

# SIMETRIAS COMPLEXAS: UM FÉRTIL CAMPO DE EXPLORAÇÃO EM MÚSICA

---

**Edson Zampronha**

*Conservatório Superior de Música de Astúrias - CONSMUPA*  
*info@zampronha.com*

**Resumo:** O objetivo deste texto é ilustrar uma mudança de foco das simetrias clássicas em música (fundada em espelhamentos) às simetrias complexas (fundadas em similaridades hierárquicas), oferecendo perspectivas importantes para a exploração de novos caminhos criativos e investigativos em música. Primeiro, são apresentadas as simetrias clássicas. Em seguida, as simetrias complexas, centradas em similaridades hierárquicas. Finalmente, realizo uma discussão sobre essa mudança de foco, comentando a não pertinência de certos espelhamentos clássicos, a *tradução* entre os suportes envolvidos para a realização de simetrias (uma notação em uma superfície como uma folha de papel e sua tradução em sons), e a associação entre simetrias fundadas em hierarquias e algumas hierarquias encontradas no mundo dos sons, mencionando brevemente alguns campos de especulação sobre outros tipos e formas de simetria em música.

**Palavras-chave:** música; simetrias complexas; simetrias clássicas; hierarquias; fractais e atratores.

## COMPLEX SYMMETRIES IN MUSIC: A FERTILE FIELD FOR EXPLORATION IN MUSIC

**Abstract:** The aim of this paper is to illustrate a focus change from classic symmetries in music (grounded on mirrorings) to complex symmetries (grounded on hierarchical similarities), offering outstanding perspectives for the research and exploration of new creative paths in music. First I explain classical symmetries. Afterwards, I explain complex symmetries, centered on hierarchical similarities. Eventually I discuss this focus changing commenting on the non-appropriateness of certain classical mirrorings, the *translation* between the vehicles involved to create symmetries (a notation on a surface like a sheet of paper and its

translation into sounds), and the association between symmetries grounded on hierarchies and some hierarchies found on the world of sounds, including brief mentions on different fields for speculation on other kinds and forms of symmetries in music.

**Keywords:** music; complex symmetries; classical symmetries; hierarchies; fractals and attractors

## 1 Introdução

Neste texto apresento simetrias empregadas em música divididas em dois grupos: *simetrias clássicas e simetrias complexas*. As simetrias clássicas são aquelas que realizam os clássicos (e daí seu nome) espelhamentos de formas, figuras e estruturas, como é o caso de uma inversão ou um retrógrado. As simetrias complexas são aquelas que realizam simetrias em diferentes níveis hierárquicos (uma forma que se repete dentro de si mesma, um fractal, um atrator, entre outros casos possíveis). O objetivo deste texto, no entanto, não é estabelecer uma tipologia de simetrias, mas ilustrar uma significativa mudança de foco que vai além dos clássicos procedimentos de simetria, introduzindo outros tipos de simetria complexa que têm consequências importantes para a exploração de novos caminhos criativos e investigativos em música.

Este texto está dividido em três partes. Primeiro, apresento as simetrias clássicas, partindo das mais conhecidas rumo às mais sofisticadas, de modo que seja possível apreciar alguns casos desse amplo espectro de possibilidades oferecidas por esse tipo de simetria. Em seguida, apresento as simetrias complexas, ilustrando diversos casos sem a intenção de esgotar todo o espectro de possibilidades existente. O tom geral é panorâmico, para que seja possível uma visão global desse tipo de simetria fundada em hierarquias e não em espelhamentos. Finalmente, realizo uma discussão que aprofunda e busca aclarar certos aspectos envolvidos nesta mudança de foco. Introduzo outros elementos de reflexão, discutindo a não-pertinência de certos espelhamentos

dados como certos na simetrias clássicas (como é o caso do retrogrado). Comento a importância de considerarem-se as propriedades e a sintaxe dos suportes utilizados para a realização de simetrias, observando-se a relação entre o suporte de uma notação musical (uma notação em uma superfície como uma folha de papel ou uma tela de computador) e sua tradução em um suporte essencialmente sonoro, chamando a atenção exatamente para essa tradução. E concluo mencionando a conexão existente entre simetrias fundadas em hierarquias e sua conexão com algumas simetrias encontradas no mundo dos sons, apontando brevemente alguns campos de especulação sobre outros tipos e formas de simetria em música.

## 2 Simetrias clássicas em música

As *simetrias clássicas* são muito conhecidas. Geralmente, representam a música em uma superfície plana e tratam a dimensão temporal tal qual as demais dimensões (desconsidera, portanto, questões importantes, como a irreversibilidade do tempo musical em nossa percepção). Uma das formas mais conhecidas desse tipo de simetria, e que praticamente dispensa explicação, é o espelhamento de figuras melódicas que partem de uma forma original (O) para obter as seguintes variações: inversão (I), invertendo a orientação dos intervalos; retrógrado (R), apresentando a figura de trás para diante no tempo; e retrógrado-invertido (RI), que é a combinação das duas variações anteriores. A Figura 1 sintetiza essas clássicas operações de espelhamento:<sup>1</sup>

1 Outros tipos conhecidos de simetrias clássicas, não mencionados aqui por serem muito conhecidos, são a transposição e a simples repetição, que pode tornar-se complexa quando alterna diferentes tipos de figuras (interlocking).

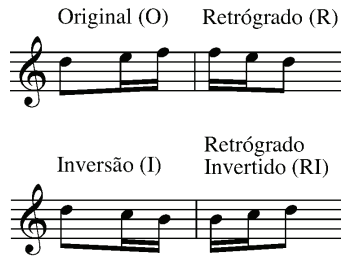


Figura 1. Simetrias clássicas em música: figura melódica em sua forma original (O) e suas transformações por meio de inversão (I), retrógrado (R) e retrógrado-invertido (RI)

Um exemplo da aplicação desse procedimento ocorre na *Sonata Nº 23, Opus 57, Appassionata*, de Ludwig van Beethoven, na qual o início do segundo tema é uma inversão adaptada do primeiro (Figura 2). É importante observar que a simetria não é exata e considera somente as alturas. Simetrias exatas são encontradas em obras de Anton Webern e em abundância no segundo movimento de sua *Sinfonia Opus 21* (ver uma ilustração gráfica dessas simetrias realizadas por Carlos Kater em Webern 1960).



Figura 2. Extrato do início do primeiro e segundo temas da Sonata para Piano Nº23, Opus 57 de L. Van Beethoven (1890). Extrato simplificado

As simetrias clássicas podem ocorrer exclusivamente em um parâmetro musical. O caso das alturas é um dos mais frequentes: encontramos tanto acordes como escalas simétricas, além de simetrias

de classes de alturas, com resultados muito diversificados. Acordes simétricos, especialmente os que dividem a oitava em partes iguais, existem na música tonal e produzem resoluções especiais. Esses acordes incluem o acorde diminuto com sétima diminuta e o acorde aumentado. A particularidade desses acordes está no fato de, devido à simetria que apresentam, qualquer de suas notas poder ser a nota fundamental, o que permite que tenha múltiplas resoluções (para uma visão detalhada, ver Schoenberg 2011, especialmente o capítulo dedicado ao acorde diminuto com sétima diminuta). Mas é possível gerar outros tipos de acordes simétricos mais complexos não tonais, resultado de não ser possível definir qual é (ou qual é exatamente) a fundamental do acorde<sup>2</sup> (Figura 3).

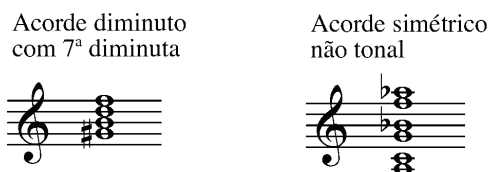


Figura 3. Acordes simétricos

As próprias escalas podem ser simétricas, e um dos casos mais conhecidos é o da escala de tons inteiros (Figura 4). Esta escala divide a oitava em seis intervalos de um tom e, tal como ocorre com os acordes simétricos, qualquer de suas notas pode ser a fundamental, o que equivale a dizer que essa escala não tem uma fundamental definida estruturalmente. Outro exemplo de escalas desse tipo é a octatônica, que alterna intervalos de tom e meio tom, e que foi muito utilizada por diversos compositores como Béla Bartók.<sup>3</sup>

2 Além da simetria, outros dois recursos para a produção de segmentos musicais não tonais são a falsa-relação e a antineutralização (ver Zampronha 2006).

3 Sobre acordes simétricos e escalas simétricas em Bartók e na música da primeira metade do século XX ver especialmente Antokoletz 1984.

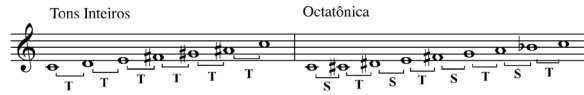


Figura 4. Escalas simétricas: escala de tons inteiros e octatônica

Escalas simétricas desse tipo foram sistematizadas por Olivier Messiaen (1944), denominando-as *Modos de Transposição Limitada*, já que, a partir de um certo número de transposições, essas escalas sempre recaem sobre elas mesmas, isto é, sobre o mesmo conjunto de notas. Por serem simétricas, não têm uma fundamental definida estruturalmente e suas transposições são, de fato, uma rotação sobre a mesma escala. Por exemplo, se construímos uma escala de tons inteiros a partir da nota dó e transpomos essa escala de meio em meio tom, rapidamente a escala recai sobre ela mesma. Como ilustrado na Figura 5, a primeira escala é sobre dó. A segunda é sobre do#, e não tem nenhuma nota coincidente com a primeira sobre dó. Em seguida temos a escala sobre ré, e observamos que as notas dessa escala coincidem, todas, com a escala sobre dó<sup>4</sup>. A diferença está no fato de uma começar sobre dó e outra sobre ré. Mas essa escala é simétrica, o que significa que começar a escala com dó ou ré não promove uma diferença na estrutura escalar, e não transforma dó ou ré estruturalmente em tônicas. Assim, uma escala de tons inteiros que comece em dó, em ré ou em quaisquer das outras notas, pode ser considerada, em teoria, a mesma escala.<sup>5</sup>

4 Isto não ocorre com nenhuma das escalas utilizadas pela música tonal. Na música tonal, as escalas maiores e menores são assimétricas, o que permite que a escala maior, por exemplo, tenha de fato 12 transposições (nenhuma escala dessas 12 escalas coincide inteiramente com quaisquer das outras).

5 É possível haver, no entanto, uma diferença de uso, já que é possível polarizar uma nota mais que outra. Escalas assimétricas também podem fazer uso desses recursos, como é o caso de pentatônicas e, de fato, de qualquer outra escala. A polarização de uma nota é uma coisa, a estruturação da escala, outra.



Figura 5. Transposições da escala de tons inteiros como modo de transposição limitada de Messiaen

Messiaen (1944) construiu sete *modos de transposição limitada*, recobrando todas as possibilidades de escalas simétricas construídas no âmbito de uma oitava. A Figura 6 apresenta as três primeiras, que são as que mais utiliza. O 1º modo é a escala de tons inteiros, o 2º modo é a escala octatônica, e o 3º modo é uma escala nova construída a partir de um acorde aumentado (dó-mi-sol#). O 3º modo acaba englobando o 1º modo, que se torna assim um subconjunto do 3º modo, e efetivamente poderia não ser considerado um modo independente. No entanto, Messiaen considera a escala de tons inteiros um modo independente por razões históricas, já que está presente de forma característica em algumas obras de Claude Debussy.

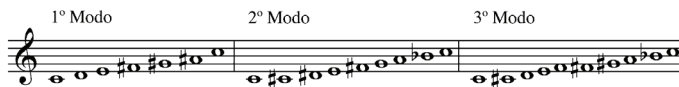


Figura 6. Modos de transposição limitada 1, 2 e 3, que são os modos principais utilizados por Olivier Messiaen (1944)

Messiaen também aplica essa ideia às durações, dando origem àquilo que denominou *ritmos não retrogradáveis*, isto é, ritmos nos quais a versão original e a retrogradada coincidem integralmente, de tal forma que não há propriamente um retrógrado. Isso pode ocorrer com ritmos simples e tradicionais, mas Messiaen privilegia justamente a construção de ritmos distintos aos tradicionais para, dessa forma, enriquecer a

linguagem rítmica da música (Figura 7). Além disso, Messiaen consegue que um mesmo conceito de simetria esteja refletido em dois parâmetros musicais diferentes (alturas e durações), com consequências estéticas importantes para sua obra.



Figura 7. Dois exemplos de ritmos não retrogradáveis (Messiaen 1944)

As simetrias clássicas podem ocorrer de formas muito diferentes. Na música medieval, especialmente na *Ars Nova*, encontramos casos como a obra *Alle Psallite Cum Luya* (anônimo, s.XIII), em que a palavra *Alleluya* é dividida em duas partes (*Alle – luya*) e apresentada quatro vezes. Se nos permitimos realizar uma leitura métrica dessa obra, *Alle* e *luya* aparecem primeiro separados por 4 pulsos, depois aparecem separados por 6, logo por 8 e, finalmente, *Alle* se une a *luya* sem separação. A duração total do *Alleluya* final tem um total de 4 pulsos, coincidindo com os 4 pulsos que separam o primeiro *Alle* e *luya*, formando um tipo de espelhamento associado a uma complementaridade (o último *Alleluya* completa o espaço de 4 pulsos que separa o primeiro *Alleluya*, concluindo assim a música).



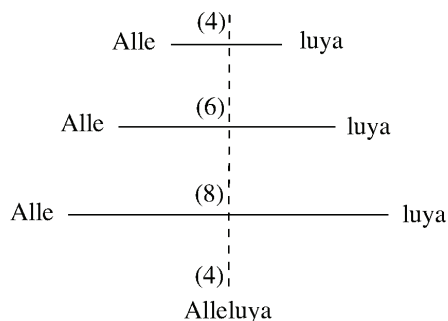


Figura 8. Simetria dentro da obra Alle Psallyte Cum Luya  
(anônimo, s.XIII)

A combinação de notas e durações na música medieval também pode dar lugar a uma circularidade especial. *Talea* é uma sucessão de durações, e *color* é uma sucessão de notas. Combinadas, produzem uma forma de simetria por rotação. Para dar um exemplo simples, se a talea tem 3 durações e color tem 4 alturas, a combinação de 3 por 4 produz uma sequência (ou um ciclo) de 12 notas que pode repetir-se indefinidamente (Figura 9).

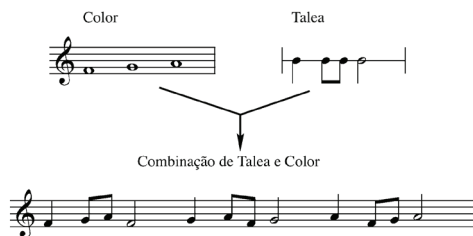


Figura 9. Exemplo de combinação de talea e color

Tanto o dodecafonismo quanto o serialismo utilizaram diversos tipos de simetria para estruturar suas composições. No dodecafonismo, além da série de 12 notas ser variada segundo formas de espelhamento comentadas antes (original, retrógrado, inversão e retrógrado-invertido),

encontramos também séries que em si mesmas são simétricas, como a série da *Sinfonia Opus 21* de Anton Webern, que divide as 12 notas em dois grupos simétricos de 6 notas. A segunda metade dessa série é o retrógrado da primeira e está transposta um trítono abaixo de forma a completar o total cromático, como mostrado na Figura 10 (Brindle 1991, 13).



Figura 10. Série simétrica utilizada por Anton Webern em sua Sinfonia Opus 21 extraída de Brindle (1991, 13). Figura simplificada e adaptada

A Pitch-class theory (Forte 1973; Straus 1992) introduz outros tipos de simetrias. Um exemplo é a *complementaridade* de grupos de classes de alturas. Considerando as 12 notas cromáticas, se um acorde contém 5 notas desse total, seu complementar conterá as outras 7 que faltam. No entanto, há diversos tipos de simetrias possíveis que se tornam visíveis quando representamos as 12 notas cromáticas em um círculo. Na Figura 11, o círculo da esquerda ilustra intervalos distribuídos de forma simétrica, e no círculo da direita os dois triângulos representam um grupo de três notas e sua simetria. O círculo da direita substitui os nomes das notas por números, sendo dó=0, dó#=1 e assim por diante, facilitando outros tipos de operações algébricas. Observar que essas notas são classes de altura, isto é, não determinam em que oitava cada nota será escrita. A transcrição dessas classes de altura nos pentagramas abaixo dos círculos na Figura 11 visa justamente a uma distribuição que evidencie essas simetrias.

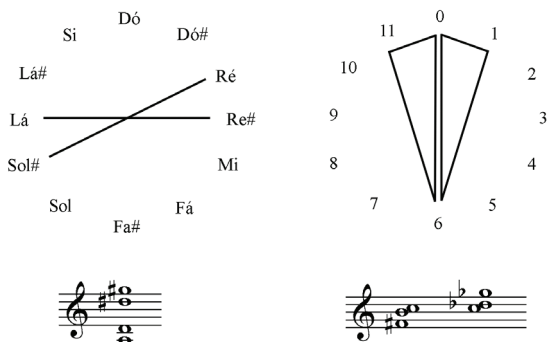


Figura 11. Exemplo de simetrias fundamentadas na Pitch-class theory

Outros tipos de simetria incluem a estrutura física dos instrumentos musicais. No caso de um teclado de piano, por exemplo, há uma simetria visual a partir da nota ré e outra a partir de sol#. Essas simetrias podem servir para a construção de escalas ou figuras melódico-harmônicas de natureza simétrica. No entanto, outros instrumentos podem apresentar outras relações de simetria, produzindo resultados distintos.

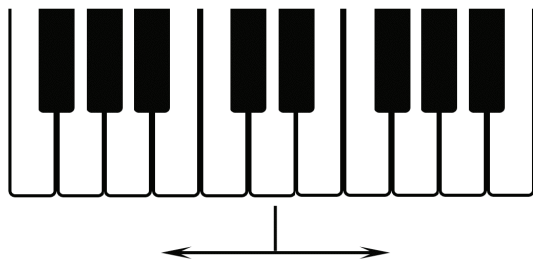


Figura 12. Simetria em um teclado de piano

Finalmente, é possível partir-se de certas simetrias para, logo, introduzirem-se assimetrias com o objetivo de criar novos eventos

Edson Zamprona. Simetrias complexas: um fértil campo de exploração em música.  
*Música em Contexto*, Brasília, Nº. 1 (2013): 96-123

musicais. Essas assimetrias são muito produtivas e vitais para a criação de estruturas sofisticadas como, por exemplo, na obra *Leaf* para piano, de Luciano Berio. Um olhar atento poderá reconhecer simetrias de fundo nessa obra. A Figura 13 apresenta esquematicamente um segmento no qual, apesar das variações introduzidas, uma simetria de fundo pode ser detectada.



Figura 13. Esquema de um fragmento da obra *Leaf*, de Luciano Berio, que utiliza simetrias como recurso de estruturação profunda (Berio 1990)

### 3 Simetrias complexas em música

*Simetrias complexas* são aquelas que levam em conta a irreversibilidade do tempo musical, relações de similaridade hierárquica e relações não provenientes da geometria clássica.<sup>6</sup> Uma das mais conhecidas é a simetria realizada a partir de fractais. Um fractal é uma forma que se repete a si mesma em diferentes escalas, a partir das próprias proporções (autossimilaridade). Na Figura 14, da esquerda para a direita, vemos a progressiva construção da imagem que criei para este exemplo: a imagem mais à esquerda é o ponto de partida; logo ela se reproduz, ganhando duas hastes; em seguida, cada haste ganha duas novas hastes, e na última figura, cada haste ganha mais duas hastes, sempre em escala. Aqui, a simetria tem um fundamento claramente hierárquico.

6 Mais especificamente, geometria euclidiana.



Figura 14. Simetria fractal: da esquerda para a direita progressivamente surge um novo nível hierárquico e a figura ganha mais e mais hastes

A abertura ao mundo dos fractais foi realizada por Mandelbrot (1977), e rapidamente suas ideias foram transpostas para diferentes áreas. No caso da música, é possível encontrar simetrias fractais que permitem respeitar a natureza particular e distinta do eixo temporal. Nesse caso, o fractal se desenvolve no tempo, dando origem a diferentes formas de simetrias hierárquicas em música. Embora o conceito de fractais não existisse como tal na época em que John Cage compôs suas três *Construções* para grupo de percussão, elas são exemplo de uma estrutura simples de tempos que se reproduzem à escala. Pritchett (1994, 16-7) as denomina *estruturas rítmicas micromacrocósmicas* e, de certa forma, reproduzem o mesmo processo de autossimilaridade fractal. Na sua 1ª Construção, para grupo de percussão, Cage parte de uma sequência simétrica de compassos com 4 – 3 – 2 – 3 – 4 tempos, que em si mesma é uma simetria clássica, e replica a mesma estrutura sobre si à escala, tornando-a complexa, conforme mostra a Figura 15.

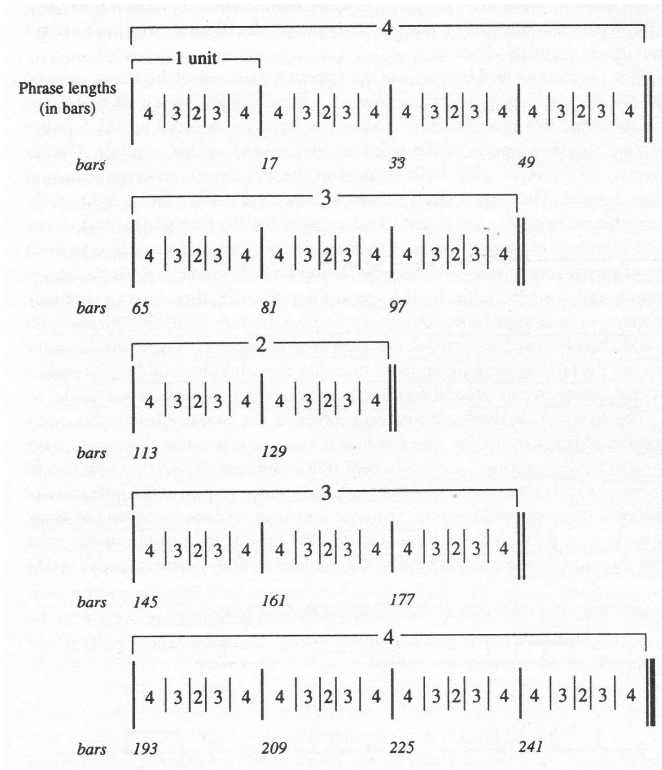


Figura 15. Esquema de compassos da 1ª Construção de John Cage (extraído de Pritchett 1994, 17)

Outra possibilidade é a utilização de fractais para a construção de fragmentos melódicos. No entanto, é possível uma variação desse caso quando se introduzem irregularidades em sua construção, fruto de ingredientes estatísticos ou aleatórios. A simetria hierárquica (ou autossimilaridade) passa a ser, nesse caso, estatística e irregular. Dessa forma, o foco da simetria não está exatamente no rigor da forma (estrutura) do segmento, mas na sua qualidade, resolvendo um problema que comentarei no próximo tópico deste texto. Um exemplo

desse procedimento ocorre na obra *Profile*, de Charles Dodge. Como explica o próprio compositor (Dodge 1988), essa obra não parte de uma série exata de notas, mas de um tipo específico de ruído que é traduzido em notas (tecnicamente, um ruído  $1/f$ ) que têm propriedades similares a um fractal. A obra está construída com três vozes que soam simultaneamente, e cada voz é um nível hierárquico. Assim, os três níveis se sobrepõem constantemente, criando um fluxo no qual uma voz se movimenta muito lentamente (o primeiro nível hierárquico), outra se movimenta um pouco mais rápido (o segundo nível), e a terceira caminha rapidamente (terceiro nível).

No entanto, também é possível fundir os três níveis hierárquicos em uma única linha (uma única voz), conferindo a essa linha uma simetria hierárquica de fundo estatístico que mantém uma mesma qualidade sonora de forma muito consistente (mesmo quando a forma não é reproduzida de maneira exata). Pode experimentar esse procedimento de diferentes maneiras na obra *Modelagem II*, para piano solo. Os resultados são originais e muito apreciáveis à escuta. O fragmento incluído na Figura 16 é um exemplo (é possível observar um grupo de 4 notas que é transformado de forma imprevisível, mas ao mesmo tempo mantendo uma qualidade intervalar consistente).



Figura 16. Fragmento da obra *Modelagem II*, de Edson Zampronha, que apresenta uma linha fractal construída a partir de ruídos  $1/f$

Na obra *Modelagem III*, para flauta solo, experimentei outra forma de introdução de irregularidades em fractais, que altera sua

autossimilaridade, com resultados muito positivos (Zampronha 1999). O procedimento consiste em reposicionar as notas de um fractal em diferentes oitavas para conseguir uma direcionalidade distinta da original, criando uma tensão musical muito especial. A Figura 17 apresenta um fragmento da obra *Modelagem III*, na qual é possível comparar a linha fractal na sua forma original e tal como aparece efetivamente na obra. A linha original tem um movimento global que primeiro descende e logo ascende. Sua aplicação na partitura, no entanto, busca dobrar esse fractal para baixo, alterando sua direção global. O foco está todo nesse forçar a direção original do fractal para baixo, nessa dobra, produzindo uma forte tensão musical que é intensificada pelas figuras rítmicas e por notas do fractal original que resistem e buscam manter o movimento ascendente no final.

Fractal na sua forma original

Fractal como aparece na obra *Modelagem III*

$\text{♩} = 100$

*mp* *p possibile* *pp < mf*

2ª ca.

Figura 17. Fragmento da obra *Modelagem III*, de Edson Zampronha, que ilustra um fractal na sua forma original e tal como aparece na obra, forçando uma direcionalidade distinta

A utilização de algoritmos genéticos para a organização de notas e segmentos musicais é também muito interessante por produzir outro tipo de relação hierárquica com fundamento em operações não geométricas. Existem diversas formas de realização de algoritmos genéticos, e um dos mais simples é exemplificado por Supper (2004, 134 e ss.): partindo de um conjunto de somente duas regras, a cada passo (a cada nível hierárquico) o conjunto resultante se torna mais e mais



complexo. As duas regras são:

- (1) se temos "a," "a" se transforma em "b;"
- (2) se temos "b," "b" se transforma em "ab."

A Figura 18 ilustra o crescimento da sequência partindo da letra "a." Primeiro "a" se transforma em "b." Em seguida, "b" se transforma em "ab." No passo seguinte, o "a" dentro de "ab" se transforma em "b" e o "b" se transforma em "ab" produzindo "bab." Logo o "b" dentro de "bab" se transforma em "ab" e assim por diante.

a  
b  
ab  
bab  
abbab  
bababbab  
abbabbababbab  
etc.

Figura 18. Exemplo de algoritmo genético simples extraído de Supper (2004, 134-35)

As regras podem ser mais complexas e em maior número. Podem introduzir mais que dois elementos (não somente "a" e "b") e podem ser realizados em duas ou mais dimensões. O resultado final tem uma forma de simetria hierárquica consistente, podendo ser aplicada em música de maneiras muito versáteis e diversificadas.

Nos casos anteriores, partimos de algumas condições iniciais para logo obter resultados mais complexos. No entanto, é também possível estabelecer uma situação final que funciona como uma meta que atrai os eventos sonoros a ela. Não se trata, portanto, de buscar uma causa que força um certo efeito. Ao contrario, trata-se de estabelecer um resultado final que atrai eventos em sua direção. O ponto de chegada

é o que causa que certos eventos se comportem de certa maneira. Essa é uma das múltiplas ideias de grande potencial criativo do grande pensador Charles S. Peirce (1934-5, particularmente §8.184, §8.315 e §2.227; e também Santaella 1995), e que pode ser aplicada à música de formas muito originais.<sup>7</sup> A Figura 19 apresenta um atrator elaborado matematicamente que utilizei tanto para compor a obra *Modelagem IV* quanto para sintetizar sons que foram utilizados em outras composições<sup>8</sup> (Zampronha 2004).

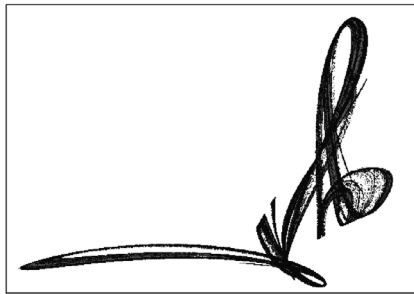


Figura 19. Atrator produzido matematicamente, utilizado para a composição da obra *Modelagem IV* e para a síntese sonora em outras obras (Zampronha 2004)

A imagem desse atrator é bastante dinâmica e me atrai de forma muito especial. Podemos imaginar esse atrator como um rio e a área branca em volta do atrator como o terreno. Se um ponto é marcado aleatoriamente na área branca, ele se moverá em direção a um certo segmento do atrator, estabelecendo uma trajetória. Mas, além disso, o atrator é também dinâmico. Imaginemos que, como em um rio, há um fluxo de água que percorre o desenho que vemos no atrator. Esse fluxo nunca é realizado da mesma maneira, sempre há pequenos desvios e

7 Na terminologia técnica da semiótica de Peirce, esse ponto de atração final é denominado *Interpretante Final*, que tem uma forma similar à Causa Final aristotélica.

8 Utilizei esse atrator e outros similares de forma muito destacada nas obras eletroacústicas *Trama Nudo Flujo* e *O Crescimento da Árvore sobre a Montanha*. Atratores similares a esse também foram utilizados nas obras *Modelagem VII*, para conjunto instrumental, e *Modelagem VIII*, para percussão e computador.

irregularidades, mas o percurso, no final, estabelece um trajeto geral, uma certa forma idealizada do movimento, que podemos identificar como o leito de um rio. A dificuldade a ser superada, e de fato essa é a dificuldade em todos os casos, é decidir como traduzir esse atrator em música. Há várias possibilidades (Zampronha 2004) e esse tipo de tradução é o ponto mais delicado e sofisticado a ser considerado. Na Figura 20, ilustro uma forma de leitura do atrator que serviu de base para um segmento da obra *Modelagem IV*, buscando trajetórias que são utilizadas para a construção de texturas, polifonias e heterofonias.

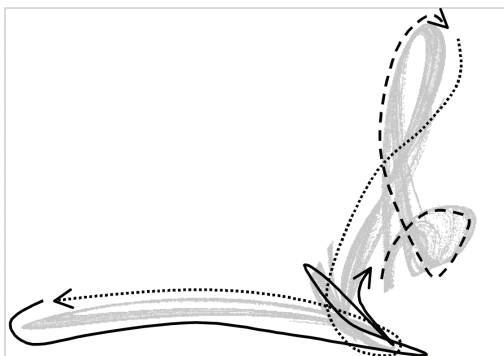


Figura 20. Trajetórias realizadas sobre um atrator produzido matematicamente, utilizado para a composição da obra *Modelagem IV*. Ilustração extraída de Zampronha 2004

A Figura 21 ilustra um fragmento da partitura de *Modelagem IV* que é um dos resultados da tradução dessas trajetórias e desse atrator em música. A flauta, o fagote e o violino II realizam, cada um, três segmentos do fluxo do atrator ilustrados por linhas pontilhadas, tracejadas e contínua na Figura 20. Essa tradução foi realizada mapeando a imagem do atrator de forma flexível em uma escala de alturas por durações que pudesse ser adaptada à natureza dos instrumentos musicais utilizados. O clarinete e o violino I realizam o núcleo do atrator, que é a região densa na Figura 20 (canto inferior direito), da qual os três segmentos do

fluxo do atrator se aproximam. Já o oboé e a viola realizam trajetórias de pontos que caem fora do atrator e são atraídos para dentro.

A imagem mostra um trecho de uma partitura musical para orquestra, especificamente o movimento 'Modelagem IV'. A partitura é escrita para flauta (Fl), oboé (ob), clarinete (cl), fagote (fg), violão (Vn), violoncelo (Vcl) e viola (Vla). O tempo é 120 bpm. Há anotações em português que apontam para partes específicas da música: 'Eventos externos que se distanciam do atrator' (indicando notas fora da melodia principal), 'Núcleo do atrator' (indicando a melodia principal) e 'Fluxo do atrator' (indicando a progressão harmônica). O termo 'Atrator' é usado para descrever a estrutura musical. O trecho começa com um 'Pulso energético' e termina com um 'Atrator energético'.

Figura 21. Fragmento da partitura de *Modelagem IV* (Zampranha 2012, p.16) indicando quais instrumentos se associam a quais partes do atrator

#### 4 Discussão: o retrógrado, os suportes e hierarquias sugeridas pelo mundo sonoro

Os últimos exemplos do tópico anterior já são muito distantes das simetrias clássicas por espelhamento. Os espelhamentos clássicos estão fundamentados em pressupostos que merecem uma reflexão importante, já que podem ser questionados, como é o caso do emprego de retrógrados. O retrógrado de uma cadência I – IV – V – I é I – V – IV – I, e evidentemente suas qualidades são muito distintas. O mesmo ocorre com uma obra musical inteira (a sonata em Si menor para piano de Liszt, por exemplo) tocada de trás para diante. Um som gravado, tocado de trás para diante, pode perder completamente sua identidade. O uso do retrógrado na música dodecafônica é um caso especialmente evidente, já que pode facilmente soar como outra série ao invés de

parecer que se trata da série original retrogradada. O retrógrado é um dos tipos de espelhamento mais questionáveis em música, já que suas qualidades podem transformar-se substancialmente, resultado de uma inversão da ordem temporal dos eventos que torna talvez improvável qualquer tipo de associação entre a forma original e o retrógrado. Um retrógrado é, de fato, o retrógrado de uma *estrutura*, o retrógrado de uma *forma*, e não de uma *qualidade*. Algo similar ocorre também com as inversões: um acorde menor é a inversão de um acorde maior. No entanto, suas qualidades são tão distintas que o uso desses acordes na história da música está fundamentado muito mais nessas qualidades e muito menos no reconhecimento de que se trata de uma inversão, evidenciando que as qualidades podem claramente sobrepor-se às estruturas, tornando-se predominantes.

De fato, um evento sonoro não se reduz à sua estrutura ou sua forma: o aspecto qualitativo é igualmente ou talvez *mais* importante. Os aspectos qualitativos dos materiais sonoros não podem (ou não deveriam) ser tratados de forma radicalmente dissociada nem de suas propriedades materiais, nem de sua estrutura. O retrógrado como recurso composicional tradicional parece pressupor que é possível realizar uma operação em um nível profundo da música (sua estrutura), independentemente das alterações qualitativas que produz. As qualidades produzidas parecem reduzir-se a um efeito colateral. Não posso deixar de reconhecer aí uma analogia com um certo platonismo: o nível profundo (a estrutura, a forma) se associa ao mundo das ideias e as qualidades se associam ao mundo sensível, o mundo das aparências, hierarquicamente inferior e imperfeito. No entanto, pelo menos na música, não é difícil inverter esse pressuposto: se consideramos que a experiência sensível, o fenômeno musical em sua forma sonora é uma condição fundamental da música, a estrutura pode ser considerada uma abstração dessa experiência, uma simplificação esquemática de algum de seus aspectos (e não sua essência). E como simplificação que é, a estrutura passa a ser uma aparência imperfeita, por não conseguir

representar de forma fiel as qualidades dessa experiência. Pessoalmente, prefiro admitir que nem uma nem outra opção é a mais adequada no caso da música<sup>9</sup>. Na experiência musical, a estrutura e as qualidades sensíveis são igualmente importantes, e ambas deveriam ser levadas em consideração de forma associada, talvez com um privilégio um pouco superior das qualidades em detrimento da estrutura (que não deveria ser esquecida em detrimento das qualidades por gerar outros tipos de problemas que não são discutidos aqui).

Mas há um terceiro ponto, nem sempre evidente, que deveria ser considerado: é necessário um certo suporte de representação que permita pensar as operações de simetria realizadas, suporte este que interfere de forma decisiva nos resultados obtidos. Transformações como original, retrógrado, inversão e retrógrado-invertido, entre outras, são realizadas dentro das propriedades (ou mesmo leis) de um certo suporte com determinadas características e possibilidades. Esse suporte pode ser uma notação musical em uma folha de papel (ou também a tela de um computador ou um pergaminho), e esse suporte é essencialmente um *plano*. Sobre esse plano certas simetrias são sugeridas pelo próprio suporte (pela própria sintaxe do suporte), como são as operações de espelhamento clássicas. No entanto, o suporte sonoro da música possui outras propriedades que não são totalmente coincidentes com as do plano. Por essa razão, certas operações realizadas em uma notação musical sobre uma superfície de papel podem encontrar correspondências parciais ou mesmo nulas com o universo dos sons.

A utilização de uma notação musical em uma superfície de papel torna possível pensar a música em um suporte que não é sonoro e torna possível trabalhar a música fora do tempo musical de forma substancialmente diferente. Esse recurso originou explorações e descobertas verdadeiramente notáveis que transformaram a música

---

<sup>9</sup> Tive a oportunidade de discutir as possibilidades (e impossibilidades) de construção de uma linguagem musical a partir de objetos sonoros, com diversos detalhes e exemplos, em Zampronha (2011).

ocidental de forma tanto original quanto irreversível (ver Zampronha 2000). Idealmente, poderíamos desejar uma simetria perfeita entre o suporte da notação musical e o mundo dos sons, uma simetria que garantisse uma correspondência exata entre ambos, permitindo que tudo o que se cria na superfície de papel seja transferível ao mundo dos sons sem alteração sintática e/ou qualitativa. No entanto, isso claramente não ocorre. A relação entre esses dois suportes não é de simetria ou correspondência exatas, mas sim de *tradução*. As construções realizadas sobre uma notação em uma superfície como o papel são reconstruídas dentro do domínio sonoro, buscando que essas duas construções se aproximem uma da outra. Cada suporte permite operações que não necessariamente encontram uma tradução exata no outro suporte, e o retrógrado é apenas um dos casos em que isso pode ser observado. O fato de um retrógrado ser claramente reconhecível em uma representação gráfica não indica que também será reconhecível na escuta. Essa diferença entre os dois suportes é crucial, e a grande vantagem que uma notação sobre uma superfície de papel efetivamente oferece ao permitir pensar a música em um suporte distinto do fluxo sonoro e fora do tempo musical, quando considerada de forma isolada, pode converter-se em uma armadilha que leva o(a) compositor(a) a conceber operações cuja tradução em sons não produz resultados equivalentes ou, até mesmo, chega a produzir resultados completamente distintos. Uma composição, especialmente quando focada em aspectos da notação musical que não encontram correspondência com a experiência sonora da música, pode dissociar-se de forma dramática dessa experiência a ponto de produzir, em alguns casos, resultados completamente incongruentes.

*A complexidade de uma obra não está somente nas possibilidades que um domínio específico oferece para representar e pensar a música, mas sim (e talvez principalmente) em estratégias sofisticadas de tradução deste domínio à experiência sonora concreta da música. É esse deslocamento de foco das simetrias concebidas com base na sintaxe de um suporte extramusical à sua tradução em música que efetivamente impulsiona*

uma nova forma de uso de simetrias, como é o caso de simetrias em diferentes níveis hierárquicos, nas quais os fractais, atratores e algoritmos genéticos são apenas alguns dos exemplos possíveis. A relação hierárquica entre camadas de sons é observável de forma bastante frequente tanto na música ocidental quanto não ocidental, como é o caso da polifonia dos pigmeus Aka (Arom 1989) ou dos Gamelões de Bali entre muitos outros. A tonalidade também pode ser interpretada com base em relações hierárquicas, como é o foco adotado, por exemplo, pela análise schenkeriana (ver especialmente Salzer 1962). As operações com fractais ou atratores são formas distintas de exploração e construção musical fundadas em relações de hierarquia que podem refletir certas hierarquias próprias do domínio sonoro e musical (mesmo quando realizadas em uma notação musical, já que apresentam um íntimo vínculo com essas hierarquias). É esse fio conector, as relações de hierarquia expressas tanto no suporte sonoro da música quanto nas operações de simetrias complexas, que pode oferecer à especulação artística experiências musicais renovadas e muito originais.

É muito produtivo pensar em simetrias hierárquicas fundadas em hierarquias que de fato já são sugeridas pelo mundo sonoro. A reverberação de um som que antecede o próprio som que a gera inverte a relação de causa e efeito criando imagens sonoras únicas (que em nada se parecem a tocar um som de trás para diante); a criação de novos timbres e texturas por meio de atratores inspirados em movimentos dinâmicos do fluxo sonoro e não em séries harmônicas (como é o caso da *Modelagem IV*); a transformação de uma curva de resposta de uma sala em harmonia pedal que soa simultaneamente a sons que reverberam nessa mesma sala, todos esses são recursos já realizados e comprovados empiricamente para a construção de relações de hierarquias originais pensadas a partir do próprio fluxo sonoro-musical, recursos que abrem perspectivas muito positivas e de grande valor para a música.



## 5 Conclusão

Neste texto, apresentei *simetrias clássicas* (fundada em espelhamentos) e *simetrias complexas* (fundadas em similaridades hierárquicas), visando a ilustrar uma significativa mudança de foco que vai além dos clássicos procedimentos de simetria, e introduzindo outros tipos de simetria complexa que têm consequências importantes para a exploração de novos caminhos criativos e investigativos em música. Após a apresentação de cada tipo de simetria, realizei uma discussão sobre essa mudança de foco, comentando a não pertinência de certos espelhamentos clássicos. Os típicos espelhamentos realizados pelas simetrias clássicas são substituídos por relações de hierarquia nas simetrias complexas, que passam a responder, de forma positiva e muito interessante, a certos problemas detectados nas simetrias clássicas, como é o caso da questionável reversibilidade do tempo musical no caso de retrógrados e, em certos casos, das próprias inversões. As relações de hierarquia, como as que são realizadas por fractais (estatísticos ou não), atratores (que estabelecem um tipo muito interessante de causalidade final) e algoritmos genéticos (com regras de operação que podem estar muito distantes de espelhamentos clássicos) são algumas das soluções possíveis que podem ser aplicadas em música.

Se as simetrias clássicas pensam as simetrias a partir de um suporte que pode, em certas ocasiões, vir a distanciar-se da experiência sonora da música, o uso de simetrias de fundamento hierárquico permite manter uma conexão com essa experiência, já que seu modelo apresenta um vínculo mais próximo àquelas encontradas na experiência sonora da música, que também apresentam organizações hierárquicas. Além disso, esse tipo de simetrias de fundamento hierárquico permite preservar, em maior ou menor medida, tanto a estrutura (ou forma) quanto a qualidade sonora do material do qual se parte. Podem surgir, assim, construções musicais originais fundadas em procedimentos simultaneamente estruturais e qualitativos. E é justamente porque

as qualidades do material de partida podem ser mantidas e mesmo potencializadas que é possível, também, realizar operações hierárquicas estatísticas que priorizam o qualitativo do material mais que sua forma ou estrutura.

Finalmente, os suportes utilizados para pensar a música fora do tempo musical (como é uma notação musical em uma superfície de papel ou uma tela de computador) introduz o interessante conceito de *tradução* entre suportes (a partitura e o universo sonoro, por exemplo), tornando possível a criação de relações entre ambos com foco exatamente nessa tradução. Há poucos experimentos nessa área também muito promissora, e que desperta cada vez mais atenção. No entanto, é possível, a partir daí, especular com simetrias intersuportes (ou intersemióticos), que efetivamente estabelecem todo um universo de criação com um rico potencial ainda por ser devidamente explorado.

## Referências

Arom, Simha, "Les musiques traditionnelles d'afrique centrale: conception/perception." *Composition et perception*. Colección Contrechamps, v.10 (1989): 177-195.

Antokoletz, Elliott. *The Music of Béla Bartók*. Berkeley & Los Angeles: University of California Press, 1989.

Beethoven, Ludwig van. *Sonata para Piano Nº 23, Opus 57*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1890. Plate B.146. <http://www.free-scores.com/download-sheet-music.php?pdf=24117>

Berio, Luciano. *Six encores pour piano*. Viena: Universal Edition, 1990.

Brindle, Reginald S. *Serial Composition*. Oxford: Oxford University Press, 1991.

Dodge, Charles. "Profile: a musical *fractal*." *Computer music journal*, Vol.12, nº3 (Fall 1988): 10-14.

Forte, Allen. *The Structure of Atonal Music*. New Haven: Yale University Press, 1973.

Mandelbrot, Benoit B. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman, 1977.

Messiaen, Olivier. *Technique de mon langage musical*. Paris: Alphonse Leduc, 1944.

Peirce, Charles S. *Collected Papers*. C.Hartshorne, P.Weiss e A.W.Burks (Eds.). Cambridge: Harvard University Press, 1931-1935.

Pritchett, James. *The Music of John Cage*. Cambridge: Cambridge University, 1993.

Santaella, Lúcia. *A Teoria Geral dos Signos*. São Paulo: Ática, 1995.

Salzer, Felix. *Structural Hearing: Tonal Coherence in Music*. New York: Dover, 1962.

Schoenberg, Arnold. *Harmonia* (2a ed.). São Paulo: Editora UNESP, 2011.

Straus, Joseph N. *Introduction to Post-Tonal Theory*. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

Supper, Martin. *Música electrónica y música con ordenador*. Madrid: Alianza Música, 2004.

Webern, Anton. *O Caminho para a Música Nova*. Traduzido por e incluindo anexos de Carlos Kater. São Paulo: Novas Metas, 1984.

Zampronha, Edson. "Um Outro modelo de escrita musical." *Arte Brasil*, São Paulo, v. 1 (1998): 67-72.

\_\_\_\_\_. "Conceitos da teoria do caos aplicados à composição modelagem III". *Face*, São Paulo, v. 1, n. 1 (1999): 161-171.

\_\_\_\_\_. "La Representación en la Síntesis Sonora - Tres Ejemplos de Síntesis a Partir de una Imagen". *Arte y nuevas tecnologías: X Congreso de la Asociación Española de Semiótica* (Miguel Angel Muro Munilla, coord.) (2004): 1061-1070.

\_\_\_\_\_. "Do grau à nota – o caminho do tonal ao atonal através da falsa-relação e da anti-neutralização". *Arte e Cultura IV – Estudos Interdisciplinares*, Maria de L. Sekeff e Edson Zampronha (Org.), São Paulo: Annablume/FAPESP, p.105-38, 2006.

\_\_\_\_\_. "Da escuta do objeto sonoro à composição musical? - Um estudo sobre a irreversibilidade da escuta em composição". *Ouvirouver*, v.7, n.1 (2011): 66-80.

[http://www.zampronha.com/Texts/2011\\_OuvirOuVer\\_Zampronha.pdf](http://www.zampronha.com/Texts/2011_OuvirOuVer_Zampronha.pdf).

\_\_\_\_\_. "Modelagem IV". *Espacio Sonoro*, nº28 (Septiembre 2012).  
<http://espaciosonoro.tallersonoro.com/2012/09/13/modelagem-iv/>.