

CAPÍTULO 5

CIÊNCIA COGNITIVA DINÂMICA E COMPOSIÇÃO MUSICAL

5. Ciência cognitiva dinâmica e composição musical.

5.1 Apresentação.

O quinto capítulo de nossa dissertação deixa de lado as abordagens computacionais para a geração de modelos mentais e apresenta propostas alternativas, neste sentido. Iniciamos o capítulo descrevendo o contexto histórico e as motivações científicas e filosóficas que levaram as abordagens não-computacionais no estudo da mente. Para tanto, novamente discutiremos as noções de mecanicismo, reducionismo, funcionalismo e representações mentais, e o abandono de algumas delas por algumas abordagens. Depois investigamos duas teorias especificamente: a teoria ecológica da percepção e o emergentismo. Relacionamos ambas ao estudo da percepção musical e da composição. Por fim, fecharemos o capítulo quinto com a avaliação dos limites, alcances e possibilidades da ciência cognitiva dinâmica, pela perspectiva ecológica e emergentista (ainda que, devido à novidade destas abordagens, tais aspectos não estão posicionados de maneira sólida dentro das linhas de pesquisa), em relação à composição musical contemporânea, e à musicologia em geral.

5.2 O estudo da mente pelo enfoque da CCD – o paradigma dinâmico.

Nesta primeira parte deste capítulo iremos elencar algumas motivações e conseqüências do abandono das abordagens computacionais tradicionais (IA e RNAs) no estudo da mente¹. Temos duas abordagens principais que apresentamos nesse capítulo, relacionando-as à composição musical: a abordagem ecológica e o emergentismo. Quando tratamos da abordagem ecológica baseamo-nos na teoria da percepção direta de J. J. Gibson (1966 e 1979), principalmente no que se refere ao processo perceptual auditivo. Tal abordagem ecológica da percepção auditiva nos possibilita o entendimento da estruturação informacional do ambiente acústico e da ação de um percebedor em tal ambiente. A relação com a música se dá porque as noções e conceitos da teoria ecológica, como invariantes e

¹ A computação evolutiva e a *A-Life*, abordagem das brevemente no final do capítulo 4, são propostas computacionais mais próximas da perspectiva da CCD, mas não iremos descrevê-las neste capítulo, a não ser em eventuais comentários.

affordances, aquisição de informação, relações de percepção-ação e percebedor e meio-ambiente nos possibilitam entender certas posturas composicionais e perceptuais da música contemporânea e, ainda, a busca por novas formas de se entender e fazer música.

Quanto ao emergentismo, estabeleceremos uma classificação dos diversos tipos de emergentismo, e para isso, iremos analisar conceitos-chave de propriedades ditas emergentes, como irreduzibilidade, imprevisibilidade (prática e teórica), novidade e causação descendente. Considerando suficiente nosso itinerário pelas teorias emergentistas e seus conceitos, estabelecemos a relação destas(es) com o fazer musical, buscando explicar onde e como tal relação se faz presente.

Vale ressaltar que a abordagem do estudo da mente pela CCD está em pleno desenvolvimento e que, portanto, muitos dos fatos que traremos aqui são propostas ainda iniciais. No caso mais específico da ciência cognitiva dinâmica aplicada à música temos uma proposta ainda mais recente e menos consolidada. Nesse sentido estaremos encaminhando discussões de teorias que estamos relacionando à música numa perspectiva ainda bastante aberta, mas que se mostra bastante instigante e promissora.

5.2.1 Contexto Histórico.

Como vimos nos capítulos anteriores, o estudo da mente na ciência cognitiva tem, tradicionalmente, um forte apelo computacional desde seu surgimento na década de 40. Este apelo computacional não apresenta uma única perspectiva, podendo ser o computador entendido como uma ferramenta adequada para o estudo da mente, ou como uma instanciação de um sistema mental. Esta segunda perspectiva sobre o computador foi bastante difundida, acreditamos, principalmente no início da ciência cognitiva, e atualmente parece ser muito mais consensual entender-se a máquina computacional mais como uma ferramenta para o estudo da mente do que uma mente propriamente dita. No máximo, ao se desenvolver sistemas computacionais para a realização de atividades ditas inteligentes pelo senso comum, tanto em IA quanto em RNAs, não existe mais uma postura consensual sobre tais sistemas serem de fato uma mente. Ou, por outro lado, parece menos pertinente se afirmar que a mente é apenas um sistema processador de símbolos nos moldes de uma máquina de Turing. Esta postura menos inocente dos programadores é um reflexo do fato de que os sistemas computacionais nunca atingiram um grau realmente próximo da complexidade mental e

cerebral que os sistemas biológicos apresentam, além de que nunca conseguiram lidar com a alta dimensionalidade e complexidade com a qual nossa percepção lida até nas atividades mais banais.

O que podemos verificar em pesquisadores que buscam por uma alternativa teórica àquelas como a IA e o conexionismo, é que várias noções precisam ser revisitadas e muitas outras adicionadas para um estudo da mente que incorpore as propriedades dinâmicas do mundo, incluindo a mente. Se fizermos uma recapitulação geral do computacionalismo veremos que o mundo sempre foi deixado de lado, pelo menos o mundo como ele realmente é. Pelo enfoque da IA, com sua abordagem simbólica *top-down* para resolução de problemas, existe um mundo onde todos os elementos são facilmente definidos, mas que em nada corresponde ao mundo sobre o qual nós atuamos. Como diz Varela (1991, p.147):

“This [symbolic] approach to cognition as problem solving works to some degree for task domains in which it is relatively easy to specify all possible states. Consider for example the game of chess. It is relatively easy to define the constituents of the “space of chess”: there are positions on the board, rules for movements, turns that are taken, and so on. The limits of this space are clearly defined; in fact, it is an almost crystalline world. It is not surprising, then, that chess playing by computer is an advanced art.”
(aspas do autor)

Vamos estabelecer um paralelo com a música. De forma semelhante ao jogo de xadrez, alguns tipos de música são equivalentes à sistemas formais bem definidos. Essa equivalência pode ser defendida porque ao menos alguns aspectos da música, que normalmente são os únicos considerados, podem ser formalizados. Mas e quando acredita-se que apenas estes aspectos não são suficientes para explicar a atividade musical, que diferente do jogo de xadrez, envolve aspectos perceptuais e disposicionais que nem sempre possuem a forma de um símbolo bem comportado; ou mesmo processos composicionais de tipos de música que não utilizam o mesmo que sistema (formal) que a música tradicional, incluindo os elementos (simbólicos) e as regras de operação sobre esses elementos. Como vimos no primeiro capítulo, mesmo que nem se considere estes aspectos musicais não formalizados a modelagem computacional, pelo paradigma da IA, da composição musical ainda não se deu como um empreendimento totalmente satisfatório, principalmente se o critério de avaliação for de cunho estético. Nesse caso, só se consegue, em geral, simular compositores medíocres.

Tentando superar os problemas que levaram ao não total sucesso da IA, as RNAs apresentam algumas outras considerações. Em vez de termos de antemão um mundo cristalino, com elementos e regras operacionais bem definidas sintaticamente, temos um

sistema artificial que aprende pela exposição ao meio-ambiente, que é capaz de generalizar e extrapolar o conhecimento adquirido e gerar novas respostas perante estímulos desconhecidos. Isto já é um grande fato, e muda significativamente o que tais máquinas podem fazer enquanto sistemas autômatos, e o que podemos fazer com elas enquanto modelos explicativos da atividade mental. Mas, como já indagamos no capítulo anterior, até onde vai o mundo fenomênico das RNAs? De fato, podemos recapitular brevemente que tal mundo vai até onde o poder computacional deixar, e até onde o pré-processamento dos estímulos provenientes do meio-ambiente for eficiente. Mas mesmo assim, tal eficiência estabelecida por uma radical redução da dimensionalidade do fenômeno bruto não garante uma correspondência entre o padrão de entrada de uma RNA e um evento do mundo real. Dessa forma, encontra-se ainda uma grande lacuna entre o mundo, não tão cristalino, das máquinas connexionistas e o dos seres humanos. No caso da música, esta lacuna leva a geração de modelos que pouco podem dizer sobre a atividade perceptual já que existe uma redução brutal do evento sonoro apresentado à máquina. E, em casos de RNAs compositoras, muitos dos problemas já enfrentados pela IA ainda não foram superados.

Estes problemas apontados acima nos levam a autores como Varela (1991), Haselager (1997), entre outros, que buscam por explicações alternativas da cognição. Inicialmente, podemos rapidamente afirmar que uma novidade fundamental surgida da proposta de autores como estes foi a consideração do corpo para explicar a atividade cognitiva. O cérebro deixou o vaso e foi colocado num corpo. Da mesma forma, outro aspecto também fundamental foi a inclusão do meio-ambiente no qual este corpo com seu cérebro está situado na explicação da cognição. Entendemos que tais propostas, apesar de iniciais perante a tradição computacional da ciência cognitiva, formam um novo paradigma. Este novo paradigma não é necessariamente anti-computacional, mas requer, no mínimo, novos esforços em direção a uma computação corporificada e situada, como aquela encontrada na robótica, ou aquela simulada na *A-Life*. Podemos encontrar um esboço de definição deste campo da ciência cognitiva em Varela (1991, p.9):

“Even the hard-nosed biologist, however, would have to admit that there are many ways that the world is – indeed even many different worlds of experience – depending on the structure of the being involved and the kinds of distinctions it is able to make. And even if we restrict our attention to human cognition, there are many various ways the world can be taken to be. This nonobjective (and at best also nonsubjectivist) conviction is slowly growing in the study of cognition. As yet, however, this alternative orientation does not have a well-established name, for it is more an umbrella that covers a relatively small group of people working in diverse

fields. We propose as a name that term enactive to emphasize the growing conviction that cognition is not the representation of a pregiven world by a pregiven mind but is rather the enactment of a world and a mind on the basis of a history of the variety of actions that a being in the world performs. The enactive approach takes seriously, then, the philosophical critique of the idea that mind is a mirror of nature but goes further by addressing this issue from within the heartland of science.” (grifo do autor)

Muito do que Varela (1991) defende com o que chama de *Enactionism* (pode-se traduzir por enacionismo²) é compartilhado por Haselager na sua teoria da cognição corporificada e situada (*embodied embedded cognition*). Além da necessária consideração do corpo e do meio-ambiente no estudo da cognição, de maneira geral existe, no mínimo, uma avaliação da necessidade explicativa e/ou ontológica da noção de representação mental. Acreditamos que a crítica sobre o uso indiscriminado das representações mentais pela ciência cognitiva seja, principalmente, direcionada àquela de natureza exclusivamente simbólica; mas em certos casos, a crítica é direcionada a qualquer tipo de representação mental empregada pela ciência cognitiva para explicar atividades mentais, incluindo a representação distribuída.

Historicamente, podemos ver que as posturas abraçadas pela ciência cognitiva dinâmica passaram a empunhar efetivamente o ‘guarda-chuva’ referido por Varela (1991, p.9) apenas nos anos 90. Durante as décadas anteriores houve quase que um exclusivo interesse pelos modelos cognitivistas e conexionistas e suas indutíveis promessas explicativas. Mas podemos ver indícios de posturas alternativas ao computacionalismo já algumas décadas antes, nos anos 60, no trabalho do psicólogo James J. Gibson (1966) referente à percepção. Muitos dos fatos levantados por Gibson corroboram idéias que pesquisadores como Varela (1991), Haselager (1997), Kelso (1995) apresentam, relacionadas à necessidade da noção de representação mental, a importância do corpo e do meio-ambiente para a cognição, a complexa dinâmica envolvida no funcionamento do sistema nervoso central, entre outras.

Vamos descrever em mais detalhes, porém brevemente, alguns aspectos da teoria da percepção direta de Gibson, na parte em que trataremos da abordagem ecológica da percepção auditiva.

² Segundo Gonzalez (2002) apontou em aula, utilizando o termo enacção.

5.3 Abordagem ecológica da percepção auditiva.

A partir da década de 50 o psicólogo James J. Gibson inicia uma nova abordagem da percepção, desenvolvendo um sistema teórico discrepante com as principais correntes teóricas da percepção, principalmente no que tange a percepção visual. Além de propor novos modelos para explicar o funcionamento da percepção, em especial da percepção visual, Gibson desenvolve conceitos gerais sobre o fenômeno perceptual que se aplicam a todos os sistemas perceptuais, considerados isoladamente ou em conjunto. Tais conceitos explicam como adquirimos a informação do mundo externo e, também, da mesma forma, do nosso próprio corpo, dentro da chamada Teoria da Aquisição da Informação (*Information Pickup*). As noções de *affordance* e invariante formam a base conceitual utilizada para explicar o processo perceptual, assim como a aquisição de informação no meio-ambiente. Antes de detalharmos tais noções, vamos elucidar alguns pontos básicos entre a teoria da percepção indireta (abordagem tradicional, cognitivista da percepção) e teoria da percepção direta, a base de uma abordagem ecológica da percepção.

Com relação às diferenças encontradas entre a Teoria da Percepção Direta e a Teoria da Percepção Indireta, vamos, agora, enumerar alguns pontos. Em primeiro lugar, na teoria gibsoniana, encontramos uma relação entre organismo e meio-ambiente que os considera como partes de um único sistema complexo e dinâmico. A informação disponível no ambiente e supostamente carregada pelos estímulos perceptuais está entre estas duas partes do sistema, e não é vista como uma construção ou elaboração do indivíduo sobre o estímulo nem como uma propriedade dada do mundo. A informação não se encontra nem no organismo nem no ambiente isoladamente, ela está na interação dinâmica desse sistema organismo-ambiente. Outro aspecto fundamental na abordagem direta da percepção é também decorrente desta interação. Têm-se admitido que o organismo adquire informação através de uma busca ativa em todo o conjunto, praticamente infinito, de estímulos que o rodeia; isto é, ele não recebe a informação para depois verificar se ela é ou não adequada para guiar sua ação no mundo, e sim que ele busca pelas informações adequadas no ambiente.

Em contrapartida, os modelos encontrados na Teoria da Percepção Indireta partem de pressupostos radicalmente distintos. O organismo e o ambiente são vistos como sistemas isolados onde toda a informação utilizada pelo primeiro é resultado de um processo que ocorre internamente, desta forma é necessária uma elaboração do estímulo e/ou uma construção do conhecimento pelo organismo, um processamento no sistema nervoso central.

Neste sentido admite-se a existência de um processamento do estímulo que chega ao sistema nervoso para a construção da informação, e não de uma busca ativa pela informação que já se encontra na interação entre organismo-ambiente. Entre outras desvantagens, a percepção indireta necessita de um processamento de informação bastante dispendioso, como nas proposições de Miller (pelo viés da teoria da comunicação) e Broadbent (pelo processamento de informação) (GARDNER, 1995). Por entendermos que a percepção é passiva é necessário, inicialmente, um armazenamento de todo “oceano” perceptual que chega aos receptores do organismo, uma espécie de *buffer* ou memória de curto prazo. Depois os dados armazenados passariam por um filtro que selecionaria quais são pertinentes e quais podem ser descartados. Depois de serem selecionadas pelo filtro as informações passariam por um canal de capacidade limitada e seria amar. Posteriormente, teríamos dois outros processadores, um sendo a memória de longo prazo que armazenaria as probabilidades condicionais de eventos passados; e outro sistema que geraria o *output*. Além de outros aspectos questionáveis, essa arquitetura perceptual tem um pressuposto muito incômodo: a armazenagem de dados sob a forma de símbolos discretos.

Não é por mera coincidência que um sistema como tal assemelha-se as arquiteturas tradicionais de computadores ao estilo Von Neumann. Por um lado ele tem a sua razão de ser no caso de computadores mas, por outro lado, não parece ser adequado à organismo vivos. Isso porque um computador mesmo que contendo proprioceptores e exteroceptores que captem a informação interna (um medidor de temperatura do processador) e externa do sistema (um sistema de sensores de luz) não realiza uma busca ativa pela informação, apenas recebe tudo que seus receptores adquirem e depois tem armazená-las e selecioná-las para processamento. No caso de seres sentientes “naturais”, esse processamento de informação parece bastante dispendioso e inadequado, principalmente em casos de seres muito simples que interagem com o ambiente de maneira bem sucedida. Uma busca ativa pela informação baseada em propriedades do próprio estímulo, que não necessita desse armazenamento e processamento visando a elaboração do estímulo nos parece, antes de mais nada, mais eficiente, inclusive em termos evolucionistas. Isso leva a outro ponto fundamental da diferenciação entre percepção direta e indireta: para a primeira o estímulo já é rico o suficiente em dados ou informações, tanto que ocorre uma filtragem fisiológica no nível dos receptores; na segunda teoria se encontra o pressuposto de que o estímulo é pobre em informações requerendo, desta forma, um elaborado processamento de informação para elaborar o estímulo e construir dados pertinentes ao sistema.

5.3.1 O Som situado³.

O fenômeno sonoro é resultado de um distúrbio mecânico gerado pelo movimento de algum corpo composto por algum material elástico. O evento acústico é sempre situado numa situação ambiental específica, com características específicas deste ambiente e da interação do percebedor com o ambiente. A consideração de apenas um dos dois lados da relação percebedor-ambiente será sempre uma consideração parcial, como as explicações fornecidas pela física, por um lado, ou pela psicologia, por outro. Em áreas como a IA, como já vimos, o ambiente normalmente não é considerado; no conexionismo é ele considerado parcialmente. Nesse sentido, de levar-se em conta tanto percebedor quanto meio-ambiente, a psicofísica parece se adequar melhor ao aspecto dualístico envolvido na percepção. Porém, algumas suposições que ela carrega nos parecem um pouco equivocadas.

Em geral, a psicofísica costuma ter uma visão computacional da mente, ou num sentido mais fraco, vê a mente como um sistema de processamento de informação. Algumas teorias da neurociência fornecem bases experimentais para adotar-se pressupostos computacionais principalmente em aspectos neurológicos de baixo-nível (neurônios) (CHURCHLAND e SEJNOWSKY, 1992). Teorias da psicologia, da mesma forma, muitas vezes são computacionais, procurando por noções globais que expliquem fenômenos mentais numa perspectiva de processamento de informação, sem correlatos em nível local; tipicamente como nas implementações da IA⁴. A abordagem ecológica da percepção leva consideração o percebedor situado num ambiente, considerando estes como partes de um sistema dinâmico e complexo. Em outras palavras, não existe na abordagem ecológica uma independência entre percebedor e ambiente, existe sim uma relação mutualística e interdependente. Esta postura é muito importante quando se tenta explicar a percepção do mundo real, e não apenas em situações parametricamente controladas (*toy problems*) do ‘mundo cristalino’, parafraseando Varela (1991), dos modelos e simulações da IA e das RNAs.

³ Este conteúdo encontra-se publicado em Oliveira e Oliveira (2003a). Apresentamos aqui uma tradução de parte deste artigo com alguns acréscimos e alterações, por parte de um dos autores.

⁴ “As we believe, the ecological approach to perception seems to share some problems with respect of global notions without local correlates. However, this should be transposed with other theories, like dynamical systems (KELSO, 1995) and some neuroscience novelties” (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2003a).

Assim, precisamos considerar a percepção em situações do mundo real. O fenômeno sonoro em ambientes naturais resulta de distúrbios mecânicos e são alterados pelas propriedades acústicas do ambiente antes de chegarem aos nossos ouvidos. Reverberações, ecos, alterações de amplitude e frequência, mudanças espectrais são geradas pelo ambiente e são importantes para os processos perceptuais. São importantes no sentido que carregam informações para um percebedor sobre o ambiente a sua volta. As ondas sonoras carregam informações sobre a fonte sonora e sobre o ambiente onde tal fonte e o próprio percebedor estão inseridos. Informações que serão importantes para guiar a ação e o comportamento do percebedor em situações específicas. Nesse sentido, também deve estar claro que estamos entendendo a abordagem ecológica da percepção sempre numa perspectiva de percepção-ação. Nessa perspectiva, a percepção dirige a ação, e a ação altera a percepção, aos moldes de uma causalidade circular. A ação pode propiciar uma melhor sintonia informacional do percebedor para um objeto do mundo, e assim, a percepção pode propiciar uma melhor ação do percebedor sobre (ou com) tal objeto.

“(...) the detection of information tailors perceivers’ actions to their environments. (...) A conjoint treatment of perceiving and acting is mandated by the idea that the properties of each are to be rationalized by the other. After all, what is the point of seeing, hearing, and so on? For perception to be valuable, it must be manifested in appropriate and effective actions on the environment. And, in turn, for actions to be appropriate and effective they must be constrained by accurate perception of the environment.” (MICHAELS e CARELLO, 1981, p.47)

O que deve ficar claro na abordagem ecológica da percepção é que estamos lidando, analiticamente, sobre o nível ecológico do ambiente, e não sobre o nível físico. O nível ecológico não nega o físico, contudo não se reduz a ele. A importante noção de informação é relacionada ao nível físico, mas é também dependente do percebedor. Michaels and Carello (1981, p.19) apontam que “ (...) *information cannot be measured with the tradicional variables of physics*”. As mesmas autoras ainda definem (1981, p.9) que “*information (...), as Gibson uses the term, (...) is structure that specifies an environment to an animal*”.

A estruturação do ambiente, portanto a informação carregada pelo estímulo físico que chega aos sistemas perceptuais, é analisada por duas formas de invariantes: a estrutural e a transformacional⁵. Invariantes são definidas por Michaels e Carello como: “(...) *invariants are those higher-order patterns of stimulation that underlie perceptual constancies, or, more*

⁵ A noção de affordance, também relacionada à informação, será explicada posteriormente.

generally, the persistent properties of the environment that an animal is said to know” (1981, p.40). Portanto, a noção de invariante que explica a constância da percepção mesmo sobre estímulos não constantes (MICHAELS e CARELLO, 1981, p.21).

As invariantes estruturais, segundo as mesmas autoras (1981, p.21-37), podem ser resumidas afirmando-se que são as partes da informação que não variam sobre o fluxo do tempo, enquanto que outras variam. Invariantes transformacionais, por outro lado, são maneiras específicas de mudança das propriedades dos estímulos, e um modo específico e invariante de mudança; podemos entender como um padrão comportamental do estímulo sobre o fluxo do tempo. Vamos descrever agora, as noções de invariantes acústicas, no sentido que estamos mais preocupados com a percepção auditiva.

Para ilustrar o que estamos entendendo por invariante acústica estrutural vamos é a percepção da reverberação de um ambiente, de uma sala, por exemplo, (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2003a). Cada sala possui suas próprias características acústicas, e dentro dela um evento sonoro tem um tempo específico de reverberação, assim como alterações espectrais e outras propriedades acústicas especificadas pela sala. Existem padrões acústicos que estruturam a onda sonora, arranjados na disposição acústica (*acoustic array*⁶). Nesse sentido, invariantes estruturais são informações sobre um lugar ou um evento. Outro exemplo interessante é a comunicação telefônica (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2003a). Os sistemas de transmissão telefônicos são canais de comunicação com um filtro passa-banda específico, e nós podemos reconhecer tal canal mesmo em gravações sonoras, sem o conhecimento prévio de que tal gravação foi feita sobre um canal de transmissão telefônico. Podemos até simular tal efeito com a utilização de filtros com as mesmas características sobre algum evento sonoro. Queremos dizer é que a invariante acústica estrutural é a maneira como o meio, ou canal de transmissão, modifica a disposição acústica, fornecendo assim, informações sobre o ambiente para um percebido.

Ainda, a invariante acústica estrutural pode ser relacionada a objetos (ou uma fonte sonora) e não a lugares. Um exemplo adequado é a noção de timbre (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2003a; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2002). Mais especificamente, o timbre da voz de uma pessoa. Cada pessoa tem suas próprias características vocais, envelopes de formantes específicos. Isto ocorre porque cada pessoa tem um sistema fonador exclusivo, que resulta em

⁶ “*The acoustic array, just like the optic array, arises from the way in which surfaces structure the medium. During an event, an object set into vibration resonates at a range of frequencies characteristic of its size, shape, thickness, and density. The series of air pressure waves so produced is the acoustic array*”. (MICHAELS e CARELLO, 1981, p.166)

alterações específicas das ondas sonoras provenientes de um falante. Ou seja, cada aparelho fonador tem suas invariantes estruturais que especificam a voz de alguém. No caso do timbre de instrumentos musicais temos o mesmo fenômeno. Só consideramos o exemplo da voz mais adequado por poder ser noticiado por pessoas sem treinamento musical ou acústico.

Outra forma de invariante acústica é a chamada de transformacional. Ela é o padrão (temporal) de mudança de das características acústicas de um objeto ou de um evento. Padrões, normalmente, não são estáticos sobre o tempo e têm um modo particular de mudar. Suas invariantes estruturais são transformadas, resultando em invariantes transformacionais. No domínio sonoro, podemos pensar, por exemplo, no comportamento espectral de evento sonoro. Como já sabemos pela física (e mesmo pela percepção), um espectro sonoro não é estático sobre o fluxo do tempo, ele possui um comportamento espectral. Nos referimos, neste ponto, a tipo-morfologia de Pierre Schaeffer (1966) como um catálogo de invariantes transformacionais de objetos sonoros⁷. Um exemplo típico de invariante acústica transformacional é o efeito Doppler, onde o evento sonoro proveniente de um objeto em movimento é alterado em sua frequência em função da direção e da velocidade de deslocamento deste objeto ou do percebido sobre o ambiente (MICHAELS CARELLO, 1981, p26).

Os dois tipos de invariantes presentes num evento sonoro constituem informação-sobre algum objeto e/ou lugar, formam o ambiente acústico para um percebido. O ambiente acústico e sua disposição são onde a audição está situada.

5.3.2 Audição incorporada e situada.

Acreditamos que a pesquisa engajada com uma perspectiva ecológica da percepção deve apoiar-se não apenas nos órgãos do sentido, mas no corpo todo. No caso da audição humana, não devemos observar apenas a orelha externa, média e interna. Cada orelha está localizada num lado oposto da cabeça, e esta por sua vez é móvel sobre os ombros pelo movimento do pescoço (e em alguns animais mesmo a orelha externa é móvel). Também, a cabeça é parte de um corpo que se move, procurando ativamente por informação (GIBSON, 1966, p.75). Portanto, o sistema perceptual é incorporado e situado. Estes fatos põem mais

⁷ Em Toffolo et al (2003a) desenvolvemos esta relação entre as invariantes gibsonianas e a tipo-morfologia de Schaeffer.

complexidade no estudo da percepção, e tornam o trabalho dos modeladores computacionais mais ambiciosos, mas de qualquer forma acreditamos que o estudo da percepção deve considerar estes aspectos.

O percebedor busca ativamente por informação disponível no meio e adequada para suas constituições físicas. Além do fato que o meio-ambiente altera o estímulo, também o próprio percebedor o altera conforme move seu sistema cabeça-corpo. Sensações (e os parâmetros físicos) estão sempre mudando, mas informação não. A informação é a face estável do mundo (MICHAELS e CARELLO, 1981, p.40). Os sistemas perceptuais são incorporados e estão situados numa fusão de sensações instáveis onde ele adquire informações estáveis. Em áreas como a psicofísica, por exemplo, lida-se apenas com a medição das sensações e o estabelecimento de limiares perceptuais, mas deixa-se de lado o aspecto mais importante: estímulos carregam informação. E a informação não pode ser estudada fora da relação de um percebedor e seu ambiente, ou em outras palavras, ela não é redutível ao escopo da física.

Para detectar informação, existem capacidades de *self-tuning* nos sistemas perceptuais. Porém o *self-tuning* não pode ser satisfatoriamente explicado pela física por que relaciona-se à informação e não a energia. *Self-tuning* é a capacidade um sistema perceptual melhor interagir com os estímulos do ambiente para adquirir informação. Este processo é chamado de auto-sintonia porque o organismo não precisa controlar conscientemente partes do sistema perceptual, como os músculos da orelha externa e média. O processo de *self-tuning* é um processo auto-organizado que visa melhorar a recepção do sistema perceptual para a informação adequada.

Um pouco acima tratamos da noção de invariante, que é uma das noções relacionadas com a informação. A outra parte da informação que ainda não observamos é o *affordance*. O *affordance* só pode ser considerado na perspectiva de um organismo atuando sobre um ambiente; *affordances* não estão nem no organismo nem no ambiente isoladamente, estão na interação das duas partes. Michaels e Carello (1981, p.37) denominam *affordances* de “*informatio-for*”, ou informação-para um percebedor. Para um percebedor em especial, com um sistema perceptual específico para detectar informações disponíveis em estímulos do ambiente. Eventos e objetos do mundo possibilitam⁸ certas ações a alguns organismos, e ao

⁸ O termo *affordance* pode ser traduzido como possibilidade mas, em geral, mantém-se o termo na língua inglesa por que na teoria da percepção direta (GIBSON, 1966 e 1979) ele implica em um significado mais amplo. Gibson (1979, p.127) diz: “*I mean by it [the noun affordance and not the verb] something that refers to both the environment and the animal in a way that no existing term does. It implies the complementary of the animal and the environment.*”

mesmo tempo outros organismos nem sequer podem detectar tal informação. *Affordances* são específicos para cada espécie, de acordo com sua constituição física (GIBSON, 1979, p.127). Gibson (1979, p.127) aponta que: “*The affordances of the environment are what it offers the animals, what it provides or furnishes, either for good or ill*”.

Os *affordances* sonoros podem ser descritos por um conjunto de possibilidades de ação perante um evento sonoro num contexto específico. Sendo assim, um *affordance* sonoro é o que um som pode ‘possibilitar’ numa perspectiva de percepção-ação. Podemos pensar em *affordances* sonoros como não dependentes de aspectos culturais, codificados. Um exemplo pode ser o som de um tiro de revólver. O mesmo objeto sonoro, no caso o som de um tiro, pode gerar diferentes comportamentos em diferentes situações, apesar do som ser o mesmo. Imagine este som ouvido na largada de uma prova de atletismo ou dentro de uma sala de aula. Certamente podemos prever que diferentes comportamentos serão apresentados por indivíduos nestas duas condições específicas. Existem diferentes *affordances* para um mesmo objeto sonoro.

Porém, no caso da percepção musical precisamos considerar outros aspectos no sentido que a música pode ter aspectos de significação dependentes de uma codificação cultural, como ocorre com a linguagem natural. É o que Gibson (1966 e 1979) chama de percepção de segunda mão. Mas a relação entre a música e a linguagem natural não é direta, mesmo porque para se transmitir algo em música é necessário a utilização de um texto poético. O que consideramos interessante da abordagem ecológica com respeito à música é o fato que podemos considerar a relação entre percebedor, ambiente e obra. Temos uma relação dinâmica que possibilita o surgimento de diferentes ações (perceptuais) do ouvinte com respeito à obra.

Até aqui apresentamos uma descrição muito sucinta da abordagem ecológica da percepção auditiva, com o objetivo apenas de encaminharmos uma discussão da aplicação desta à música. Vamos agora a alguns casos onde propomos, assim como outros pesquisadores, tal aplicação.

5.3.3 A perspectiva ecológica da percepção aplicada à música.

Podemos relacionar a abordagem ecológica da percepção a diferentes aspectos dentro da área da música, como na composição, na análise musical, na educação musical, entre outras. Vamos nesta seção descrever algumas destas aplicações.

Em Oliveira e Oliveira (2002) apresentamos uma proposta para o entendimento da noção de timbre de acordo com a abordagem ecológica da percepção. Em suma, o que se afirma em tal artigo é que a noção de timbre pode ser descrita como um parâmetro ecológico de alta-ordem. Gibson (1966) propõe que passemos a entender os parâmetros físicos do som, como parâmetros ecológicos, ou seja, entre outras coisas, entendê-los e classificá-los como de baixa-ordem, ou de alta-ordem, e considerar os sons com significados perceptuais (*meaningful sounds*). Um parâmetro de alta-ordem é aquele que está subordinado ao fluxo do tempo, aquele que não pode ser considerado fora desse fluxo. Conseqüentemente, parâmetros de baixa-ordem são aqueles que não levam em conta o fluxo temporal, e podem ser analisados e descritos discretamente. Assim, como vemos na citação abaixo, Gibson descreve o que entende por considerar parâmetros físicos como ecológicos, levando em conta o fluxo temporal:

“Meaningful sounds, however, vary in much more elaborated ways than merely in pitch, loudness, and duration. Instead of simple duration, they vary (...) in repetitiveness, (...), in regularity of rate, or rhythm (...). Instead of simple pitch, they vary in timbre, or tone quality, in combinations of tone quality, (...) and change of all this in time. Instead of simple loudness, they vary in direct of change of loudness (...). In meaningful sounds, this variable can be combined to yielded higher-order variables of staggering complexity” (GIBSON, 1966, p.87).

Essa maneira de entender o timbre como um parâmetro de alta-ordem, vem ao encontro do que estamos propondo nesse artigo: considerar o timbre em uma categoria distinta da que se considera altura e intensidade. Pensamos que esses últimos podem ser considerados parâmetros de baixa-ordem, pois não são considerados sob o fluxo temporal, (e.g. uma determinada frequência não sofre alteração se for aumentada ou diminuída sua duração, ou ainda, uma certa amplitude pode ser mantida inalterada conforme se modifica sua duração). Com o timbre a situação é completamente outra, ele precisa de tempo para acontecer, é um parâmetro completamente baseado no fluxo temporal em que ocorre; a interrupção ou alteração de tal fluxo atrapalha e até impossibilita seu reconhecimento.

Em princípio nos parece que essa é uma alternativa ao entendimento tradicional (da física e psicofísica) em explicar timbre como o realce de harmônicos no espectro sonoro, ou série harmônica, e de analisá-lo com ferramentas como FFT. Para essa concepção, o timbre depende de como o espectro sonoro e os outros parâmetros se comportam no fluxo temporal. Observe-se que é completamente diferente de dizer que o timbre é um parâmetro físico do som tal como altura e intensidade. A abordagem ecológica nos fornece subsídios para entender timbre como padrão de alta-ordem, ou seja, considerado enquanto ocorrendo no fluxo temporal, e indissociável dele. Tal caracterização do timbre como parâmetro ecológico de alta-ordem pode levar a novos paradigmas composicionais, que se caracterizem pelo apoio mais na percepção do que na sintaxe.

A abordagem ecológica da percepção pode ser aplicada à composição musical contemporânea. Em Keller e Truax (1998) e em Keller (1999) encontramos a descrição de processos de síntese sonora por computador idealizados de acordo com a abordagem gibsoniana da percepção. Em Oliveira e Oliveira (2003a) também se encontra uma proposta ecológica de composição musical de paisagens sonoras. Paisagens sonoras são uma modalidade composicional onde o material sonoro utilizado consiste de gravações de ambientes e eventos. O compositor pode alterar computacionalmente o material gravado mudando, assim, a relação perceptual estabelecida do objeto sonoro e sua fonte. Isso leva a geração de ambigüidade, pela mudança do significado perceptual de um objeto sonoro. Pelo tipo de material utilizado já se torna clara a relação destas obras com a abordagem ecológica da percepção.

Podemos, ainda relacionado às paisagens sonoras, utilizarmos as noções ecológicas da percepção para a análise de obras. Em Windsor (1995) encontra-se uma proposta de análise para música acusmática apoiada em parte na abordagem ecológica da percepção. No caso de paisagens sonoras, em Toffolo et al. (2003b) estipulamos algumas considerações iniciais de uma perspectiva analítica ecologicamente orientada. Muitos dos problemas analíticos relacionados às paisagens sonoras dizem respeito a uma tentativa de se buscar por uma sintaxe que estruture o processo composicional e perceptual de tais obras (TRUAX, 1996). Defendemos que tal problema deve ser superado pela sua reformulação. Segundo Emmerson (1986), as Paisagens Sonoras podem ser consideradas um tipo de composição de sintaxe abstraída e discurso musical mimético. Isso significa que no nível do discurso musical as paisagens sonoras

são constituídas por objetos sonoros referenciais e significativos, podendo ser considerada um tipo de composição em que tanto a sintaxe quanto à semântica emergem dos eventos sonoros percebidos. Uma análise deste tipo de obra deve se apoiar na significação perceptual de objetos e eventos sonoros pela noção de *affordance* e invariantes.

Atualmente, estão sendo propostas relações da ecologia perceptual com a educação musical (OLIVEIRA, 2003). Colocar a descrição do fenômeno perceptual dentro da relação percepção-ação, pode levar ao desenvolvimento de outras formas de se propor uma educação auditiva e musical.

Todas as menções acima estabelecidas demonstram uma relação ainda inicial da abordagem ecológica à música. Acreditamos que existem muitas situações na música contemporânea, mas não somente nela, nas quais tal relação se faz pertinente e promissora. Porém, muitos aspectos precisam ser mais desenvolvidos para haver uma consolidação da aplicação da abordagem ecológica da percepção à atividade musical, seja analítica ou composicionalmente.

5.4 Emergentismo e música⁹.

Nesta seção vamos apresentar uma proposta de se abordar a música pelo viés das teorias do emergentismo. A primeira pergunta que se apresenta, neste sentido, é: por que o emergentismo contribui para explicar fenômenos musicais?

Por exemplo, no século XVIII Giuseppe Tartini elaborou seu tratado musical baseado no fenômeno da combinação de sons: em certas circunstâncias quando dois sons são tocados ao mesmo tempo, um terceiro som pode ser percebido sendo sua frequência a diferença entre os dois originais. Tartini acreditava que o terceiro som percebido existia acusticamente, e usou esse fenômeno para diferenciar consonância de dissonância. Esta diferenciação foi o ponto de partida para seu sistema teórico musical.

⁹ Este conteúdo encontra-se publicado em Oliveira et al. (2003). Apresentamos aqui uma tradução de parte deste artigo com acréscimos e alterações, por parte de um dos autores.

No século XX algumas teorias fizeram algo similar ao que Tartini fez, mas com diferentes contextos e objetivos. Estas teorias tentaram explicar ou criar regras musicais a partir do fenômeno acústico (físico) exclusivamente, ou muitas vezes a partir apenas de relações matemáticas. Tais teorias dirigem-se para um formalismo que normalmente deixa a percepção de lado, como no serialismo, teorias gerativas da música, modelos de IA da composição musical, sistema de *pitch-class* etc. Obviamente não negamos a clara importância destas teorias. Mas, como atualmente sabemos que, por exemplo, a combinação de sons de Tartini não existe acusticamente, sendo um fenômeno resultante da estrutura e do funcionamento do sistema auditivo, podemos afirmar que um melhor conhecimento da percepção auditiva pode contribuir para uma explicação mais profunda e completa de fenômenos musicais. Especialmente por meio do emergentismo, porque ele pode considerar tanto os aspectos internos quanto os externos da percepção. Pelo emergentismo não se explica o fenômeno pela sua redução a propriedades físicas, o que acarretaria no desaparecimento de muitas propriedades ditas emergentes. Contudo, no emergentismo existe a tentativa de explicar o surgimento de propriedades sem uma perspectiva metafísica. Muitas propriedades sonoras e/ou musicais, e até a música propriamente, são inexplicáveis de um ponto de vista exclusivamente acústico ou por um sistema formal de regras aplicadas a objetos sonoros. Um outro ponto de vista é necessário para explicar tais fenômenos, e esta é uma das contribuições que o emergentismo pode oferecer à música e a musicologia¹⁰.

5.4.1 Tipo de emergentismo.

Na linguagem ordinária o termo emergência é empregado apenas para significar que algo que não existia antes apareceu. Além de uso comum o termo emergência é empregado, nas chamadas filosofias emergentistas, num sentido técnico. Neste sentido técnico o termo e seus derivados são empregados para uma variedade de categorias, incluindo propriedades, disposições estruturas, entidades, comportamentos, fenômenos etc. Mas todos estes diferentes usos podem ser facilmente relacionados e traçados de volta a noção de propriedade emergente ou estrutura emergente (EL-HANI, 2003b). Stephan (1998) nos fornece uma classificação dos

¹⁰ Vale ressaltar que acreditamos existir uma relação bastante próxima entre o estudo do emergentismo e da abordagem ecológica da percepção. Tal relação é adequada para explicar processos emergentes postulados na teoria Gibsoniana (1966 e 1979).

diversos tipos de emergência encontradas na literatura filosófica e científica. Ele postula seis diferentes versões do emergentismo: emergentismo fraco, emergentismo sincrônico, emergentismo diacrônico fraco, emergentismo diacrônico forte, emergentismo diacrônico de estrutura, e emergentismo diacrônico forte de estrutura. Obviamente, existem muitos aspectos envolvidos nesta taxonomia, e iremos aponta-los de maneira bastante breve em seguida.

Três importantes noções estão envolvidas neste esquema: irreducibilidade, novidade e imprevisibilidade. No entanto, outras noções estão implicitamente relacionadas a estas na classificação de Stephan (1998). O emergentismo fraco compreende três teses básicas. A primeira, o monismo físico, sustenta a crença da generalidade da física e a inclusão de níveis mais altos, como o biológico, o mental e o social, e as propriedades (disposições, estruturas e comportamentos) emergentes destes níveis dentro no nível físico. A segunda tese postula a existência de propriedades sistêmicas, propriedades que um sistema apresenta mas nenhuma das partes constituintes deste possuem. Propriedades emergentes são um tipo específico de propriedade sistêmica. A terceira tese, determinação sincrônica, afirma que qualquer propriedade emergente é nomologicamente dependente das condições basais encontradas na micro-estrutura de um sistema que a instancia. Assim, podemos dizer que propriedades emergentes são sincronicamente determinadas pela micro-estrutura do sistema¹¹. Determinação sincrônica estabelece que duas propriedades emergentes, *A* e *B*, as quais parecem ser causalmente dependentes uma da outra, são na verdade ambas causadas por uma dada seqüência de arranjos dos constituintes do sistema e suas propriedades na micro estrutura do sistema, *C*. O comportamento observado quando tal sistema passa da propriedade emergente *A* para *B* é nomologicamente causado, nesse caso, por uma diferença no arranjo das propriedades locais dos micro-constituintes do sistema, *C*.

O emergentismo sincrônico mantém as três teses apresentadas acima e adiciona a noção de irreducibilidade. Existem duas diferentes noções de irreducibilidade na literatura: irreducibilidade sustentada pela não-analisabilidade das propriedades sistêmicas ou por causalção descendente. Na primeira noção, para uma propriedade sistêmica ser irreducível ela não pode ser analisada (inanalísabilidade) em termos do comportamento de um sistema, não importando se esse comportamento é descrito micro ou macroscopicamente. Isto é, a

¹¹ Anteriormente, esta idéia havia sido associada na versão fraca do emergentismo, como a tese da superveniência mereológica. A razão porque está última tese pode ser considerada como mais fraca do que a determinação sincrônica se sustenta no fato dela, a superveniência mereológica, não considerar a determinação ou a dependência das propriedades do sistema pela micro-estrutura (EL-HANI, 2003b). Superveniência simplesmente postula um padrão de co-variância entre dois conjuntos de propriedades, e não se pode estabelecer diretamente uma relação (metafísica) de dependência/determinação das propriedades co-variantes (KIM, 1993 e 1997; HEIL, 1998; BAILEY, 1999).

emergência de tais propriedades não é explicável pelo comportamento dos componentes do sistema. Se tal propriedade emergente é inalisável, ela pode certamente ser irreduzível. Um exemplo típico, talvez o único, é encontrado na filosofia da mente, notoriamente em argumentos sobre a irreduzibilidade dos qualia quando alegadas como propriedades intrínsecas e não relacionais. A segunda condição sustenta que a irreduzibilidade de uma propriedade provém de sua não-dedutibilidade pelo comportamento dos componentes do sistema. Neste caso, o comportamento específico dos componentes do sistema, os quais sincronicamente determinam uma dada propriedade sistêmica, não se apresenta no comportamento das partes constituintes deste sistema isoladamente ou agregadas em diferentes tipos de sistemas. Então, a propriedade sistêmica determinada pela micro-estrutura específica pode ser irreduzível. É nesta conjuntura que a noção de causalidade descendente entra em cena. Se qualquer uma das condições ou de inalisabilidade ou de não-dedutibilidade por causalidade descendente é satisfeita, existe um caso de irreduzibilidade de propriedades sistêmicas.

O emergentismo diacrônico adiciona mais duas teses ao emergentismo fraco: novidade e imprevisibilidade. Novidade é definida no sentido que “*already existing building blocks will develop new constellations; new structures will be formed that constitute new entities with new properties and behaviours*” (STEPHAN, 1998, p.645). A idéia básica é que novas estruturas podem surgir de diferentes modos de se arranjar elementos já existentes, e estas novas estruturas, encontradas em novos tipos de sistema, instanciam novas propriedades e comportamentos emergentes. Percebe-se aqui o importante princípio de que estruturas emergentes são as bases de para uma propriedade emergente. Normalmente novidade é associada com imprevisibilidade, e, neste sentido, existe a diferenciação entre algo que é simplesmente novo de algo que é genuinamente novo, porque este não é o único caso que algo surgiu pela primeira vez, mas também de que seu surgimento não pode ser previsto por conhecimentos anteriores. Nesse sentido, algo que é genuinamente novo é teoricamente imprevisível, apesar de que pode ser o caso que, uma vez surgido, pode-se indutivamente prever outras aparições, dado que propriedades sistêmicas dependem nomologicamente da micro-estrutura do sistema. Então, pode-se prever, por pensamento indutivo, que se uma micro-estrutura específica é instanciada num certo tipo de sistema, uma propriedade emergente específica será também instanciada. Alguns emergentistas não combinam a noção de novidade com a de imprevisibilidade, como Bunge (1977), Blitz (1992), e El-Hani (2000 e 2003a,b). Para estes emergentistas, algo é novo se nunca aconteceu antes no curso da história independentemente da sua (im)previsibilidade (EL-HANI, 2003a,b).

Uma propriedade emergente pode ser imprevisível se é instanciada por um certo tipo de estrutura num certo tipo de sistema, e a estrutura é imprevisível; ou mesmo quando a estrutura é previsível, a emergência de uma propriedade pode ser imprevisível por si própria, porque tal propriedade é irreduzível. No que concerne à imprevisibilidade de estruturas, Stephan (1998, p.647) afirma que “*the rise of novel structures is unpredictable in principle, if their formation is governed by laws of deterministic chaos. Likewise, any novel properties that are instantiated by those structures are unpredictable in principle.*” No entanto, sua argumentação depende de inferências sobre o que um demônio laplaciano ou uma supercalculadora pode ou não pode saber, e isto enfraquece o argumento como um todo, já que não temos um critério claro sobre a validade deste tipo de inferência, sobre capacidade de tal criatura fantástica (EL-HANI, 2003b). El-Hani (2003a) defende um entendimento da emergência a qual reconhece a possibilidade de uma propriedade emergente mostrar-se previsível pelo conhecimento das partes do sistema, e, mesmo assim, ser propriamente caracterizada como emergente. O autor considera que uma teoria da emergência a qual deixa de lado a noção de imprevisibilidade é mais convincente; enquanto que o oposto pode ser verdadeiro se a teoria considerar propriedades emergentes como imprevisíveis pelo conhecimento das partes. É difícil, ainda, sustentar a idéia de uma em princípio imprevisibilidade teórica de propriedades e/ou estruturas emergentes porque os exercícios de pensamento que suportam esta idéia, baseados em criaturas fantásticas como o demônio laplaciano, dependem de se assumir certas posturas sobre o determinismo ou indeterminismo do universo. Por exemplo, se o determinismo não for verdadeiro, um demônio laplaciano será incapaz de prever a emergência de uma dada propriedade ou estrutura, não importando seu conhecimento absoluto. Mas, como os debates sobre o determinismo são muito complexos e controversos, parecendo estarem distantes de qualquer solução aceitável como definitiva, ele pode ser um fardo muito pesado para um conceito de emergência carregar. Uma consideração da emergência que não se apóia em pressupostos como tal, sobre a natureza do universo é claramente preferível. E argumentos que negociem a quantidade ou tipo de conhecimento que um demônio laplaciano deve ter, como aqueles postulados por Stephan (1998), parecem muito fracos para suportar qualquer conclusão cogente (EL-HANI, 2003b).

Devemos elencar aqui algumas questões adicionais no escopo da musicologia. O emergentismo diacrônico parece mais adequado neste caso já que considera a evolução do tempo, e música lida diretamente com a dimensão temporal. Contudo, outros aspectos possivelmente envolvidos com a atividade musical, como qualia, podem ser melhor abarcados por um emergentismo sincrônico. De qualquer forma, se tem-se um problema bem formulado

sobre alguma propriedade musical, pode-se estabelecer uma consideração emergentista adequada para esta propriedade musical tendo-se em mente que variedade de emergentismo é mais condizente com ela. Neste sentido a taxonomia de Stephan (1998) é uma ferramenta bastante valiosa.

Em todo caso, argumentos como a exposto acima, apontam inequivocamente para teoria emergentista forte, combinando pelo menos as noções de novidade (com ou sem imprevisibilidade) com a noção de irreducibilidade. Com este respeito, El-Hani e Pihlström (2002) resumizam os princípios gerais de uma teoria emergentista diacrônica forte como sendo:

- (i) [fiscalismo ontológico] Tudo o que existe no mundo espaço-temporal são campos físicos, e as partículas básicas reconhecidas pela física e seus agregados;
- (ii) [novidade qualitativa] Evolução é um processo universal de mudança que produz novidade qualitativa em todos os domínios da realidade;
- (iii) [emergência de entidades complexas de alto-nível] Sistemas com alto nível de complexidade emergem da junção de entidades de baixo-nível em novas configurações estruturais (novas formas de relação entre entidades);
- (iv) [propriedade emergente] Novidade qualitativa aparece quando sistemas materiais alcançam um apropriado grau de complexidade organizacional, instanciando um tipo genuinamente novo de formas relacionais as quais realizam, por sua vez, propriedades genuinamente novas no nível do sistema como um todo. Duas características devem ser enfatizadas no relacionamento entre emergentes e suas condições basais: (a) um dado conjunto de propriedades emergentes (o qual pode ser unitário) é instanciado quando, e apenas quando, certas condições basais adequadas são satisfeitas pela micro-estrutura; (b) o dado conjunto de propriedades emergentes (o qual pode ser unitário) precisa, por um caráter legisforme, ser instanciado quando o tipo certo de formas relacionais está presente num sistema material, sendo assim, sempre que as condições basais são satisfeitas, aquele conjunto específico de propriedades emergentes deve ser observado;
- (v) [teoria dos níveis] A realidade pode ser descrita como uma estrutura de níveis irreducíveis, no qual cada nível consiste de sistemas caracterizados por pelo menos uma propriedade emergente;

- (vi) [irreduzibilidade/imprevisibilidade dos emergentes] Propriedades emergentes são irreduzíveis aos, e imprevisíveis dos, fenômenos de baixo-nível dos quais emergem;
- (vii) [causação descente] Entidades de níveis altos manifestam genuinamente novos poderes causais, de forma que eventos de baixo-nível ocorrem de maneira diferente devido as primeiras.

5.4.2 Um exemplo na música: a visão da relação entre consonância e dissonância como fenômeno emergente.

Schoenberg, no início de *Harmonielehre* (1974), argumenta que a absoluta e tradicional dicotomia entre consonância e dissonância é equivocada e mal entendida. Contudo, por motivos práticos ele decide construir sua teoria sobre o entendimento tradicional da relação consonância-dissonância, explicando-as como distância entre parciais harmônicos e o som fundamental. Quanto mais próximos são os parciais mais consonantes eles são, e os mais distantes são mais dissonantes. Transforma-se a dicotomia numa questão de gradação. Alternativamente, Roederer (1998) nega a crença histórica que consonância e dissonância são apenas propriedades físicas, alegando que propriedades culturais estão envolvidas nesta questão. Ele acredita que quando dois sons simultâneos são ouvidos e quase todos os parciais estão dispostos concorrentemente, o som é consonante, de outra forma é dissonante. Quanto mais batimentos houver mais dissonância será percebida. Além disso, na sua teoria, toma-se como garantido que o sistema auditivo não aprecia batimentos, preferindo intervalos com uma razão freqüencial por integrais inteiros. Roederer (1998), apoiado na teoria de Terhardt (1974), propõe um processador central de alturas no cérebro que funciona como um reconhecedor de padrões, e tal processador tem um papel fundamental na determinação subjetiva de consonância. Existe ainda um processo de familiarização pela exposição com intervalos dissonantes, que após um certo grau de familiaridade passam a ser percebidos como consonantes. Pela abordagem de Roederer, a relação consonância-dissonância não se reduz à física no sentido que ele apela (mesmo que vagamente) para aspectos culturais e evolucionários, postulando uma emancipação linear da dissonância na história da música (1998, p.245). Contudo, nós negamos tal linearidade evolutiva da aceitação da dissonância na história da música (da oitava à segunda menor, ou de uma razão freqüencial de $2/1$ para $16/15$).

Por exemplo, no século XIV, os compositores da *ars nova* costumavam colocar uma ênfase expressiva sobre intervalos harmônicos de segundas (GROUT e PALISCA, 1994). Na nossa perspectiva, um ponto de vista apenas histórico ou evolucionário não provém uma justificativa completa para classificações de intervalos como consonantes/dissonantes.

Wright e Bregman (1987), baseados na teoria do *auditory stream segregation*, colocam a noção de intervalo (assim como a de timbre) como uma propriedade emergente no sentido que sua qualidade é mais do que soma dos componentes. Então, eles apelam para a noção de não-aditividade como base para qualificar o intervalo como propriedade emergente. Entretanto, uma abordagem emergentista, seja na musicologia ou em outra área de pesquisa, não tem muito que ganhar com o argumento de que propriedades emergentes são mais do que a soma das propriedades das partes do sistema, i.e., que propriedades emergentes são não-aditivas, desde que não-aditividade pode muito bem ser situada numa perspectiva reducionista que leve em consideração as estruturas relacionais de um sistema (LEVINE et al., 1987; EL-HANI e PEREIRA, 1999)¹². Continuando, Wright e Bregman argumentam que processos psicológicos de fusão de componentes são de alguma forma equivocados, “(...) *since independent partials do not originate from acoustic sources in the world; only complex waveforms do*” (1987, p.65). Neste sentido, os mecanismos da audição precisam decompor os parciais em vez de atuarem como um mecanismo de fusão espectral. Mas para propriedades emergentes surgirem na percepção, os diferentes sons precisam se combinar num único evento. Os autores apontam que impulsos nervosos provenientes da membrana basilar direcionados à centros processadores de alto-nível são interlaçados. Assim, existe um processo de análise de padrões auditivos extraídos da mistura acústica depois que impulsos nervosos deixam a orelha interna, operando sobre princípios que governam fusão e segregação de padrões. Talvez, este processo possa ser considerado na linguagem da causalção descendente, evitando o apelo para a noção de não-aditividade, e, ao contrário, apelando-se para a não-dedutibilidade do comportamento dos componentes como partes de um sistema de alto-nível, dada a influência descendente do sistema como um todo para o comportamento das suas partes.

Os princípios da teoria do *auditory stream segregation*, utilizados por Wright e Bregman (1987), são: princípio da proximidade, o da similaridade, o do pertencimento (*belongingness*), e da sincronicidade (BREGMAN e CAMPBELL, 1971). Tais princípios são empregados para explicar as configurações específicas que conjuntos de sons devem assumir

¹² Em El-Hani e Pereira (1999) existe uma discussão crítica do mote holístico de que o todo é mais do que a soma das partes.

para que alguns processos de formação de padrões perceptuais se façam presentes. Os padrões são emergentes no sentido de que eles surgem sobre condições específicas, como experimentalmente observado (BREGMAN e PINKER, 1978), e uma vez que padrões tenham surgido eles direcionam (determinam) a percepção dos elementos básicos, segregando ou fundindo notas numa seqüência, à moda da causação descendente. Estes princípios podem levar a uma abordagem nova da análise musical, explicando tratamentos usuais da dissonância por processos de formação de padrões na percepção, tanto para a música tonal como para a não tonal. Além disso, a teoria do *stream segregation* parece ser adequada como uma interessante ferramenta dirigida a compositores, evidenciando como a percepção pode se comportar em certos contextos musicais.

Baseados nos princípios da *auditory stream segregation*, Wright e Bregman (1987) derivam princípios musicais de *stream segregation* específicos para o controle da dissonância. Existem duas forças competitivas na segregação de *streams*: horizontal versus vertical, ou em termos musicais, melódica versus harmônica. A força horizontal leva a formação de padrões seqüenciais como melodia e ritmo, e a vertical agrega eventos simultâneos criando propriedades emergentes como timbre e dissonância. Os fatores acústicos são imperativos nos processos de formação de padrões, mas não são suficientes para explicar o tratamento musical da dissonância, por exemplo. No caso específico de controlar a emergência de dissonância em música, além dos fatores puramente acústicos existem princípios derivados da teoria do *stream segregation* que podem ser utilmente aplicados em áreas como contraponto. Sincronicidade harmônica e proximidade melódica são fatores influentes para a dissonância de um intervalo, podendo ela ser enfatizada ou suavizada; como o princípios da sincronicidade e da proximidade estatuaem, quando notas não são simultaneamente atacadas e estão suficientemente distantes uma da outra, a percepção tende a considera-las como dois eventos distintos, atenuando a dissonância entre elas. Outro aspecto envolvido é o princípio da trajetória: além da simultaneidade de dissonâncias, quando elas estão num contexto melódico bastante previsível, como em duas escalas em movimento contrário, existe a tendência de dirigir a percepção mais a seqüências horizontais do que as relações harmônicas dissonantes. Existe a tendência de agregar-se notas como se elas pertencessem a padrões bem estabelecidos, coerentes como escalas. Outro princípio relativo a padrões é o da repetição: a repetição de padrões contribui para a segregação de *streams*, como em um *ostinato*. Mesmo em *ostinati* com intervalos harmônicos muito dissonantes entre as vozes temos uma atenuação da dissonância na percepção pelo fato de que tendemos a agrupar padrões horizontalmente sobre as repetições, e não focar nossa percepção sobre as relações verticais de tais *ostinati*.

Movimento paralelo também sustenta um papel importante na segregação de *streams*. Ambos movimentos paralelos reais e tonais tendem a direcionar a percepção das dissonâncias envolvidas como “*accidental by-products of the interaction of two highly coherent auditory streams*” (Wright & Bregman, 1987, p.86).

A abordagem de Wright e Bregman (1987) da dissonância não é uma alternativa para o entendimento tradicional desta, mas uma complementação justificada por meios experimentais. A explicação da dissonância não é reduzida à uma propriedade matemática estática da razão entre parciais, mas insere-se numa perspectiva emergentista, baseada em propriedades dinâmicas, emergentes e sensíveis ao contexto. Nesse sentido, encadeamentos e condução de vozes da harmonia e contraponto, muitas vezes consideradas como ornamentais ou por um método de encadeamento baseado apenas numa sintaxe *a priori*, são, ao contrário, consideradas como casos particulares onde os princípios de segregação e fusão de padrões sonoros explicam a sua percepção. Temos aqui um exemplo muito bom de como um alto-nível pode designar uma estrutura musical de baixo-nível, e, então, o que podemos chamar, numa perspectiva emergentista, de uma influência causal descendente. A interação de ambos os níveis é essencial e gera a emergência de fenômenos específicos na audição, sendo a percepção da consonância e dissonância discutida até aqui um dos exemplos mais proeminentes.

Quando a dissonância está numa situação independente de contexto, como num experimento típico de psicofísica, ela pode ser tomada como uma propriedade não-aditiva. A dissonância resultante de um acorde é mais do que a soma das partes (notas). Por exemplo, um acorde de sétima de dominante tem um trítone enquanto que um acorde de sétima diminuta tem dois, mas não podemos falar que o segundo é duas vezes mais dissonante do que o primeiro. Nós argumentamos, ainda, que a dissonância pode ser claramente considerada como uma propriedade irredutível (sendo sua irredutibilidade justificada por argumentos mais fortes do que aquele da não-aditividade) quando está num contexto musical. Ela será irredutível no sentido que apenas a acústica não pode explicar totalmente nossa percepção dinâmica da dissonância na audição de uma peça musical. Nós precisamos considerar comportamentos perceptuais, como os princípios de *auditory stream segregation* discutidos acima. Aqueles princípios são dependentes tanto das propriedades acústicas do fenômeno sonoro quanto das propriedades e disposições psico-fisiológicas do sistema perceptual auditivo.

Quando considerando o contexto musical dinâmico no qual um particular intervalo é ouvido, nós encontramos a possibilidade de elaborarmos versões mais fortes do emergentismo

em música. Dentro de uma peça musical a dissonância é uma propriedade emergente diacrônica, dependente do tempo e do contexto. Todas as características envolvidas são físicas, como o fisicalismo ontológico postula, mas, quando ela é percebida, processos de formação de padrões passam a existir, e, então, nós adentramos num novo nível de análise que traz as noções de novidade, imprevisibilidade e irredutibilidade consigo. A noção de novidade está relacionada à noção de imprevisibilidade a partir dos componentes acústicos, no sentido que não existe um método confiável de prever a quantidade de dissonância que será experienciada por um ouvinte. Mas percebe-se que este fato é de natureza apenas prática, e não o caso de uma imprevisibilidade em princípio, de forma que apenas uma versão fraca do emergentismo diacrônico pode ser formulada, nas bases da noção de novidade. Alguns aspectos parecem ser dependentes de níveis mais altos dos processos perceptuais e da expectativa gerada num ouvinte num contexto musical específico, nos aparentando um modo mais convincente de uma teoria emergentista forte, baseada na noção de causalção descendente.

É por isso que uma determinada condição é dissonante fora de um dado contexto e não o é dentro de outro contexto. Dentro de um contexto musical, a dissonância deixa sua existência como apenas um fenômeno acústico e passa a ser considerada como uma entidade de padrão musical, uma estrutura musical. Esta estrutura musical é a concatenação de vários níveis musicais¹³ (de notas isoladas à forma global) evoluindo sobre o tempo de duração de uma peça musical que direciona a percepção da dissonância como uma propriedade sistêmica. A estrutura musical é a condição basal a qual instancia uma propriedade emergente, a dissonância, de acordo com o quarto princípio apresentado por El-Hani e Pihlström (2002): (a) uma propriedade emergente é instanciada quando, e apenas quando, certas condições basais apropriadas são satisfeitas pela micro-estrutura, sendo o caso que estas condições basais são adequadamente consideradas pela teoria de *auditory stream segregation* (BREGMAN e CAMPBELL, 1971); e (b) uma propriedade emergente precisa ser instanciada quando o tipo certo de relacionamento entre as partes é encontrado num sistema material (acústico), de forma que sempre que as condições aquelas basais são satisfeitas, a propriedade emergente específica deve ser observada. Novamente, esta última característica pode ser experimentalmente observada, como mostrado por Wright e Bregman (1987).

Os pensadores do emergentismo em geral postulam que a realidade pode ser descrita como consistindo de vários níveis irredutíveis, cada um com pelo menos uma propriedade

¹³ Quando dizemos níveis musicais, consideramos que existem níveis mentais envolvidos neles. Música lida com aspectos internos e externos ao mesmo tempo, sendo a percepção a ponte entre tais aspectos.

emergente caracterizando as entidades classificadas como pertencentes a eles (EL-HANI PILHSTRÖM, 2002). Acreditamos que esta tese está proximamente relacionada com a experiência musical de um ouvinte, desde os níveis locais da acústica até a apreensão da obra como um todo significativo. Neste espaço multifacetado, sobre o nível acústico está no nível das características intervalares, o qual tem propriedades irreduzíveis como a relação consonância-dissonância, e ao mesmo tempo, existem outros níveis acima do nível das características intervalares, envolvendo contrastes de motivos e períodos, por exemplo, até que se alcance os níveis mais altos, como o da peça como um todo. E, além da coexistência dos vários níveis, aqueles mais altos podem exercer uma influência, a qual pode ser tomada como um tipo de poder causal, nos níveis inferiores.

Em muitas teorias da emergência, a noção central envolvida é a de causação descendente, significando que um fenômeno de alto-nível pode causar ou determinar fenômenos de baixo-nível; sendo tal determinação explicada como uma restrição influenciando o comportamento das partes por El-Hani (2003a). Se combinarmos as noções de causação ascendente e descendente iremos obter uma causalidade circular que pode explicar o comportamento perceptual envolvido na escuta musical. A escuta como uma atividade sobre o tempo está baseada nos eventos passados (estruturas percebidas), os quais geram a expectativa dos eventos (estruturas) subseqüentes. Similarmente, nossa percepção pode focar diferentes níveis da estrutura musical, e esta flexibilidade muda o modo como apreendemos uma obra como um todo. Além do mais, o modo como entendemos o todo cria novas disposições perceptuais, em termos comportamentais, para a escuta dos elementos musicais de baixo-nível. Em nosso ponto de vista, a causação descendente é uma noção muito adequada para a explicação dos processos envolvidos com a percepção musical, considerando-se a música como um fenômeno dinâmico dependente tanto de aspectos acústicos (externos) quanto mentais (internos). Neste sentido, a causação descendente pode estar sob consideração na musicologia, dado a crença que a musicologia deve considerar aspectos perceptuais em suas explicações. No caso da dissonância, um exemplo de causação descendente pode ser observado nas seqüências de *ostinati*, como já apontado. Como Wright e Bregman (1987) demonstram, o uso de repetições de padrões pode suavizar a aspereza de intervalos dissonantes, devido ao foco perceptual sobre relacionamentos de padrões ao invés dos intervalos concomitantes. Assim, as estruturas acústicas de nível local geram um comportamento perceptual emergente (causação ascendente), que, por sua vez, causa uma apreensão específica da própria estrutura acústica (causação descendente).

Como discutido até agora, de um lado as teorias tradicionais da dissonância a concebem como uma propriedade redutível à física, sem nem uma dependência temporal nem um aspecto de imprevisibilidade. De outro lado, tomar-se a relação consonância-dissonância como apenas uma questão de determinação cultural não clarifica sua natureza ou aplicabilidade. Em nossa perspectiva, acreditamos que, quando se entende a dissonância num sentido de uma propriedade emergente, está-se trabalhando numa abordagem na qual tal fenômeno tende a melhor ser entendido e caracterizado. Quando alguém desce ao nível apenas físico, o fenômeno da dissonância é simplesmente perdido ou pelo menos mal entendido, dado a ausência de uma consideração suficiente para seus aspectos dinâmicos, contextuais e perceptuais. Isto parece ser um caso no qual uma descrição multi-nivelada combinada com um único sistema explicativo é muito mais frutífero do que uma descrição por um único nível, seja ele um nível alto ou baixo (EL-HANI, 2003a). É neste sentido que nós argumentamos que as filosofias emergentistas podem fornecer uma importante e frutífera abordagem para a musicologia.

5.5 Discussão das propostas apresentadas.

Como dissemos no início deste capítulo, as propostas que apresentamos são ainda bastante iniciais, e sendo assim, muitos aspectos carecem de definição mais clara e mesmo alguns problemas ainda esperam por solução. Vamos apontar alguns pontos, especificamente para a abordagem ecológica da percepção e da perspectiva emergentista da música. Tentaremos, ainda, aqui apresentar uma relação mais direta da contribuição que tais teorias podem oferecer à composição musical contemporânea.

Com relação à abordagem ecológica da percepção, acreditamos que existe uma lacuna explicativa com respeito à falta de uma correlação mais direta das noções perceptuais gibsonianas, especificamente invariantes e *affordances*, com mecanismos fisiológicos de baixo-nível. Queremos dizer que para uma maior validação desta perspectiva explicativa da percepção precisa-se encontrar mecanismos que sustentem processos de detecção de invariantes, por exemplo. Uma alternativa para a superação deste problema pode se dar com a relação da abordagem ecológica da percepção com a teoria de sistemas dinâmicos. A teoria dos sistemas dinâmicos fornece um rico ferramental descritivo para processos e mecanismos cerebrais que podem, possivelmente, relacionarem-se à descrição ecológica da percepção.

Kelso (1995, p.194) aponta que mesmo a noção de *affordance* pode ser adequadamente relacionada à teoria dos sistemas dinâmicos. Apesar de que, talvez, alguns pontos da teoria de Gibson (1966 e 1979) tenham que ser revistos. Acreditamos que tal possível revisão não invalida a abordagem ecológica da percepção, mesmo porque é fortemente baseada na teoria da percepção direta de Gibson (1966), mas não precisa ser exclusivamente baseada nela. Outras abordagens e teorias podem complementar a abordagem ecológica da percepção e aumentar, inclusive, seu poder explicativo e preditivo.

Outro ponto que acreditamos poder ser mais bem explorado na relação entre música e a abordagem ecológica da percepção é um maior aprofundamento das noções de invariantes estruturais e transformacionais. Tais noções são muito abrangentes no sentido que podem abarcar um conjunto grande de objetos sonoros com comportamentos espectrais distintos. Uma das possíveis propostas para uma definição mais precisa dos tipos de invariantes sonoras pode ser encontrada pela relação entre as noções gibsonianas e o quadro das tipo-morfologias de Schaeffer. Esta proposta pode ter um direcionamento mais direto para a composição musical contemporânea, principalmente àquela focada na percepção auditiva. Em Tofollo et al. (2003) apresentamos uma tentativa de relacionar as duas teorias em questão.

Uma dos maiores interesses na utilização da abordagem ecológica para a composição musical contemporânea ocorre pela perspectiva de se encarar a música e seu ouvinte dentro do paradigma da percepção-ação. Podemos dizer, atualmente, que a percepção é um ponto direcionador de propostas composicionais, entendendo-se que a obra pode constituir-se na modelagem da percepção (ZAMPRONHA, 2000). O paradigma da percepção-ação nos fornece um entendimento de que a percepção molda a ação e, da mesma forma, a ação molda a percepção. Se considerarmos que o ouvinte de uma obra musical apresenta uma postura perceptualmente ativa na busca de informações disponíveis, podemos entender que os elementos fornecidos por um compositor (e pelo intérprete) direcionaram a postura perceptual do ouvinte, ao mesmo tempo em que esta postura influenciará a apreensão dos elementos musicais. A obra só existe enquanto um conjunto de possibilidades de relacionamentos significativos (perceptualmente) entre percepção e ação. O ouvinte altera a obra, ou até mesmo gera a obra, e a obra altera (inclusive se gerado por ele) o ouvinte.

Precisamos, também, esclarecer alguns pontos com relação ao emergentismo aplicado à música. A hipótese que lançamos, de que as teorias do emergentismo podem ser aplicadas na área musical, ainda é bastante inicial e, assim sendo, muitos pontos precisam de melhor

esclarecimento. Stephan¹⁴ apontou alguns dos pontos críticos que devem ser melhor definidos para a construção de uma argumentação mais sólida. Em suma, o que deve ser buscado é uma melhor definição do sistema envolvido no nosso entendimento da musicologia. Não se trata de uma questão de simples solução, mas certamente existe uma solução. Defendemos que a musicologia precisa considerar aspectos perceptuais e ecológicos em suas explicações, e nesse sentido, o sistema necessário para a formulação de explicações deve não só considerar aspectos sintáticos musicais e acústicos, mas também aspectos perceptuais envolvidos. Tal inclusão aumenta consideravelmente a complexidade do sistema, e torna, inclusive, sua demarcação uma tarefa de considerável esforço. Mas é uma tarefa que necessariamente terá que ser realizada para um prosseguimento da abordagem emergentista da música. Se argumentarmos que os níveis emergentes são essencialmente estabelecidos sobre a percepção de fenômenos acústicos, devemos também descrever tais níveis de maneira mais clara e mais precisa, elencando os componentes de cada um deles e as relações seus os componentes, para assim justificarmos onde e como propriedades emergentes se fazem presente.

No entanto, estamos buscando atualmente a melhor caracterização do sistema envolvido numa musicologia emergentista. E, mesmo sem ainda termos realizado tal tarefa completamente, indutivamente afirmamos que as contribuições que o emergentismo pode oferecer à música são valiosas e necessárias. A relação com a composição musical, neste caso, é menos indireta, mas por uma nova teoria explicativa da musicologia pode-se estabelecer novos e interessantes paradigmas composicionais, paradigmas emergentistas baseados em formulações mais amplas da atividade musical. Formulações estas não reducionistas, mas inclusivistas sem serem metafísicas, formulações que podem abraçar a complexidade das atividades musicais e nos fornecerem uma visão rica sobre o fazer, o perceber e o entender música.

¹⁴ Durante o V EBICC, os autores Oliveira e El-Hani discutiram o artigo “*Emergentism and musicology: an alternative perspective to the understanding of dissonance*” (OLIVEIRA, EL-HANI E ZAMPRONHA, 2003) com Achim Stephan.