



A GÊNESE MUSICAL DO CONCEITO DE ESCALABILIDADE

Wilson Avilla*

Resumo – No contexto da contemporaneidade, dominado por um complexo e gigantesco aparato tecnológico, o conceito de escalabilidade, ainda não completamente definido, levanta indagações de ordem diversa. Em caráter introdutório, o presente artigo se propõe a investigar algumas delas, buscando estabelecer eventuais conexões entre os elementos estruturais da escala musical, instituto milenar da arte e da ciência dos sons, e alguns aspectos, possivelmente relacionados, da ciência computacional. O itinerário dos questionamentos percorre traçados históricos e busca similitudes que permitam um vislumbre do alcance da escalabilidade como fator intrínseco do mundo e da existência.

Palavras-chave: Ciência computacional. Escala musical. Escalabilidade. Teoria musical. Sistema musical.

INTRODUÇÃO

Constitui-se missão por demais extensa nominar todas as áreas abrangidas pelo conceito de *escalabilidade* no tempo presente. Tanto quanto complexa é a tarefa de reunir em uma só definição todas as aplicações desse fenômeno, que de modo bastante geral pode ser entendido como *a capacidade de algo se adaptar a demandas crescentes sem prejuízo de sua eficiência*. Ou, em forma dicionarizada, "a propriedade de um sistema qualquer que lhe confere a capacidade de aumentar seu desempenho sob carga, quando mais recursos (esp. Hardware, no caso de computadores) são acrescentados a esse sistema" (DICIONÁRIO CRIATIVO, 2014). Menos exaustivo, mas nem por isso simples, é reunir os elementos históricos que permitem lucubrar que tal ideia talvez tenha sua gênese na música.

Essa relação pode parecer, a princípio, bastante óbvia, já que em quase todas as áreas do conhecimento humano há paralelos com os fenômenos musicais. Jordi Solà-Soler (2012), por exemplo, tentando reproduzir resultados da pesquisa em genética de Jean-Claude Perez's, descobriu "acidentalmente" correlações matemáticas entre os códigos genéticos humanos e as frequências sonoras. Chris Bowers (2005, p. 99) corrobora esse pensamento ao asseverar:

* Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação, Arte e História da Cultura da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). E-mail: w_avilla@hotmail.com

Se compararmos os sistemas naturais, é intuitivo que certos aspectos sejam intrinsecamente "escaláveis". Por certo, simplesmente pelo fato de um zigoto ter o potencial de produzir uma variedade de animais que podem diferir grandemente em tamanho, que consistem em um vasto número de células, com diferentes propósitos funcionais, é um testemunho de como a natureza é realmente escalável.

Mas essa relação não parece tão lógica, ou intuitiva, quando se distancia do ambiente natural, na busca de mensuração do impacto das transformações em tecnologias midiáticas, como faz Lev Manovich, exemplificando esse questionamento ao fazer menção aos efeitos de redes mais rápidas ou resoluções de imagens computadorizadas. Ele cita McLuhan para justificar seu raciocínio:

Pois a "mensagem" de qualquer meio ou tecnologia é a mudança de escala, ou ritmo, ou padrão, que ela introduz nos assuntos humanos. A ferrovia não introduziu movimento, transporte, ou a roda ou a estrada, na sociedade humana, mas acelerou e ampliou a escala das funções humanas anteriores, criando tipos totalmente novos de cidades e novas formas de trabalho e lazer (MCLUHAN apud MANOVICH, 2005).

A simplicidade, pode-se dizer, não vai além da reunião dos elementos históricos, posto que a análise de todos os paralelos possíveis alcança complexidade elevada e abstrata. Anna McCarthy (2006, p. 21) pontua:

A palavra *escala* é um termo complexo e altamente abstrato que compreende um número de diferentes tipos de relações de proporção, de comparações de dimensões físicas a cálculos matemáticos entre um objeto e suas representações.

Buscando evitar o óbvio, este texto se propõe a estabelecer algumas relações históricas entre dois polos, o conceito milenar de escala musical e a proposição bem mais recente de escalabilidade, em sua acepção mais ampla. Para tanto, faz um paralelo entre as variáveis da escalabilidade e os principais elementos estruturais da escala musical.

ELEMENTOS HISTÓRICOS DE FORMAÇÃO DO CONCEITO DE ESCALABILIDADE

Anna McCarthy registra que, de acordo com a segunda edição do *Oxford English Dictionary*, os primeiros usos do substantivo "escala" como conceito metodológico são observados na taxonomia moderna. Seu significado tem relação com o vocábulo "escada" e com o verso subir. Além disso, o conceito musical de escala, documentado originariamente no século XVI, precede o uso hodierno do termo *escalabilidade* (MCCARTHY, 2006, p. 22).

No início do século XVII houve uma explosão de usos associados com hierarquias de conhecimento, abstração e representação oriundos dessa mesma raiz vocabular, que culminou com um novo conceito – uma sucessão ou uma série de etapas ou graus.

Francis Bacon, cognominado pai das ciências modernas, foi um dos primeiros a usar esse conceito em suas incursões experimentais em favor de um novo método. Ele propugnou que a indução existe e revela toda a sua fecundidade enquanto método para o alcance gradual do conhecimento por meio da indução pelo uso de tabelas.

Não somos pródigos em promessas, nem procuraremos coagir ou armar ciladas ao juízo humano, mas tomar os homens pela mão e guiá-los, com a sua anuência. E, ainda que o meio, de longe mais poderoso de se encorajar a esperança, seja colocar os homens diante dos fatos particulares, especialmente dos fatos tais como se acham recolhidos e ordenados em nossas *tabelas de investigação*, tema que pertence parcialmente à segunda, mas principalmente à quarta parte de nossa *Instauração* –, já que não se trata mais, no caso, de esperança, mas de algo real, todavia, como tudo deve ser feito gradualmente, prosseguiremos no propósito já traçado de preparar a mente dos homens (BACON, 1997, p. 74).

Bem mais recentemente, Foucault, que já havia identificado na taxonomia das ciências humanas ditas modernas os primeiros elementos de escalabilidade, comentando sobre as relações de poder que regulam a multiplicidade dos homens, aspecto salientado na pesquisa de Guilherme Ranoya (2009), afirma que a disciplina representa uma estrutura organizada, como produto do que foi aplicado ao trabalho, caracterizada por hierarquias e organizações burocráticas, a partir da qual se torna possível uma escalabilidade de qualquer tipo de procedimento, organização, instituição ou dispositivo que precisa ser bem coordenado.

Entretanto, Edward Luke (1994) identifica em seu trabalho elementos subjetivos que ainda lançam os resultados de medições de escalabilidade em áreas conceituais não confiáveis. Uma coisa, entretanto, é certa: há uma quantidade absurdamente gigantesca de conhecimento implicado em qualquer processo que redunde em algo escalável.

A ciência da computação tem se apropriado do termo, ignorando os usos de outras áreas do conhecimento, e não raro encontram-se definições do termo escalabilidade antecedidos por expressões pretensamente apodíticas dessa propriedade.

Carrie Ballinger (2009) admite a diversidade de usos do termo "escalabilidade" e relaciona alguns, tais como (aqui sintetizados):

- a) sistema que oferece capacidade de expansão;
- b) sistema que permite mais de uma variável ativa ao mesmo tempo;
- c) acomodação física de informações.

Além disso, ela delimita sua investigação a três variáveis: capacidade de processamentos, número de variáveis (questões), volume de informações (BALLINGER, 2009, p. 4).

Esses critérios serão úteis para identificar os paralelos com a ciência musical.

ELEMENTOS HISTÓRICOS DE FORMAÇÃO DE ESCALAS MUSICAIS

Para Roland de Candé (2001), no período historicamente chamado de antiguidade (e, insiste ele, até mesmo nos dias de hoje, em certas civilizações), a música constitui a forma mais elevada de sabedoria, constituindo-se em uma espécie de chave para todas as outras formas de saber – como atesta a concepção que os pitagóricos têm da música como sendo uma representação da harmonia universal.

Na maioria das vezes os registros históricos não distinguem os elementos que hoje consideramos como ciência dos que seriam tidos como místicos. Uma explicação mais aprofundada feita por Alain Daniélou (apud CINTRA, 2013, p. 102) confirma essa percepção:

[...] a maior parte dos elementos de nosso sistema musical são relacionados a uma teoria cosmológica milenar e a um simbolismo muito antigo, como são também as raízes e formas de linguagem, instrumento de nosso pensamento, assim como muitas das nossas formas de medir o tempo e o espaço.

Assim, convém ressaltar que as informações históricas aqui constantes são de interesse primário para esta abordagem; elas prescindem dos aspectos místicos, em favor de uma objetivação estrutural que permita a investigação pretendida, aludida logo nas primeiras linhas deste texto.

Chineses – Um dos mais antigos registros de sistematização do conhecimento sobre os sons remonta à China, por volta de 2900 a.C., onde o sistema *lyu* (tubos-diapasões que fixam a escala e a altura) precedeu toda a música chinesa (CANDÉ, 2001, p. 56).

Pode ser uma surpresa que a escala diatônica¹ tenha sido a base para os antigos chineses. A escala musical dessa cultura milenar foi desenvolvida a partir do círculo de quintas perfeitas e eles estavam bem conscientes do temperamento "igual", tido como um divisor de águas na história da música ocidental, além de ser considerado como uma característica intrínseca da ocidentalidade musical moderna. Entretanto, segundo alguns registros históricos, eles rejeitaram esse sistema não apenas por suas "notas falsas", de afinações artificiais, mas principalmente porque a afinação não estava em sintonia com o tom cósmico.

1 - Sequência de oito notas, estruturadas com cinco intervalos de tons e dois intervalos de semitons entre elas, em um padrão que se repete a cada oitava.

Segundo David Tame, na cultura chinesa, o número simbólico do céu é 3, e o da terra, 2. Assim, sons na proporção 3:2 (na teoria musical da música ocidental, que rege a prática composicional e da ortografia musical, denominados como intervalos de quintas justas) harmonizam o céu e a terra. Para chegar a essa proporção, eles partiram de uma nota base, chamada "Huang Chung" (TAME, 2003, p. 78).

A "pesquisa musical" chinesa continuou o ciclo de quintas até 25.524 notas, com um intervalo básico de 0,0021174 savarts. Este ciclo é muito próximo ao da precessão dos equinócios, ou do número pitagórico do grande ano, que é de 25.920 anos solares. Por que os chineses continuaram tantas oitavas no ciclo das quintas ainda é um mistério, mas percebe-se que a escala chinesa é muito semelhante ao sistema de afinação proposto por Pitágoras, que também foi produzido a partir de uma quinta perfeita (a proporção 3:2).

Indianos – Os indianos da Antiguidade tinham uma abordagem teórico-musical menos formalizada do que os chineses. A contemplação interior pessoal tinha precedência sobre os rituais exteriores organizados. À semelhança dos chineses, havia uma preocupação com a sintonia com o cosmos, embora sobre outras bases, os sons AUM ou OM, tidos como sons da criação, atribuídos ao deus Brahma.

Os *Ragas*, originalmente sete, constituíam-se nos elementos básicos do sistema musical. Referiam-se aos tons cósmicos, e eram relacionados com sete planetas principais, assim como duas notas secundárias correspondiam aos "nós da lua". Assim, os nove sons resultantes dessa soma eram também associados aos nove grupos de consoantes do alfabeto sânscrito.

Como na escala diatônica ocidental, a escala indiana foi baseada em sete notas principais, e guardava semelhança com o sistema grego, já que dividia essa sequência em dois tetracordes. Os intervalos musicais também estavam presentes no sistema musical indiano. Mas, diferentemente da racionalidade mais próxima dos nossos dias, a partir dos gregos, eles eram associados a sentimentos e imagens, em evocações psicológicas de múltiplas significações, e que eram consideradas por eles tão exatas como para nós hoje são os índices de frequências. Esses intervalos, em número de 22, correspondentes à divisão da oitava, tinham correspondências simbólicas com elementos geométricos.

A escala de proporções é feita de uma sucessão de vírgulas sintônicas, $81/80$, que dividem a oitava em 53 intervalos. Entre esses, 22 títulos foram escolhidos por suas expressões emocionais específicas.

Egípcios – Quanto aos egípcios, "é provável que essa civilização não tenha conhecido sistema de notação, pois a riquíssima documentação de que dispomos não deixou o menor testemunho nesse sentido" (CANDÉ, 2001, p. 62). Eles tinham crenças assemelhadas às dos chineses e hindus.

Gregos – É largamente sabido que boa parte do conhecimento e da cultura ocidental tem seu berço na Grécia. E "é de Damon que data uma verdadeira teoria dos modos e dos tons,

de sua conveniência às circunstâncias, de seus benefícios ou de seus perigos para o desenvolvimento das virtudes e o governo do Estado" (CANDÉ, 2001, p. 72).

Sabemos muito sobre o sistema musical, ou seja, como as escalas foram concebidas, já que, quase que por um milagre, as obras de vários teóricos musicais gregos sobreviveram. Podemos inferir muito sobre seus instrumentos utilizando como evidência sobrevivente fragmentos de instrumentos antigos, representações em vasos e pinturas de parede, descrições literárias e comparações interculturais.

O filósofo grego Pitágoras (570-490 a.C.) passou 22 anos no Egito, principalmente com o sumo sacerdote, em Memphis, onde se tornou iniciado no conhecimento secreto dos deuses. Milênios depois seu trabalho continua sendo o grande marco científico da história da ciência e de importância visceral para a construção do conhecimento. Nicômaco (século II a.C.) foi o primeiro a escrever sobre Pitágoras e suas experiências com cordas, sua tensão e comprimentos (de repetição dos resultados e, com a matemática, formulando-os em uma lei), alcançando o primeiro "resultado científico" metodologicamente, como se diria hoje.

O número 7 era considerado sagrado pelos gregos e apenas Pitágoras atreveu-se a adicionar uma oitava corda à lira antiga, com o propósito de ensinar ao homem o princípio unificador e as leis imutáveis de harmonia, apelando aos seus mais altos poderes – o intelecto racional – e não a seus sentidos não confiáveis e corruptíveis.

Plutarco (44-120 a.C.) afirmou que, para Pitágoras e seus discípulos, a palavra harmonia significava "oitava", no sentido de uma sintonia que se manifesta dentro dos limites do que a teoria musical chama de consonância. Além disso, Pitágoras demonstrou que tudo que pode ser dito de uma oitava pode ser dito de todas as oitavas, o que o levou a restringir o estudo da música ao âmbito da oitava.

Isso significa que, em outras frequências, há ordens matematicamente organizadas para os intervalos de uníssono, quarta, quinta, mostrando um padrão único de relação matemática que, para Pitágoras, passou a representar o paradigma essencial de unidade e multiplicidade, demonstrado por diversos cálculos, cuja demonstração está alheia aos propósitos deste trabalho.

Em termos de teoria musical, estas duas proporções são básicas para a divisão da oitava desde a quinta, $3/2$, e a aritmética média de uma oitava e quarta, $4/3$, é o harmônico médio de uma oitava. O princípio da divisão da cadeia com uma proporção aritmética é feito pela fórmula: $a : b$ é dividido por $2a : (a + b)$, e $(a + b) : 2b$.

Os gregos antigos, presumivelmente, fizeram essa divisão em seus estudos sobre a escala do monocórdio. Essa descoberta foi realizada como um segredo entre os pitagóricos e levou à separação entre álgebra e geometria, durante séculos, até que Descartes, no século XVII, as uniu novamente. A escala de Pitágoras foi baseada nos três intervalos principais: a oitava, a quinta perfeita e o quarto perfeito. Tudo obedece a uma música secreta da qual o "Tetractys" é o símbolo numérico.

Platão (427-347 a.C.), em sua obra *Timeu*, atribuiu um novo significado para o universo harmônico de Pitágoras, em um método puramente matemático. Ele determinou progressões geométricas de intrincadas relações chegando aos resultados que Pitágoras havia encontrado por meio da acústica, indo, porém, mais longe ao determinar todos os graus de uma escala diatônica.

Todo esse elaborado sistema foi vitimado por confusões históricas, das quais participaram árabes e turcos (tais como Al-Farabi, no século X, e Avicena, mais tardiamente), na transmissão do legado grego à Europa, potencializadas principalmente por Boécio. A relação entre os modos gregos e os modos gregorianos, estabelecida pela Igreja Romana por meio do Papa Gregório em uma reforma litúrgica e levada a efeito no século VII, teria sido a grande causa de muitas discussões. É inequívoco o fato de que os teóricos da Igreja buscaram um conhecimento mais aprofundado do sistema musical grego. A coincidência de nomes de cada escala é tida por alguns como um "acidente histórico", já que a semelhança ingressou na posteridade apenas do ponto de vista onomástico, deixando para trás uma dessemelhança de estrutura.

Se a produção sacra da Idade Média, que permeou igrejas, tribunais, universidades, foi preservada consideravelmente, o mesmo não se pode dizer do que se produziu nas manifestações populares. Uma grande parte daquilo que é, na essência, a música medieval, aquela que fazia parte do cotidiano, o efêmero da época – a improvisação inconsequente, paródias, críticas, sarcasmo lítero-musical – está perdida, irreparavelmente. A diversidade de formas e a variedade de cânticos tornaram imperiosos os sistemas de notação e das escalas modais, também denominadas eclesiásticas ou gregorianas, respeitáveis emblemas da época.

Por volta do ano 900, a *Musica enchiridis* e a *Scholica enchiridis* organizaram as primeiras instruções para a organização de melodias simultâneas, fenômeno que promoveu uma guinada irreversível no curso da história da música rumo à polifonia. O avanço das técnicas que surgiram a partir dessa mudança produziu uma variedade tal de combinações contrapontísticas, de monumentais sonoridades e complexidade, que mais tarde a Igreja estancou a profusão sonora em nome da compreensão do texto.

Os *Prelúdios e Fugas* de Johann Sebastian Bach constituem outro grande marco divisório na evolução histórica do conceito de escala musical e determinam o início do que hoje conhecemos como música ocidental, por definição, genericamente tonal, ou seja, baseada em uma escala de 12 semitons iguais, derivados da exata "divisão" da oitava.

Hermann von Helmholtz, cientista alemão do século XIX, que também era músico, foi um dos críticos do "novo sistema", contra o qual declarou que a música baseada na escala temperada deveria ser considerada uma música imperfeita, concluindo que se a achássemos agradável isso seria um sinal de que nosso ouvido teria sido sistematicamente mimado desde a infância.

Desde Bach até o final do século XIX nada alterou significativamente o sistema tonal baseado nas escalas maiores e menores, e suas peculiares sequências diatônicas. O século XX,

no âmbito da música, foi caracterizado pelo experimentalismo, que se afastou dos últimos 300 anos, caracterizados pela supremacia da tônica e da dominante no contexto dos graus das escalas e das harmonias. Uma das primeiras iniciativas experimentalistas foi desenvolvida a partir de uma série de escalas atonais para servir à nova música dodecafônica (cultivada por Schönberg, Berg e Webern, principalmente), em que a noção clássica de harmonia e ritmo foi "dissolvida". A estrutura pétrea diatônica deu lugar aos 12 sons de igual importância na tessitura sonora, à sombra de uma ideologia além pautas. Alguns objetam que essa estruturação "artificial" constituiu-se não apenas em uma nova ordem musical, mas em uma ruptura com o mundo sensível; isso considerando que em todos os sistemas musicais da Antiguidade havia uma relação intrínseca com o mundo perceptível, representada por relações matemáticas indissociáveis dos ciclos modalísticos.

NOVAS PERSPECTIVAS COM A ESPECTRALIDADE SONORA

As elaboradas construções musicais, desde a policoralidade renascentista, passando pelas polifonias barrocas até os serialismos e experimentações do século XX, ganharam novas dimensões de investigação sonora a partir das formulações da música espectral. Segundo Guilherme de Cesaro Copini (2010, p. 45):

Na década de 1970 um grupo de compositores franceses, dentre os quais Gérard Grisey (1946-1998) e Tristan Murail (1947), procurava uma nova expressão musical que tivesse relação direta com o material sonoro em si. Surge então a Música Espectral, escola de composição que fazia frente ao Serialismo e à escrita musical parametrizada em relação ao som, por entender que o fenômeno sonoro deve ser visto como um todo e não como um conjunto de elementos permutáveis. Uma das principais técnicas destes compositores era a análise do espectro de uma determinada amostra sonora, baseada no Teorema de Fourier e realizada por computador. Tal análise permitia a visualização dos detalhes internos do som, e um melhor entendimento da evolução deste no tempo. Grisey acreditava que esta nova expressão musical estava intimamente ligada com a possibilidade de projetar musicalmente os dados obtidos pela análise da amostra.

Em outras palavras, essas novas perspectivas se materializaram em um novo tipo de linguagem musical, em que representações computadorizadas permitem manipulações sonoras até então impossíveis, deslocando o eixo da relação compositor-instrumento para o timbre, tornando-o elemento preponderante na estrutura.

Ela é, portanto, o último elo histórico na trajetória que foi proposta como via de entendimento.

CONCLUSÃO: ELEMENTOS COMUNS NA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE ESCALA MUSICAL E DE ESCALABILIDADE

O cotejo entre a ideia de escala musical e o conceito de escalabilidade parece mesmo apontar para alguns elementos comuns. Naturalmente, não tem este trabalho o objetivo de definir com exatidão todas essas semelhanças, reduzindo-as a números e fórmulas. Pelo contrário, as lucubrações mostram o desequilíbrio reinante nas imprevisibilidades de ambos os lados. "Ao venerar o equilíbrio ficamos cegos [...] O equilíbrio não é a meta nem o destino dos sistemas vivos, simplesmente porque, na qualidade de sistemas abertos, eles são parceiros do seu ambiente" (WHEATLEY, 2006, p. 97).

Som fundamental e padrão de afinação – É o ponto de partida, de onde são estabelecidas as relações sonoras horizontais e verticais, harmônicas e melódicas e, conseqüentemente, matemáticas. Ou também som de referência, de afinação. Antes de um concerto sinfônico, o oboé referencia os demais músicos com um "lá" (440 Hz – padrão adotado em uma Conferência Internacional em Londres, 1938, substituindo o padrão anterior, de 435 Hz). Ao contrário das culturas milenares, esse procedimento não tem qualquer relação com a "física do mundo", assim como qualquer base de dados que é tomada como ponto de partida em um processo escalável, em qualquer área, é artificialmente tomada como padrão para as subseqüentes mensurações.

Entretanto, na cultura indiana, a referência musical de afinação foi calculada "intuitivamente" em uma relação matemática com o movimento de rotação da Terra ao redor do Sol.

Intervalo de oitava – Uma oitava é a distância entre dois campos sonoros em que o tom mais agudo tem duas vezes a frequência do mais grave. Diversos estudos têm buscado estabelecer relações matemáticas nos sistemas que possam ser denominados como escaláveis. Em 1978, o musicólogo suíço Hans Cousto descobriu a lei natural da "oitava cósmica", como a ligação entre os diferentes tipos de fenômenos naturais – a órbita dos planetas, o clima, cores, ritmos e tons. Talvez seja esse o próximo degrau de aproximação entre os conceitos que se constituem em objeto desta investigação. A oitava é um intervalo excepcionalmente importante na experiência musical da humanidade ocidental.

Noção de intervalo – A diferença de frequência entre dois sons. A menor diferença no sistema musical ocidental é o intervalo denominado *semitom*, e os intervalos principais, também chamadas de *consonâncias perfeitas*, são a quinta e a oitava J. As combinações de dados de sistemas escaláveis também têm sido organizadas em intervalos, expressos matematicamente. As seqüências musicais são estruturações melódicas, e guardam semelhança com os processos computacionais denominados *scale out*.

Sons harmônicos – Já há muito se tem observado que todo som musical não é produzido como uma unidade solitária, mas como uma unidade coletiva de sons, ditos harmônicos, que o compõem, em uma elaborada (e estruturada) seqüência intervalar que se projeta de forma vertical concomitantemente ao som "principal". Os sinos são os melhores instrumentos para a

percepção desses sons. É quase impossível mapear todas as relações entre sons harmônicos em uma massa sonora densa como a execução de uma sinfonia. Da mesma forma, grandes volumes de dados e informações são entremeados por relações verticais que podem se sobrepor, criando a mesma similaridade das texturas polifônicas musicais. Os sons harmônicos apontam para uma escalabilidade que bem poderia ser denominada como *de acuidade*, uma vez que seus aprofundamentos revelam relações estruturais verticais (*scale up* na computação).

Assim, das culturas orientais que associaram a matemática e a "linguagem da natureza" à ciência dos sons, aos sintetizadores de alta sofisticação tecnológica, e de padrões logarítmicos, o caminho percorrido nas pistas aparentemente paralelas das escalas musicais e da escalabilidade ainda é tortuoso e por vezes descontraído. E talvez nem haja paralelo.

Nesse sentido, observam Pierre Boulez e Andrew Gerszo, em um artigo intitulado "Computers in Music", que pela primeira vez na história

[...] o compositor precisa explicar e formalizar o caminho pelo qual desenvolveu e manipulou conceitos, temas e relações no contexto musical, de forma que os técnicos (que possuem um treinamento musical reduzido) possam penetrar em sua criação (BOULEZ; GERSZO, 1988, p. 45).

Para deixar a pergunta em suspenso, em uma autêntica *cadência interrompida*², a afirmação de Boulez (1963, p. 18) é apropriada:

Aos que objetarem que, partindo do fenômeno concreto, obedecem à natureza, às leis da natureza, responderei, sempre segundo Rougier, que: "damos o nome de leis da natureza às fórmulas que simbolizam as rotinas que a experiência revela". Ele acrescenta, por outro lado: "É uma linguagem puramente antropomórfica, pois a regularidade e a simplicidade das leis só são verdadeiras numa primeira aproximação, e acontece frequentemente que as leis degeneram e se desvanecem com uma aproximação mais intensa". Léon Brillouin insiste e precisa: "É um abuso de confiança falar das leis da natureza como se estas leis existissem na ausência do homem. A natureza é completa demais para que nosso espírito possa abarcá-la. Isolamos fragmentos, observamos-los e imaginamos modelos representativos (bastante simples para o emprego)".

The musical genesis of the concept of scalability

Abstract – In the contemporary context dominated by a gigantic and complex technological apparatus, the concept of scalability, still not completely defined, raises questions of various kinds. This paper aims to investiga-

2 - Sequência de acordes finalizada com acorde diferente da tônica da escala, que cria ideia de suspensão.

te some of these in introductory character, seeking to establish connections between the structural elements of the musical scale, ancient institute of art and science of sounds, with some possibly related aspects of computational science. The itinerary of the questions wanders historical traces and seeks similarities that allow a glimpse of the range of scalability as an intrinsic factor in the world and existence.

Keywords: Computational science. Musical scale. Scalability. Musical theory. Musical system.

REFERÊNCIAS

- BACON, F. *Novum Organum*. 5. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1997. (Coleção Os Pensadores).
- BALLINGER, C. *The teradata scalability story*. 2009. Disponível em: <<http://assets.teradata.com/resourceCenter/downloads/WhitePapers/EB3031.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2014.
- BOULEZ, P. *Pensé la musique aujourd'hui*. Paris: Galimard, 1963.
- BOULEZ, P.; GERSZO, A. Computers in music. *Scientific American*, v. 258, n. 4, p. 44-50, 1988.
- BOWERS, C. P. Simulating evolution with a computational model of embryogeny: obtaining robustness from evolved individuals. In: KELEMEN, J.; SOSÍK, P. *Advances in artificial life*. Berlin/Heidelberg: Springer, 2005. p. 149-168.
- CANDÉ, R. de. *História universal da música*. São Paulo: Martins Fontes, 2001. v. 1.
- CINTRA, C. L. *A musicologia comparada de Alain Daniélou: contribuições para um diálogo musical*. 2008. Tese (Doutorado em Música)–Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- COPINI, G. de C. *Música espectral: o tempo musical conforme Gérard Grisey*. 2010. Dissertação (Mestrado em Música)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- DICIONÁRIO CRIATIVO. Significado de escalabilidade. Disponível em: <<http://dicionariocriativo.com.br/significado/escalabilidade>>. Acesso em: 2 ago. 2014.
- LUKE, E. A. *Defining and measuring scalability*. 1994. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=FA476B275491DD9087969C66BB50E5EA?doi=10.1.1.55.8064&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 out. 2014.
- MANOVICH, L. *Scale effects*. 26-30 set. 2005. Disponível em: <<http://manovich.net/index.php/projects/scale-effects>>. Acesso em: 13 out. 2014.
- MCCARTHY, A. From the ordinary to the concrete: cultural studies and the politics of the scale. In: WHITE, M.; SCHWOCH, J. (Ed.) *Questions o method in cultural studies*. Oxford: Blackwell Publishers, 2006. p. 21-53.
- RANOYA, G. *Biopolítica, comunicação e o poder pastoral*. 2009. Dissertação (Mestrado em Estudo dos Meios e da Produção Midiática)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOLÀ-SOLER, J. *Phi and music in DNA*. 2012. Disponível em: <<http://www.sacred-geometry.es/en/content/phi-and-music-dna>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

TAME, D. *O poder oculto da música*. São Paulo: Cultrix, 2003.

WHEATLEY, M. J. *Liderança e a nova ciência*. São Paulo: Cultrix, 2006.