

Autonomia em contextos de interação musical: a construção do “cubo feliz”

Resumo. Este texto analisa diferentes modalidades de interação com os objetos de controle sonoro e discute aspectos relacionados ao conceito de autonomia, ao mesmo tempo descreve o processo de construção de um agente musical (Cubo Feliz). O objeto construído foi desenvolvido levando-se em conta dois elementos primordiais: (1) condições definidas dentro do contexto sonoro, e (2) um território de negociação para a interação física. O cubo opera como uma entidade independente introduzindo dados provenientes de ações humanas numa rede virtual de relações musicais.

Palavras chave. **Networked Music, sonologia, autonomia, interação, arduino**

1. Introdução

As novas tecnologias incitam ao compositor musical de hoje a imaginar novos formatos para introduzir reflexões sobre a linguagem musical. A extensão do campo de ação que tem propiciado tecnologias como arduino introduz espaços inesperados para a criação musical como a construção de objetos, espaços, instalações, esculturas e outras formas de manifestação musical que não contam com uma tradição histórica. A interação da lugar a um novo pensamento criativo em música, um campo de nuances e valorações musicais que começa a ser ocupado pelos compositores e que esteve reservado a luthiers, inventores e engenheiros.

Os novos formatos em que a música é hoje aglutinada nos levam necessariamente a redefinir os hábitos com o sonoro. O controle, operação reservada a especialistas da música, se torna um modo de recepção musical. Com a interação os ouvintes passam a ser participantes de um jogo. A proposição das regras desse jogo descansa na criatividade e imaginação do compositor, quem consegue estabelecer um código diferente de recepção em cada obra.

O Cubo Feliz é um resultado parcial de considerações teóricas e reflexões artísticas que venho desenvolvendo como pesquisador ligado ao grupo Mobile da ECA/USP. No tema que investigo, a música em rede ou *Networked Music* [Freeman, 2007], [Barbosa, 2008], [Arango, 2010], há um interesse primordial pelas interações sociais que surgem na prática interpretativa. O projeto indaga na performance coletiva, já que ali estabelece-se um contexto comunicacional compartilhado por agentes musicais. Este contexto (rede) possibilita a sincronia de temporalidades e conexões entre indivíduos autônomos.

O texto analisa diferentes modalidades de interação com os objetos e apresenta uma discussão sobre o problema da autonomia na performance musical. No final o texto descreve em detalhe o processo de construção do Cubo Feliz, que foi desenvolvido na plataforma arduino, utilizando simultaneamente sensores e atuadores. O dispositivo estabelece laços de interação com as ações humanas e atinge condições de autonomia a través de um processo auto-regulado. No percurso laboratorial, incorporam-se questionamentos fundamentais para a música em rede como variáveis do processo de *design*: independência / dependência, controle, autonomia e interação.

Ao longo prazo, este projeto pretende desenvolver no laboratório um ambiente colaborativo entre vários agentes musicais. As relações de interdependência com outros agentes musicais, serão assim implementadas em arduino, a través do protocolo Zig-bee em transmissores X-bee adaptáveis na placa. O design atual do projeto "Cubo Feliz" leva em conta o desenvolvimento posterior desta rede local.

1. Objetos para a Interação Musical

Ao analisar os mecanismos de interação que propõem instrumentos musicais, interfaces MIDI e reprodutores de áudio encontramos diferentes relações de controle. Os instrumentos musicais se caracterizam pelas relações de dependência. Ao não serem estimulados, estes objetos se tornam indefinidos e permanecem silenciosos porque estão sujeitos à interação humana para participar como agentes. Nos instrumentos musicais as qualidades físicas do objeto (identidade) determinam o vocabulário de movimentos para a interação (input) e o som que produzem (output), no entanto, a definição do comportamento dentro do contexto musical esta sujeita ao agenciamento humano.

Os dispositivos de controle gestual como as interfaces MIDI constituem casos extremos de dependência e subordinação. A construção destes objetos usualmente toma como modelo o paradigma de interação com o instrumento musical encontrando as mesmas condições de identidade e dependência. De outro lado, estes dispositivos possibilitam o mapeamento da informação gestual a um sistema externo, isto faz com que eles se tornem mais versáteis mas também altamente indefinidos musicalmente.

Instrumentos musicais e interfaces MIDI apresentam altos graus de dependência, e portanto, um exigente trabalho por parte de quem interage. Movimentos precisos, resultado de horas do treinamento e negociação perceptiva com o objeto possibilitam a participação dentro do contexto musical. Por isto, eles são objetos especializados, reservados a expertos da música.

No outro extremo, Stereos, Walkmans, Ipods, celulares, laptops e outros dispositivos que permitem a reprodução musical apresentam altos graus de independência. Eles requerem de movimentos insignificantes (quase sempre apertar um botão) para disparar operações numa máquina. Com isto cria-se um enorme desbalanço na relação entre inputs e outputs. O som que produzem não pode ser relacionado com as qualidades físicas do objeto. Nos reprodutores, o controle não se exerce sobre o som, mas sobre a máquina que realiza operações de reprodução.

2. Autonomia de um agente musical

Na performance musical intérprete e instrumento se fundem numa entidade individual e inseparável que proponho denominar de agente musical. Os agentes são participantes ativos do contexto musical e possuem intenções definidas dentro deste ambiente. Eles são produto do agenciamento humano sobre objetos acusticamente especializados e, diferente mente das relações de dependência e independência, eles podem atingir graus significativos de autonomia.

Um agente musical se torna autônomo ao estabelecer uma relação definida com o contexto. A evolução do fluxo musical obedece fundamentalmente a uma lógica de interação específica de cada objeto que, no caso dos instrumentos musicais tradicionais, eleva-se a assombrosos níveis de virtuosismo. A negociação perceptiva entre intérprete e instrumento configura um sistema em equilíbrio entre inputs e outputs. Este ciclo de autorregulação da performance musical se relaciona com a noção de Paul Pángaro, teórico da cibernética, de que é "a divisão da ação e a reflexão sobre a ação o que torna um sistema

autônomo” [Pángaro, 2010]. Nessa visão a possibilidade de afastar-se e observar de fora o comportamento individual diante do meio é o que determina condições de autonomia.

Por outro lado, os agentes se relacionam entre si num ambiente em rede, isto origina relações de interdependência. A socialização fortalece e alimenta o comportamento individual de cada agente. Nas práticas de improvisação musical em conjunto, a definição das intenções de cada participante está determinada pela interação com o outro. Na visão de Gil Weinberg, na performance musical interdependência opõe-se a autonomia [Weinberg, 2005: 37]. A força do contexto comunicacional transforma a performance individual de cada agente autônomo. Neste ambiente de socialização originam-se autênticas relações de cooperação e colaboração, de intenções conjuntas na busca de que o resultado musical, o todo, seja maior do que a soma das partes.

3. Passando à prática: o Cubo Feliz

O desafio como compositor musical consistiu em construir um objeto próximo de um agente musical, que pudesse atingir graus de autonomia e estabelecer um território não especializado para a interação humana. O objeto foi proposto como uma entidade auto-regulada, que encontra um equilíbrio na relação entre inputs e outputs, sendo as propriedades do objeto as que definem os mecanismos de interação. Assim, um objeto autônomo deveria ter um procedimento de interação musical próprio. O objeto não pode depender de um sistema externo, mas estará em capacidade de agir diante das ações humanas e se-relacionar com outros agentes musicais a través de uma rede.

3.1 Prototipagem

Com o intuito de atribuir autonomia ao objeto levou-se em consideração que ele devia ter uma lógica de interação própria. As qualidades do objeto deviam indicar o procedimento de interação e o vocabulário de movimentos. Ao mesmo tempo, este objeto devia ser auto-suficiente operacionalmente, atingindo um equilíbrio entre inputs e outputs para consolidar uma relação definida com o meio.

Inicialmente, foram analisadas figuras geométricas simples de 3 dimensões (cubo, esfera, cilindro, cone etc...). Elas adotam formas diversas segundo o posicionamento diante do observador. Uma esfera, por exemplo, será sempre vista como um círculo embora ela esteja em movimento. Já cones e cilindros poderão ser percebidos como uma mesma forma embora estejam girando em torno de seu eixo. O cubo, a figura incorporada, ofereceu um repertório finito e variado de estados. Nas seis diferentes posições que um cubo pode ser encostado, encontraram-se condições relativamente simples de medição a través de sensores. Com isto, o projeto passou a destacar e qualificar as condições particulares, neste caso sonoras, que ofereceu a geometria do cubo.

A possibilidade de mexer e transladar livremente o objeto, repercutiu em restrições de tamanho, leveza e firmeza. Um cubo de 20 cm³ foi construído. O material escolhido para o protótipo inicial foi uma lâmina de espuma dura, coberta em ambos os lados por lâminas de papelão. Mais tarde incorporou-se o acrílico para a construção do segundo protótipo. No cubo foram inseridos sensores e atuadores que operam de maneira estável, a través de um microcontrolador que, por sua vez, é alimentado por uma bateria externa. Para a exibição do FILE 2011 foram incorporadas baterias recarregáveis (LI-Po, 7.4 v, 3000mA).

3.2 Ferramentas

O projeto foi desenvolvido na plataforma arduino. Esta placa de prototipagem possibilita a inclusão de funções de input e output que são programados a través de um microprocessador. No projeto se utilizou o modelo Mega que controla o microprocessador Atmega 1280. Além disso, incorporaram-se 6 piezo-elétricos, 2 buzzers, 6 foto-resistores e um giroscópio biaxial modelo LRP 503 AL.

3.3 output

A noção de auto-suficiência me levou a tomar a decisão de que o som seria produzido pelo próprio objeto. O desafio principal consistiu em construir estruturas musicais com os limitados recursos de arduino. O material composto devia determinar condições definidas com o contexto. Pequenos auto-falantes de 8 Ohm foram introduzidos no cubo, levando-se em conta condições de peso, versatilidade e facilidade de inserção dentro do cubo. O nível baixo de intensidade que forneceram estes falantes outorga um caráter íntimo ao objeto, fazendo com que ele esteja na mesma faixa dinâmica de outros objetos e eventos cotidianos.

As restrições técnicas que apresentou a biblioteca *Tone* repercutiram no material composto para o objeto. A biblioteca *Tone* permite atribuir duração e frequência a um color seco de onda quadrada. No entanto, ela permite enviar apenas um sinal por vez para cada auto-falante, ou seja, opera de maneira monofônica. Por outro lado, esta limitação está compensada com a possibilidade de ter diversas saídas, em nosso caso, foi colocado um auto-falante em cada lado do cubo, isto acrescentou um pouco de ressonância e cor ao material melódico resultante. Dois pequenos buzzers de 5 volts acionados desde os pinos PWM (Pulse Code Modulation) de arduino também foram utilizados. Com os buzzers desenvolveu-se um material de caráter percussivo, sendo o nível de intensidade maior do que nos auto-falantes.

3.4 Composto melodias em Arduino

Para cada um dos lados em que é possível encostar o cubo foi composto material específico executado pelos 6 auto-falantes e os 2 buzzers, sendo que um dos lados deixaria o objeto em silêncio. Com isto, o cubo teria uma ordem de posição que poderia ser modificada pelo visitante. Sensores permitiram a identificação do lado em que o cubo estivesse encostado, e assim, cada uma dos materiais seria executada segundo a posição do objeto.

O material composto consiste em pequenas estruturas melódico-percussivas, produto da performance de auto-falantes e buzzers, que estão em constante variação. Um mesmo grupo de alturas (ver tabela 1) foi utilizado em todos os arranjos, realizando omissões e permutações em cada um deles.

131 Hz	65 Hz	247 Hz	196 Hz	185 Hz	165 Hz
--------	-------	--------	--------	--------	--------

Tabela 1. Grupo de alturas usadas em cada lado do cubo.

No material composto se-construiu um ciclo que lê o grupo de alturas com uma mesma duração. Cada um dos piezo-élétricos executa uma das notas escolhidas. Funções de *random* foram implementadas para executar em diferentes oitavas o grupo de alturas, e para realizar pequenas pausas no andamento. De outro lado, a função *for* foi utilizada também para construir pequenas sequencias que vão executando sucessivamente cada um dos parciais das alturas escolhidas. Os buzzers acompanham o material melódico apoiando cada intervenção com um curto onset percussivo, enviado desde pinos digitais ou PWM. Com a biblioteca *random* foi possível criar pequenas pausas nas intervenções e uma surdina foi usada para incorporar articulação e fraseio.

3.5 input

Como foi mencionado, foi necessário implementar sensores para definir o lado em que o cubo estivesse encostado. Seis foto-resistores foram acrescentados na parte exterior de cada lado do objeto. No código de arduino definiu-se um *threshold* que é constantemente comparado com o valor entrante por 5 inputs analógicos. Quando o nível de luminosidade cair e o cubo é encostado sobre algum de seus lados, executa-se o material

correspondente.

Com o intuito de incorporar outro tipo de movimentos para o objeto, implementou-se um giroscópio biaxial, LPR 503 AL. Esse dispositivo fornece o valor da taxa de rotação nos eixos X e Y, com isto, quando um corpo apresentar um movimento giratório o sensor indica uma mudança drástica no sinal de input analógico. Esta medição do giroscópio foi útil para elaborar outro tipo de interação com o objeto. Ao girar o cubo se produz uma variação no andamento dos arranjos e perturba-se levemente o ciclo de leitura do grupo de alturas.

4 Conclusões

O output possibilitou que o objeto estabeleça-se uma relação musical definida com o meio. O compartilhamento de um universo de alturas, o andamento regular e as técnicas implementadas fazem com que o material composto para cada lado do cubo tenha elementos em comum. Isto outorga unidade musical ao objeto. Ao tempo que, permutação e omissão na ordem de execução das alturas, registro e intervenção dos buzzers, geram variação entre os arranjos. O equilíbrio entre imprevisibilidade e repetição colabora para estabelecer aquilo que este projeto interpreta como “condições musicais definidas”.

O input estabelece relações entre o material musical e as qualidades, neste caso geométricas, do objeto. De outro lado, o input elabora um espaço de diálogo para o visitante. O cubo pode ser observado como uma entidade isolada que se relaciona com o mundo de uma forma própria, mas que estabelece também um diálogo com outras entidades. Esta dupla funcionalidade configura um estado de equilíbrio e estabilidade diante do contexto musical. Assim o objeto atinge certas condições que são, no plano da puramente metafórico, relacionadas com um estado de auto-suficiência emocional (felicidade).

4.1 Desenvolvimento futuro

Este projeto pretende construir um grupo de objetos que além de autonomia, estabeleçam relações de interdependência, com isto, poderão ser observadas e restituídas algumas das condições de colaboração envolvidas numa performance musical. O cubo feliz poderá participar, junto com outros agentes musicais, de uma rede local em que informação flua em torno de um propósito comum. Outro agente, ao conhecer as condições da cubo feliz num momento determinado, terá a possibilidade de agir, de forma autônoma, diante das circunstâncias. Ao mesmo tempo, o cubo feliz poderá alterar suas condições de funcionamento diante de um requerimento dos outros agentes.

Para isto, pretende-se incorporar a tecnologia de transmissores e receptores X-bee. Estes dispositivos adaptam-se às condições de auto-regulação do projeto, já que podem ser adaptadas ao arduino e alimentadas a partir da própria placa. Com eles será possível elaborar uma rede local para a comunicação de diversos agentes autônomos desenvolvidos com arduino. O cubo, será assim, sujeito a posteriores adequações relativas à construção desta rede local.

4.2 Dentro e fora da caixa preta

Com tudo, na tentativa de atribuir autonomia a um agente musical, a eleição de uma caixa se relaciona também com o próprio trabalho de laboratório. Neste sentido, o projeto se aproxima da visão de Bruno Latour: “.. observamos o fechamento das caixas-pretas tomando cuidado de fazer a distinção entre duas explicações contraditórias desse fechamento, uma proferida depois dele, outra enquanto ele está sendo tentado.” [LATOUR, 2000:31]. Antes de fechar a caixa, o problema se orienta ao funcionamento interior, ao fechá-la, surgem outros problemas relativos ao lugar no contexto e à relação

com outras entidades. Eis, que se torna necessário abrir de novo a caixa. No caso, do projeto “cubo feliz”, o objeto funcional é também o próprio laboratório, no qual, serão depositadas novas funcionalidades, adequações e reflexões.

5. Agradecimentos

Este projeto foi financiado pela FAPESP (Fundação para o Amparo da Pesquisa do Estado de São Paulo) processo 2008/08632-8.

6. Referências

ARANGO, J. *Julian.* (2010). “Creación Musical, redes e Internet 2.0” **Revista EIMAS**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

BARBOSA, A. (2008). “Displaced Soundscapes” **VDM. Verlag (tese de doutorado, U. Pompeu Fabra)**

FREEMAN, *Jason.* (2007). "Interview: Jason Freeman" in, THORINGTON, *Helen.* **Networked Music Review**. 2007/03/11. [online], disponível em http://turbulence.org/networked_music_review/2007/03/11/interview-jason-freeman. Consulta em 15/06/2010

LATOUR, *Bruno.* (2000) “Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora”. UNESP, São Paulo

PANGARO, Paul. (2010). “Interaction, Emergence and Autonomy”, conferencia ministrada no Simposio Emoção Art.Ficial. Itaú Cultural. São Paulo, disponível em <http://www.emocaoartificial.org.br/en/videos/simposio-2010/>

WEINBERG, *Gil.* (2005). "Interconnected Musical Networks: Toward a Theoretical Framework". **Computer Music Journal** 29:2. pp 22-39. MIT Press. Cambridge MA