

Afinação científica: dó médio = 256 Hz

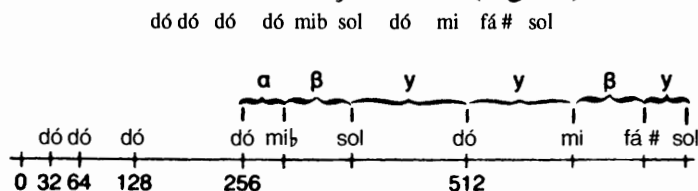
Em uma conferência promovida pelo Instituto Schiller, em 9 de abril de 1988, o Dr. Jonathan Tennenbaum explicou porque o dó médio = 256 Hz é a única afinação aceitável em música, que não pode ser arbitrariamente aumentada ou abaixada sem conseqüências negativas. Para isto, Tennenbaum mobilizou um grupo de trabalho constituído por físicos, biólogos, músicos e construtores de instrumentos, que tinham seguido as incitações e hipóteses de Lyndon LaRouche. O que se segue é um sumário selecionado desta apresentação.

A voz humana, o instrumento musical fundamental, é um processo vivo. Leonardo da Vinci e Luca Pacioli provaram que todos os processos vivos são caracterizados por uma geometria especial, cuja manifestação mais visível é a proporção morfológica da Seção Áurea. Como a música é um produto da voz humana e do espírito humano, ela deve ser obrigatoriamente coerente com a Seção Áurea. E é. O sistema bem temperado clássico é baseado na Seção Áurea. A matemática norte-americana Carol White demonstrou isto com relação a duas seqüências de notas, cujo significado musical deveria ser claro para qualquer músico:

dó, mi bemol, sol, dó e dó, mi, fá sustenido, sol.

Na primeira seqüência, as diferentes freqüências de notas sucessivas formam um conjunto auto-semelhante à Seção

Áurea. As diferentes freqüências da segunda seqüência de-
crescem de acordo com a Seção Áurea (Fig. 14).



**FIGURA 14. Proporção da Seção Áurea relativa à escala musical:
a:b = b:y**

Onde é que reside o significado particular do dó = 256 Hz, de freqüência média, como o verdadeiro valor da afinação musical?

Kepler derivou os intervalos musicais a partir da divisão de um círculo (um fio circular, por assim dizer) por um polígono regular inscrito:

Intervalo	Figura	Relação
Oitava	Círculo dobrado	1:2
Quinta	Triângulo	2:3
Quarta	Quadrado	3:4
Terça maior	Pentágono	4:5

Assim, abaixar uma oitava corresponde a dobrar o comprimento do fio, uma série destes passos de oitava, a um conjunto de potências de dois: $2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^n$.

A freqüência média dó = 256 Hz corresponde à ação circular (rotação) de 256 rotações por segundo, ou uma rotação em $1/256$ avos de segundo. Agora consideremos o tempo que a Terra leva para girar em torno de seu eixo. Dividimos isto por 24 ($2 \times 3 \times 4$) e temos uma hora. Dividimos por 60 ($3 \times 4 \times 5$) e temos um minuto. Isto novamente dividido por 60 nos dá um segundo. Dividimos, então, estes segundos por 256 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$). Agora, podemos facilmente calcular que a rotação da Terra corresponde a uma nota sol precisamente a 24 oitavas abaixo do dó

médio = 256 Hz! A afinação científica está, portanto, atrelada ao Sistema Solar. Por outro lado, a nota lá = 440 Hz tem um valor puramente arbitrário, que absolutamente não pode ser justificado na geometria física.

Hoje, poderíamos ainda acrescentar alguns pontos essenciais a isto, pois o nosso Universo pode ser descrito apenas de modo imperfeito por meio da ação circular. No início do século XIX, Carl Friedrich Gauss introduziu, em lugar da ação circular, a ação espiral ou cônica na geometria sintética. A ação espiral combina o princípio do círculo com o princípio do crescimento auto-semelhante, tal como expresso, entre outras coisas, pela Seção Áurea.

Na nossa Figura 15a, o eixo do cone representa a frequência. Durante a mudança de frequência de uma oitava, a espiral completa uma rotação sobre a superfície do cone, p.ex., de dó = 256 Hz para dó = 512 Hz. Uma oitava corresponde, então, a uma volta completa de 360° da espiral sobre o cone.

A Figura 15b mostra a projeção do cone sobre o plano inferior. A superfície do cone é dividida em 12 partes. Cada fatia do círculo representa um meio-tom do *bel canto*. Uma volta de 30° pela espiral corresponde a um intervalo de meio-tom. As linhas radiais (medidas a partir do ponto central) correspondem precisamente às frequências da escala do sistema bem temperado. A quinta corresponde a uma volta de $7/12$ avos do círculo, a terça menor a um ângulo reto etc.

É importante que a nota fá sustenido fique depois de cada meia-volta da espiral começando do dó. Este intervalo dó- fá sustenido, a quinta menor de dó, é conhecido como o “intervalo do diabo”. Ele fica precisamente na média geométrica da ação espiral entre dó = 256 e dó = 512 Hz (Fig. 15a).

Outras construções da geometria sintética revelam coisas ainda mais maravilhosas. Por exemplo, cortemos o cone diagonalmente entre os dois círculos nas frequências de dó = 256 e dó = 512 Hz (Fig. 16a). O resultado é uma elipse. Projetemos, então, esta elipse no plano inferior e obteremos, precisamente, as relações de frequência entre os pontos divisores mais importantes da oitava (Fig. 16b). Imaginemos que a elipse seja uma órbita planetária com o Sol no foco esquer-

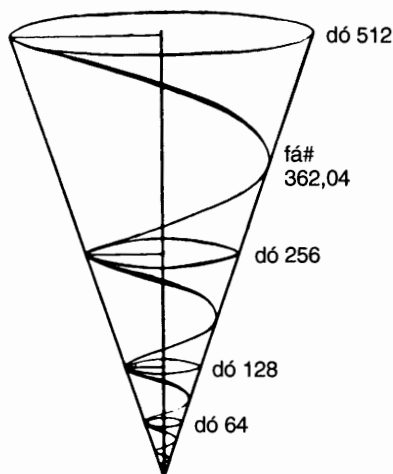


FIGURA 15a.
A espiral sobre o cone descreve uma volta completa de 360º para a oitava. O comprimento sobre o eixo do cone indica as frequências.

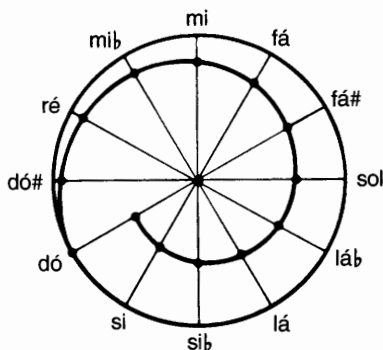


FIGURA 15b.
Uma projeção da mesma espiral cônica sobre o plano. Se a volta completa de 360º for dividida em 12 ângulos iguais, cada um corresponderá a um intervalo de meio-tom.

do. Chamemos, portanto, na Figura 16b o segmento menor do eixo maior de periélio (distância menor ao Sol) e o segmento maior de afélio (distância maior ao Sol).

Dó = 256 Hz corresponde ao periélio da elipse.

Dó = 512 Hz corresponde ao afélio da elipse.

Fá corresponde à perpendicular sobre o foco.

Fá sustenido corresponde ao semi-eixo menor.

Sol corresponde ao semi-eixo maior.

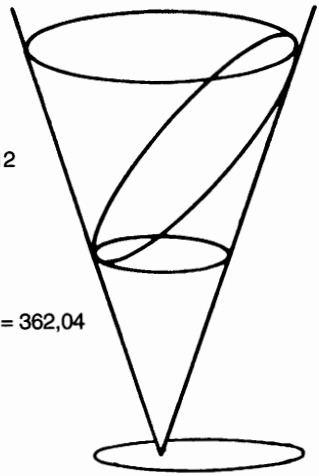
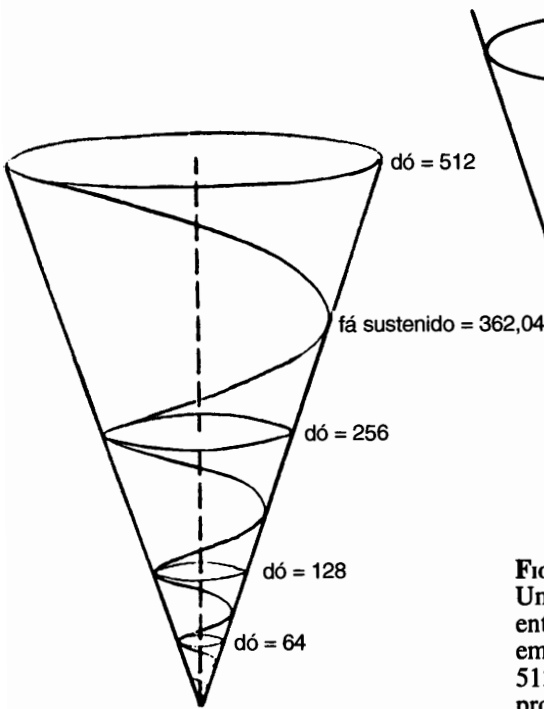
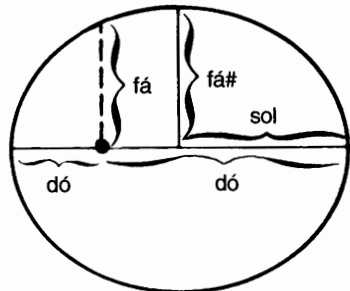


FIGURA 16a.

Uma seção elíptica é feita entre os planos circulares em dó = 256 Hz e dó = 512 Hz, e esta elipse é projetada sobre o plano inferior.

FIGURA 16b.

Se imaginarmos que essa elipse seja uma órbita planetária e que o Sol esteja localizado no foco à esquerda, então, a distância menor corresponde ao periélio (o ponto da órbita mais próximo do Sol) dó = 256 Hz, a distância do afélio (o ponto da órbita mais distante do Sol), dó = 512 Hz. A frequência fá corresponde à perpendicular sobre o foco, fá sustenido ao semi-eixo menor e sol ao semi-eixo maior.



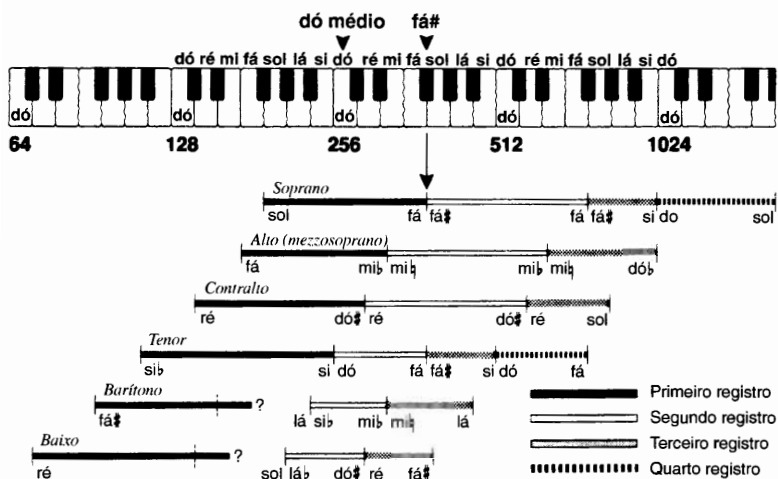


FIGURA 17. Registros da voz humana cantada

Ao mesmo tempo, fá, fá sustenido e sol correspondem, respectivamente, às médias harmônica, geométrica e aritmética de uma volta em torno da espiral. Estas três médias formam a base da arquitetura, perspectiva e música gregas clássicas.

As mesmas notas, fá, fá sustenido e sol marcam a divisão exata e fundamental da escala de dó maior. Ela consiste nos dois “tetracordes” dó-ré-mi-fá e sol-lá-si-dó. A nota divisora é fá sustenido.

É precisamente em fá sustenido que ocorre a mudança de registro do soprano (Fig. 17). O primeiro tetracorde dó-ré-mi-fá é cantado no primeiro registro, ao passo que sol-lá-si-dó é cantado no segundo. A mudança de registro divide portanto a escala precisamente na média geométrica, ou após uma meia-volta da espiral sobre o cone. A mesma coisa se repete na oitava mais acima, onde a mudança do terceiro registro ocorre novamente em fá sustenido.

A mudança de registro do *bel canto* é uma propriedade física de significado preciso e fundamental, não apenas algo relativo à técnica vocal. A mudança de registro é uma singu-

laridade física, uma mudança de fase não-linear, comparável à transformação do gelo em água, ou de água em vapor.

Uma “mudança de registro” também ocorre em nosso Sistema Solar. Desde há muito é sabido que os planetas interiores, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, têm muitas propriedades em comum. Eles são relativamente pequenos, têm superfícies compostas de metais e silicatos, poucas luas e nenhum anel. Os planetas exteriores, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno têm características opostas: são grandes, gasosos, com muitas luas e anéis. A divisão entre esses “registros” bastante distintos é formada pelo Cinturão de Asteróides ou planetóides, um sistema anelar muitos milhares de corpos fragmentares, que se suspeita provir de um planeta que explodiu (Fig. 18a).

Pode-se, então, demonstrar que a “mudança de registro” do Sistema Solar também ocorre em fá sustentido, na média geométrica de uma volta da espiral, exatamente como na voz de soprano.

Se, começando da superfície exterior do Sol, fizermos uma espiral auto-semelhante até a órbita do planeta mais interior, Mercúrio, a continuação desta espiral de Mercúrio até as órbitas intercessoras de Netuno e Plutão se deslocará em uma volta inteira, uma “oitava”. A média geométrica da espiral é atingida precisamente nos limites externos do Cinturão de Asteróides!

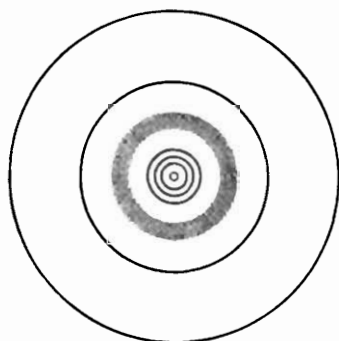
O problema se torna ainda mais preciso. Se compararmos a espiral planetária com a espiral do sistema bem-temperado (Fig. 18b), onde o intervalo de Mercúrio até Netuno-Plutão corresponde ao intervalo de dó a dó, então, as órbitas de todos os planetas são interceptadas exatamente no lugar onde encontramos as notas mais importantes da escala. E o Cinturão de Asteróides ocupa precisamente a posição angular correspondente ao intervalo de fá a fá sustentido (Fig. 18c).

Existe, portanto, uma perfeita harmonia entre a voz humana, o Sistema Solar, o sistema musical e a geometria sintética da ação espiral sobre um cone.

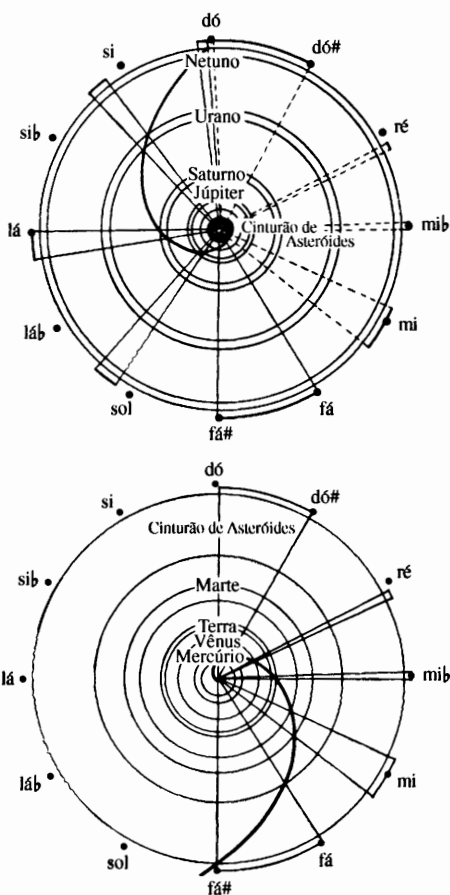
Se a afinação humana for estabelecida arbitrariamente, digamos em lá = 440 Hz, hoje usual em muitos lugares, isto

FIGURA 18a.

No espaço entre Marte e Júpiter, encontra-se, como Kepler já suspeitava, uma região orbital relevante - o Cinturão de Asteróides. Ele tem um caráter "singular", pois divide o nosso Sistema Solar em dois conjuntos de planetas fundamentalmente diferentes, de forma que poderíamos falar de uma "mudança de registro".

**FIGURAS 18b e c.**

De Mercúrio até as órbitas intercessoras de Netuno e Plutão, a espiral auto-similar desenvolve uma volta completa, que é aqui representada em sua projeção em duas metades. Devido às órbitas elípticas, apresentamos para cada planeta dois círculos concêntricos. As interseções da espiral com as órbitas, projetadas como representado sobre o círculo exterior dos 12 semitons, fornecem-nos assim uma faixa de frequências. Ora, o Cinturão de Asteróides ocupa exatamente a posição angular da mudança de registro para um soprano, de fá a fá sustenido.



arruína as vozes de soprano, ou desloca a mudança de registro para o intervalo de mi a fá, ao invés do de fá a fá sustenido. Com isto, contudo, a oitava é dividida no lugar errado, o que destrói a geometria do sistema musical e a harmonia entre a música e as leis do Universo.

Se quiséssemos alterar desta maneira arbitrária a “afinação” do Sistema Solar, explodiríamos. Deus não erra. O nosso Sistema Solar funciona muito bem na afinação justa, que está exatamente em harmonia com a afinação musical do dó médio = 256 Hz. Esta é, portanto, a única afinação científica.