Música Cimática: aplicação e desenvolvimento de materiais na composição da *Sinfonia Cimática*

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

SUBÁREA: COMPOSIÇÃO

Halley Chaves da Silva
Universidade Federal de Goiás – halleydeth@yahoo.com.br

Luís Otávio Teixeira Passos
Universidade Federal de Campina Grande – luisotpassos@gmail.com

Resumo: Este artigo discute experimentos de cimática empregando placas de Chladni e recipientes com água, partindo dos experimentos de Chladni, Jenny Hans, e da equipe do Cymascope. É discutido também a aplicação da Cimática na composição da obra *Sinfonia Cimática* que se dá de duas formas: da projeção em tempo real da cimática e de seu uso na criação de motivos melódicos e rítmicos.

Palavras-chave: Cimática. Sinfonia. Chladni. Jenny Hans.

Cymatic Music: Application and Material Development in the Composition of *Sinfonia Cimática*

Abstract: This article discusses experiments in cymatics, utilizing Chladni plates and water containers, considering the experiments by Chladni, Jenny Hans and by the Cymascope group as a starting point. The application of Cymatics in the composicion of *Sinfonia Cimática* is also discussed and takes place in two forms: by cymatic real time projection, and its application on the melodic and rhythmic motives design.

Keywords: Cymatic. Symphony. Chladini. Jenny Hans.

1. Introdução

O termo "Cimática", do grego "*kýma* (κύμα), 'onda', e *ta kymatika* (τα κυματικά), 'assuntos referentes a ondas'" [1] foi utilizado pela primeira vez pelo cientista suíço Hans Jenny[2] (1904-1972). É a área de estudo dos fenômenos vibratórios e do efeito de suas vibrações (JENNY, 2001: 20). Para Stanford, cimática "é a ciência de visualização de frequências de áudio."

Já desde o Renascimento, Galileu Galilei (1564-1642) observava oscilações regulares em corpos. Um dos primeiros cientistas a estudar o fenômeno da Cimática foi Robert Hooke (1635-1703), que em julho de 1680 conseguiu observar padrões nodais associados aos modos de vibração de discos de vidro. Hooke utilizou um arco ao longo da borda de um prato de vidro coberto com farinha. Isto resultou em padrões nodais, que surgiram com essa experiência. Por volta de 1782, Chladni (1756-1827) pesquisou a fundo o fenômeno que foi iniciado por Galileu e Hooke.

> Desde 1782 Chladni realizava experimentos no campo da acústica em sua casa e especialmente lhe interessavam os fenômenos relacionados às superfícies vibratórias até então pouco estudadas. Estudava os escritos de seus antecessores especialmente Euler (1707-1783), Bernoulli (1700-1783) e Riccati (1709-1790) e procurava refazer seus experimentos. Entre os diversos instrumentos de investigação, Chladni, após muita procura, passou a servir-se do arco do violino, seguindo uma descrição de Johann N. Forkel (1749-1818) de como este poderia ser usado para tocar a "Harmônica de Vidro"[3]. (PETRAGLIA: 4)

Chladni ao observar a vibração de placas fez a seguinte constatação:

> Entre outras coisas, observei que qualquer placa de vidro ou metal, de tamanho não muito pequeno produziu uma variedade de sons toda vez que segurei e bati nelas em posições diferentes, e queria saber a razão para esta variabilidade que ninguém havia investigado ainda. Por meio de uma morsa, fixei num pivot no meio de uma placa de metal, removida de uma máquina de polimento, e notei que fricções com um arco de violino poderia produzir sons diferentes que eram fortes e mais constantes que aqueles obtidos por meio de fricção pela mão.[4] (CHLADNI, APUD STÖCKMANN, 2007: 16).

Para aprofundar seus estudos de vibração de placas ele decide espalhar pó nas placas vibrantes com o intuito de visualizar os padrões de vibração. A figura 1 mostra diferentes padrões de vibração em placas. Quando em vibração, formam regiões positivas e negativas, que por sua vez afastam o pó para os pontos estacionários, visualizados na forma de uma figura geométrica.

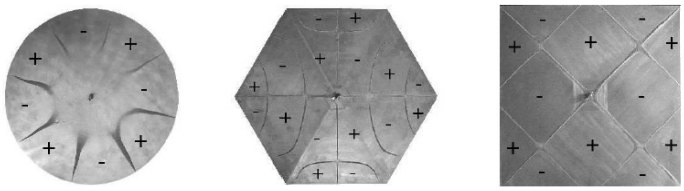

Figura 1: Fenômeno sob as “placas de Chladni” (Ibid: 7)

A formação destas figuras depende exclusivamente de vários fatores: corpo, frequência, intensidade entre outros. Petraglia explica a formação das figuras[5] nas placas da seguinte forma:

> Uma placa tem o que chamamos modos de vibração. Podemos entender isso como sendo as muitas maneiras que ela tem de se acomodar a um movimento. Estes modos são determinados pela forma, material, espessura e capacidade elástica da placa, bem como pela frequência em que ela é levada a vibrar. Disso resulta que um grande número de figuras podem ser obtidas com uma mesma placa. Naturalmente à cada um desses modos está associada uma frequência de vibração e consequente altura tonal. Neste sentido ao investigarmos uma placa logo percebemos duas leis importantes: 1- Mantendo-se as condições da placa, uma mesma figura esta sempre associada a um mesmo tom. 2- Tons mais agudos geram figuras mais complexas e

um maior número de linhas nodais. Tons mais graves geram figuras mais simples e um menor número de linhas nodais (PETRAGLIA, 2015).

2. Metodologia

Neste projeto foram feitos experimentos de Cimática em recipientes com água e em placas cobertas de pó. Observamos que a formação das figuras não depende exclusivamente das frequências, mas também da amplitude. Para a obtenção das figuras é necessário fornecer ao motor de vibração (o qual faz a placa vibrar) um valor de amplitude suficientemente capaz de movimentar os grãos de areia. Embora pode-se reproduzir figuras similares nas placas cobertas de areia, mantendo-se os mesmos parâmetros, tal resultado não foi obtido consistentemente com os recipientes de água, motivo o qual não pudemos averiguar com precisão.

Figura 2: Experiência com placa quadrada realizada na UFCG por Halley Chaves.

Um trabalho realizado sob a encomenda do artista Shannon Novak ao Cymascope nos chamou a atenção. Neste trabalho a equipe do Cymascope gravou as notas do piano partindo do Lá 0 até o Sol# 1. A equipe observou que a energia produzida pela envoltória do piano variava muito, fazendo com que as imagens formadas na água fossem bastante dinâmicas. Sendo assim, as imagens abaixo foram obtidas de regiões mais estáveis da envoltória.

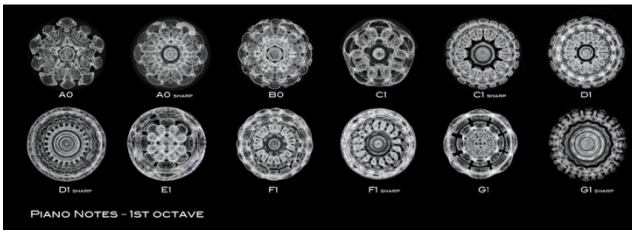

Figura 3: Fenômeno da Cimática na água com o timbre do piano (Cymascope) .[6]

Na tentativa de replicar o experimento do Cymascope, experimentamos com diversos tamanhos de alto-falantes e de recipientes com água e construímos nosso próprio

equipamento[7]. A amplitude aplicada (neste caso o nível de volume) resultou numa variação no resultado da formação e complexidade das figuras que ora produzem ondas estacionárias (quando se observa a formação de um padrão ou uma imagem), ora produzem uma figura em contínua transformação, sempre caótica e instável, sem um padrão legível. Observamos que os melhores resultados obtidos na água com os equipamentos que tínhamos a mão, foram para frequências baixas em torno de 1 Hz a 200 Hz.

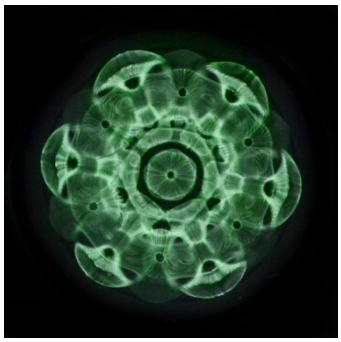

Figura 4: Experiência de Cimática na água realizada na UFCG pelo Prof. Luís Passos.

3. Aplicações

A Sinfonia Cimática é uma obra para grande orquestra, em três movimentos: *Cosmogonia, Cosmologia* e *Cimática* totalizando doze minutos de duração. Foi composta como trabalho final de Composição na Universidade Federal de Campina Grande. Um dos recursos explorados na totalidade da obra é a Cimática, que é abordada de duas formas: no desenvolvimento de materiais musicais e na visualização da interação dos sons com o meio físico, no caso uma placa de Chladni e um recipiente com água, que é feita em tempo real durante a performance e projetada num telão. Para isso, o som de alguns instrumentos é captado durante a execução da Sinfonia e é transmitido aos aparelhos cimáticos.

No gesto inicial do primeiro movimento da sinfonia, a cimática ocorre com a 1ª flauta e forma as duas figuras abaixo (Figura 5). Separamos a flauta 1, fizemos a experiência no gerador de vibrações com a placa quadrada[8] e obtivemos as seguintes figuras:

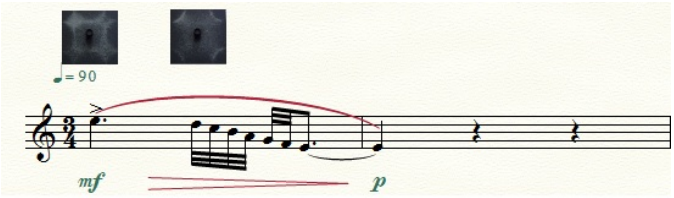

Figura 5: Gesto Inicial da Flauta do 1° Movimento da Sinfonia, com a formação das figuras nas placas.

A cimática através das placas de Chladini está acoplada à 1ª Flauta como uma experiência inicial, pela qualidade "simples" de seu timbre, com o intuito de se obter um melhor resultado. O 2° Movimento da Sinfonia microfona a soprano e o Contrafagote e envia os sinais de áudio para o gerador de vibrações e o alto-falante que excitará a água, respectivamente. Como demonstrado na figura 6, a cimática está acoplada até na performance da soprano, pois o trecho segue com a seguinte indicação: "A soprano deve atacar as notas e seguir quando ocorrer a formação das figuras geométricas no 'Gerador de Vibrações', com a placa quadrada". O segundo movimento também é baseado no texto de Halley Chaves, escrito para Soprano:

Mais um planeta entra em extinção

A alma da natureza solidifica-se em seu ventre

O coração puro do Cosmos se materializa

O som que penetra na água do meu corpo

Entra em comunhão com seus nobres desejos

E surge uma revelação geométrica em nossos sentidos

Fizemos um experimento com a soprano Tunisia Luanna Lima Sousa, na Universidade Federal de Campina Grande, com a formação de padrões geométricos a partir de algumas alturas. Após experimentar com várias alturas na região aguda da soprano, escolhemos aquelas que melhor formavam um padrão. Os padrões escolhidos geraram a melodia da figura 8. [9] O trecho é ainda realçado com o texto que a soprano canta: *Geométrica*.

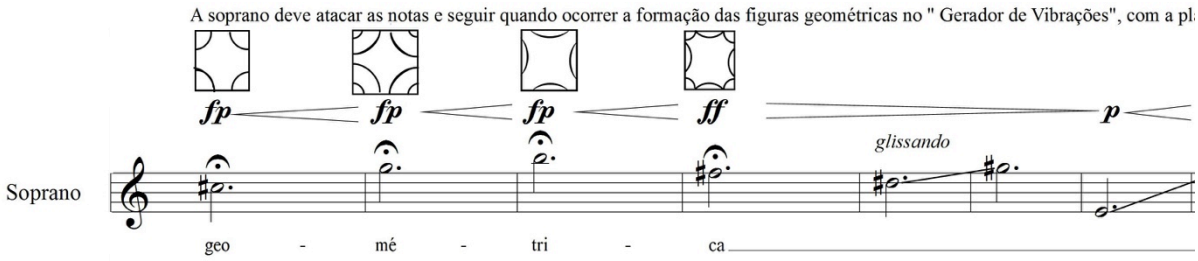

Figura 6: Sinfonia Cimática, 2° Movimento, Compassos 83 ao 89, cimática com solo da soprano.

Juntamente com a placa de Chladni a cimática ocorre num recipiente com água. Partindo da experiência da equipe do Cymascope que estudou a formação dos padrões em 12 notas no registro grave do piano (Figura 3), elaboramos uma melodia/motivo que é tocada pelo Contrafagote (Figura 7).

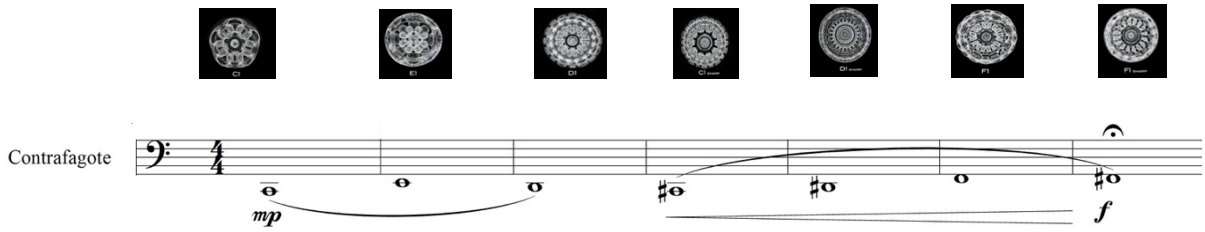

Figura 7: Motivo introdutório do Contrafagote.

Esta ideia foi acrescentada de uma diminuição temporal e de algumas notas no compasso 17:

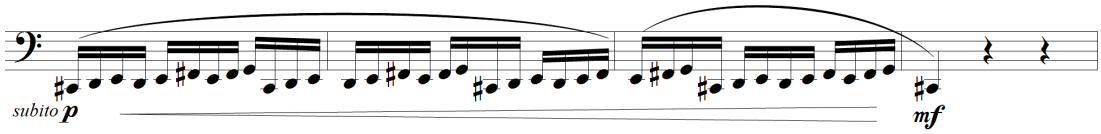

Figura 8: Desenvolvimento do motivo introdutório do Contrafagote.

Além do acréscimo de notas da experiência da figura 8, a ordem delas foram alteradas. O mesmo motivo da introdução apresenta uma aumentação na passagem do solo de Contrafagote no compasso 60:

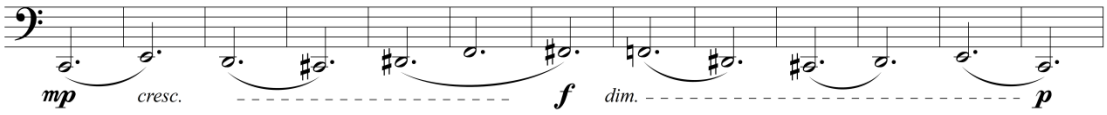

Figura 9: Aumentação do motivo introdutório do Contrafagote.

É possível que a realização da cimática neste último exemplo produza padrões diferentes daqueles mostrados na figura 3, mas de acordo com nossas experiências, é possível ter resultados parecidos.

O terceiro movimento também utiliza as mesmas notas da figura 6, que formaram as imagens da placa no 2° movimento, mas alterando o F` para Fˆ, servindo de um motivo importante que permeia várias passagens desse movimento. A exemplo podemos citar a introdução.

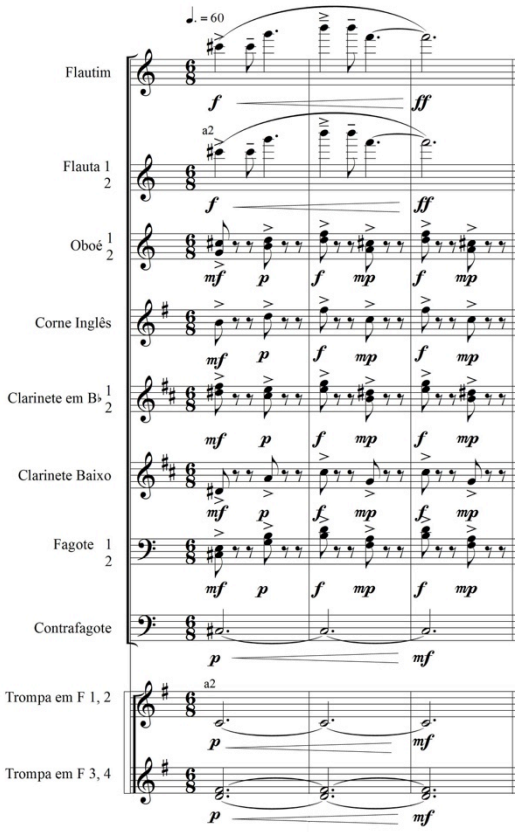

Figura 10: Motivo inicial do 3º movimento, construído a partir das alturas cimáticas da figura 7, com exceção da altura F`.

Considerações Finais

Este trabalho teve como proposta investigar e mostrar algumas das várias possibilidades de uso da cimática na música. Num primeiro instante, a cimática atua na peça como um aspecto visual entre obra e público, mostrando a este a formação de figuras a partir do som, que é captado e enviado aos aparelhos cimáticos, que por sua vez produzem as imagens que são filmadas e projetadas em vídeo em tempo real ao público. Num segundo instante, a investigação de alturas específicas capazes de gerar figuras contribuiu com a sonoridade motívico-harmônica da obra.

Referências

CIMÁTICA. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cimática >. Acesso em: 16 de Maio de 2015.
Cymascope, sound made visible. Disponível em: <http://www.cymascope.com/cyma_research/musicology.html >. Acesso: 9 de Maio de 2015.
JENNY, Hans. *Cymatics*. Disponível em: <http://www.erratum.org/datas/pdf/Hans_Jenny_Cymatics.pdf>. Acesso: 6 de Maio de 2015.

PASSOS, Luís O. T. *Stravinsky Rite of Springs – Cymatics*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A1DcziPXSlc&feature=youtu.be>. Acesso: 17 de Setembro de 2015.
PETRAGLIA, M. S. *Figuras Sonoras de Chladni*. Disponível em: <http://www.ouvirativo.com.br/mp7/pdf/figuras_chladni.pdf>. Acesso: 12 de Abril de 2015.
SILVA, H. C. *Cimática - Planejamento do 1° Movimento da Sinfonia Cimática de Halley Chaves - Parte da Flauta*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QbjDUwggNjU>. Acesso: 17 de Setembro de 2015.
SILVA, H. C. *Experiência de Cimática - Sinfonia 1 – Halley Chaves*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DX55ZjzG-kU>. Acesso: 17 de Setembro de 2015.
STANFORD, N. *CYMATICS: Science Vs. Music - Nigel Stanford*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tX_LSRDYy-4 >. Acesso: 26 de Setembro de 2015.
STANFORD, N. *CYMATICS*. Disponível em: <http://nigelstanford.com/Cymatics>. Acesso: 31 de Outubro de 2015.
STÖCKMANN, H. J. *Chladni meets Napoleon*. Eur. Phys. J. Special Topics 145, 15–23 (2007) c_EDP Sciences, Springer-Verlag 2007.

Notas

[1] CIMÁTICA. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Cimática >. Acesso em: 16 de Maio de 2015.
[2] Hans Jenny propõe o termo "Cimática" para explicar a ação de ondas sonoras nos corpos.
[3] "Instrumento bastante popular na época, constituído de "tigelas" de vidro fixadas a um eixo rotatório. Normalmente se tocava encostando os dedos úmidos nas suas bordas em movimento."(Ibid: 4)
[4] Original em inglês: "Among other things I had observed that any glass or metal plate of a size not too small produced a variety of sounds whenever I held and stroke them in different positions, and I wished to know the reason for this variability which nobody had ever before investigated. By means of a vice I fixed the pivot in the middle of a brass plate taken from a grinding machine, and noticed that strokes with a violin bow could produce different sounds which were stronger and more constant than those obtained by mere strokes of the hand".
[5] Para uma explicação mais detalhada do fenômeno acessar o site: http://www.phy.davidson.edu/StuHome/derekk/Chladni/pages/menu.htm.
[6] Disponível em: < http://www.cymascope.com/cyma_research/musicology.html >. Acesso em: 09 de Maio de 2015.
[7] O aparelho construído por nós para visualizar as figuras produzidas pelas ondas estacionárias foram testadas com algumas obras, entre elas a *Sagração da Primera* de Igor Stravinsky. O vídeo por ser visto no link <https://www.youtube.com/watch?v=A1DcziPXSlc&feature=youtu.be>
[8] A experiência referente à passagem musical pode ser vista no vídeo que gravamos e publicado no youtube. https://www.youtube.com/watch?v=QbjDUwggNjU
[9] SILVA, H. C. Experiência de Cimática - *Sinfonia 1* – Halley Chaves. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DX55ZjzG-kU >. Acesso em: 17 de Setembro de 2015.