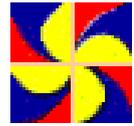




CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br



A Propagação do Som e o Estetoscópio.

Parece haver sido o artista e inventor Italiano Leonardo da Vinci (1452-1519) um dos primeiros cientistas a falar da **propagação do som** e de seu efeito de ressonância, pois dizia que: - *O golpe em um sino produz um eco e provoca um movimento fraco em uma outra corda semelhante da mesma altura colocada no outro lado.*

Contudo, foi a partir do Século 17 que começaram os estudos formais dos movimentos ondulatórios. Assim, em 1625, o matemático, filósofo e teólogo, o padre franciscano francês Marin Mersenne (1588-1648) observou que a frequência (número de ondulações por segundo - ν) de uma **corda vibrante** de comprimento ℓ , tensão T e densidade linear σ (massa por unidade de comprimento), satisfaz a seguinte proporcionalidade: $\nu \propto (1/\ell) \times \sqrt{T/\sigma}$.

Por outro lado, em seu famoso tratado intitulado **Philosophia Naturalis Principia Mathematica** ("Princípios Matemáticos da Filosofia Natural"), composto de três livros e publicado em 1687, o físico inglês Sir Isaac Newton (1642-1727) apresentou no Livro II uma fórmula para o cálculo da **velocidade do som** (V_s) em um determinado meio: $V_s = \sqrt{e/d}$, onde e e d representam, respectivamente, a elasticidade [relação entre tensão e deformação, proposta pelo físico inglês Robert Hooke (1635-1703), em 1678] e a densidade (relação entre massa e volume) do meio. Ao aplicar essa fórmula ao ar, Newton encontrou um valor de $\approx 15\%$ abaixo do valor conhecido que é de aproximadamente 340 m/s.

O estudo da vibração musical resultou de um trabalho (*Mémoire*) apresentado à *Academia Francesa de Ciências*, em 1700, pelo físico francês Joseph Sauveur (1653-1716), no qual descreveu um método experimental para determinar a frequência absoluta de um **som musical**. Nesse método, Sauveur utilizou um par de órgãos afinados em um

pequeno intervalo de tempo, com os batimentos correspondentes contados em um dado período de tempo. Por esse seu trabalho, Sauveur foi considerado como o criador da **Acústica Musical**. É oportuno registrar que o **som** é uma **onda longitudinal** decorrente de compressões e distensões do ar atmosférico. É por essa razão que o **som** não se propaga no vácuo.

Ainda com relação à propagação das **ondas sonoras**, é interessante destacar a invenção do **Estetoscópio** [do grego: *stéthos* (peito) e *skopé* (exame)] decorrente daquela propagação em meios materiais. Ele foi inventado pelo médico francês René-Théophile-Hyacinthe Laennec (1781-1826), em 1819, quando estava trabalhando no *Hospital Necker*, em Paris. No Prefácio de seu livro intitulado **De l'Auscultation Médiante ou Trait du Diagnostic des Maladies des Poumon et du Coeur** ("Da Auscultação Mediata ou Trato do Diagnóstico das Doenças dos Pulmões e do Coração") (Brosson & Chaudé, Paris, 1819), ele escreveu: - *Em 1816, eu fui consultado por uma jovem mulher com sintomas de uma doença cardíaca, e nesse caso a percussão, bem como a aplicação da mão, eram de pouca serventia, em virtude do grande grau de adiposidade da paciente. O outro método chamado **escuta direta** era inadmissível, tendo em vista a idade e o sexo dela. De repente, me lembrei de um simples e bem conhecido fato em acústica, a grande nitidez com que se ouve o arranhar de um pino em uma extremidade de uma peça de madeira ao aplicar o nosso ouvido no outro lado. Então, eu não só solicitei um laminado de papel em uma espécie de cilindro, como também apliquei o final do mesmo na região do coração e a outra extremidade no meu ouvido, e fiquei surpreso e satisfeito ao descobrir que eu podia, assim, perceber a ação do coração de uma maneira muito mais clara e distinta do que se eu alguma vez tivesse sido capaz de fazer isso pela aplicação imediata do meu ouvido.* (wikipedia.org/Laennec).

De acordo com o verbete acima, a origem desta ideia ocorreu quando Laennec viu algumas crianças brincando perto do *Museu do Louvre* ouvindo as extremidades de uma longa peça de madeira que transmitiu os sons do pino arranhado. No dia seguinte, Laennec enrolou um pedaço de papel, amarrando-o com uma corda, e ouviu os seus

corações enfermos com ela. Laennec (que também era carpinteiro), em seguida, construiu uma peça de 25 cm por 2,5 centímetros de cilindro oco de madeira onde ele também usava para ouvir os sons do peito dos pacientes. Ele depois modificou este cilindro em partes. Ele destacou os vários sons que ele ouviu e, em seguida, correlacionava com os dados anatômicos em suas autópsias. Ele também usou um pedaço de madeira sólida para 'escutar' os sons do coração. Estava inventado o **Estetoscópio**, como ele próprio o denominou. Em fevereiro de 1818, ele apresentou suas descobertas em uma palestra na *Academie de Medicina de Paris*. Registre-se que foi o próprio Laennec que deu o nome de **Estetoscópio**. Aproveito a oportunidade para agradecer ao meu irmão, o médico pneumologista brasileiro Mário Filardo Bassalo (n.1933), por haver chamado a minha atenção sobre esse instrumento [hoje construído de **fibras ópticas** (ver verbete nesta série), e com múltiplas funções] de uso diário obrigatório de qualquer médico.

Aliás, esse uso obrigatório (certamente com uma nova espécie de **Estetoscópio**) está sendo considerado, em futuro bem próximo, como uma das maneiras de detectar células cancerígenas, segundo a proposta do músico e tecnólogo de mídia digital, o inglês Ryan Stables: a de converter uma técnica visual de identificação daquelas células em um método sonoro. Por sua vez, seu colaborador, o músico, físico e engenheiro acústico, o italiano Domenico Vicinanza, justificou essa ideia dizendo: – *O ouvido humano é naturalmente treinado em detectar padrões e regularidades e é muito melhor que o olho para reconhecê-los. Ainda segundo Vicinanza, o olho é incapaz de diferenciar entre uma luz que pisca 30 vezes por segundo e outra que pisca 60 vezes por segundo, mas o ouvido pode distinguir uma fonte de som que vibra 30 vezes por segundo de outra que vibra 60 vezes.* [Ron Cowen, **A Sonorização de Estrelas e Células** (*Scientific American Brasil*, p. 42, Abril de 2015)].

Desse modo, com essa ideia em mente, Vicinanza, Stables e o químico inglês Graeme Clemens sonorizaram os dados do espectro visual que mostram diferenças entre células cancerosas e saudáveis. Eles perceberam que havia diferenças bem nítidas no espectro auditivo dos dois tipos de células. Depois de examinar 300 arquivos de som, cada um representando uma amostra de tecido diferente, os três foram capazes de discernir corretamente diferenças entre as amostras cerca de 90% de vezes. Essa informação foi por eles apresentada, no dia 23 de junho de

2014, por ocasião da 20^a Conferência Internacional sobre Display Auditivo, realizada em Nova York. (Cowen, op. cit.)



ANTERIOR

SEGUINTE