

Editorial

Música e entropia

Uma das tarefas menos árduas enquanto editor de uma revista voltada à física e seu ensino é convencer seus leitores da beleza das ciências em geral e da física em particular. Há momentos no entanto em que nos deparamos com resultados tão inusitados que a beleza da física nos bate novamente à porta, reforçando em cada um a certeza da escolha que um dia fizemos. O artigo do Prof. Heye Hinrichsen, da Universidade de Würzburg, na Alemanha, que agora publicamos na RBEF, se enquadra nesta categoria.

No trabalho intitulado *Entropy-based tuning of musical instruments* o Prof. Hinrichsen propõe que a escolha que afinadores de piano profissionais (afinação de ouvido, ou auricular) fazem ao alongarem as notas do piano não é aleatória mas baseia-se em um princípio de minimização da entropia de Shannon. Se os pianos fossem afinados com precisão matemática ele soaria, aos nossos ouvidos, como estando fora de tom. Isso pelo fato das cordas de um piano não serem osciladores harmônicos perfeitos: devido à rigidez intrínseca das cordas, ao serem tocadas pelo martelo, modos de ordem mais alta são excitados e há uma correção na frequência que depende da rigidez. Isto é algo conhecido há décadas e afinadores profissionais compensam este efeito “alongando” as notas, ou seja, tentando fazer com que harmônicos em diferentes tons “casem” (em um piano bem afinado, isto introduz uma diferença de aproximadamente meio tom entre a tecla mais à esquerda – A, ou Lá – e aquele na extrema direita – C, ou Dó – em um teclado normal de 88 teclas). Quando isto acontece, o piano soa de maneira agradável.

A história deste artigo merece ser contada: a ideia surgiu quando o Prof. Hinrichsen preparava um seminário sobre o tema Entropia, um conceito deveras obscuro, para professores de ensino médio (*Gymnasium*) na Alemanha. Enquanto pensava na melhor maneira de apresentá-lo e tornar o conceito mais claro, surgiu a ideia da relação com a afinação do piano ao observar um profissional afinando o piano da família há pouco adquirido. Este seminário foi apresentado um dia antes de viajar ao Brasil como participante de um projeto de cooperação bilateral PROBRAL (CAPES-DAAD). Em Porto Alegre, ao apresentá-lo no Café Científico, a receptividade foi tão grande que os editores resolveram convidá-lo a colocar suas ideias no papel e submetê-lo à RBEF. Durante um final de semana discutimos intensamente a primeira versão do artigo que, se dependesse de seu autor, nunca teria sequer ido parar no papel. Após sua submissão, o Prof. Hinrichsen postou-o nos *Archives* de Los Alamos [1].

Para surpresa de todos, o impacto foi estrondoso: vários jornais vêm escrevendo sobre o trabalho como representando o possível fim dos afinadores de piano enquanto categoria profissional. Começando pelo *Technology Review* do prestigioso MIT [2], a febre espalhou-se para o *Wall Street Journal* [3] e mais recentemente o jornal eletrônico *Physicsworld* da editora IOP de Bristol publicou uma longa entrevista com seu autor [4]. Nunca foi a intenção do autor, filho de músicos profissionais, substituir os afinadores por instrumentos eletrônicos (que podem ser encontrados no mercado). O que o motivou foi a curiosidade intelectual e a vontade de entender a física por trás do processo de alongamento das notas.

Após toda a publicidade que o artigo recebeu, os editores contactaram o autor para que se sentisse à vontade, enquanto proprietário intelectual do mesmo, em retirá-lo da lista de submissão caso desejasse submetê-lo a uma revista de maior impacto. No entanto, o Prof. Hinrichsen insistiu em manter a submissão à RBEF com o argumento que este trabalho era algo “muito brasileiro”, não desejando que o artigo fosse publicado em qualquer outra revista que não a RBEF.

Os editores gostariam de exprimir seu agradecimento ao autor por prestigiar a RBEF e mostrar, mais uma vez, que simples ideias podem levar, muitas vezes, a grandes trabalhos.

Music and entropy

One of the easiest jobs an editor of a physics journal can have is trying to convince his audience of the beauty of science in general and physics in particular. We do not need to be reminded of that, but

sometimes we come across works that bring back to mind the reason why we chose this profession one day and why we believe it was the right choice: H. Hinrichsen's article on entropy and music is such a work.

The basic idea of the article is that the stretching of tunes employed by professional piano tuners is not random. If pianos were tuned with mathematical precision, i.e. if we tuned them to the precise frequency of each note, it would sound out of tune. This is because the strings of a piano are not ideal oscillators: due to their intrinsic stiffness, when being hit by a hammer, higher modes are excited and we do not get the pure sounds we want, but there are some corrections which are stiffness-dependent. Professional tuners have known that and try to compensate by matching higher harmonics, a process known as stretching. When these higher harmonics lock in, we perceive the sound as being pleasant (this is known as equal-temperament. There are other ways of tuning musical instruments, each age having its preferences). The question is why this is so. Prof. Hinrichsen suggests it has to do with entropy.

The history behind this article is interesting: one day before travelling to Brazil to work on a joint Brazilian-German cooperation project, H. Hinrichsen gave a talk before an audience composed mostly of high-school teachers. The theme chosen was entropy and, while devising a way of presenting this rather abstruse concept, he came upon the idea after watching a professional tuner working on the family piano recently bought. It was not his purpose to write about his findings, but after giving this same talk in Porto Alegre, the response was so overwhelmingly positive that we were able to convince him to put his ideas on paper. After submitting the article, he posted the preliminary version in the ArXiv [1]. To everyone's great surprise, it caused a stir [2-4]. Most comments center upon the possible demise of professional tuners, even though the author's original idea had nothing to do with that: his motivation was understanding why pianos are tuned the way they are. Being the son of professional musicians, Prof. Hinrichsen exhibits a mastery at handling not only the physics behind musical instruments but also connecting Shannon's Entropy with a seemingly unrelated problem: the tuning of an upright piano.

As editor, it is a rewarding experience to publish articles like this one. We would like to thank H. Hinrichsen for sharing it with us and showing, once more, that simple ideas may lead to exciting and new vistas on applications of Physics.

Silvio R. Dahmen

Referências

- [1] <http://www.arxiv.org/abs/1203.5101>
- [2] <http://www.technologyreview.com/blog/arxiv/27673/>
- [3] <http://blogs.wsj.com/ideas-market/2012/03/27/are-the-days-of-human-piano-tuners-numbered>
- [4] <http://physicsworld.com/cws/article/news/49186>