

## ASPECTOS COGNITIVOS NA TEORIA GERATIVA DA MÚSICA TONAL

Lucas Meneguette<sup>1</sup>

### Resumo

O artigo procura analisar a Teoria Gerativa da Música Tonal (GTTM), proposta por Lerdahl & Jackendoff (1996), com o objetivo de identificar aspectos que estejam relacionados ao contexto da ciência cognitiva – tais quais cognição, computação, representação, imagens mentais e percepção.

### Palavras-chave

Teoria musical. Linguística gerativa. Gestalt. Cognição. Percepção.



1 Lucas Meneguette é Doutorando em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela PUC-SP, com a pesquisa *Situações sonoras: fenomenologia, paisagens e design adaptativo*. Orientador: Prof. Dr. Sergio Roelaw Basbaum. Contato: [lucasmenguette@gmail.com](mailto:lucasmenguette@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

O livro de Lerdahl & Jackendoff (1996), *A Generative Theory of Tonal Music*, originalmente publicado em 1983, apresenta uma abordagem inovadora para pensar a cognição e o fazer musical – denominada de “GTTM”. Historicamente, a disciplina da teoria musical, construto teórico voltado à descoberta dos princípios gerais que regem a música – qual seja o que se entende por música – foi ligada a fundamentos diversos. Princípios ontológicos ou teológicos, por medievais como Boécio ou Papa Gregório I; princípios físicos, a partir de uma interpretação dos parciais harmônicos do som, por Rameau ou Hindemith; ou ainda princípios filosóficos, como a teoria de Hauptmann, que aplica a dialética de Hegel. Segundo Lerdahl & Jackendoff (1996), tais abordagens passaram a não ter boa aceitação durante o século XX, e outras duas tendências de explicação para a música emergiram: de um lado, uma fundação matemática para os construtos e relações musicais; de outro, o retorno à intuição artística.

Todavia, os autores consideram ambas inadequadas, pois a matemática “é capaz de descrever qualquer tipo concebível de organização” e, no entanto, não é capaz de explicar por que na música certos construtos são utilizados e outros não; e a intuição artística opera “essencialmente ignorando a fonte de tal intuição” e, assim, não trabalha questões em um nível mais profundo de investigação racional (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.2). Diferentemente, a GTTM trabalha a partir de metodologia científica para a própria *gramática* musical – derivada da psicologia da Gestalt e da linguística chomskyana –, segundo a qual se pode estabelecer experimentos que verificam ou falseiam as hipóteses construídas.

## 2. ELEMENTOS BÁSICOS DA GTTM

Antes de elaborarmos uma discussão sobre os aspectos cognitivos desta abordagem, parece oportuno apresentar uma sumarização geral da teoria. É importante ressaltar que a teoria foi criada para lidar sobretudo com a *música tonal*<sup>2</sup>. De modo mais geral, a teoria gerativa da música abrange o tipo de música cuja descrição estrutural pode ser feita de modo hierárquico<sup>3</sup>.

2 Música tonal é música estruturada a partir da noção de *tonalidade*. Apresenta uma hierarquia entre os tons, sendo a *tônica* notada como som principal do sistema, ou da *escala*, e como que a “morada” para qual a dinâmica tonal, ou conjunto das cadências harmônicas, sempre irá retornar. Apesar de a GTTM ter sido feita originalmente para dar conta desse tipo de música, ela é compatível, pelo menos parcialmente, com músicas ditas *atonais*. Cf., por exemplo, Lerdahl (1989; 2001, p.344), Packalén (2005, p.101), ou Carvalho (2008, p.41). Para uma crítica acerca da posição tonalista da teoria, ver Meredith (1996, pp.3-4).

3 Isso é uma escolha metodológica, pois a ideia de uma teoria abrangente que tivesse como objetivo dar conta de todas as “intuições musicais” do ouvinte é, para eles, “prematura” (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.8).

Lerdahl & Jackendoff (1996) introduzem quatro componentes da gramática musical que apresentam natureza hierárquica: estrutura de agrupamento [*grouping structure*], estrutura métrica [*metrical structure*], redução temporal [*time-span reduction*] e redução prolongacional [*prolongational reduction*]. Por serem hierárquicos, possuem níveis de organização próprios, mas raramente existem isoladamente na música, posto que há interação entre os diversos componentes musicais. Além desses componentes, os autores apresentam dois conjuntos de regras que estabelecem critérios de coerência para as estruturas: regras de boa-formatividade [*well-formedness rules*] e regras preferenciais [*preference rules*]<sup>4</sup>.

## 2.1. ESTRUTURAS DE AGRUPAMENTO

Ouvimos frases musicais, não fragmentos isolados. As diversas notas tocadas formam grupos, unidades compostas que são percebidas como um todo e seus segmentos. O componente responsável pela descrição das unidades musicais é a estrutura de agrupamento. Motivos, frases e seções são elementos desse componente, em níveis diferentes. O motivo é o elemento básico da construção do grupo, que compõe as frases – podendo operar como pergunta e resposta, por exemplo –, que então constituem as seções da peça musical.

a



b



Two musical score examples, labeled 'a' and 'b', illustrating musical grouping. Example 'a' shows a piano piece with a treble and bass staff. Brackets are drawn under the notes to group them into phrases. Example 'b' shows a more complex piano piece with similar bracketed groupings. The brackets indicate how individual notes are perceived as parts of larger musical units.

4 A tradução dos termos é tomada de Carvalho (2008), muito embora o autor não indique se a tradução foi livre ou se foi baseada na tradução existente em espanhol. De qualquer modo, consideramos que existe a necessidade de atentamento quanto às traduções: o termo "gerativo", inclusive, tem sido traduzido como "generativo" em contextos relativamente próximos, como o dos "algoritmos generativos" para a composição musical. No presente trabalho, as citações são traduzidas livremente a partir do inglês.



Imagem 1: análise da estrutura de agrupamento em obras de Beethoven.  
Em a, o scherzo da Sonata op. 2, n. 2; em b, a abertura da Oitava Sinfonia.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.15)

Analisemos a imagem 1a. As unidades musicais (representadas por  $\cup$ ) são

eventos de menor escala que se agrupam formando sucessivamente níveis de escala maior. A seção que resulta das frases musicais é o domínio comum das unidades. Neste exemplo, a hierarquia dos agrupamentos se evidencia: cada nível maior inclui, *recursivamente*, eventos de menor nível; os eventos agrupam-se com aqueles que estão *lado a lado*, ou seja, que estão estruturalmente em proximidade. Como regra geral, os eventos são segmentos destacados entre si.

No entanto, há uma exceção em 1b: o último compasso apresenta uma *sobreposição* de estruturas – o início de uma é também o fim da outra. Ela só é possível quando ocorre *simultaneamente* em todos os níveis, só desaparecendo no nível mais amplo. Em resumo, três características hierárquicas podem ser reveladas aqui: *não-sobreposição*, *adjacência* e *recursividade*.

## 2.2. ESTRUTURAS MÉTRICAS

Sobretudo na música tonal, qualquer peça apresentada ao ouvinte possui inerentemente um padrão de “batidas” rítmicas regulares, que se alternam entre pulsos fortes [*strong beat*] e pulsos fracos [*weak beat*]. A estrutura métrica descreve esse padrão em alguns níveis: nos níveis *métricos* do compasso, ou nas subdivisões internas do compasso; e nos níveis *hipermétricos*, que abrangem lapsos temporais maiores que o compasso.

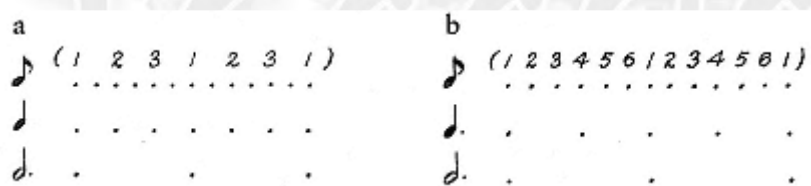


Imagem 2: duas estruturas rítmicas. Em a, dois compassos 3/4; em b, 6/8.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.20)

A imagem 2 representa métricas em três níveis: colcheia [*eighth-note*] ( ), semínima (pontuada em 2b) [(*dotted*) *quarter-note*] ( e  $\grave{\text{e}}$ ) e mínima pontuada [*dotted half-note*] (  $\grave{\text{e}}$ ).

Cada nível métrico possui sua própria regularidade em relação ao compasso (conjuntos numerados na imagem), com intervalos-temporais [*time-spans*] constantes<sup>5</sup>. No entanto, os níveis se estruturam hierarquicamente e, assim, um pulso percebido como forte em um nível menor é também uma pulso forte em um nível mais amplo<sup>6</sup>, o que forma um *acento métrico*. Além disso, o intervalo-temporal entre as pulsações de um nível inferior não ultrapassa o intervalo-temporal dos níveis superiores, obedecendo o princípio de não-sobreposição.

Ressalta-se que os padrões métricos não se confundem com o ritmo efetivamente presente nos agrupamentos de notas, que é criado *sobre* a estrutura métrica mas não se restringe a um único padrão de intervalos temporais, como ocorre em cada um dos níveis métricos. A métrica não possui agrupamento, é apenas um padrão. Os grupos, por sua vez, não possuem acento métrico por si mesmos. Essa diferenciação entre métrica e agrupamento – e também a interação entre ambos os componentes – pode ser percebida na imagem 3.

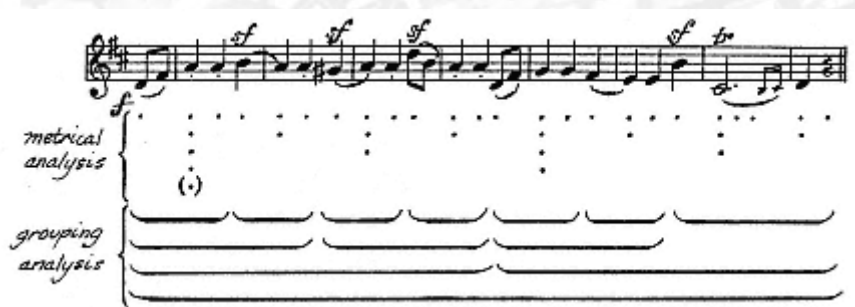


Imagem 3: análise métrica e de agrupamento na Sinfonia n. 104, de Haydn.  
Nota-se que a posição dos agrupamentos não coincide com a das métricas.  
Diz-se, neste caso, que estão fora de fase.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.26)

### 2.3. REDUÇÃO TEMPORAL

Ao escutarmos uma música, tacitamente percebemos nos eventos musicais relações de identidade e, sobretudo, de importância. Alguns eventos são os principais, outros são ornamentos, ou *elaborações*. Por exemplo, o trecho representado na imagem 4b é ouvido como elaboração do trecho temático representado em 4a. Apesar de possuírem organizações rítmicas e melódicas bem diferentes, percebe-se a

5 Embora os pulsos tenham intervalos-temporais determinados, eles mesmos não possuem duração. Neste sentido, "pulsos são idealizações, utilizadas pelo performer e inferidas pelo ouvinte do sinal musical. Para usar uma analogia espacial: pulsos correspondem a pontos geométricos, ao invés de linhas desenhadas entre eles" (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.18).

6 A percepção da métrica enfraquece gradativamente em níveis altos, sendo um fenômeno relativamente local.

identidade temática por meio da atribuição de importância a alguns tons da sequência. Essa relação hierárquica entre os eventos-altura<sup>7</sup> pode ser descrita e melhor visualizada por simplificações sucessivas de um trecho musical, que omitem eventos menos importantes a cada etapa. Esse método constitui a base para as reduções<sup>8</sup>.



Imagem 4: dois trechos da Sinfonia Pastoral, de Beethoven.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.105)

A redução temporal é o processo pelo qual se desvenda as estruturas mais importantes de um agrupamento por meio de simplificações consecutivas baseadas na estrutura rítmica. O procedimento utilizado é o seguinte: 1) analisa-se *agrupamento* e *métrica* (como na imagem 3); 2) faz-se uma *segmentação* do trecho em intervalos-temporais, como resultado da relação de ambos; 3) determina-se, dentro de cada segmentação, qual evento sonoro tem mais *estabilidade*, em termos de harmonia<sup>9</sup> e também da relação entre agrupamento e métrica (se coincidem em fase ou não). Os eventos mais estáveis dominam os menos estáveis adjacentes e, assim, permanecem através das reduções recursivas, como pode ser visto na imagem 5.

7 A tradução de *pitch-event* para "evento-altura" – que significa livremente evento melódico, ou evento de frequência sonora determinada – é também tomada de Carvalho (2008).

8 Lerdahl & Jackendoff (1996, p.106) descrevem a *hipótese da redução*, tomada da análise schenkeriana, um dos métodos mais importantes de análise da música tonal: "o ouvinte tenta organizar todos os eventos-altura [*pitch-events*] de uma peça em uma única estrutura coerente, de tal forma que são ouvidos em uma hierarquia de relativa importância". A partir disso, formulam a *strong reduction hypothesis*, que adiciona as seguintes condições: 1) "Eventos-altura são escutados em uma hierarquia estrita"; e 2) "Eventos estruturalmente menos importantes não são escutados simplesmente como inserções, mas em uma relação específica com os eventos mais importantes que os circundam".

9 Um evento dissonante, por exemplo um acorde de apogiatura na música tonal, deve *resolver* – mudar para uma estrutura mais estável – para um evento consonante. Neste sentido, o acorde dissonante é hierarquicamente subordinado, ou derivado, do acorde consonante. Isso é melhor descrito pela redução prolongacional.



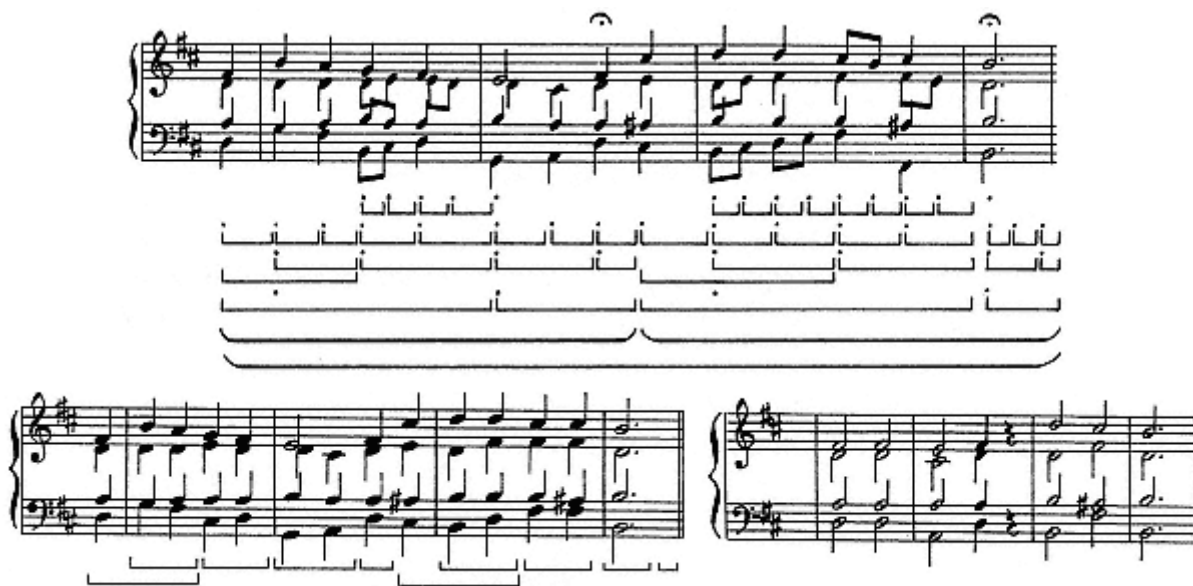


Imagem 5: segmentação intervalo-temporal e duas reduções temporais das primeiras duas frases do coral O Haupt voll Blut und Wunden, de Bach. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.129 e p.131)

#### 2.4. REDUÇÃO PROLONGACIONAL

Enquanto conjunto de progressões harmônicas, a música tonal hierarquiza também estruturas verticais de eventos-altura. Os acordes são percebidos em uma dinâmica de tensões e relaxamentos que é central nesse sistema e dá como que a direção do movimento tonal. A redução temporal sozinha não é suficiente para descrever esta característica, embora tensão e repouso também tenham um componente rítmico. Para tanto, a teoria de Lerdaahl & Jackendoff (1996) desenvolve a noção de redução prolongacional, originalmente abordada na análise schenkeriana.

Um acorde estável não oferece tensão. Se a nota mais aguda do acorde – ou melodia – for repetida, pode ser que se gere alguma mínima tensão rítmica, mas nenhuma tensão melódica será de fato criada: a nota melódica será meramente *prolongada*. Por sua vez, caso se insira, entre as notas melódicas repetidas, uma nota estranha à tríade natural do acorde (tom fundamental, terça e quinta), gerar-se-á tensão por dissonância. Do mesmo modo, pode-se alterar a nota prolongada e/ou o baixo do acorde, gerando mais tensão. Veja imagem 6.



Imagem 6: tensões e repousos. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.180)

Neste contexto, existem três tipos de conexão de eventos-altura: *progressão*, quando as fundamentais harmônicas dos eventos analisados são diferentes (imagem 7a); *prolongação fraca*, quando se mantém a fundamental, mas se altera a estrutura

para outra nota do próprio acorde, formando estruturas com graus levemente diferentes de dissonância (7b); e *prolongação forte*, quando há a mera repetição e mínima tensão (7c). Para representar os diferentes níveis de tensão e repouso dessas concatenações possíveis, a GTTM utiliza uma espécie de notação em árvores inspirada na linguística chomskyana<sup>10</sup>. Uma ramificação à direita indica aumento de tensão, enquanto uma ramificação à esquerda, repouso, como na imagem 7. Isso permite analisar como se dá a dinâmica tonal em trechos musicais, como mostra a imagem 8.

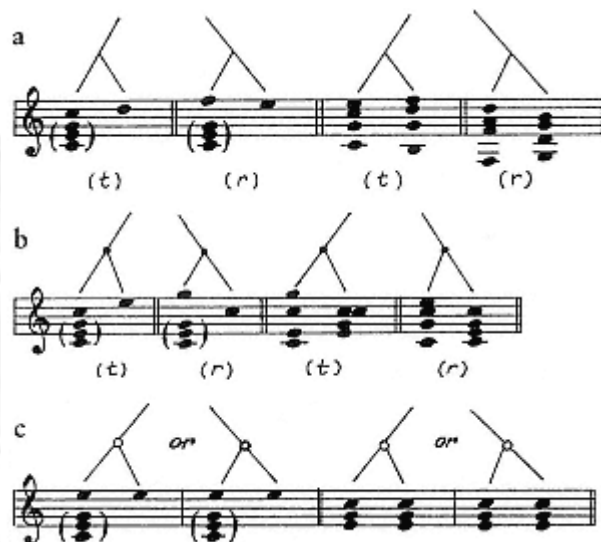


Imagem 7: representação em árvores dos três tipos de prolongação.  
(adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.180)

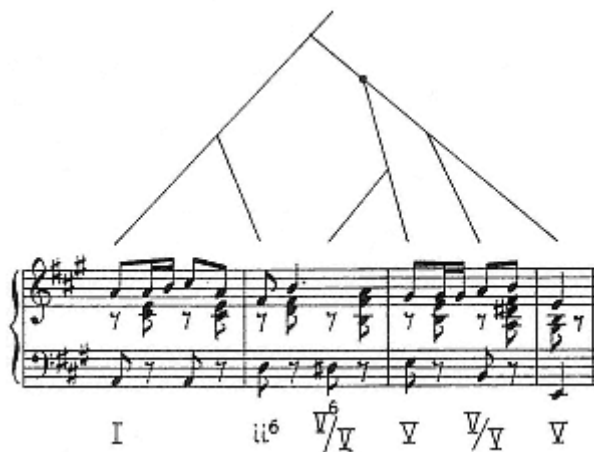


Imagem 8: análise do início de La ci darem la mano, em Don Giovanni, de Mozart.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.200)

## 2.5. REGRAS DE BOA-FORMATIVIDADE

As regras de boa-formatividade são leis específicas que regem cada um dos componentes musicais descritos pela GTTM. Basicamente, elas formalizam e

10 Essa forma de representação é utilizada também para a redução temporal, com cada ramo correspondendo a um nível de descrição dentro de um mesmo segmento.



asseguram as condições pelas quais se dá a configuração hierárquica das estruturas. No caso das estruturas de agrupamento, por exemplo, as leis de boa-formatividade de agrupamento [*grouping well-formedness rules*], ou GWFRs, são cinco (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.37-38):

- GWFR 1: "qualquer sequência contígua de eventos-altura, pulsos de bateria, ou afins podem constituir um grupo, e apenas sequências contíguas podem constituir um grupo";
- GWFR 2: "uma peça constitui um grupo";
- GWFR 3: "um grupo pode conter grupos menores";
- GWFR 4: "se um grupo G1 contém parte de um grupo G2, ele deve conter tudo do G2"; e
- GWFR 5: "se um grupo G1 contém um grupo menor G2, então G1 deve ser exaustivamente particionado em grupos menores".

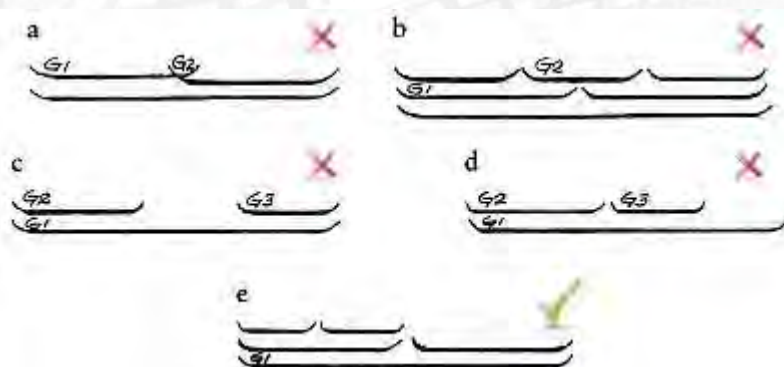


Imagem 9: boa-formatividade em agrupamentos. Apenas o agrupamento "e" segue todas as GWFRs. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.38-39)

## 2.6. REGRAS PREFERENCIAIS

As regras de boa-formatividade, por serem puramente formais, podem corresponder ou não às intuições musicais efetivas. A percepção musical, assim como a visual, não agrupa eventos de qualquer modo possível, mas em modos específicos motivados pelo todo das partes da superfície. Cada um dos componentes estruturais descritos pela GTTM possui regras preferenciais, além de regras transformativas que dão conta de exceções aceitáveis, como sobreposição ou elisão das fronteiras entre agrupamentos. Essa abordagem tem estreita ligação com a teoria da Gestalt, como será discutido mais adiante.

No caso dos agrupamentos, as regras preferenciais [*grouping preference rules*] (GPRs) são as seguintes (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.43-52):

- GPR 1: "evita análises com grupos muito pequenos – quanto menor, menos preferível";

- GPR 2 (Proximidade): "considere uma sequência de quatro notas  $n_1n_2n_3n_4$ . Tudo o mais sendo igual, a transição  $n_2 - n_3$  deve ser ouvida como uma fronteira de grupo se
  - a. (Ligadura/Pausa) o intervalo de tempo do fim de  $n_2$  até o início de  $n_3$  é maior do que aquele do fim de  $n_1$  até o início de  $n_2$  e aquele do fim de  $n_3$  até o início de  $n_4$ , ou se
  - b. (Ponto-de-ataque) o intervalo de tempo entre os pontos de ataque de  $n_2$  e  $n_3$  é maior do que aquele entre os pontos de ataque de  $n_1$  e  $n_2$  e aquele entre os pontos de ataque de  $n_3$  e  $n_4$ ";
- GPR 3 (Mudança): "considere uma sequência de quatro notas  $n_1n_2n_3n_4$ . Tudo o mais sendo igual, a transição  $n_2 - n_3$  deve ser ouvida como uma fronteira de grupo se
  - a. (Registro) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma maior distância intervalar do que ambas  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$ , ou se
  - b. (Dinâmica) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma mudança nas dinâmicas e  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$  não, ou se
  - c. (Articulação) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma mudança na articulação e  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$  não, ou se
  - d. (Duração)  $n_2$  e  $n_3$  são de diferentes durações e ambos os pares  $n_1,n_2$  e  $n_3,n_4$  não diferem em duração";
- GPR 4 (Intensificação): "onde os efeitos capturados pelas GPRs 2 e 3 são relativamente mais pronunciados, uma fronteira de grupo de maior-nível pode ter lugar";
- GPR 5 (Simetria): "prefira análises de agrupamento que se aproximam mais da subdivisão ideal dos grupos em duas partes de igual duração";
- GPR 6 (Paralelismo): "onde dois ou mais segmentos da música podem ser construídos como paralelos, eles preferivelmente formam partes paralelas de grupos";
- GPR 7 (Estabilidade temporal e prolongacional): "prefira uma estrutura de agrupamento que resulte em reduções temporais e/ou prolongacionais mais estáveis".



Imagem 10: embora bem-formados, os exemplos "b" e "c" não correspondem à organização efetiva da escuta. O exemplo "a" respeita todas as leis preferenciais de agrupamento.

Trecho da Sinfonia em G Menor, K. 550, de Mozart.  
(adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.37 e p.39)

### 3. TEORIA MUSICAL COMO CIÊNCIA COGNITIVA

De acordo com Lerdahl & Jackendoff (1996, p.1), a meta de uma teoria da música deveria ser uma “*descrição formal das intuições musicais de um ouvinte que é experiente em um idioma musical*”. Teorias que se constroem a partir de análises puramente musicais de repertório escrito, apenas, não levam em consideração toda uma cadeia de “representações mentais” que ocorrem no ouvinte e que são pressupostas no processo de produção e audição da música. Ora, a teoria musical é um construto cultural que não reside nem puramente na escrita, uma vez que várias interpretações da notação musical são possíveis, nem puramente na performance, ou no sinal sonoro “cru”, antes da interpretação do ouvinte, que ela produz:

One commonly speaks of musical structure for which there is no direct correlate in the score or in the sound waves produced in performance. One speaks of music as segmented into units of all sizes, of patterns of strong and weak beats, of thematic relationships, of pitches as ornamental or structurally important, of tension and repose, and so forth. Insofar as one wishes to ascribe some sort of "reality" to these kinds of structure, one must ultimately treat them as mental products imposed on or inferred from the physical signal. In our view, the central task of music theory should be to explicate this mentally produced organization. **Seen in this way, music theory takes a place among traditional areas of cognitive psychology such as theories of vision and language.** (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.2, grifo nosso)

Por ser construto mental, a capacidade de perceber as estruturas musicais está intimamente ligada ao processo de aculturação, e um “ouvinte experiente” é aquele habituado com um idioma musical qualquer. Isso quer dizer que certos parâmetros musicais são reconhecidos e organizados mentalmente – tais como agrupamentos de eventos-altura, métricas, tensão e repouso etc. Entretanto, esse ouvinte pode nem mesmo ter estudado música e ainda assim compreender e identificar peças e aspectos musicais e, sobretudo, erros, ou manifestações que não estão de acordo com o idioma em questão. Nesse sentido, boa parte do conhecimento necessário para compreender um idioma musical é “inconsciente” ou “intuitivo”.

Um ouvinte com exposição insuficiente a certo idioma musical não irá organizar significativamente a massa sonora percebida. Não obstante, conforme ele se familiariza com o idioma, o tipo de organização que ele atribui à música não será arbitrário, mas restringido segundo regras *próprias* do idioma. Portanto, a teoria de um idioma musical deveria “caracterizar tal organização nos termos de uma gramática formal explícita que modela a conexão, do ouvinte, entre a superfície musical apresentada da peça e a estrutura que ele atribui à peça” (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.3). Por meio de normas preferenciais, essa gramática restringe os modelos matemáticos para a música e também dialoga com intuições artísticas.



Lerdahl & Jackendoff (1996, p.332) deixam explícito que essa abordagem tem fortes laços com a ciência cognitiva, sendo *Teoria Musical como uma Ciência Cognitiva* o tópico de conclusão do livro. De acordo com os autores, a ciência cognitiva é uma disciplina composta de partes da psicologia, linguística, neurofisiologia, filosofia e ciência da computação e está interessada em "caracterizar as capacidades cognitivas dos humanos e de outros organismos". Um de seus objetivos principais seria o de "compreender a natureza da representação mental". Iremos agora pontuar alguns tópicos da GTTM que se relacionam com ciência cognitiva.

### 3.1. MÉTRICA MUSICAL COMO MENTALMENTE CONSTRUÍDA

Um dos fenômenos que evidencia o fato de que a percepção musical é um construto mental é o da métrica. Não se trata de apreensão de um "sinal métrico"; ela não está presente enquanto estímulo físico. Lerdahl & Jackendoff (1996, p.17) apontam que os "acentos métricos", que dão estabilidade ao padrão métrico, são inferidos de "acentos fenomenais"<sup>11</sup>, que são "qualquer evento na superfície musical que dá ênfase ou estressa um momento no fluxo musical". Tais eventos de superfície<sup>12</sup> funcionam como *inputs* para a construção mental do padrão métrico, e os "momentos de estresse musical no sinal cru [*raw signal*] servem como 'pistas' das quais o ouvinte tenta extrapolar um padrão regular de acentos métricos".

O padrão métrico é dependente da *regularidade* dessas "pistas" e se ela não se estabelece ou se é conflitante com outras estruturas, o sentido de acento métrico torna-se atenuado ou ambíguo. No entanto, uma vez estabelecida uma métrica por pistas regulares, ela permanece estável mesmo em face de aparentes contradições rítmicas. Casos como síncofes, por exemplo – em que as notas são tocadas não de acordo com o acento métrico, mas exatamente na pulsação fraca e persistindo até ele –, apresentam defasagem rítmica entre estrutura métrica e estrutura de agrupamento e mesmo assim não desfazem o sentido métrico.

11 Essa categoria, pouco descrita pelos autores, incluiria pontos de ataques dos eventos-altura, ênfases locais de intensidade, mudanças súbitas de timbre, saltos melódicos, mudanças harmônicas etc. Aparentemente, eles tomam o termo "fenomenal" como equivalente do conceito clássico de "sensação", quer dizer, o sinal que chega aos órgãos sensoriais e ainda não é percepção, apenas dados sensoriais, e a partir do qual a maquinaria neuronal se encarrega de elaborar representações mentais equivalentes à experiência perceptiva. Na falta de explicitação no uso deste termo pelos autores, atentamos aqui que a noção não se confunde com o uso do conceito pela tradição da fenomenologia, tal qual trabalhada por Merleau-Ponty (2006), por exemplo, ao fazer uma rigorosa crítica à noção de sensação em sua *Fenomenologia da Percepção*.

12 Os autores parecem não definir "superfície musical", mas a distinguem de "estrutura musical escutada" (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.338). Em relação à gramática gerativa transformacional, distinguem "estrutura profunda", subjacente às frases e que não foram submetidas a "transformações", e "estrutura de superfície", constituinte de expressões linguísticas efetivas (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.287).

### 3.2. ASPECTOS SEMIÓTICOS DA REPRESENTAÇÃO MENTAL E DA IMAGEM MENTAL

A noção de construto mental parece relacionada com o conceito de representação mental. Para Lerdahl & Jackendoff (1996, p.300), os princípios pelos quais uma peça musical é ouvida são aqueles que “permitem ao ouvinte construir uma representação mental da peça”. Em outra passagem, comentam que “representações mentais essencialmente similares servem tanto para memória sequenciada espacialmente quanto temporalmente” (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.303). Todavia, não fica claro o que exatamente querem dizer com representação mental. Indagamos as seguintes questões: 1) representação é o produto de um processo de análise, elaboração e memorização da superfície musical? 2) ou é o próprio processo profundo e inconsciente que permite a escuta? 3) se aspectos musicais tais como métrica e hierarquia são construtos mentais que não existem no sinal sonoro, como pode se dar uma representação?

Talvez uma “semiótica cognitiva” possa ser de ajuda aqui. Segundo Nöth (1996), representação é um conceito semiótico chave pelo menos desde a escolástica medieval, quando se referia a signos, símbolos, imagens e substituições. No século XX, representação passa também a estar no coração das discussões da ciência cognitiva, sobretudo na temática das representações mentais. Nesse contexto, Nöth (1996) descreve várias abordagens existentes para a representação. De um modo geral, nossas três questões podem ser resumidas aos seguintes tópicos: 1) representação como signo ou veículo do signo; 2) representação como semiose ou função sógnica; e 3) modelos da imagem mental.

De acordo com Nöth (1996), a noção de representação frequentemente é usada com certa imprecisão, confundindo aspectos da ação do signo com o veículo do signo. A teoria peirceana esclarece a ambiguidade da palavra ao distinguir representação como “aquilo que representa” de representação como “a ação ou relação de representar”. Peirce afirma: “I confine the word *representation* to the operation of a sign or its *relation* to the object *for* the interpreter of the representation” (CP 1.540 apud NÖTH, 1996, seção 2.2). Portanto, representação seria processo de ação sógnica, diferenciando-se daquilo *que* representa, ou “representamen”.

Adicionalmente, a noção de representação mental ainda supõe a distinção entre representações externas, ou “públicas”, e representações internas ou “mentais” (SPERBER apud NÖTH, 1996). Quando Lerdahl & Jackendoff (1996, p.2) comentam que “uma peça de música é uma entidade mentalmente construída, cujas partituras e

performances são representações parciais pelas quais a peça é transmitida”, eles confundem esses dois aspectos da representação. Para a abordagem peirceana, as representações externas correspondem ao representamen, enquanto as representações mentais de uma cognição equivalem ao interpretante sígnico.

Resta-nos ainda procurar saber algo sobre a questão da imagem mental. Uma abordagem em particular parece relacionada ao corpo de conhecimentos da GTTM: a das *imagens mentais* advinda dos modelos da psicologia cognitiva. De modo geral, a produção de uma imagem mental é representação que corresponde um acontecimento externo em função de uma espécie de cópia internalizada. Na abordagem de Piaget<sup>13</sup> (apud NÖTH, 1996), imagem mental, além de ter aspecto de “imitação internalizada” de um fato externo, também demanda uma “transformação” desse acontecimento. Nesse sentido, Nöth (1996, seção 8.2.1) afirma que “Piaget se coloca contra uma *teoria da cópia* ingênua, que vê, na imagem mental, um tipo de 'vestígio' da percepção passiva de um objeto dado objetivamente e defende, por outro lado, uma *teoria assimilatória* da imagem”.

Esse aspecto transformacional do fato externo também aparece de algum modo na abordagem cognitivista para a imagem mental, expressada nos *modelos simbólicos e proposicionais* da representação mental. Eles pressupõem que as imagens não são armazenadas de forma icônica na mente, mas sim em forma de “símbolos digitais elementares, dos quais se originam redes de sistemas simbólicos através de regras de combinações” (NÖTH, 1996, seção 8.2.2). Particularmente próxima da GTTM é a abordagem de Kosslyn, que diferencia uma representação de “imagens de superfície” e outra “profunda”. A representação imagética se relaciona com a memória de curto prazo e é “quase pictural”, ocorrendo em um “meio espacial”; a representação profunda é de longo prazo e “literal” e “proposicional”. Como descreve Nöth (1996, seção 8.2.2): “a representação profunda estruturada simbolicamente pode, a qualquer momento, gerar uma representação superficial estruturada pictoricamente”. Na abordagem de Lerdahl & Jackendoff (1996), isso corresponderia às representações mentais que modelam inconscientemente a superfície de eventos musicais e dão origem a percepções estruturadas de forma lógica segundo regras específicas.

### 3.3. ASPECTOS COMPUTACIONAIS

13 Sabemos da existência de debates famosos entre Chomsky, autor que inspirou a GTTM, e Piaget, sobretudo no que diz respeito à questão da inatividade das aptidões linguísticas. Entretanto, não é o caso aqui de elaborar a discussão neste sentido.





A ciência cognitiva possui afinidade com disciplinas tais como ciência da computação e inteligência artificial. De fato, com o objetivo de descrever o funcionamento da mente e das representações mentais, muitos dos trabalhos da vertente chamada cognitivista clássica procuram estabelecer algoritmos de processamento simbólico como base para seus modelos. A própria gramática chomskyana teve forte influência sobre esses modelos. Embora cientes dessas abordagens já vigentes desde a década de 1950, Lerdahl & Jackendoff (1996, p.55) originalmente comentam, em 1983, que a GTTM “não consegue prover um procedimento computável para determinar a análise musical”.

Mesmo assim, refletem sobre alguns aspectos da possibilidade de formalização das intuições musicais por meio descrições cognitivistas, ou computacionais. De acordo com os autores, a atribuição de valores numéricos em limiares de disparo [*threshold*] para as variáveis, estruturas possíveis ou leis perceptivas, é artificial e arbitrária. As leis preferenciais, normativas que limitam o conjunto de descrições matemáticas possíveis para o conjunto de estruturas provavelmente perceptíveis demandam uma solução mais elaborada. Envolvem balancear intuições locais e globais de forma recursiva. Todavia, engendrar um sistema de processamento simbólico serial como os usados no cognitivismo sempre recairá sobre a arbitrariedade de escolher de forma *ad hoc* os valores através dos quais o resultado preferencial será obtido e, desse modo, não se estabelecerá verdadeiramente uma gramática que regule por si mesma os agrupamentos possíveis, descritíveis matematicamente.

Entretanto, no prefácio para a reimpressão de 1996, Lerdahl & Jackendoff (1996, p.XIV) comentam:

Our innovation did not fare especially well with readers who were hoping for a more traditional generative grammar. However, within a few years cognitive science was swept by new conceptions of computation (including neural nets) that replaced serial algorithms with parallel constraint-based architectures. Default logic became pervasive in artificial intelligence.

A arquitetura paralela de processamento poderia aparentemente lidar melhor com o aspecto de multi-modularidade da GTTM. Com efeito, os autores acabam por assumir que a teoria é compatível com processamento em tempo-real por essas abordagens. Nesse sentido, tentativas existentes de implementação computacional da GTTM são, por exemplo: Stammen & Pennycook (1994), Hamanaka, Hirata & Tojo (2004, 2005) e Carvalho (2008).

### 3.4. TEORIA DA GESTALT E PARALELOS VISÃO-AUDIÇÃO



Segundo Nöth (1996), a ciência cognitiva estudou até o momento principalmente a representação mental de informação linguística e visual. Aparentemente, boa parte dos princípios de organização da percepção visual foram fundados na psicologia da Gestalt, do início do século XX. A GTTM leva em consideração muitas das colocações feitas pelos psicólogos da Gestalt quanto à percepção visual e afirma, em concordância com Wertheimer, um dos principais nomes da psicologia da Gestalt, existir paralelos entre os processos de agrupamento visual e auditivo. As imagens 11 a 17 mostram alguns desses paralelos elaborados por Lerdahl & Jackendoff (1996).

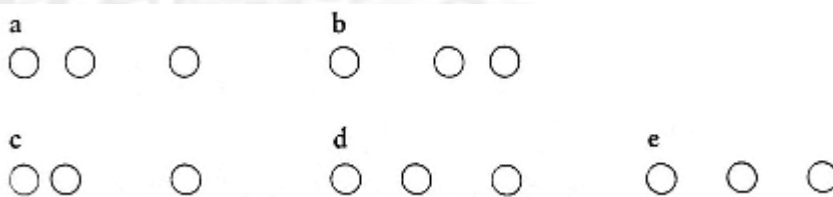


Imagem 11: agrupamentos visuais da Gestalt.  
Os círculos próximos parecem se agrupar, enquanto o círculo distante na tríade é visto como isolado. Em "e" temos uma estrutura equidistante que não sugere nenhum tipo de agrupamento específico. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.40)

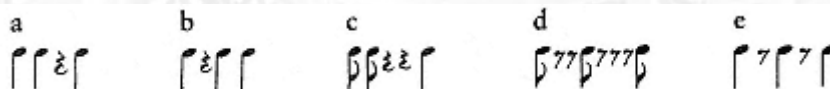


Imagem 12: agrupamentos rítmicos.  
Assim como a percepção visual, a percepção rítmica agrupa eventos pela proximidade. (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.40)



Imagem 13: agrupamentos de formas.  
Os quadrados parecem se destacar dos círculos. (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)



Imagem 14: agrupamentos de eventos-altura.  
Os "fás" se agrupam de um lado, os "dós" de outro, por similaridade. (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)



Imagem 15: agrupamentos de eventos-altura com a nota do meio não-idêntica às notas das extremidades. Efeitos consideravelmente mais fracos de agrupamento são produzidos. No caso "c", a nota é equidistante e, assim, seu agrupamento é indeterminado. (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)

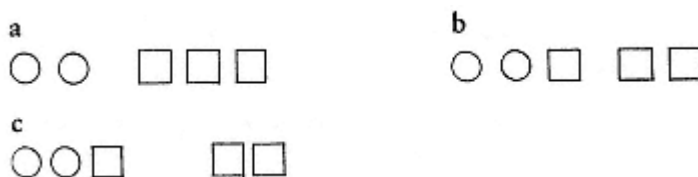


Imagem 16: agrupamentos por princípios de proximidade e similaridade.

Em "a", o agrupamento é forte e bem delineado.

Em "b", ambíguo, pois os princípios conflitam (num efeito parecido com o cubo de Necker).

Em "c", o princípio de proximidade se estabelece sobre o de similaridade.

(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.42)



Imagem 17: agrupamentos de eventos-altura análogos.

(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.42)

Segundo Lerdahl & Jackendoff (1996, p.303), o trabalho de Werheimer e de Koffka mostram que "percepção, assim como outra atividade mental, é um processo dinâmico de organização, no qual todos os elementos de um campo perceptivo podem estar implicados na organização de qualquer parte particular". Basicamente esse princípio foi transposto para a teoria gerativa da música na forma das regras de boa-formatividade e de preferência, que regem os componentes estruturais da gramática musical. Isso implica que a análise de superfície só pode se dar caso as regras gramaticais estejam envolvidas tanto no nível local quanto no global.

### 3.5. LINGUÍSTICA GERATIVA E UM PARALELO ENTRE CAPACIDADES LINGUÍSTICAS E MUSICAIS

Apesar de aderirem a muitas das ideias gestaltistas, Lerdahl & Jackendoff (1996) reconhecem complicações históricas com essa abordagem. Para eles, a teoria da Gestalt é mentalista, e perdeu popularidade nos anos 1940 e 1950 com os movimentos anti-mentalistas, sobretudo do behaviorismo. A escola behaviorista considerava intratável o problema da mente, pois apenas o que se poderia observar de modo "científico" seria os comportamentos exteriores. Contra essa abordagem, a linguística gerativa chomskyana apresentou argumentos que a colocaram em posição de prestígio em relação às abordagens anti-mentalistas, o que trouxe novamente o interesse em teorias da mente, sobretudo a Gestalt.

Para Lerdahl & Jackendoff (1996, p.305), "as dificuldades mais substanciais com a tradição da Gestalt emergiu do problema de como exprimir uma teoria



mentalista de um modo rigoroso e explicativo”, uma vez que explicações por redução ao fisiológico não davam conta das observações da complexidade organizacional que é a percepção segundo a Gestalt. Todavia, a partir do sucesso da linguística gerativa, territórios de investigação como “modelos de competência” e “modelos de performance” passaram a ser mais aceitos, mesmo sem a consideração de processos fisiológicos. Nesse sentido, segundo Lerdaahl & Jackendoff (1996, p.305), “a teoria da Gestalt pode agora ser considerada uma teoria do conhecimento ou do processamento, o que a libera do estigma de suas fracas tentativas de uma explicação fisiológica”. De fato, a partir dos princípios gestaltistas e da linguística gerativa, os autores demonstram como fenômenos como percepção musical e fenômenos linguísticos se assemelham.

A métrica musical mantém próxima relação com características prosódicas da linguagem verbal. Segundo os autores, as diferenciações silábicas da língua são representadas de acordo com uma série de princípios muito parecidos com as regras preferenciais da métrica musical. A sílaba da língua pode ser forte ou fraca e algumas línguas usam diferenciação em intensidade, outras em duração, outras em altura como marca da força silábica. A métrica musical emerge também de regras de ênfase e duração.

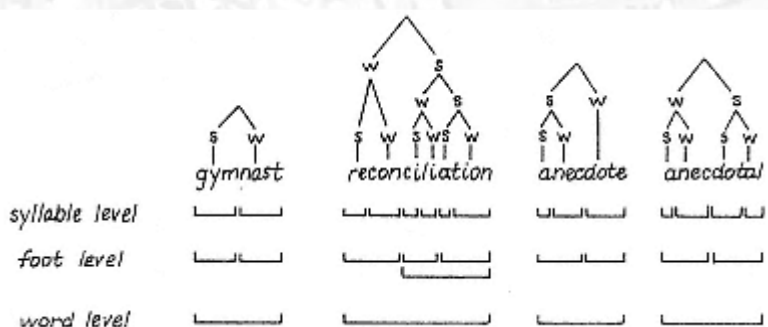


Imagem 18: método de redução temporal aplicado às palavras e divisões silábicas.  
Na figura, “s” e “w” significam respectivamente estruturas fortes e fracas.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.323)

Outro paralelo é que, embora um ouvinte não-experiente em certo idioma – ou certo idioma musical – esteja inapto a organizar certas estruturas de forma significativa – tais quais as prolongacionais na música –, com uma “exposição suficiente” ele passa a perceber e organizar as superfícies de eventos de modos específicos e não-arbitrários, aparentemente determinados pelas regras subjacentes ao sistema. Isso, para Lerdaahl & Jackendoff (1996), seria porque há uma capacidade gramatical inata ao humano que mantém alguma relação com a linguagem. Neste sentido, comentam Lerdaahl & Jackendoff (1996, p.85):

That stress and length function as markers of metrical strength in music as well as in language can hardly be a coincidence.

Rather it seems that we are dealing with a more general cognitive organization that has manifestations in both musical and linguistic structure. This lends the theory of metrical preference rules a significance beyond its usefulness for musical purposes.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste artigo, descrevemos as linhas gerais da teoria gerativa da música tonal (GTTM) proposta por Lerdahl & Jackendoff (1996). O sistema explicativo da teoria se organiza segundo quatro componentes: estrutura de agrupamento, estrutura métrica, redução temporal e redução prolongacional; além de dois conjuntos de regras: regras de boa-formatividade e regras preferenciais. Cada um desses componentes interage entre si e, por meio dessa interação – sobretudo quando há divergência entre os modelos de agrupamento e métrico, ou entre o temporal e o prolongacional –, muitas das passagens interessantes da música tonal podem ser discutidas. Subjacente a essa teoria estão uma série de questões da ciência cognitiva que só pudemos endereçar aqui de modo breve. Alguns aspectos são particularmente interessantes e sugerem futuras pesquisas: 1) a relação entre capacidades musicais e capacidades linguísticas; 2) a compatibilização entre teoria musical e Gestalt; e 3) a possibilidade aberta pela formalização das regras preferenciais para auxiliar na descrição de constrições estéticas em sistemas digitais autônomos de geração de trilhas sonoras, sobretudo no áudio dinâmico de jogos digitais.

TECCOGS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, A. G. (2008). *Implementação Computacional de Uma Gramática Gerativa Para Música Tonal*. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte: UFMG. Disponível em: <http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/553D.PDF>. Acessado em 13/06/2011.
- Hamanaka, M., Hirata, K. & Tojo, S. (2004). Automatic generation of grouping structure based on the GTTM. In *Proceedings of the 2004 International Computer Music Conference*. pp.141-144. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.130.1281>. Acessado em 15/06/2011.
- \_\_\_\_\_. (2005). Automatic generation of metrical structure based on GTTM. In *Proceedings of the 2005 International Computer Music Conference*. pp.53-56. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.80.5425>. Acessado em 15/06/2011.
- Lerdahl, F. (1989). Atonal Prolongational Structure. In *Contemporary Music Review* 3. pp.65-87.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Tonal Pitch Space*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Oxford University Press.
- Lerdahl, F. & Jackendoff, R. (1996). *A Generative Theory of Tonal Music*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Meredith, D. (1996). *The Logical Structure of an Algorithmic Theory of Tonal Music*. Doctorate Thesis. St. Anne's College, University of Oxford.
- Merleau-Ponty, M. (2006). *Fenomenologia da percepção*. São Paulo: Martins Fontes.
- Nöth, W. (1996). Signo, representação e representação mental. In *Encontro com as Ciências Cognitivas: Anais do Primeiro Encontro Brasileiro-Internacional de Ciências Cognitivas*, vol. 1, M.E.Q. Gonzales et al. (eds.), 53-85. Marília, São Paulo: UNESP.
- Packalén, E. (2005). Musical Feelings and Atonal Music. In *Postgraduate Journal of Aesthetics*, Vol. 2, No. 2. Disponível em: <http://www.british-aesthetics.org/uploads/packalen%20FINAL.PDF>. Acessado em 13/06/2011.
- Stammen, D. R., B. Pennycook. (1994). Real-time Segmentation of Music using an Adaptation of Lerdahl and Jackendoff's Grouping Principles. In *Proceedings of the International Conference on Music Perception and Cognition*, pp. 269-270.
- Temperley, D. (2001). *The Cognition of Basic Musical Structures*. Cambridge, MA: MIT Press.