

Uma Aproximação aos Sistemas de Afinação de Harry Partch e Ben Johnston

An Approach to Harry Partch and Ben Johnston's Tuning Systems

Charles K. Neimog

Universidade Estadual do Paraná
charles.neimog@outlook.com

Felipe de Almeida Ribeiro,

Universidade Estadual do Paraná
felipe.ribeiro@unespar.edu.br

Resumo: Este artigo tem por objetivo examinar os sistemas de afinação de Harry Partch (1901-1974) e de Ben Johnston (1926-) com a finalidade de emergir suas estruturas. Busca-se também investigar uma vertente pouco difundida da música americana, com forte fundamento na matemática e acústica musical. Nesse sentido, é interessante verificar a influência de Partch em Johnston que contribui para o entendimento dos autores na existência de uma tradição americana de música microtonal. Este artigo baseia-se principalmente nos escritos teóricos destes dois compositores, mais especificamente o "Genesis of a Music" de Partch e "Maximum Clarity" de Johnston¹.

Palavras-chave: música e matemática; sistema de afinação; Harry Partch; Ben Johnston.

Abstract: This paper aims to investigate the tuning systems of Harry Partch (1901-1974) and Ben Johnston (1926-) in order to emerge their structures. It also seeks to investigate a trend in American music, with a strong foundation on mathematics and musical acoustics. This paper is based mainly on the writings of these two composers, such as Partch's "Genesis of a Music" and Johnston's "Maximum Clarity".

Keywords: music and mathematics; tuning system; Harry Partch; Ben Johnston.

¹ A pesquisa é parte das ações do Grupo de Pesquisa Núcleo Música Nova (CNPq/UNESPAR). Todas as traduções de citações dos originais (em inglês, francês e alemão) para a língua portuguesa foram realizadas pelos autores.



1. Introdução

Analisando por uma perspectiva histórica, desde as manifestações em formato *música de concerto* até o *boom* do mercado de produção fonográfica e registro sonoro do século XX, o desenvolvimento da música Ocidental contribuiu para um processo de aculturação sonora em se tratando especificamente de modelos de afinação. Segundo Rudolf Rasch (in Christensen, 2008, p. 193), cada cultura desenvolve sua própria teoria e sistema de afinação. De certa forma, nossa teoria musical moderna ainda se baseia na forte pesquisa em matemática e acústica dos teóricos alemães que fundamentou o atual sistema de temperamento. Nesse sentido, vários outros sistemas de afinação foram preservados e catalogados em universidades e conservatórios por pesquisadores ligados à acústica musical. É curioso verificar que muitos desses pesquisadores eram também compositores, como é o caso de James Tenney (1934-2006), Gérard Grisey (1946-1998), Edgar Varèse (1883-1965), Julián Carrillo (1875-1965), entre outros, além dos compositores de interesse deste texto, como Harry Partch (1901-1974) e Ben Johnston (1926-). Atualmente, há também uma forte comunidade mundial dedicada ao estudo do microtonalismo, como é o caso da Boston Microtonal Society² (Estados-Unidos) e a Huygens Fokker Foundation³ (Holanda).

Após a saturação do sistema tonal atingida por compositores como Arnold Schoenberg (1874-1951) e Claude Debussy (1862-1918), destacamos, no âmbito da música do século XX, o compositor Harry Partch pela sua pesquisa e desenvolvimento das teorias de harmonia na área da afinação. Partch foi conhecido por várias ações, em especial seu sistema de 43 divisões por oitava, as teorias de *Otonality* e *Utonality*, pela teoria da *Tonalidade Diamante* e também pela invenção de instrumentos de afinação alternativa para executar sua música, como é o caso da *Diamond Marimba* (ver Figuras 1a e 1b) que aplica o conceito de *Tonalidade Diamante* (Partch, 1974, p. 159).

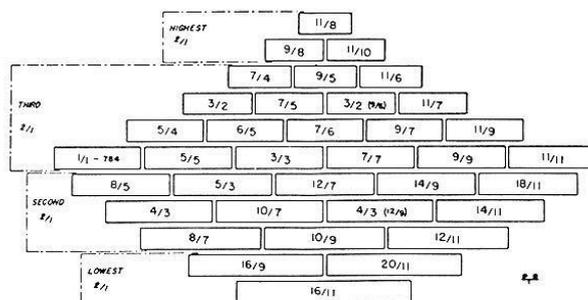
Neste estudo, abordaremos as teorias de afinação de Partch, contrapondo-as às de Ben Johnston, seu discípulo. Johnston comungava de ideias semelhantes ao do sistema utilizado por Partch, porém desenvolveu seus próprios sistemas, alguns com até 53 divisões por oitava. Nas seções a seguir temos como objetivo principal demonstrar a estrutura dos sistemas de afinação de Partch – ênfase nos limites-5 e 7 – que levam ao sistema de 53 divisões da oitava de Ben Johnston. O intuito é apresentar esses sistemas de afinação, esclarecendo a concepção teórica desses compositores. A pesquisa é fundamentada principalmente em duas obras

² Disponível em: <<http://bostonmicrotonalsociety.org/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2016.

³ Disponível em: <<http://www.huygens-fokker.org/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2016.



da literatura: *Genesis of a Music* de Harry Partch (1974) e *Maximum Clarity* de Ben Johnston (2006).



Figuras 1a e 1b – Instrumento *Diamond Marimba* (1946), seguido do diagrama de afinação (Partch, 1974, p. 261)⁴

2. Harry Partch

Meu primeiro contato com [Partch] – e, mais especificamente, com seu livro – plantou uma semente que iria brotar apenas uma década depois (em 1972, com *Quintext*), e continuou a crescer. Agora vejo seu trabalho teórico... não enquanto uma teoria completa de harmonia ou de percepção harmônica (e certamente não como uma suficiente), mas talvez como a mais importante de um pequeno número de contribuições no século XX em direção ao desenvolvimento de tal teoria⁵ (Tenney, in Gilmore, 1995, p. 484).

⁴ Disponível em: <<https://www.harrypartch.com/instruments>>. Acesso em: 25 de agosto de 2016.

⁵ "[M]y early contact with [Partch] – and, more especially, his book – planted a seed that would only sprout over a decade later (in 1972, with *Quintext*), and has continued to grow. I now see his theoretical work... not as a complete theory of harmony or harmonic perception (or certainly not as a sufficient one), but as perhaps the most important of a small number of 20th-century contributions toward the development of such a theory".



Em 1923 o compositor norte-americano Harry Partch começou a explorar o campo da afinação a partir de estudos da obra de Hermann von Helmholtz (Gilmore, 1992, p. 26). A partir destas explorações e descobertas, Partch desenvolveu um sistema próprio, para atender seus interesses composicionais, e que se fundamenta no princípio de que nossa audição se adequa à afinação justa pelo rastreamento constante de relações e proporções matemáticas de números inteiros pequenos, como 2:1 (oitava), 3:2 (quinta justa) ou 4:3 (quarta justa)⁶. Segundo Partch, a afinação Justa é “um sistema em que a construção de intervalos – e de escalas – baseia-se no critério auditivo e, portanto, é um sistema e um procedimento limitado a proporções numéricas de números inteiros; o intervalo inicial, na afinação justa, é 2/1” (Partch, 1974, p. 71)⁷. É importante salientar que as pesquisas em afinação de Partch, assim como as de Johnston, partiram de estudos de afinações históricas, principalmente da afinação justa que segundo Jędrzejewski “é um sistema baseado na utilização de um temperamento caracterizado pelas relações acústicas fracionárias decorrentes das frequências dos sons dos harmônicos naturais” (Jędrzejewski, 2003, p. 104)⁸.

Sob a ótica de Ben Johnston, o compositor ressalta o desinteresse de Partch pelo sistema temperado com a seguinte alegação: “temperamento é uma mentira. Não é uma mentira se você escrever como Schoenberg fez ultimamente, entretanto mesmo aí existe o fantasma da mentira (...). Temperamento é uma mentira se você escrever música tonal e usar suas relações. Ela pretende ser o que não é” (Partch, 1975, p. 88)⁹. É nesse sentido que Partch desenvolve suas teorias, com uma forte crença na relação pura entre os harmônicos enquanto gerador do sistema harmônico:

Ele se recusava a escrever música cujo principal interesse era ser composta com proporções puras e perfeitamente afinadas, e não com relações envenenadas por temperamento. Ele realmente as considerava envenenadas. Isso era simbólico, e muito mais. Se você pegar Platão literalmente, ou Confúcio, aquilo tem a sua repercussão na sociedade, já que segundo ambos os filósofos há uma relação

⁶ Neste artigo, tomaremos 1/1 como sendo Dó₄, o Dó central do piano (*American Standard Pitch Notation*).

⁷ “A system in which interval – and scale – building is based on the criterion of the ear and consequently a system and procedure limited to small-number ratios; the initial interval, in Just Intonation, is 2/1”.

⁸ “(...) est un système fondé sur l'utilisation d'un tempérament caractérisé par des rapports acoustiques fractionnaires issus des fréquences des sons harmoniques naturels”.

⁹ “Temperament is a lie. It is not a lie if you write as Schoenberg ultimately did, though actually there is the ghost of a lie even in that (...). Temperament is a lie if you write tonal music and use its relationships. It pretends to be what it is not”.



causal entre a afinação de modos musicais e o comportamento social e psicológico (Johnston, 1975, p.88)¹⁰.

Os experimentos com afinação de Partch giraram, na maior parte, em torno daquilo que denominou de *Tonalidade Diamante*¹¹. Ekman afirma que “Durante toda sua vida, ele [Partch] experimentou com vários sistemas, a maioria deles com base na estrutura do diamante” (Ekman, 2011, p. 15)¹². Além disso, desenvolveu os conceitos de *Otonality* e *Utonality* em que propõe uma análise dos harmônicos de forma análoga ao nosso sistema moderno *maior* e *menor* – similar a Stockhausen (1959, p. 13), com a teoria das séries harmônicas tradicional e invertida. Johnston afirma que “na música de Harry Partch, os hexacordes Otonal e Utonal são análogos às tríades maior e menor e podem ser encontrados em progressões de certa forma parecidas às progressões da música tonal tradicional” (Johnston, 2006, p. 178)¹³. De forma complementar, Ekman afirma que:

O termo *utonality*, derivado de *under-tonality* [sub-tonalidade], descreve a sequência de proporções que aparecem quando a série harmônica é invertida. É o oposto de *otonality*, derivado de *over-tonality* [super-tonalidade], que é a ordem das proporções encontradas na série harmônica. Ao contrário de *otonality*, *utonality* não é um fenômeno acústico natural, mas sim uma construção teórica. Entretanto, como as proporções dos padrões da *utonality* são os mesmos dos padrões da *otonality*, Partch considera *utonality* em um mesmo patamar que *otonality* (Ekman, 2011, p. 9)¹⁴ (grifos nossos).

O próximo passo é abordar as teorias da *Tonalidade Diamante* com a finalidade de fundamentar as teorias de Ben Johnston.

¹⁰ "He refused to write music the main interest of which was that it was composed with pure, just-tuned ratio, and not with poisoned tempered relationships. He did indeed think them poisoned. That was symbolic, and more. If you will take Plato literally, or Confucius, that has its kickback on society, since according to both philosophers there is a causal relation between the tuning of musical modes and social and psychological behavior".

¹¹ Optamos pelo uso da expressão “Tonalidade Diamante” em vez de “Estrutura do Diamante”.

¹² "Throughout his life he experimented with several systems, most of them based on the structure of diamonds".

¹³ "In the music of Harry Partch, Otonal and Utonal hexads are analogous to major and minor triads and can be found in progressions somewhat analogous to the progressions of traditional tonal music".

¹⁴ "The term utonality, derived from under-tonality, describes the sequence of ratios that appear when the harmonic series is put in a reversed order. It is the opposite of otonality, derived from over-tonality, which is the order of ratios found in the harmonic series. Unlike otonality, utonality is not a natural acoustic phenomenon, but is a theoretical construction. However, since the ratios of the utonality pattern are the same as those of the otonality pattern, Partch places utonality on an equal footing with otonality".



2.1. A Tonalidade Diamante

É de conhecimento comum na comunidade musical que a escala temperada com 12 sons foi amplamente utilizada pela grande maioria dos compositores. Partch, por sua vez, propôs uma nova teoria para a geração de escalas: a teoria da *Tonalidade Diamante* (ou *tonalidade losango* como a chama Franck Jedrzejewski). Partch define Tonalidade Diamante como sendo

um arranjo arbitrário das proporções monofônicas, projetadas para constituir uma prova evidente, pelo menos da dupla identidade de cada proporção e, conseqüentemente, da capacidade de um sistema monofônico de afinação justa de fornecer tons que possam, cada um deles, serem percebidos em mais de um sentido (Partch, 1974, p. 74-75)¹⁵.

A Tonalidade Diamante é baseada na afinação justa, ou seja, frequências que podem ser expressas por proporções de números inteiros, na qual se aplicam conceitos de limite de identidade. Dentro deste campo de compreensão, Partch elenca fatores importantes para a definição de Identidade:

um dos correlativos, "maior" ou "menor", em uma tonalidade; um dos ingredientes de número-ímpar, um ou vários ou todos que ajam como um polo de tonalidade: 1-3-5-7-9-11 nesta teoria. Este termo não deve ser confundido com os ingredientes de conteúdo harmônico, ou com parciais (Partch, 1974, p. 71)¹⁶.

Para o conceito de identidade, Partch aplicou limites dentro da teoria de *Tonalidade Diamante*: no limite-5, as frações têm numeradores e denominadores baseados nas identidades 1, 3 e 5; no limite-7 temos 1, 3, 5 e 7, e assim sucessivamente (sempre com números ímpares).

2.2. O limite-5

Com base nas identidades 1, 3 e 5, podemos ilustrar o conceito de *Tonalidade Diamante* com limite-5:

¹⁵ "Tonality Diamond: an arbitrary arrangement of the Monophonic ratios designed to constitute prima facie proof of the at least dual identity of each ratio, and consequently of the capacity of a Monophonic system of Just Intonation for providing tones which may be taken in more than one sense each".

¹⁶ "Identity: one of the correlatives, "major" or "minor," in a tonality; one of the odd-number ingredients, one or several or all of which act as a pole of tonality: 1-3-5-7-9-11 in this theory. This term is not to be confused with the ingredients of Harmonic Content, or with Partial".



$$\begin{array}{c}
 1/3 \\
 1/5 \quad 5/3 \\
 1/1 \quad 5/5 \quad 3/3 \\
 5/1 \quad 3/5 \\
 3/1
 \end{array}$$

Figura 2 – Diamante limite-5 sem equivalência de oitava (Jedrzejewski, 2002, p. 239)

Segundo Ekman (2011) e Jedrzejewski (2002), o numerador é sempre determinado pela diagonal da direita inferior em sentido à esquerda superior (Partch deixou todas as frequências dentro do âmbito de uma única oitava). Os numeradores da linha diagonal inferior devem ter denominadores com a identidade 1; as proporções da linha diagonal do meio, devem ter numeradores com a identidade 5; as proporções da linha diagonal superior, devem ter numeradores com a identidade 3. O denominador é decidido de forma semelhante, mas no sentido da diagonal esquerda inferior para a direita superior. Tendo na diagonal inferior, denominador com identidade 1; na diagonal do meio, denominador com identidade 5; na diagonal superior, denominador com identidade 3 (Ekman, 2011, p. 10) (Jedrzejewski, 2002, p. 239). O mesmo procedimento é usado em todos os sistemas que compõem a Tonalidade Diamante. É importante salientar que o diamante descrito por Jedrzejewski está em posição diferente do diamante exposto por Partch: 3/1 (Diamante de Jedrzejewski) equivalente a 3/2 (Diamante de Partch) e 1/3 equivalente a 4/3.

Em um próximo passo, é necessário reduzir as proporções para dentro de uma oitava. Por exemplo, a fração 5/1 é equivalente a 2786,3 cents¹⁷, ou seja, um intervalo composto que ultrapassa 2 oitavas acima. Para colocar a fração 5/1 duas oitavas abaixo, transpomos a fração duas oitavas abaixo, ou seja, dividimos pela proporção da oitava (2/1) duas vezes – ou 2/1 ao quadrado: $5/1 \div (2/1)^2$. Obtemos a fração 5/4. Na figura 3, temos o limite-5 completo (lembrando que 1/1, 3/3 e 5/5 são uníssonos).

¹⁷ Unidade de medida intervalar que divide o semitom em 100 partes. Nesse sentido, 1 semitom tem 100 cents, 1 quarto-de-tom possui 50 cents, uma oitava perfeita (12 semitons) possui 1200 cents, e assim por diante.



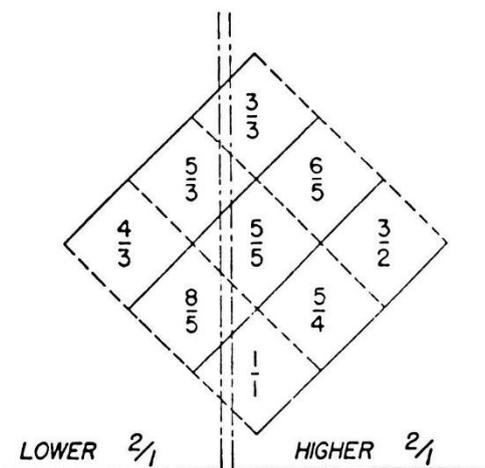


Figura 3 – Tonalidade diamante limite-5 (Partch, 1974, p.110)

As proporções do centro do diamante, $(1/1, 5/5, 3/3)$, são aquelas que definem quais as identidades das diagonais são organizadas em ordem escalar ascendente, sempre partindo do tom gerador $(1/1)$ seguindo para a nota mais aguda $(3/3)$. Ao observar-se a série harmônica, o primeiro harmônico é o som gerador, o fundamental; o terceiro harmônico é a quinta justa da fundamental; e o quinto harmônico é a terça perfeita da fundamental. Assim, em ordem escalar, colocados na mesma oitava, os harmônicos ficariam: $1^\circ, 5^\circ$ e 3° (ver figura 3). Se o som fundamental for Dó, a ordem escalar ficaria: Dó, Mi e Sol. No limite-11, como veremos adiante, as identidades são 1, 3, 5, 7, 9, 11 e a ordem dos harmônicos ficaria 1, 9, 5, 11, 3, 7, ou seja, Dó, Ré, Mi, Fá#, Sol e Sib.

Construindo uma escala em Dó, a partir da Tonalidade Diamante de limite-5, obtemos as seguintes notas: $1/1 = \text{Dó}$ (0 cents), $5/4 = \text{Mi}$ (386,3 cents), $3/2 = \text{Sol}$ (701,9 cents), $8/5 = \text{Sol\#/Láb}$ (813,6 cents), $5/5 = \text{Dó}$ (0 cents), $6/5 = \text{Ré\#/Mib}$ (315,6 cents), $4/3 = \text{Fá}$ (498 cents), $5/3 = \text{Lá}$ (884,3 cents) e $3/3 = \text{Dó}$ (0 cents), totalizando sete notas, sendo que $1/1, 3/3$ e $5/5$ são uníssonos. Observa-se que todas as frações, das diagonais, formam tríades. Na primeira linha diagonal, da direita inferior no sentido à esquerda superior $(1/1, 8/5$ e $4/3)$, temos a tríade de Fá menor. Na segunda diagonal $(5/4, 5/5$ e $5/3)$, temos Lá menor e, na última $(3/2, 6/5$ e $3/3)$, temos Dó menor. Da esquerda inferior no sentido à direita superior, temos sempre tríades maiores. Na primeira diagonal $(1/1, 5/4, 3/2)$, temos Dó Maior, na segunda $(8/5, 5/5$ e $6/5)$, temos Lá bemol maior, e na última diagonal $(4/3, 5/3$ e $3/3)$, temos Fá maior (Ekman, 2011, p. 10-11).

Percebe-se que Partch não gostava de deixar grandes lacunas em sistemas, entre $1/1$ e $6/5$ (Dó e Mib) e entre $5/3$ e $2/1$ (Lá e Dó) (Ekman, 2011, p. 11). Estas duas lacunas atingiam 315,6 cents; ainda o intervalo entre $4/3$ e $3/2$ (Fá e Sol) atinge uma lacuna de 203,9 cents (Partch, 1974, p. 113). Ekman afirma que Partch preencheu essas lacunas partindo da multiplicação das identidades já presentes



no diamante (identidades 3 e 5), assegurando coerência estrutural. Nesse sentido, obtemos: 9 (multiplicando a identidade 3 por ela mesma) e 15 (multiplicando a identidade 3 por 5). Assim sendo, obtemos novas proporções (Ekman, 2011, p. 11). Desta forma, o limite-5 passa a ter as seguintes novas proporções, demonstradas na seguinte tabela que foi baseada em estudos de Partch:

Nota Musical	Razão Intervalar	Intervalo em Cents
Do#	16/15	111,7
Ré	10/9	182,4
Ré	9/8	203,9
Lá#	16/9	996
Lá#	9/5	1017,5
Si	15/8	1088,2

Tabela 1 – Frequências dadas pela adição das identidades 9 e 15 (Partch, 1974, p. 114)

2.3. O Limite-11

No limite-11, Partch usou 6 identidades: 1, 3, 5, 7, 9 e 11. Nesta categoria, o compositor montou um diamante com 36 proporções, sendo 7 proporções equivalentes, restando 29 alturas. Na figura 4, todas as alturas já estão na mesma oitava:

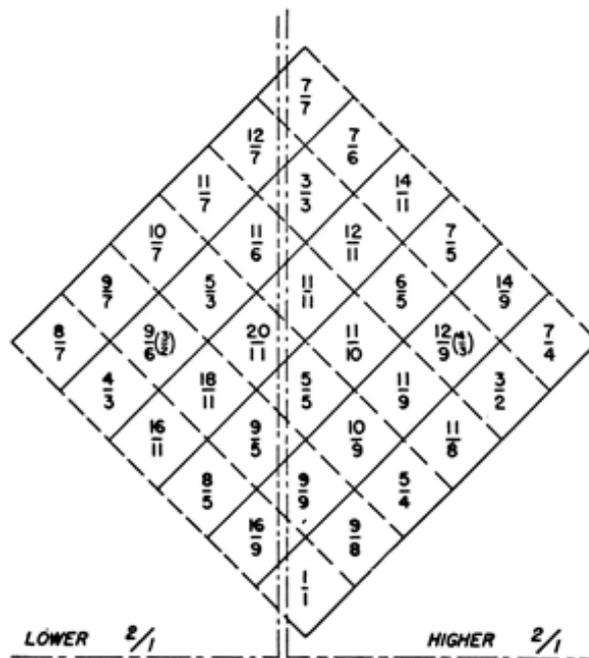


Figura 4 – Tonalidade Diamante limite-11 (Partch, 1974, p. 159)



Ekman afirma que as lacunas entre os intervalos $1/1$ para $12/11$ (150,6 cents) e $11/6$ para $2/1$ (150,6 cents) incomodavam Partch, da mesma forma que ocorria no limite-5. Novamente o compositor buscou inserir proporções “fora” do sistema padrão da *Tonalidade Diamante*. No limite-5 Partch buscou essas proporções com dois novos números dentro do diamante: o 9 e o 15. No diamante limite-11, este procedimento não preencheria as lacunas (Ekman, 2011, p. 14). Para resolver este problema, Partch (1974, p.131) multiplicou dois intervalos dentro do limite-11. Este procedimento resulta nas seguintes frações para o preenchimento destas lacunas: $15/14$, $16/15$, $21/20$, $22/21$, $25/24$, $28/27$, $33/32$, $36/35$, $45/44$, $49/48$, $50/49$, $55/54$, $56/55$, $64/63$, $81/80$, entre outras para $1/1$ e $12/11$. Para o intervalo $11/6$ para $2/1$, em ordem escalar: $28/15$, $15/8$, $40/21$, $21/11$, $48/25$, $27/14$, $64/33$, $35/18$, $88/45$, $96/49$, $49/25$, $108/55$, $55/28$, $63/32$, $160/81$, etc. Segundo o próprio Partch, tomemos como exemplo o intervalo $33/32$ acima gerado. Obtemos o intervalo via multiplicação de $3/2$ por $11/8$, o que resulta em $33/16$. Realocando uma oitava abaixo, obtemos o intervalo de $33/32$ (53.2 cents).

Com tal procedimento Partch tornou o limite-11 mais uniforme. Ele filtrou todas as proporções buscando intervalos maiores que 14,4 cents e menores que 63 cents. As exceções são os intervalos $12/11$ (150,63 cents) e $11/6$ (1049,36 cents). Escolhendo 8 proporções, 4 para cada lacuna ($1/1$ e $12/11$, $11/6$ e $2/1$) dentre 30 possíveis, Partch decidiu por algumas em específico pois são importantes identidades das tonalidades secundárias (Partch, 1974, p. 131). Logo, além das proporções do diamante do limite-11 temos as proporções: $81/80$, $33/32$, $21/20$ e $16/15$ para a lacuna $1/1$ e $12/11$, e para $11/6$ e $2/1$ as proporções: $15/8$, $40/21$, $64/33$, $160/81$ (Partch, 1974, p. 131):

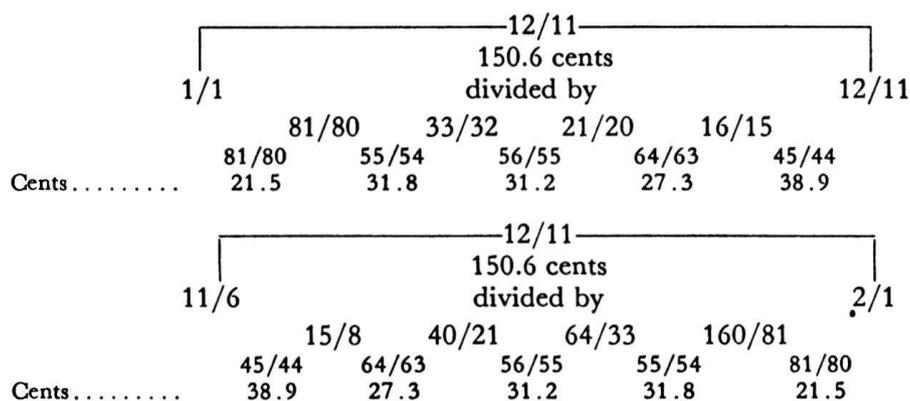


Figura 5 – Intervalos entre $1/1$ - $12/11$ e $11/6$ - $2/1$ (Partch, 1974, p. 131)

Com a Tonalidade Diamante, os sistemas de limites, a construção de novos instrumentos, entre outras produções novas, Partch contribuiu enormemente para a pesquisa no campo de afinação e iniciou uma tradição, ainda que modesta,



de estudos de afinações na América do Norte. Um de seus discípulos/assistentes foi o compositor Ben Johnston, cujas teorias veremos a seguir.

3. O sistema de 53 notas por oitava de Ben Johnston

Ben Johnston explorou diversos sistemas de afinação justa, aplicando-os em cada uma de suas peças. Johnston definiu seus sistemas como uma extensão da teoria de Partch (Keislar, 1991, p. 180). Antes de estudar com Darius Milhaud, Ben Johnston teve contato com Partch e o ajudou na construção de instrumentos e na performance e gravação de novas obras. Este contato foi de grande importância, uma vez que Johnston fundamenta sua teoria nos estudos de Partch. De acordo com Gilmore, a pesquisa de Johnston foi mais abrangente: “O trabalho de Ben Johnston adota várias questões de Partch, mas estende seus resultados de diversas formas: forjando laços com a música europeia de maneira que não interessava a Partch” (Gilmore, 1995, p.472)¹⁸. Um exemplo foi o uso de sistemas com 53 notas por oitava dentro da formação do quarteto de cordas, como pode-se verificar em seus quartetos n° 2 (1964) e n° 3 (1966/73).

Johnston afirma que em quase todas as culturas usa-se a oitava (2/1) como reconhecimento de primeira subdivisão escalar (Johnston, 2006, p. 12). Seguindo a lógica de dividir a oitava em simetria melódica, o próximo intervalo será um trítone justo. Considerando este intervalo do trítone justo muito dissonante harmonicamente, optou em dividir a oitava por média aritmética, ou seja, utilizar o tom gerador (1/1), sua oitava (2/1) e fazer a média aritmética (Johnston, 2006, p. 16). Como resultado, obtém-se o intervalo de uma quinta (3/2), assim está demonstrado na figura 6:

$$\frac{1}{1} + \frac{2}{1} = \frac{1+2}{1} = \frac{3}{1} \div 2 = \frac{3}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

Figura 6 – Divisão da oitava (2/1) por média aritmética

Dentro deste sistema, Johnston aplica o intervalo 3/2 para as duas alturas em questão. Partindo-se de 1/1, aplica-se este intervalo ascendentemente gerando o grau 3/2. A partir de 2/1, aplica-se descendentemente atingindo o grau 4/3. Assim, Johnston gera um intervalo de 9/8 entre os dois intervalos (ver Figura 7):

¹⁸ “Ben Johnston's work embraces several of Partch's concerns but extends his achievement in several ways: by forging links with European music in ways in which Partch was not interested”.



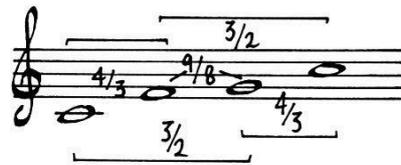


Figura 7 – Tetracorde formado por $4/3$ e separados $9/8$ (Johnston, 2006, p. 17)

Depois de obter o intervalo de $3/2$ descendente e ascendente, Johnston desenvolve a ideia por meio de transposições. Ao transpor dois intervalos de $3/2$ superiores sobrepostos, forma-se o intervalo de $9/4$ que, uma oitava abaixo, gera o intervalo de $9/8$, ou seja, uma segunda. Dois intervalos de $3/2$ inferiores sobrepostos, formam o intervalo de sétima. Assim, obtemos uma escala pentatônica, conforme esquematizado na Figura 8:

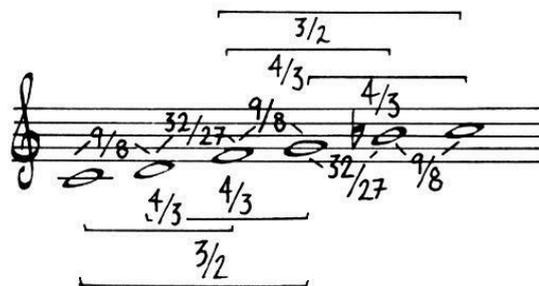


Figura 8 – Escala pentatônica baseada na transposição de quintas (Johnston, 2006, p.17)

Johnston estendeu o intervalo de $3/2$ por 3 ciclos, formando duas escalas pentatônicas (Johnston, 2006, p. 17). Na primeira, os três ciclos do intervalo $3/2$ ascendentes formam a seguinte escala pentatônica: $1/1$, $3/2$, $9/4$ e $27/8$. Reduzindo-se esta escala à mesma oitava, chega-se em: $1/1$, $9/8$, $3/2$, $27/16$ e $2/1$. A segunda escala pentatônica, formada por 3 ciclos de intervalos $3/2$ descendentes, possui a seguinte configuração: $1/1$, $4/3$, $16/9$ e $64/27$. Reduzindo-se as oitavas, chegamos no seguinte resultado: $1/1$, $32/27$, $4/3$, $3/2$, $16/9$ e $2/1$. Assim, em notação musical obtém-se a figura 9:

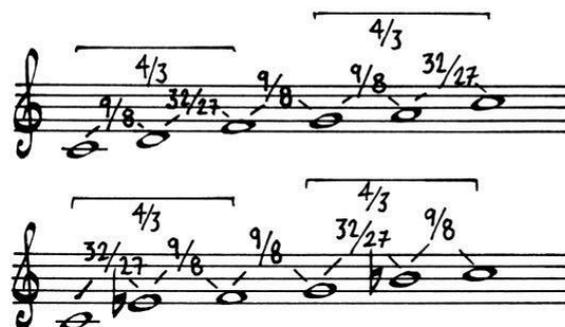


Figura 9 – Escalas pentatônicas resultantes dos intervalos por 3 ciclos de $3/2$ superiores e 3 ciclos de $3/2$ inferiores (Johnston, 2006, p.18)



Unindo as duas escalas pentatônicas formamos uma escala heptatônica em afinação pitagórica¹⁹. Com esta nova escala, surgiu um novo intervalo, denominado de meio tom diatônico ($256/243$), encontrado em Ré ($9/8$) para Mib ($32/27$) e Lá ($27/16$) para Sib ($16/9$) (ver figura 10).

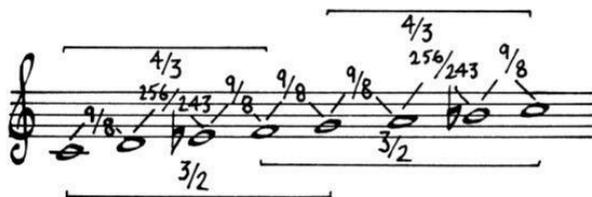


Figura 10 – Escala Heptatônica de afinação pitagórica (Johnston, 2006, p.18)

Cada tom inteiro ($9/8$) pode ser dividido em um meio tom diatônico ($256/243$) e um meio tom cromático ($2187/2048$ ou $3^7/2^{11}$). O meio tom cromático ($2187/2048$), pode ser colocado acima ou abaixo de cada divisão de tom da escala diatônica. Ou seja, o intervalo $2187/2048$ pode estar ou de Dó para Dó#(Réb), ou de Dó#(Réb) para Ré (Johnston, 2006, p. 18) conforme ilustrado na figura 11:

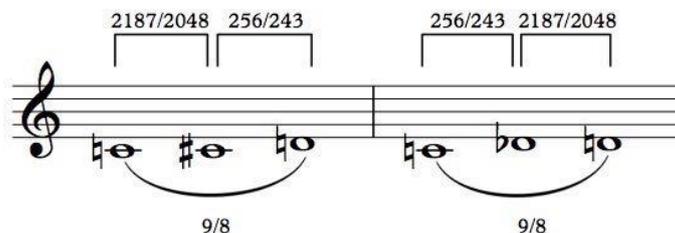


Figura 11 - Duas formas de dividir o tom diatônico ($9/8$): por ciclo de quintas ascendentes (Dó, Dó#, Ré) e por ciclo de quintas descendentes (Dó, Réb, Ré)

O intervalo enarmônico gerado entre o Dó# ($2187/2048$) e o Réb ($256/243$) é chamado de coma pitagórico ($531441/524288$ ou $3^{12}/2^{19}$), equivalente a 23,46 cents (Johnston, 2006, p. 18-19)

Com base nessas escalas e intervalos, podemos gerar duas escalas cromáticas de doze sons por meio dos ciclos das quintas perfeitas: uma escala de quintas ascendentes e uma de quintas descendentes, conforme mostrado na Figura 12 (Johnston, 2006, p. 19).

¹⁹ Segundo Bondezan (2009, p. 3), “a afinação pitagórica é um sistema de afinação Justa de limite 3, ou seja, são usados e aceitos como afinados os intervalos formados a partir da aplicação das proporções encontradas nos intervalos entre os primeiros três sons da série harmônica”.





Figura 12 - As duas escalas cromáticas possíveis por ciclo de quintas justa (Johnston, 2006, p. 20)

Percebemos que a ordem do meio tom cromático e do meio tom diatônico se alternam. Na escala de quintas descendentes, tem-se primeiro o intervalo de 256/243 e depois o intervalo de 2187/2048. Já na escala de quintas ascendentes, o meio tom cromático (2187/2048) ocorre primeiro e depois o meio tom diatônico (256/243).

Depois de Johnston realizar os cálculos com o intervalo de quinta, tanto ascendente quanto descendente, ele volta à obtenção de novos intervalos por média aritmética. Em um próximo passo, Johnston não usa mais a média aritmética da fundamental (1/1) e da oitava (2/1), mas sim de uma quinta (3/2). Assim, obtemos uma terça maior (5/4), conforme mostrado na Figura 13.

$$\frac{1}{1} + \frac{3}{2} = \frac{2+3}{2} = \frac{5}{2} \div 2 = \frac{5}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{4}$$

Figura 13 – Divisão da quinta (3/2) em média aritmética tendo as proporções 1/1 e 3/2

Da mesma forma que uma quinta (3/2), percebemos que este intervalo foi aplicado tanto para Dó (intervalo grave) quando para Sol (intervalo agudo). Observa-se que ao fazer este procedimento, surge uma nova razão para o meio tom (25/24), conforme mostrado na Figura 14.

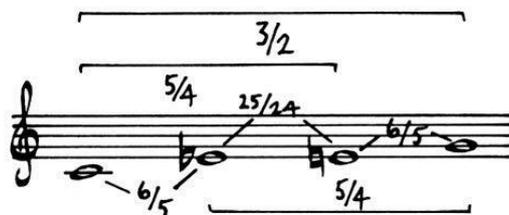


Figura 14 – Média da quinta justa 5/4, aplicada a Dó, ascendente, e a Sol (3/2), descendente (Johnston, 2006, p. 22)



Seguindo o mesmo conceito, na figura 15 utilizou-se o novo intervalo, adquirido pela média aritmética da fundamental (1/1) e da quinta justa (3/2), que corresponde à terça maior (5/4), para a obtenção de um novo intervalo, a segunda maior (9/8).

$$\frac{1}{1} + \frac{5}{4} = \frac{4 + 5}{4} = \frac{9}{4} \div 2 = \frac{9}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{9}{8}$$

Figura 15 – Divisão da terça maior (5/4) por média aritmética, a partir das proporções 1/1 e 5/4.

O intervalo de segunda maior (9/8) aplicado ao Dó e ao Mi, resultou em dois Ré(s) com afinações diferentes: 10/9 e 9/8 (Johnston, 2006, p. 22). O intervalo gerado entre esses dois Ré(s) formou outro intervalo, de 81/80. Johnston denominou o intervalo de 81/80 com dois nomes: ou coma diatônico ou coma de Didymus (Johnston, 2006, p. 22).

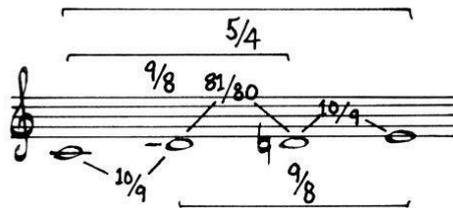


Figura 16 – Resultado da progressão aritmética de 1/1 e 5/4, aplicada a 1/1 e 5/4 (Johnston, 2006, p. 22)

Aplicando as proporções 1/1, 3/2 e 5/4, obtém-se o seguinte resultado: Dó (1/1), Sol (3/2), e Mi (5/4). Assim, entre Dó e Mi tem-se um intervalo de 5/4 e entre Mi e Sol um intervalo de 6/5 (Johnston, 2006, p. 23). Empregando este conceito em notas obtidas por média de 3/2 (cf. Figura 6), teremos três tríades maiores. Invertendo os intervalos, colocando o 6/5 primeiro e posteriormente 5/4, temos: Dó (1/1), Mib (6/5) e Sol (3/2) (Johnston, 2006, p. 23). Utilizando este procedimento nos intervalos resultantes da primeira média (3/2), obtém-se três tríades menores. Unindo as três tríades, maiores e menores, tem-se duas escalas que geram uma escala cromática de 10 notas (Johnston, 2006, p. 24). As escalas resultantes são mostradas na Figura 17.





Figura 17 – Escalas derivadas das tríades menores e maiores sobre o intervalo de 1/1, 4/3 e 3/2 (Johnston, 2006, p. 23)

Em seguida, Johnston subdivide os tons inteiros restantes obtendo a escala mostrada na Figura 18.

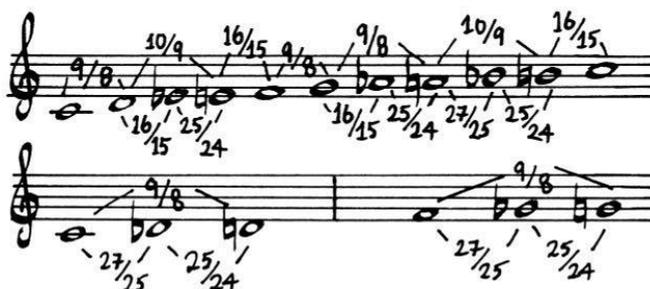


Figura 18 – Escala de 10 tons com a inclusão da divisão dos intervalos de um tom (9/8) (Johnston, 2006, p. 24)

Na figura 19, a escala tem seus intervalos de meio tom invertido (27/25 e 25/24) e por meio de uma mistura das escalas diatônicas acima apresentadas, obtemos uma escala de intonação justa de 12 sons.

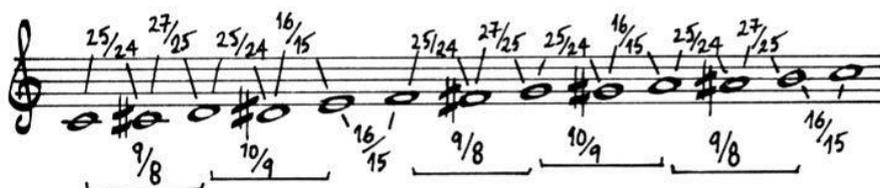


Figura 19 – Escala de 12 tons com a inclusão da divisão dos intervalos de um tom (9/8) (Johnston, 2006, p. 24)



Acoplando as duas escalas, obtemos uma escala de 19 tons com o acréscimo de dois novos intervalos: $128/125$ (41 cents) e $648/625$ (62,5 cents) (Johnston, 2006, p. 24). Na mesma escala, o intervalo entre $128/125$ e $648/625$ equivale a um coma sintônico ($81/80$), o mesmo intervalo entre $9/8$ e $10/9$ (Johnston, 2006, p. 25). Observa-se que Johnston aplicou este intervalo ($128/125$) em todos os tons enarmônicos. Obtiveram-se duas novas notas não expostas anteriormente: Mi# e Dób, conforme vemos na Figura 20.

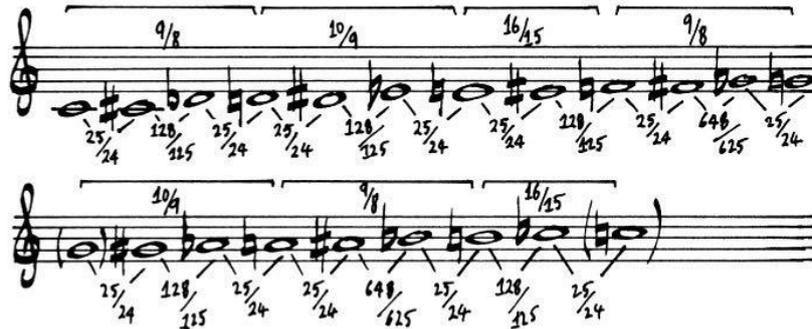


Figura 20 – Escalas unindo as escalas das figuras 16 e 17, incluindo as notas Mib e Dób a partir do intervalo de $128/125$ (Johnston, 2006, p. 25)

A partir da escala de 19 notas, Johnston fez com que cada uma destas notas tivesse quatro funções diferentes: fundamental, quinta, terça maior e a terça menor (Johnston, 2006, p. 24). Dessa maneira, obteve a partir de cada nota da escala uma série de terças e quintas “individuais”, até que as regiões se sobreponham e sejam, então, enarmônicas (Johnston, 2006, p. 27).



Figura 21 – Escala de 53 tons por oitava, onde $a = 81/80$, $b = 2048/2025$ e $c = 3125/3072$ (Johnston, 2006, p.26)



Apesar de atingir uma escala de 53 divisões da oitava, Johnston continuou com o desenvolvimento de sua pesquisa. Ao verificar a figura 21, constatamos que os intervalos de $81/80$ (21,5 cents) e $2048/2025$ (19,5 cents) são muito pequenos. Já o intervalo de $3125/3072$ tem um valor um pouco maior, com cerca de 29,6 cents. Dividindo-se este intervalo em dois temos uma escala de 65 notas por oitava. O intervalo de $3125/3072$ pode ser dividido em: $80/81$ (21,5 cents) e $15625/15552$ (8,1 cents). Abaixo, na figura 22, temos o resultado da escala com cada nota sendo aplicadas as quatro funções acima citadas em cada uma das notas (Johnston, 2006, p. 27).

C	C+	Dbb-	C#	C#+	Db-	Db	Cx+	D-	D	D+	Ebb	D#		
1/1	81/80	128/125	25/24	135/128	16/15	27/25	1125/1024	10/9	9/8	729/640	144/125	75/64		
	ab	a	abc	ab	a	ab	abc	a	ab	ab	a	abc		
(D#)	Eb-	Eb	Dx	E-	E	E+	Fb	E#	F-	F	F+	Gbb-	F#	F#+
(75/64)	32/27	6/5	625/512	100/81	5/4	81/64	32/25	125/96	320/243	4/3	27/20	512/375	25/18	45/32
	a	ab	abc	a	ab	ab	a	abc	a	ab	ab	a	abc	ab
(F#+)	Gb-	Gb	Fx+	G-	G	G+	Abb	G#	Ab-	Ab	Gx	A-	A	A+
(45/32)	64/45	36/25	375/256	40/27	3/2	243/160	192/125	25/16	128/81	8/5	625/384	400/243	5/3	27/16
	a	ab	abc	a	ab	ab	a	abc	a	ab	abc	a	ab	ab
(A+)	Bbb-	A#	A#+	Bb-	Bb	Ax+	B-	B	B+	Cb	B#	C-	C	
(27/16)	128/75	125/72	225/128	16/9	9/5	1875/1024	30/27	15/8	243/128	48/25	125/64	160/81	2/1	
	a	abc	ab	a	ab	abc	a	ab	ab	a	abc	a	ab	

Figura 22 – Escala de 53 tons por oitava, onde $a=2048/2025$, $b=32805/32768$ e $c=1600000/1574323$ (Johnston, 2006, p. 27)

4. Considerações Finais

Por meio deste artigo, pudemos verificar que Partch e Johnston possuem teorias similares, porém o resultado, na prática, são de poéticas distintas. Gilmore destaca que "(...) seus trabalhos são melhores vistos enquanto um grupo de círculos concêntricos traçando caminhos muito diferentes em torno de um núcleo de ideias intimamente relacionadas e bastante individuais"²⁰ (Gilmore, 1995, p. 496). Nesse sentido, é interessante verificar que ambos desenvolveram poéticas diferentes, apesar da proximidade no âmbito teórico.

²⁰ "(...) their work is best viewed as a set of concentric circles tracing very different paths a round a core of closely related, and quite individual, ideas".



Partch é o tipo de artista que pensa arte enquanto *Gesamtkunstwerk*, isto é, seu processo de construção de uma obra vai muito além de simples papel e caneta: há um envolvimento com a construção de um sistema teórico da peça, a imersão e comprometimento total com a sonoridade gerada, a construção do instrumento para executá-la e finalmente a escrita da obra no sentido tradicional. Partch comporta-se de forma muito similar a um compositor de música eletroacústica, *luthier* de suas próprias ideias, que busca criar um ecossistema novo para cada peça. Tivemos no Brasil um artista com proposta similar a Partch: Walter Smetak (1913-1984). Artur Andrés Ribeiro (2000, p. 249) afirma que “no século XX, (...) deve-se ressaltar o trabalho histórico de dois construtores de novos instrumentos acústicos, que conseguiram integrar suas novas fontes sonoras ao seu processo compositivo: Harry Partch nos EUA e Walter Smetak no Brasil” (Ribeiro, 2000, p. 249). Ainda nesse sentido, Max Nyffeler (1998) afirma que “certamente ele [Smetak] não está sozinho nesta abordagem experimental. Na América do Norte, o trabalho de Harry Partch caminhou na mesma direção”²¹. Ademais, é importante contrapor o entendimento das teorias de Partch com episódios de sua vida, como por exemplo o período em que morou nas ruas:

Sua provação foi seus anos enquanto mendigo. Ele quase morreu de fome ou morreu congelado, mais de uma vez. Ele estava simplesmente vagando, andando pelos trilhos como um vagabundo. A partir das poucas conversas que tive com ele sobre este assunto, eu acho que retornar ao seu trabalho – construir instrumentos, compor e tocar música – foi um enorme esforço depois desses anos. A experiência deixou uma marca, e não apenas no sentido como uma jornada polar quase fatal iria marcar uma pessoa, mas a respeito que depois de seus anos como andarilho ele simplesmente não tinha medo da sociedade e suas opiniões. Ela tinha feito o pior para ele, entretanto ele ainda seguia em frente; nesse sentido, ele ganhou sua liberdade²² (Johnston, 1975, p. 87).

Acreditamos ser perigoso confundir a vida do artista com sua produção, porém existem aqui várias coincidências que não podem ser ignoradas. A vida e obra de Partch apresentam uma interdependência ímpar, muitas vezes respaldando o entendimento de suas trajetórias.

²¹ "Gewiss steht er mit diesem experimentellen Ansatz nicht allein. In Nordamerika gingen die Arbeiten von Harry Partch in die gleiche Richtung".

²² "His ordeal was those hobo years. He nearly starved or froze to death more than once. He was simply drifting, riding the rails as a vagrant. I would guess, from the few conversations I had with him on this subject, that returning to his work – building instruments, composing and playing music – was after those years a wrenching effort. The experience left a mark, and not just in the sense that a near fatal polar trek would mark a person, but in the more important respect that after his hobo years he just had no fear of society and its opinions. It had done its worst to him, yet he was still going; so in large part he had won his freedom".



Por outro lado, o compositor Ben Johnston foi um representante deste mesmo movimento norte-americano de estudos de novas afinações que caminhou mais em direção da tradição europeia, com a aplicação de suas teorias em instrumentos orquestrais. Esta decisão, porém, não foi tomada de forma natural. O próprio compositor descreve sua trajetória de maneira diferente da de Partch, não por questões ideológicas, mas sim por impedimentos técnicos do contexto que estava inserido:

Eu sabia que não queria construir instrumentos, porque eu podia ver que não tinha nenhum talento para isso, então decidi trabalhar com sons eletrônicos. Eu fui à Columbia-Princeton um ano antes que foi inaugurado, mas o estado da arte simplesmente não dava para lidar. Os instrumentos eram imprecisos, não confiáveis; eles eram muito primitivos. Então John [Cage] se ofereceu para me dar uma aula a cada mês. Ele sabia que eu tinha encontrado meu caminho, apenas não o meu meio, e ele me incentivou, dizendo: “tudo bem, você não pode fazê-lo por meios eletrônicos; você vai ter que encontrar outro caminho”. Minha decisão foi usar instrumentos tradicionais porque foi a única coisa que restou. Quer dizer, o que mais eu poderia fazer?²³ (Bermel, 1995).

Como investigado neste artigo, encontramos claramente pontos de conexão na esfera teórica entre os dois compositores. Um primeiro exemplo de similaridade entre Partch e Johnston é que ambos utilizam em suas teorias uma terminologia compatível – o fato de que Partch foi tutor de Johnston contribuiu para isso. Por exemplo, o conceito de *Otonality* e *Utonality* é utilizado por ambos. Observou-se também que Johnston aplicou médias aritméticas em seus cálculos, assim como uma tendência a sempre trabalhar na esfera da intonação justa. Partch fez o mesmo. Gilmore destaca que algumas obras de Johnston foram baseadas principalmente nos intervalos de quinta justa e terça maior, sendo a mesma base do sistema limite-5 de Partch.

Podemos afirmar com base no exposto que os trabalhos de Harry Partch e Ben Johnston, assim como de inúmeros outras figuras não contempladas neste trabalho – como James Tenney, Alvin Lucier, Pauline Oliveros, Robert Ashley, Gordon Mumma, John Cage, Christian Wolff, entre outros – consolidaram um movimento norte-americano de criação e experimentação sonora, muitos deles com ênfase no desenvolvimento de teorias de afinação. Os compositores desse grupo possuem “(...) fundamentalmente, mais pontos de diferença do que de

²³ "I knew I didn't want to build instruments, because I could see that I didn't have any talent at it, so I decided on electronics instead. I went to Columbia-Princeton a year before they opened, but the state-of-the-art just couldn't cope. The instruments were inaccurate, undependable; they were just too primitive. So John offered to give me a lesson every month instead. He knew that I had found my direction, just not my medium, and he pushed me ahead, saying, "okay, you can't do it electronically; you'll have to find another way". My decision was to use traditional instruments because it was the only thing left. I mean, what else could I do?"



contato: importantes diferenças de estilo, estética e técnica, mesmo que seus *vocabulários* de alturas possam ser idênticos e diferente daqueles da grande maioria de seus contemporâneos”²⁴ (Gilmore, 1995, p. 494-496).

References

1. Bermel, Derek. 1995. *Ben Johnston: Interview with Derek Bermel*. Disponível em: <<http://www.paristransatlantic.com/magazine/interviews/johnston.html>> Acesso em: 18 dez 2015.
2. Bondezan, Erico. 2009. *A Afinação Justa e Pitagórica nos Tratados do Período Renascentista e seu Uso e Interpretação na Música Coral*. Disponível em : <<http://www.dmu.uem.br/pesquisa/index.php?conference=epem&schedConf=epem2009&page=paper&op=download&path%5B%5D=19&path%5B%5D=1>> Acesso em: 08 jan 2016.
3. Christensen, Thomas (org.). 2008. *The Cambridge History of Western Music Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Ekman, Petter. 2011. *The Intonation Systems of Harry Partch*. Iceland Academy of the Arts, Department B.A. in Composition. Disponível em: <<http://skemman.is/stream/get/1946/8545/22578/1/Lokaritgerd.pdf>> Acesso em: 26 mar 2016.
5. Gilmore, Bob. 1995. Changing the Metaphor: Ratio Models of Musical Pitch in the Work of Harry Partch, Ben Johnston, and James Tenney. *Perspectives of New Music*, vol. 33, no. 1/2, p. 458–503.
6. _____. 1992. On Harry Partch's "Seventeen Lyrics by Li Po". *Perspectives of New Music*, Vol. 30, No. 2, p. 22-58.
7. Jedrzejewski, Frank. 2003. *Dictionnaire des musiques microtonales*. Paris: L'Harmattan.
8. _____. 2002. *Mathématiques des systèmes acoustiques: Tempéraments et modèles contemporains*. Paris: L'Harmattan.

²⁴ "(...) ultimately, more points of difference than of contact: important differences of style, aesthetic, and technique, even though their pitch vocabularies may be identical, and different from those of the great majority of their contemporaries".



9. Johnston, Ben. 2006. *Maximum Clarity: and other writings on music*. Bob Gilmore (ed.). Chicago: University of Illinois Press.
10. _____. 1975. The Corporealism of Harry Partch. *Perspectives of New Music*, Vol. 13, No. 2, p. 85-97.
11. Keislar, Blackwood et all. 1991. Six American Composers on Nonstandard Tunings. *Perspectives of New Music*, Vol. 29, No. 1, p. 176-211.
12. Nyffeler, Max. 1998. *Der Klangalchimist von Salvador. Auf den Supren von Walter Smetak*. Disponível em:
<http://www.latinamerica-musica.net/compositores/smetak/ny-dt.html>
Acesso em 25 out 2016.
13. Partch, Harry. 1974. *Genesis of a Music*. New York: Da Capo Press.
14. Ribeiro, Artur Andrés. 2000. Grupo Uakti. *Estudos avançados*, v.14, n.39, p. 249-272.
15. Stockhausen, Karlheinz. 1959. How Time Passes By. *Die Reihe*, Vol.3, p.10-40.

