência da frequência com a massa por unidade de comprimento do fio.

PRECEDÊNCIAS

- 6.1** - 1.3
- 6.2** - 1.3
- 6.3** - 1.3 e 1.2

MATERIAL

- caixa;

- 2 lápis; 🎨
- plasticina; 🎨
- clips; 🎨
- 2 fios de nylon finos iguais; 🎨
- 1 fio de nylon mais espesso; 🎨
- massas calibradas na experiência 1.3 (uma de ~100 g e duas de ~200 g).

PROCEDIMENTO

EXPERIÊNCIA 6.1 – Verificar que a frequência depende do comprimento do fio

1. Vira-se uma caixa ao contrário junto à borda de uma mesa, ficando com o fundo da caixa virado para cima; em cada uma das extremidades dessa superfície coloca-se um lápis travando-o com alguma plasticina para não escorregar (Fig. 6A)



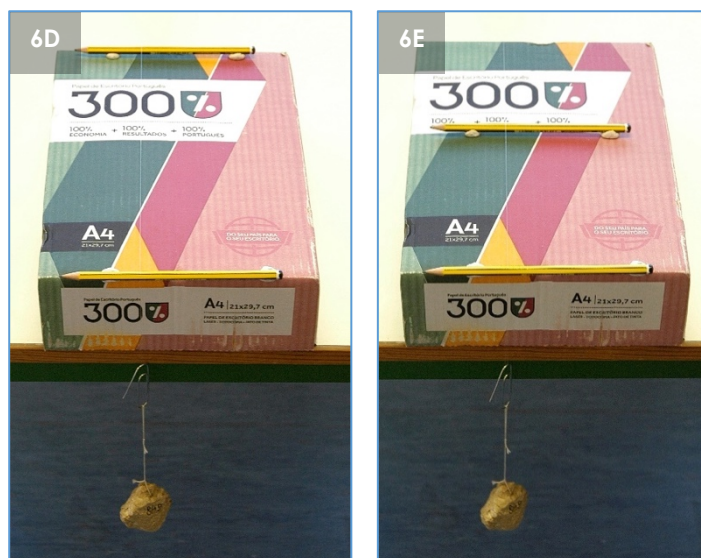
2. Em cada um dos extremos de um dos fios de nylon mais finos, faz-se uma laçada e prende-se um clip; um dos clips é fixado à borda inferior da caixa (que está pousada devido à posição da caixa) (Fig. 6B).

3. O outro é usado para pendurar fora da mesa a massa calibrada $m \approx 200 \text{ g}$ que estica o fio por cima do lápis, que deve estar colocado de modo a que o fio de nylon não toque na caixa (Fig. 6C).



4. Com os lápis colocados à maior distância possível um do outro, belisca-se o fio para se ouvir o som que produz; verifica-se por inspeção visual que só a porção do fio entre lápis é que está a vibrar (esse é o comprimento da corda vibrante, ℓ) (Fig. 6D).

5. Reduz-se a distância entre os lápis, movendo o lápis que está do lado oposto à massa pendurada e belisca-se novamente o fio. (Fig. 6E).



6. Repete-se o procedimento para vários comprimentos do fio entre os lápis e verifica-se que quanto mais curto, mais agudo é o som produzido (maior frequência).

EXPERIÊNCIA 6.2 - Verificar que a frequência depende da tensão do fio

1. Partindo da situação inicial do procedimento 6.1 (com os lápis bem distanciados um do outro) coloca-se em paralelo um segundo fio de nylon igual e estica-se usando uma massa semelhante à que está a esticar o primeiro fio, $m \approx 200$ g.

2. Beliscam-se os dois fios e verifica-se que o som produzido é muito semelhante.

3. Pendura-se a massa extra, $m \approx 100$ g, no clip do segundo fio para que fique mais esticado, isto é, esteja sujeito a uma maior tensão T (Fig. 6F).



4. Beliscam-se novamente os dois fios e verifica-se que quanto maior a tensão do fio maior a frequência do som produzido.

EXPERIÊNCIA 6.3 - Verificar que a frequência depende da massa do fio

1. Partindo da situação inicial do procedimento 6.1 (com os lápis bem distanciados um do outro) coloca-se em paralelo um segundo fio de nylon mais grosso (maior massa por unidade de comprimento) e estica-se usando uma massa semelhante à que está a esticar o primeiro fio.

2. Beliscam-se os dois fios e verifica-se que o som produzido pelo fio mais grosso tem uma menor frequência (mais grave).

RESULTADOS ESPERADOS e CONCLUSÕES

EXPERIÊNCIA 6.1

Uma vez que a frequência é inversamente proporcional ao comprimento do fio, $f \propto \frac{1}{l}$, quanto mais curto este for, maior a frequência produzida, que resulta num som mais agudo. Assim, à medida que vamos encurtando o fio, vamos ouvindo sons cada vez mais agudos.

EXPERIÊNCIA 6.2

Uma vez que a frequência é proporcional a \sqrt{T} , $f \propto \sqrt{T}$, quanto maior a tensão a que o fio está sujeito, maior a frequência produzida, que resulta num som mais agudo. Quando suspendemos uma segunda massa, aumentamos a tensão no fio e, portanto, devemos ouvir um som mais agudo.

EXPERIÊNCIA 6.3

Uma vez que a frequência é inversamente proporcional a $\sqrt{\mu}$, $f \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$, quanto maior for a massa volúmica do fio utilizado, menor é a frequência produzida, que resulta num som mais grave. Quando usamos um fio mais grosso, temos uma massa volúmica maior, pelo que devemos ouvir um som mais grave.

Podemos comparar todas estas experiências com uma guitarra. Podemos mudar o **comprimento** das suas cordas pressionando-as com os dedos em posições diferentes, produzindo notas musicais diferentes (frequências diferentes). Para afinar a guitarra, aumentamos o diminuimos a **tensão** na corda para que corresponda à frequência correta. Cordas diferentes têm espessuras e materiais diferentes, alterando a **massa volúmica** que altera a frequência produzida.

NOTA EXPERIMENTAL

Na experiência 6.3, em que se pretende que os fios estejam submetidos exatamente à mesma tensão, os pesos usados para as esticar terão de ser iguais.

Para isso, usam-se duas massas calibradas na experiência 1.3, aproximadamente iguais, acertando-se a mais leve com adição de clips, calibrados (experiência 1.2).