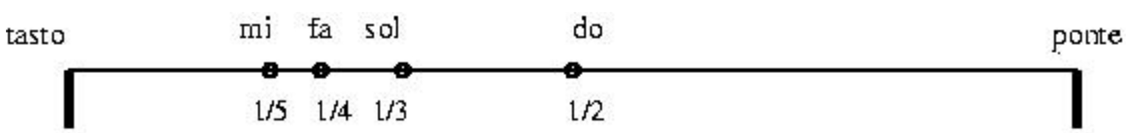
Escala diatônica

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Ir para: navegação, pesquisa

Todas as escalas musicais empregadas na música ocidental não passam de variantes da escala diatônica. Ela teve origem na antiga Grécia.

O sábio grego Pitágoras acreditava que tudo no universo está governado pelos números. Ele notou que, quando uma corda esticada é posta em vibração, ela produz um certo som. Se o comprimento da corda vibrante for reduzido à metade, um som mais agudo é produzido, que guarda uma relação muito interessante com o primeiro. Para entender melhor o que Pitágoras fez, vamos pensar na corda dó de uma viola ou violoncelo moderno. Quando submetida a uma certa tensão, se a corda vibra em toda a sua extensão, ela produz um som de uma certa frequência, que se convencionou chamar de dó. O instrumentista varia o comprimento da corda vibrante, pondo o dedo em certas posições na corda. O que Pitágoras fez foi dividir a corda segundo a sequência de frações , , , . Assim foram obtidas as notas que hoje nós chamamos dó, sol, fá, mi.



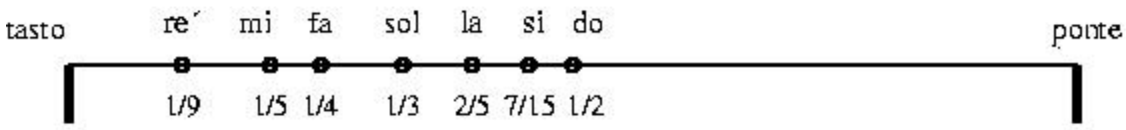
Como a frequência do som produzido por uma corda vibrante é inversamente proporcional ao comprimento da corda, se atribuimos o valor 1 à frequência fundamental da corda, as frequências das outras notas que acabamos de obter resultam: mi = , fá = , sol = .

Assim, as notas musicais são geradas a partir de relações de números simples com a frequência fundamental. Ao multiplicarmos a frequência de uma nota por 2, obtemos uma outra nota que recebe o mesmo nome da anterior. Se multiplicamos

a frequência por , obtemos uma nota que guarda com a anterior uma relação harmônica tão interessante que ela recebe um nome especial: a dominante.
É claro que uma escala musical com só quatro notas como a que obtivemos acima é muito pobre, mas a verdade é que todas as notas musicais podem ser geradas a partir da dominante. Por exemplo, se quisermos saber qual é a dominante do mi, só precisamos multiplicar a freqência do mi por :
* = ; obtivemos assim uma outra nota, que chamamos de si.
Se multiplicarmos a frequência do fá por obteremos a própria nota dó, provando assim que a dominante do fá é dó: * = 2
Já sabemos que sol é a dominante de dó; para saber qual é a dominante do próprio sol, fazemos *=. Obtemos então uma nota mais aguda que o segundo dó; dividindo sua frequência por 2 (para que ela fique na primeira gama que estamos tentando preencher), *= - obtemos assim uma outra nota, que vamos chamar de ré.
Assim, seguindo o método acima, procurado achar a dominante de cada nota obtida (multiplicando sua frequência por 3/2), acabamos por obter a escala diatônica completa:

dó		ré		mi		fá		sol		lá		si		dó
1		9/8		5/4		4/3		3/2		5/3		15/8		2
	V		V		V		V		V		V		V	
	9/8		10/9		16/15		9/8		10/9		9/8		16/15	

Percebemos que a dominante é o quinto grau da escala. Uma quinta acima do dó está o sol; uma quinta acima do sol está o ré; uma quinta acima do ré está o lá; assim, seguindo o ciclo das quintas, obtemos todas as notas da escala diatônica e retornamos ao dó.
Para sabermos em que ponto da corda dó o instrumentista deve pôr o dedo para obter as notas sucessivas da escala diatônica, basta olharmos a figura abaixo:



[editar] Intervalos

O intervalo entre duas notas é definido da seguinte maneira: se a frequência de uma nota é f_1, e a da outra é f_2, então o intervalo entre elas é a razão . Se esta razão for igual a 2, o intervalo é chamado de oitava justa. Outros intervalos também recebem nomes especiais: = quinta justa, = quarta justa, = terça maior, = terça menor, = tom maior, = tom menor, = semitom. O intervalo entre o tom maior e o tom menor, igual a 81/80, é chamado uma coma pitagórica, e é considerado o menor intervalo perceptível pelo ouvido humano.

[editar] Formação das escalas maiores

A escala que acabamos de obter também se chama a escala de dó maior. Se tivéssemos começado com a corda sol de um instrumento musical, e fizéssemos a mesmíssima divisão da corda que fizemos acima, obteríamos não mais a escala de dó maior, mas sim a escala de sol maior. A escala que criamos acima tem a seguinte distribuição de intervalos:

dó		ré		mi		fá		sol		lá		si		dó
	v		v		v		v		v		v		v	
	tom		tom		semitom		tom		tom		tom		semitom	

Suponhamos que queremos formar uma escala que soe melodicamente igual à escala de dó maior, mas começando na nota sol.

sol		lá		si		dó		ré		mi		fá		sol
	v		v		v		v		v		v		v	
	tom		tom		semitom		tom		tom		semitom		tom	

A escala acima não soa melodicamente igual à escala de dó maior, e é fácil ver porque. A distribuição dos semitons não é a mesma. Para que isto aconteça, uma nota da escala tem que ser alterada. Mais precisamente, o fá tem que subir um pouquinho para ficar mais próximo do sol e mais longe do mi. Ou seja: dizemos que o fá tem que virar fá sustenido. Resolvendo uma equaçãozinha, acharemos facilmente que precisamos multiplicar a frequência desta nota por 25/24.
Definição: Sustenir uma nota é multiplicar sua frequência por 25/24.
Similarmente, se quisermos criar uma outra escala que soe melodicamente igual à escala de dó maior, mas começando na nota fá, veremos que teremos que alterar uma nota da escala. Mais precisamente, o si vai ter que virar si bemol.
Definição: Bemolizar uma nota é multiplicar sua frequência por 24/25.

Quinta (música)

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Ir para: navegação, pesquisa

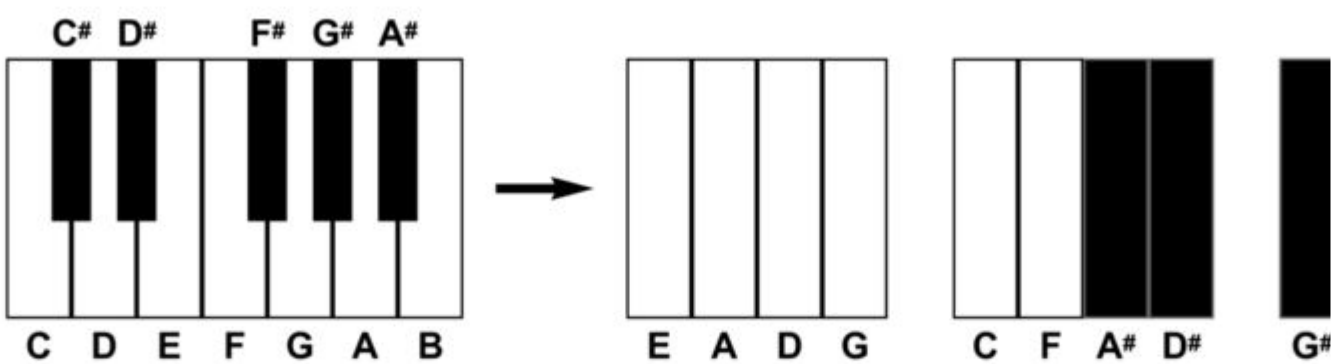
Em música, uma quinta, quinta justa ou quinta perfeita é o intervalo entre uma nota musical e outra com 3/2 vezes a sua frequência, o que corresponde a um intervalo de sete meios tons (ou três tons e meio). Refere-se igualmente como sendo um intervalo musical de 3/2.
O nome de quinta tem que ver com o facto de este intervalo corresponder ao intervalo entre a primeira e a quinta nota da escala maior: dó ré mi fá sol.
Para Pitágoras, o número três representava a divindade e o intervalo 3/2 a perfeição musical. O seu sistema musical foi todo construído com base neste intervalo e a escala que está associada ao seu nome é gerada com base no chamado ciclo de quintas.

O terceiro harmónico de uma nota, que é forte e facilmente reconhecido, corresponde a três vezes a sua frequência fundamental, o que, devido à equivalência das oitavas, significa que corresponde a uma quinta perfeita (em termos de significado harmónico 3=3/2=3/4=6=...).
Um tom é definido como sendo o intervalo que resulta de subtrair uma oitava a duas quintas: 3/2 * 3/2 : 2 = 9/8.

Círculo de quintas

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

(Redirecionado de **Ciclo das quintas**)
Ir para: navegação, pesquisa
O círculo de quintas é um espaço geométrico circular que descreve as relações entre as 12 notas da escala cromática de temperamento igual.



Círculo de quintas
Se começarmos numa nota qualquer da escala e formos ascendendo sucessivamente por intervalos de quinta perfeita (usando o temperamento igual), acabamos sempre por chegar a uma nota igual, depois de passarmos por todos as outras notas da escala cromática.

Como o espaço é circular, é também possível seguir a sucessão em sentido contrário, subtraindo intervalos de quinta perfeita. Nesse caso, obtemos uma sucessão de intervalos de quarta. Por essa razão, o círculo de quintas é também conhecido pelo nome de círculo de quartas.

[editar] Ciclo de quintas

Se usarmos quintas perfeitas naturais, o espaço deixa de ser circular. Ou seja, ascendendo sucessivamente por intervalos de quinta perfeita, não chegamos exactamente a uma nota igual.
Isto tem que ver com o facto de que $3^n=2^m$, nunca se verifica para n e m inteiros. Ou seja, afinando usando intervalos de quinta (que correspondem a um factor 3^n ou $3^n/2^k$ entre frequências) nunca podemos obter oitavas perfeitas (que correspondem a um factor 2^m).

O ciclo de quintas naturais resulta nos intervalos que se apresentam em seguida.

razão	nota	cents
8192/6561	(Fb)	384,36
4096/2187	(Cb)	1086,315
1024/729	(Gb)	588,27
256/243	(Db)	90,225
128/81	(Ab)	792,18
32/27	(Eb)	294,135
16/9	(Bb)	996
4/3	(F)	498
1/1	(C)	0
3/2	(G)	701,9
9/8	(D)	203,9
27/16	(A)	905,9
81/64	(E)	407,8
243/128	(B)	1109,8
729/512	(F#)	611,7
2187/2048	(C#)	113,68

6561/4096	(G#)	815,64
19683/16384	(D#)	317,595
59049/32768	(A#)	905,9
177147/131072	(E#)	521,505
531441/262144	(B#)	1223,46

Como se pode ver, em vez de um C uma oitava acima, obtemos um B# que dista de 1223,46 cent de C, em vez de distar de 1200 cent. É a essa diferença de -23,46 cent que se chama a coma ditónica (ou pitagórica). A história dos sistemas de temperamentos roda em volta de vários esquemas de alteração dos intervalos de quinta de modo a que o ciclo de quintas resulte num intervalo de oitava, tentando obter o máximo número de intervalos o mais perto dos naturais que for possível.

Na escala pitagórica, usavam-se exactamente estes intervalos, resultando num ciclo de 11 quintas perfeitas: Eb Bb F C G D A E B F# C# G#. A 12ª quinta usada era (G#-Eb), para fechar o círculo. Esta quinta correspondia a um intervalo de 678,485 cent, em vez de 701,9 cent, ou seja, absorvia toda a coma ditónica e ficava dissonante, «uivando» como um lobo. Por isso se chamava a "quinta do lobo".

Note que na escala pitagórica, as notas enarmónicas distam da coma pitagórica. Os sustenidos são mais agudos do que os bemóis correspondentes (por exemplo, F# é uma nota mais aguda do que Gb).

Na escala de temperamento igual, as quintas perfeitas não são naturais, sendo todas encurtadas de 1,9 cent, para 700 cent, ficando ligeiramente desafinadas em relação ao 3º harmónico da nota fundamental.

Escala Pitagórica

Sua construção é baseada na superposição de quintas (razão de 3/2) e suas inversões, as quartas (razão de 4/3). Por exemplo, partindo do intervalo de oitava dado pelas frequências f_o e $2*f_o$ pode-se formar a escala pitagórica da seguinte maneira:

- Tomando f_o como Dó, sobe-se uma quinta que é um Sol:
  1*(3/2) = (3/2);
- Subindo uma quarta a partir de Dó temos um Fá:
  1*(4/3) = (4/3);
- Baixando uma quarta a partir de Sol chega-se a Ré:
  (3/2)/(4/3) = (9/8);
- Quinta acima de Ré nos dá Lá:
  (9/8)*(3/2)=(27/16);
- Quarta abaixo de Lá nos dá Mi:
  (27/16)/(4/3)= (81/64);
- Quinta acima de Mi nos dá Si:
  (81/64)*(3/2)= 243/128);

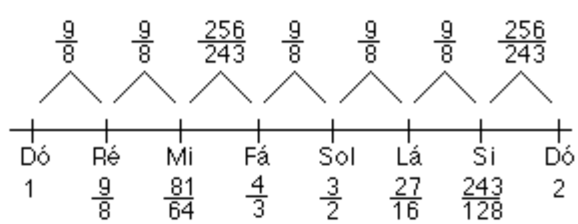
Esses valores são relativos aos intervalos entre f_o (aqui tomada como referência a nota Dó) e as outras alturas da escala. Mas é importante saber quais são os intervalos entre cada altura. O intervalo entre Mi e Ré é dado por:

(81/64) / (9/8) = (9/8).

O intervalo entre Fá e Mi é de:

(4/3)/(81/64) = (256/243).

Essas notas Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si formam a chamada escala diatônica de sete notas.Se calcularmos os intervalos entre todas as alturas da escala diatônica teremos apenas dois valores: (9/8) e (256/243), chamados respectivamente de tom pitagórico diatônico e semitom pitagórico diatônico.



Se continuarmos o ciclo de quintas e quartas teremos todas as outras notas representadas com sustenidos e bemóis. Por exemplo, uma quarta abaixo de Si nos dá Fá#: (243/128) / (4/3) = (729/512). Uma quinta abaixo de Fá nos dá Sib: (4/3) / (3/2) * 2 = (16/9).

O intervalo entre Sol e Fá# é um semitom diatônico: (3/2) / (729/512) = (256/243). Mas o intervalo entre Fá# e Fá é: (729/512) / (4/3) = (2187/2048). Esse intervalo é chamado semitom cromático pitagórico.

Se tomamos uma nota qualquer, como Fá por exemplo, e subirmos 12 quintas acima chegaremos a um Mi#, sete oitavas acima do Fá inicial. Esse Mi# é chamado enharmônico de Fá e num sistema temperado corresponde, de fato, ao Fá. Porém se subirmos 12 quintas $(3/2)^{12}$ e descermos 7 oitavas $(2)^7$, ao invés de chegarmos novamente ao Fá (1/1) teremos:

$(3/2)^{12} / (2)^7 = (531441/524288)$.

Este E# é um pouco mais alto que Fá e o mesmo fenômeno irá ocorrer como outros sons enharmônicos da escala pitagórica. A razão (531441/524288) é a diferença entre um semitom cromático e um semitom diatônico (2187/2048) / (256/243) e é chamada de coma pitagórica (23,5 cents).

Na escala pitagórica, os intervalos de terça e sexta não são justos. A diferença entre terças e sextas pitagóricas e justas é dada pela razão (81/80) (equivalente a 21,5 cents) e é chamada de coma sintônica.

A aritmética baseada em ciclos de intervalos de quintas da escala pitagórica leva portanto à existência de semitons de tamanhos diferentes e de notas enharmônicas que não são equivalentes.

a escala pitagórica

A escala pitagórica, devida ao grego Pitágoras (séc. V e VI AC), é a base da nossa escala diatónica e esteve na origem da maioria dos sistemas de escalas que surgiram depois. Pitágoras foi um filósofo grego (n. c. 570) a quem se deve grande parte do impulso inicial que levou ao grande desenvolvimento da matemática na Grécia antiga. Considerava o número como o fundamento das coisas. Para Pitágoras, o número 3 representava a divindade e o intervalo 3/2 a perfeição musical. O seu sistema musical foi todo construído com base neste intervalo e no chamado «ciclo de quintas».

Foi a escala mais usada na Europa nos séculos XIII e XIV e ainda estava em uso no século XVI. Era construída com base numa série de quintas perfeitas, que garantia também quartas perfeitas. Todos os valores dos inteiros cujas razões definiam os seus intervalos eram potências de 3 ou 2, já que todos eles são derivados de quintas (3/2) ou oitavas (2/1). Como o maior número primo presente é 3, diz-se que é um sistema de afinação natural «de limite 3». Os intervalos podem ser obtidos combinando oitavas (2/1) e quintas (3/2): um tom corresponde a 2 quintas - 1 oitava [$(3^2)/(2^3)$ = 9/8]; uma 3ª maior, a 4 quintas - 2 oitavas, 81/64; um semitom (diatónico) a 3 oitavas - 5 quintas, 256/243.

O ciclo de quintas define os intervalos seguintes, que não cabem numa oitava (obtemos um B# que não é C'=1200 cents).

o ciclo de quintas

razão		cents
....		
8192/6561	(Fb)	384,36
4096/2187	(Cb)	1086,315
1024/729	(Gb)	588,27
256/243	(Db)	90,225
128/81	(Ab)	792,18
32/27	(Eb)	294,135
16/9	(Bb)	996
4/3	(F)	498
1/1	(C)	0
3/2	(G)	701,9
9/8	(D)	203,9
27/16	(A)	905,9
81/64	(E)	407,8
243/128	(B)	1109,8
729/512	(F#)	611,7
2187/2048	(C#)	113,68
6561/4096	(G#)	815,64
19683/16384	(D#)	317,595
59049/32768	(A#)	905,9
177147/131072	(E#)	521,505
531441/262144	(B#)	1223,46

Na escala pitagórica, o ajuste do ciclo de quintas, para fazer com que os intervalos caibam numa oitava, é feito usando um ciclo de 11 quintas perfeitas: Eb Bb F C G D A E B F# C# G#. De G# para D#, ou de Ab para Eb, teríamos uma 5ª perfeita. Mas a 12ª quinta que se usa é G#-Eb, que «absorve» toda a coma ditónica e fica dissonante, «uivando» como um lobo (o desvio em relação ao intervalo perfeito é a coma ditónica (ou pitagórica) de -23,46 cents, isto é, ela tem 678,485 em vez de 701,9 cents).
Ouça um ficheiro midi com o ciclo de quintas: (C G D A E B F# C# **G# Eb** Bb F). Note o lobo de G# para Eb!

```
Fb-Cb-Gb-Db-Ab-Eb-Bb-F-C-G-D-A-E-B-F#-C#-G#-D#-A#-E#-B#
          \                 /
           \               /
            ---------(-23,46)----
```

A escala cromática pitagórica resultante é a seguinte:

Altura:	C	C#	D	Eb	E	F	F#	G	G#	A	Bb	B	C
Razões:	1/1	2187/2048	9/8	32/27	81/64	4/3	729/512	3/2	6561/4096	27/16	16/9	243/128	2/1
cent:	0	113,68	203,9	294,1	407,8	498	611,7	701,9	815,64	905,9	996,1	1109,8	1200
1/2-tom	113,68	90,2	90,2	113,68	90,2	113,68	90,2	113,68	90,2	90,2	113,68	90,2	

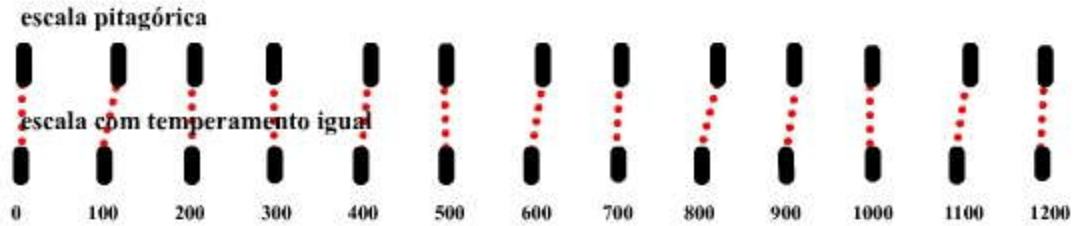
A escala de dó maior tinha as 7 notas que tem a escala que usamos hoje com 5 tons de 9/8 (113,68+90,22=203,91 cents) e 2 semitons (E-F e B-C) de 256/243 (90,225 cents).

dó	ré	mi	fá	sol	lá	si	dó
1/1	$(3/2)^2*1/2$	$(3/2)^4*1/2^2$	4/3	3/2	$(3/2)^3*1/2$	$(3/2)^5*1/2^2$	2/1
1/1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1

Ouça a escala pitagórica (ficheiro midi). Um tom era definido como a diferença entre uma quinta e uma quarta perfeitas (3/2 : 4/3 = 9/8 =1,125 ou 203,91 cents), ou seja, como uma 2ª maior natural. Cada tom de 9/8 é dividido em dois meios tons diferentes: um de 2187/2048 (113,68 cents) e outro de 256/243 (90,225 cents). Note que 256/243*2187/2048=9/8.
Obtém-se uma nota sustenida multiplicando o valor da nota por 2187/2048 (ou somando 113,68 cents) e uma nota bemol dividindo pelo mesmo valor (ou subtraindo 113,68 cents). As notas enarmónicas distam de um coma ditónico.

```
C-------------Db-----C#--------------D
         <-23,46->
<-------113,68--------><----90,22---->
<----90,22----><-------113,68-------->
<---------------203,9---------------->
```

Ouça as notas C - Db - C# - D (ficheiro midi).(pitch bend: C 64:00; C# - 60:111; C# - 68:48; D - 65:32) Na figura seguinte, visualiza-se melhor a relação das notas que se obtêm com as da escala de temperamento igual em uso actualmente no ocidente (em que todos os meios tons são de 100 cents).



Era uma escala apropriada para música da época em que não se usavam modulações e que era escrita usando os modos antigos que precederam as escala maior e menor. Os graus da gama diatónica são justos para a dominante e a sub-dominante em dó maior (sól e fá), mas os outros graus não são justos. Não resulta mal para a tonalidade de dó maior mas, para notas estranhas a essa tonalidade, ocorre sempre algum desvio. Os intervalos correspondentes às escalas maiores (e menores) eram bastante diferentes para alguns tons menos usados, como C#, F# e G#.
intervalos da escala de dó M - (203,91) (203,91) (90,2) (203,91)(203,91)(203,91) (90,2)
intervalos da escala de mi M - (203,91) (203,91) (90,2) (203,91)(203,91)(180,45) (113,68)-----2*90,2=>(180,45)
intervalos da escala de si M - (203,91) (180,45) (113,68) (203,91)(203,91)(180,45) (113,68)
O sistema pitagórico é uma forma de entoação justa, no sentido em que todos os intervalos são descriptíveis por relações numéricas simples. Mas a 3ª pitagórica (por exemplo C-E), que corresponde à adição de dois tons de 9/8, ou seja um intervalo de 81/64 (407, 82 cents), tem um som pouco agradável e «demasiado sustenido». Para os gregos, as consonâncias limitavam-se às oitavas, quintas e quartas; as terceiras e sextas não eram consideradas como consonantes. Por isso, as terceiras não se usavam nas cadências finais e eram usadas para preparar e «pedir» a resolução nas quintas perfeitas (D-F# => C-G). Como uma 3ª maior se combina com uma 3ª menor para dar uma quinta, a 3ª menor era demasiado curta (294 em vez de 316 cents). As 6ªs maiores também eram «demasiado sustenidas», com 905,9 em vez dos 884,36 cents ideais.
O intervalo de 5/4 (386 cents - a 3ª maior justa) tem um efeito muito mais suave e exerceu uma sedução considerável sobre os cantores desde a Idade Média que provavelmente o utilizaram, mesmo sem terem a consciência disso. Ouça a 3ª pitagórica de 81/64 seguida da 3ª (justa) de 5/4 (ficheiro midi). Note que a 3ª pitagórica tem um batimento a que já estamos habituados porque é muito parecido com o da 3ª da escala de temperamento igual. Mas 5/4 era um intervalo proibido no sistema pitagórico que exclui todos os factores primos superiores a 3. A diferença entre os dois intervalos é o intervalo 81/80(=81/64:5/4=81/64:80/64), que é ligeiramente mais pequeno que o coma pitagórico e a que se chama o coma sintónico (ou ptolomaico). Mas estas terceiras e sextas mais amplas eram mais «activas» e tinham um grande poder expressivo.
A história dos sistemas de afinação (temperamento) roda em volta de dois objectivos: beleza (intervalos o mais perto dos naturais que for possível) e utilidade (o máximo número de intervalos utilizáveis numa oitava). Na afinação pitagórica, a beleza é atingida com as suas quintas (3/2) e quartas (4/3) perfeitas, os intervalos de 2ª maior(9/8) e 7ª menor naturais(16/9). Mas também com as terceiras e sextas mais «activas» e com os meios tons diatónicos pequenos que estão em concordância com as qualidades estilísticas de cor harmónica e acção cadenciada eficiente preferidas na época em que foi mais usada. A utilidade também porque existem 11 quintas 3 quartas perfeitas e apenas existe a quinta «do lobo» em G#-Eb, duas notas que raramente ocorrem e, por isso, não diminuem de facto a sua utilidade. Podia até adicionar-se uma tecla extra - Ab - uma coma pitagórica abaixo de G# de modo a ter a 12ª quinta perfeita Ab-Eb.