A prática da entoação nos instrumentos de afinação não-fixa

Ricardo Goldemberg (UNICAMP)

Resumo: O trabalho analisa como se dá a entoação dos instrumentos de afinação não-fixa como a voz, cordas e sopros na performance musical em tempo real. Ao contrário de instrumentos como o piano, que são constritos a uma afinação pré-determinada, esses instrumentos permitem pequenos ajustes de afinação em que técnica e musicalidade se revelam fatores preponderantes. Na análise do fenômeno, busca-se explicitar os conceitos teóricos de consonância e temperamento, seguido por uma breve revisão da literatura experimental. Em função da necessidade acústica de se conciliar tendências horizontais e verticais em uma peça musical, aliado à constatação de que não há aderência consistente a nenhum temperamento em particular, verifica-se que uma boa entoação é o amálgama de diversas habilidades distintas cuja somatória é indicativa da maturidade e grau de proficiência musical.
Palavras-chave: afinação, entoação, temperamento.

Abstract: This paper analyses how intonation of instruments with no-fixed tuning such as the voice, strings and winds occur in real-time. Contrary to instruments like the piano which are constrained to a pre-determined tuning, these instruments allow small changes of tuning according mainly to factors like technique and musicality. In the analysis of the phenomena, the theoretical concepts of consonance and temperament, followed by a short review of the experimental literature, were exposed. Due to the acoustical need to conciliate horizontal e vertical tendencies in a musical piece, added to the evidence that there is no consistent adherence to any particular temperament, it is verified that good intonation is an amalgam of several different abilities that, considered altogether, indicate the maturity and level of musical proficiency.
Keywords: tuning, intonation, temperament.

O conceito de entoação é crucial no julgamento qualitativo de uma performance musical. Ainda que, de maneira ingênua, esse conceito possa parecer bastante simples, ele é frequentemente enganoso e sua manifestação está sujeita não só a compromissos de ordem acústica, mas também a outros mais subjetivos como contexto, experiência e interpretação.

GOLDEMBERG, Ricardo. A prática da entoação nos instrumentos de afinação não-fixa. *Opus*, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 65-74, jun. 2007.

Técnica e musicalidade são os fatores preponderantes em uma execução bem entoada e musicistas utilizam toda espécie de informação auditiva disponível para atender às demandas dessa tarefa.

Apesar dos termos afinação e entoação serem frequentemente utilizados de maneira intercambiável, existe uma distinção entre ambos. Afinação é um sistema idealizado de relações entre as freqüências de uma escala ao passo que entoação refere-se à responsabilidade que o músico tem de tocar afinado. Entoação, "mais que uma tentativa infrutífera de reprodução e verificação rigorosa de uma freqüência física exata, é um compromisso de audição de si mesmo e dos outros, em cada momento, em cada nota" (HENRIQUE, p. 937).

Essa humanização interpretativa é um requisito de ordem acústica porque quase sempre existe um conflito natural entre as tendências horizontais ou melódicas e as tendências harmônicas ou verticais em uma peça musical. De um modo geral, as tendências verticais são compreendidas no âmbito da série harmônica ao passo que as tendências horizontais são compreendidas no âmbito das teorias de atração e tensão tonal. Sob esse ponto de vista, qualquer discussão teórica a respeito dos problemas de entoação passa pela explicitação dos conceitos de consonância e dissonância, temperamento e tonalidade que se encontram na base desse conflito.

O que é consonância?

Dois ou mais sons simultâneos são ditos consonantes quando soam agradáveis e desprovidos de tensão. Por outro lado, são ditos dissonantes quando apresentam um certo grau de rudeza e instabilidade. O conceito de consonância e dissonância é subjetivo e "de uma natureza bem menos definida do que as variáveis psicofísicas de altura e volume, e até mesmo timbre" (ROEDERER, p. 239).

Helmholtz, em seu livro clássico *On the Sensations of Tone*, de 1863, ofereceu uma explanação para o fenômeno da consonância/dissonância baseado no fato de que quando dois sons de freqüência próxima interferem entre si surge uma modulação regular da intensidade conhecida por batimentos. Esse efeito torna-se gradualmente menor na medida em que as freqüências se aproximam e desaparece por completo quando se igualam. Por outro lado, na medida em que as freqüências se distanciam o número de batimentos aumenta de tal forma que o som resultante torna-se ser rude e desagradável.

Baseado na suposição de que batimentos rápidos são indesejados e no fato de que qualquer som complexo pode ser decomposto em suas parciais senoidais, o autor apresentou uma teoria que tem perdurado desde então, na qual afirmou que a sensação de dissonância é oriunda da quantidade de batimentos que se formam entre as várias combinações possíveis de parciais componentes dos sons originais.

Muito mais recentemente, Plomp e Levelt (1965) adotaram um enfoque abrangente numa série de experimentos psicoacústicos envolvendo o julgamento de consonâncias. Os achados indicam que Helmholtz estava no caminho certo, mas indicam que uma preferência por intervalos musicais específicos em função exclusiva do grau de concordância das respectivas parciais como se acreditava anteriormente, e indicado por relações de freqüências simples, é irreal. Os autores obtiveram resultados que não revelaram preferências por qualquer intervalo musical e "sempre que a distância entre os sons puros era menos que uma terça menor, aproximadamente, os resultados eram classificados como dissonantes (com exceção do uníssono) ao passo que os intervalos iguais ou maiores que uma terça menor foram classificados como mais ou menos consonantes, não importando a sua razão real de freqüências" (ROEDERER, p. 242).

De maneira mais precisa, Plompt e Levelt adotaram o conceito psicoacústico de banda crítica, originalmente definido em estudos de mascaramento, volume e capacidade de distinção dos componentes em um som complexo. Os autores mostraram que a dissonância máxima entre duas notas puras ocorre quando elas se encontram afastadas por aproximadamente uma distância equivalente a ¼ da banda crítica que, por sua vez, varia com a faixa de freqüência de maneira não-linear.

Um aspecto particularmente interessante da teoria de Plompt e Levelt é a maneira como ela se afina com os estudos anatômicos realizados por Bekésy em 1960. Sob esse ponto de vista, na medida em que dois sons puros se aproximam, ocorre uma sobreposição dos envelopes de amplitude que estimulam a membrana basilar que se situa na cóclea. Essa condição faz com um número significante de terminações ciliares respondam aos dois estímulos de maneira concomitante, criando uma situação particular que é devidamente interpretada como dissonância pela mente.

Apesar das contribuições dos autores citados serem imensamente significativas e terem tornado a teoria dos batimentos muito disseminada, não é possível adotá-la como a única plausível. Hoje em dia, diversas outras possibilidades são aventadas por grupos de cognição musical como o da Ohio Sate University que apresenta um

conjunto de treze hipóteses alternativas para o fenômeno da consonância/dissonância, devidamente subdivididas em teorias acústicas, psicoacústicas, cognitivas e de aculturação.

Temperamento

Embora qualquer número de notas possa ser utilizado nos processos musicais, a prática mostra que, independentemente da cultura, é comum a adoção consistente de apenas um pequeno número. As escalas utilizadas no ocidente são geralmente formadas por sete notas oriundas de uma gama de doze possibilidades distribuídas em uma oitava. Na base da formação dessas escalas estão intervalos consonantes como a oitavas, quintas e terças maiores e menores.

Entretanto, é impossível se derivar uma escala musical perfeita em que todos esses intervalos sejam rigorosamente verdadeiros no sentido de não apresentarem batimentos. Sob esse ponto de vista, a maioria dos instrumentos musicais como as cordas, a voz e os sopros possibilitam ajustes de afinação de maneira a corrigir os intervalos mais importantes, mas esse não é o caso do piano e instrumentos similares. Neles, a afinação é fixa de maneira que a freqüência exata de emissão de uma nota é necessariamente um compromisso entre várias possibilidades e resulta em "erros" que se encontram fora do controle do musicista.

O fato é que esses compromissos de afinação, comumente designados de temperamento, só vieram a se constituir em um problema de fato com o advento de instrumentos musicais suficientemente precisos. De um modo geral, isso ocorreu no final da idade média, época em que a música também passou a ser cantada em duas partes. Como bem dizem Berg e Stork, "não existe algo como um temperamento melhor ou ideal; a escolha particular do temperamento deve refletir os requerimentos da música a ser tocada e os instrumentos a serem usados. Embora as variações entre temperamentos diferentes possam parecer mínima ou insignificante ao ouvinte não-treinado, para o músico treinado elas podem ser bastante substanciais, criando diferenças vastas no som da música" (p. 238).

Uma quantidade considerável de temperamentos foi utilizada, procurando sempre atender às necessidades harmônicas das épocas em que foram criados. Ainda assim, a maior parte desses temperamentos tem seus fundamentos derivados a partir de algumas poucas tentativas mais representativas. Do ponto de vista histórico, o temperamento Pitagórico, baseado em intervalos de quinta exatos, foi o primeiro a

ser adotado, basicamente "por causa da sua simplicidade e simetria básica, que era considerada uma questão filosófica de beleza e ordem" (BERG; STORK, p. 239).

Entretanto, um temperamento baseado em quintas perfeitas à custa de outros intervalos mostrou-se limitado para lidar com as necessidades da música renascentista. A crescente popularidade de terças tornou o temperamento Pitagórico inapropriado na época em função das terças maiores bastante desafinadas. Outra deficiência desse temperamento como a quinta do lobo tornou-se seriamente evidente alguns séculos depois.

Em função disso, um tratamento mais adequado foi adotado no inicio da Renascença. No temperamento justo o som das terças foi incrementado mediante a adoção de afinação perfeita para alguns acordes principais (I, IV e V) de algumas tonalidades em detrimento de outras. Na época, esse tipo de compromisso mostrou-se satisfatório visto que a música no período utilizava basicamente alguns poucos acordes de uma tonalidade principal.

O fato de que a afinação ficava pior na medida em que se afastava da tonalidade principal não se constituiu em um impedimento relevante até aproximadamente 1500, quando ocorreu muita experimentação na tentativa de se lidar com harmonias gradualmente mais complexas. Sob esse ponto de vista, destacam-se diversas tentativas baseadas numa melhora das terças à custa das quintas em um grupo de temperamentos denominados genericamente *mean-tone*.

Até então, os temperamentos adotados eram basicamente abertos, significando que problemas se agravavam gradualmente na medida em que se afastava de uma "boa" tonalidade. A procura por temperamentos fechados, que adotam compromissos que permitem-se tocar em todas as tonalidades (ainda que não necessariamente iguais), intensificou-se no século XVII e algumas possibilidades se tornaram relativamente populares. Embora a utilização do temperamento igual não tenha sido uma delas, o processo evoluiu gradualmente até a sua adoção de maneira consensual a partir do século XIX. A partir de então, praticamente todos os instrumentos musicais passaram a ser construídos e afinados com esse paradigma em mente.

No temperamento igual existe uma única razão de freqüência entre duas notas distanciadas pelo mesmo intervalo. Os erros encontram-se distribuídos de maneira uniforme por toda escala e um instrumento afinado dessa maneira soa igual independentemente da tonalidade. Ainda que essa homogeneidade de desvios tenha sido considerada uma desvantagem no período barroco ela é certamente a melhor

solução para a musica romântica e moderna que utiliza uma ampla variedade de tonalidades e modulações.

Entoação na performance

Ao contrário dos instrumentos de afinação fixa como o piano e similares, em que a freqüência exata de emissão é uma forma de compromisso, a modelagem das práticas constituintes da voz e outros instrumentos como as cordas friccionadas e, em menor grau os sopros, se constitui em um grande desafio. Esses instrumentos não se encontram necessariamente restritos a um sistema de afinação específico e são suficientemente flexíveis para fazer pequenas correções e afinar os intervalos mais importantes.

De um modo geral, a entoação é fortemente condicionada pelo fato do instrumento estar tocando um solo ou não, e se está sendo acompanhada pelo piano. Além disso, e independentemente do contexto instrumental, "a afinação de uma determinada nota depende em larga medida do intervalo em questão ser melódico ou harmônico uma vez que percebemos diferentemente os dois tipos de intervalos" (HENRIQUE, p. 964). Sob esse ponto de vista, e ao contrário dos freqüentes comentários de críticos e musicistas em prol da afinação justa para instrumentos que não estão restritos a sistemas de afinação pré-definidos, verificamos que a entoação praticada em condições reais só pode ser compreendida como uma conjunção de fatores horizontais e verticais cujo grau de contribuição é dependente do contexto musical.

Do ponto de vista teórico, as tendências verticais podem ser compreendidas no âmbito da série harmônica, em concordância com o conceito de consonância exposto acima, e em particular a teoria de Helmholtz devidamente aperfeiçoada por Plompt e Levelt. Adicionalmente, Terhardt (1984) em sua teoria da harmonia argumenta que a percepção harmônica da consonância é dependente da aquisição de um modelo mental de referência.

Por outro lado, uma compreensão teórica dos princípios que regem as tendências horizontais é mais sutil e complexa. Sob esse ponto de vista, Lerdahl (2001) em sua teoria da tensão tonal formaliza a tendência de uma nota dissonante em resolver no vizinho consonante de acordo com os princípios de estabilidade e proximidade de Barucha (1994) e faz uma analogia com a lei da gravitação de Newton. Em sua argumentação, o autor demonstra que um mesmo intervalo

funciona de maneira distinta em contextos diferentes e associa assimetrias às tendências melódicas de instrumentos com flexibilidade de entoação.

Do ponto de vista experimental, alguns trabalhos foram realizados a fim de mensurar a entoação em condições reais de execução. Os primeiros estudos com instrumentistas de corda (GREENE, 1937; NICKERSON, 1949) indicam que o número de diferenças relevantes é menor quando performances, tanto solo como em grupo, são comparadas ao temperamento Pitagórico e maior quando são comparadas ao temperamento justo. Da mesma maneira, Mason (1960) examinou instrumentistas de sopro e encontrou resultados similares no sentido de que os desvios são maiores quando comparados ao temperamento justo ainda que, nesse caso, músicos profissionais tenham se aproximado mais da escala temperada e estudantes da escala Pitagórica.

Com relação à performance vocal, Backus (1969, p. 131), referindo-se ao trabalho de Lottermoser e Meyer (1960), afirma que "foi encontrado que grupos corais cantam as terças maiores levantadas (no sentido sustenido) e as terças menores abaixadas (no sentido bemol), ao contrário da opinião daqueles que afirmam que bons grupos corais cantam em temperamento justo" e alerta para o fato que "ocasionalmente se lê uma crítica de um concerto coral em que o grupo é clamado por cantar com entoação 'pura' ou 'verdadeira'; nesse caso, especula-se que afinação o crítico tinha em mente, se é que alguma".

Uma primeira análise dos dados obtidos oferece a impressão que existe uma pré-disposição genérica de se aproximar da escala Pitagórica em condições reais de performance. Entretanto, Roederer (1998, p. 256) alerta para o fato de que essa conclusão é duvidosa e que outros estudos (TERHARDT; ZICK, 1975) indicam uma tendência a se cantar ou tocar a nota superior de um intervalo musical de maneira sustenida, independentemente da existência de estruturas escalares pré-definidas. Segundo o autor, essa entoação "distendida" pode ser causada pelo desvio na altura primária dos componentes harmônicos de um dado som musical, o que deixa um registro "ligeiramente errado" no processador central de alturas.

Ward (*apud* DEUTSCH, p. 246) sumarizam o resultado de alguns desses estudos e afirmam que, a despeito das diferenças na forma em os dados foram coletados, observa-se de maneira relativamente consistente que: 1) existe uma grande variabilidade de afinação de um determinado intervalo numa determinada execução (variação de 78 *cents*); 2) não existe uma tendência consistente para intervalos justos ou pitagóricos; a tendência genérica é tocar todos os intervalos

levemente sustenidos em relação à escala temperada com exceção da segunda que é substancialmente bemolizada; 3) os estudos em situações solo ou em grupo não mostram diferenças significativas na variabilidade do tamanho médio dos intervalos analisados.

Considerações finais

Ainda que as observações experimentais sejam pertinentes, o fato é que a temática a respeito das práticas de entoação em condições reais ainda está sujeita a muita investigação. Independentemente dos achados, é evidente que ocorrem desvios relativamente grandes a partir de qualquer temperamento que se tome como referência. Em função disso, é procedente a afirmação de Backus (1969, p. 131) de que "músicos práticos descartam os teóricos e tocam o que soa melhor, e os argumentos centenários a respeito de qual afinação é melhor e qual escala é mais natural não passa de uma perda de tempo ... O fato de se dar valores exatos às freqüências da escala não significa que o músico deva tocá-la precisamente; ele é livre para variar uma nota tocada de qualquer maneira necessária para atender às demandas da música".

Percebe-se que na realidade, a experiência do musicista e o contexto estrutural da peça, além das particularidades do instrumento, são os fatores preponderantes na prática de entoação. Embora, do ponto de vista teórico, a importância do temperamento seja relevante para a voz, cordas e sopros, os fatores que realmente contam são mais sutis e dependem fundamentalmente na musicalidade do instrumentista. Dessa forma, é possível afirmar que uma boa entoação é o amálgama de diversas habilidades distintas, desenvolvidas ao longo do tempo, cuja somatória é indicativa da maturidade e do grau de proficiência musical.

Referências

BACKUS, J. *Acoustical foundations of music*, Nova York: W. W. Norton, 1969.

BERG, R.; STORK, D. G. *The physics of sound*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.

BARUCHA, J. J. Anchoring effects in music: The resolution of dissonance. *Cognitive Psychology*, v. 16, p. 485-518, 1994.

GREENE, P. C. Violin intonation. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 9, p. 43-44, 1937.

HELMHOLTZ, H. L. F. *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music* [1885]. Tradução: A. J. Ellis. Nova York: Dover, 1954.

HENRIQUE, L. L. *Acústica musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

LERDAHL, F. *Tonal pitch space*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

LOTTERMOSER, W.; MEYER, J. Frequenzmessungen an gesungen Akkorden. *Acustica*, v. 10, p. 181-84, 1960.

MASON, J. A. Comparison of solo and ensemble performance with reference to pythagorean, just and equi-tempered intonation. *Journal of Research in Music Education*, 8, p. 31-38, 1960.

NICKERSON, J. F. Intonation of solo and ensemble performances of the same melody. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 21, p. 593-595, 1949.

OHIO STATE UNIVERSITY, SCHOOL OF MUSIC. "Consonance and Dissonance – The Main Theories". Disponível na internet: <http://musiccog.ohio-state.edu/Music829B/main.theories.html> Acesso em 9 de junho de 2007.

PLOMPT, R; LEVELT, W. J. M. Tonal consonance and critical bandwidth. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 38, p. 548-560, 1965.

ROEDERER, J. G. *Introdução à física e psicofísica da música*, 1975. Tradução: A. L. Cunha. São Paulo: EDUSP, 1998.

TERHARDT, E. The concept of musical consonance: A link between music and psychoacoustics. *Music Perception*, v. 1, n. 3, p. 276-295, 1984.

TERHARDT, E.; ZICK, M. Evaluation of the tempered tone in normal stretched and contracted intonation. *Acustica*, v. 32, p. 268-274, 1975.

Ricardo Goldemberg é docente do Departamento de Música da Unicamp desde 1984 onde tem atuado nas áreas da percepção musical, acústica musical e disciplinas teóricas no Curso de Graduação, bem como de metodologia da pesquisa na Pós-Graduação. É Bacharel em Música pela Berklee College of Music, Mestre em Educação Musical pelo Holy Names College e Doutor em Psicologia Educacional pela Unicamp, com pós-doutorado na Universidade de Londres.