

## Cordas vibrantes no violão

Alan Maciel; Maria Isabel V. Orselli; Rubens E.G. Machado e Zwinglio O. Guimarães-Filho  
Instituto de Física da Universidade de São Paulo  
E-mail: [zwinglio@if.usp.br](mailto:zwinglio@if.usp.br)

*Trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Física de 2001.*

Uma grande dificuldade enfrentada pelo professor de Física é a falta de motivação de seus alunos, para quem a disciplina parece muito distante do cotidiano. Uma opção para contornar esse problema é a utilização de exemplos e atividades relacionadas com os interesses dos estudantes. Nesse sentido, a música pode ser um importante aliado do professor na busca por motivação.

A escala musical comumente utilizada<sup>[1]</sup>, chamada escala temperada, divide cada oitava em 12 semitons: Dó - Dó<sup>#</sup> - Ré - Ré<sup>#</sup> - Mi - Fá - Fá<sup>#</sup> - Sol - Sol<sup>#</sup> - Lá - Lá<sup>#</sup> - Si; e a cada oitava a frequência varia de um fator 2, sendo a razão entre as frequências de semitons vizinhos igual a  $2^{1/12}$ . Assim, com a definição da frequência de uma nota, toda a escala musical é construída e o padrão é o Lá fundamental, 440Hz. Em um instrumento de cordas como o violão, as notas musicais são obtidas através das frequências naturais de oscilação de suas cordas, que são dadas pela equação de Euler-

Lagrange <sup>[1]</sup>  $f_n = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ . Nesta expressão,  $n=1,2,3,\dots$  é o número do harmônico,  $L$  é o

comprimento,  $T$  é a tração e  $\mu$  é a densidade linear da corda. A nota musical atribuída a cada corda é definida pela frequência do primeiro harmônico ( $n=1$ ). Diferentes notas musicais são obtidas em uma mesma corda no violão pela variação do comprimento do segmento vibrante, alterando a “posição” de um dos extremos, pressionando-a entre dois trastes. A cada traste a nota emitida varia um semitom.

A tração de cada corda do violão pode ser determinada com o uso de um dinamômetro, a partir do conceito de equilíbrio de forças. Puxando-se cada corda, na direção perpendicular a mesma, com uma força ( $F$ ) em seu ponto médio (que coincide com a posição do 12<sup>o</sup> traste), a tração ( $T$ ) da corda pode ser determinada pela seguinte relação, envolvendo o deslocamento ( $h$ ) do ponto médio:  $T = \frac{L \cdot F}{4 \cdot h}$ .

Conhecendo-se a tração a que cada corda é submetida, pode-se calcular sua densidade linear com o uso da equação de Euler-Lagrange, já que, se utilizarmos um violão afinado, a frequência de cada corda é determinada pela sua respectiva nota (82,5; 110; 147; 196; 247 e 330Hz).

Este estudo foi efetuado como proposta dos alunos que são coautores deste trabalho na atividade final da disciplina Física Experimental 2 <sup>[2]</sup> do Instituto de Física da USP. As trações determinadas foram semelhantes para as 6 cordas, havendo variação inferior a 20%. Para verificar a validade do procedimento, o encordoamento do violão foi retirado e a densidade linear de cada uma das cordas foi medida de maneira direta com o auxílio de uma balança. A concordância entre as densidades obtidas pelos dois métodos foi excelente, dentro da precisão alcançada de 5%.

Uma interessante conclusão que se pode tirar deste experimento diz respeito à tecnologia de fabricação de encordoamentos de violão. Para se conseguir notas de frequências muito diferentes são utilizadas cordas de diferentes densidades lineares (entre 0,4 e 5,3g/m), visando manter as trações semelhantes (~55N), provavelmente com o intuito de evitar deformações no braço do violão. Os autores agradecem a colaboração da música Christiane Mayra Cazita Figueredo.

1) H.M. Nussenzveig, Curso de *Física Básica*, vol. 2, São Paulo Edgard Blücher, (1981), pág 133.

2) L.B. Horodyski-Matsushigue et al, *Um experimento optativo como avaliação de aprendizagem em um curso introdutório de laboratório de Física*, Programas e Resumos do XIII SNEF 1999, pág. 42.