

# ENTRE A SIMETRIA GEOMÉTRICA E SONORA. RELATO DE EXPERIMENTO PERCEPTIVO COM A CAIXA DE MÚSICA

---

**José Luis Menegotto**

*Escola Politécnica da Universidade Federal de Rio de Janeiro  
jlmenegotto@poli.ufrj.br*

**Rodrigo Cicchelli Velloso**

*Escola Politécnica de Música da Universidade Federal de Rio de Janeiro  
rodcv@acd.ufrj.br*

**Resumo:** O artigo relata um experimento realizado que visava a verificar a aproximação perceptiva entre a experiência visual e sonora dentro do modelo de tradução da *caixa de música*. A *caixa de música* é um mecanismo virtual de tradução de objetos geometricamente modelados em programa de desenho assistido por computador (CAD) a objetos sonoros equilibrados do Tipo N (Schaeffer 1966). Foram utilizadas como referência conceitual as noções de elementos musicais *In-time* e *Outside-time* de Iannis Xenakis (Xenakis 1992), expandindo-as para o campo geométrico por meio das noções de objetos geométricos *In-geometry* e *Outside-geometry*. No final do artigo, são apresentadas as conclusões das observações realizadas.

**Palavras-chave:** caixa de música; Iannis Xenakis; In-time; Outside-time.

**BETWEEN GEOMETRICAL AND MUSICAL SYMMETRY. REPORTING PERCEPTUAL EXPERIMENT WITH THE MUSICAL BOX**

**Abstract:** The paper reports an experiment comparing the perceptual approach between visual and listening experiences within the model of the musical box. The musical box is a virtual mechanism programmed for translating objects that were geo-

metrically modeled in a Computer Aided Design (CAD) program into N-Type sound objects (Schaeffer 1966). In-time and Outside-time musical elements concepts proposed by Iannis Xenakis (Xenakis 1992) were used as conceptual references, expanding them in the geometric field through the notions of In-geometry and Outside-geometry objects. At the end the paper conclusions are drawn from the observations.

**Keywords:** musical box; Iannis Xenakis; In-time; Outside-time.

## 1 Introdução

A relação entre Arquitetura e Música tem ocupado o seu lugar dentro das reflexões teóricas em ambos os campos do saber. Dentre as reflexões destacadas, pode-se citar a célebre metáfora segundo a qual a arquitetura seria música petrificada, ideia que o filósofo alemão Friedrich Schelling cunhou, no início do século XIX, ao ministrar seus cursos de Filosofia da Arte em Jena (Schelling, 2001, 219). Contemporâneo de Schelling, o escritor alemão Goethe referiu-se à relação em outros termos. Em suas *Máximas e Reflexões*, comparou arquitetura a uma música emudecida. A ideia, que se referia ao silêncio, encerrava em si a discussão filosófica tratada por Schelling acerca da origem e da possibilidade de conhecimento, mas também carregava uma crítica de natureza política, que Goethe dirigia aos costumes aristocráticos da sua época (Goethe *et. al.* 1850, 146). Assim como Schelling e Goethe, Schopenhauer, Madame de Staël, Hegel, Ghyka e outros teóricos tocaram no assunto. No século XX, o engenheiro e compositor grego Iannis Xenakis (1921-2001) insere-se nessa tradição de reflexão, mudando o foco da analogia ao expressar que a música seria uma espécie de arquitetura móvel. Colocando o acento no movimento e aplicando conceitos geométricos, Xenakis criaria, em 1954, a peça *Metástases*, à qual daria, poucos anos depois, uma expressão arquitetônica erguida na geometria do Pavilhão Philips.

Mais recentemente, o compositor David Byrne criou a instalação sonora denominada *Playing the building*, num prédio desocupado da cidade de Nova York. Inspirado talvez por experiências mais antigas, como a do cravo ocular de Louis-Bertrand Castel (séc. XVII) ou a dos órgãos cromáticos de Alexander Rimington e Bainbridge Bishop (séc. XIX), Byrne conectou um teclado a dispositivos mecânicos distribuídos pelo edifício e associados aos seus elementos arquitetônicos. Aproveitando as propriedades acústicas do grande espaço ressonante do galpão, transformou a edificação num instrumento não convencional. Cada dispositivo tinha a função de percutir, insuflar ou vibrar sobre a estrutura metálica, as tubulações e as vidraças, produzindo ressonâncias e fluxos sonoros.

O presente artigo se insere na tradição das pesquisas que procuram explorar relações entre as artes e o faz relacionando um ambiente de representação gráfica assistida por computador (CAD) com ferramentas utilizadas no campo da Composição Assistida por Computador (CAC). Nessa linha de pesquisa, o conceito de simetria ocupa um espaço relevante, uma vez que é incontornável quando se toca em questões relacionadas com a forma.

O elemento que permitiu realizar o experimento é a *caixa de música*. Define-se a *caixa de música* como um conjunto de técnicas, mecanismos matemáticos e procedimentos algorítmicos programados em linguagem AutoLISP no ambiente gráfico do programa AutoCAD.<sup>1</sup> A caixa permite realizar a leitura das coordenadas espaciais dos elementos geométricos e transformá-las em eventos sonoros por meio da sintaxe do programa Compo Music<sup>2</sup> que efetua a saída em protocolo MIDI. A ordem de leitura das coordenadas espaciais é realizada utilizando-

1 AutoCAD é um programa gráfico amplamente utilizado por arquitetos e engenheiros para realizar projetos. AutoLISP é um dialeto da linguagem LISP (*List Processing*), utilizada dentro do AutoCAD para programar novas funcionalidades.

2 Compo Music é um programa de composição escrito em dialeto *Common LISP* pelo engenheiro e compositor Bruno Lartillot. É apoiado por uma biblioteca de funções *CMN (Common Music Notation)*, que permite escrever a partitura de uma peça musical e exportar o resultado em formato de protocolo *MIDI*.

se diversos critérios de organização. A caixa é materializada como um sistema artificial e virtual de três eixos ortogonais cuja graduação é composta por elementos musicais (nome da nota, duração, oitava e dinâmica), ao invés de valores numéricos.

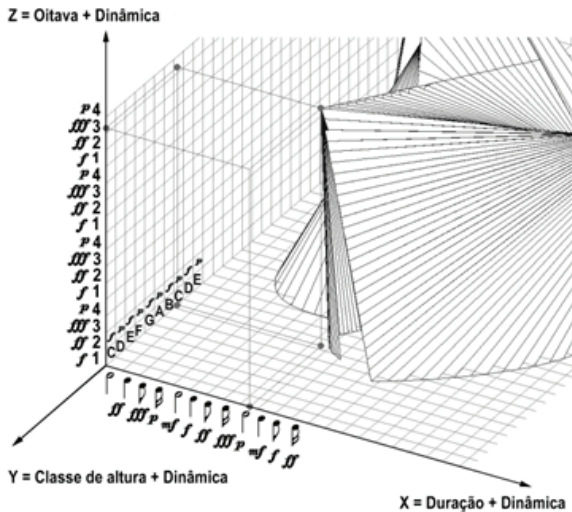


Figura 1. A Caixa de Música

Os primeiros três elementos são distribuídos modularmente sobre os eixos, isto é, repetidos *ad-infinitum* em unidades inteiras de acordo com as quantidades específicas de um conjunto arbitrariamente adotado.<sup>3</sup> A dinâmica é distribuída sobre os três eixos, sendo computada como resultado da média aritmética de valores numericamente expressos.<sup>4</sup> Para realizar a tradução de objetos geométricos, é necessário

- 3 Por exemplo, a escala cromática musical tem limite modular 12, enquanto uma escala maior, como dó maior, terá módulo 7, pois sete são seus elementos (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si). Esses elementos são denominados "classes de alturas" pelos teóricos da composição de música pós-tonal. A nota é formada pela concatenação ou relação de uma classe de altura a uma oitava específica, a uma duração e a um valor de dinâmica. (Para uma descrição detalhada dos elementos da teoria pós-tonal, ver Forte 1973).
- 4 No algoritmo do programa, a dinâmica é definida com uma graduação numérica no intervalo de -60 a +60, correspondendo -60 a um grau quase inaudível e o +60 ao máximo valor de forte fortíssimo.

estabelecer algum critério de leitura dos pontos. Para os diversos critérios de leitura adotados, se recorre a séries calculadas por meio das operações de aritmética modular.

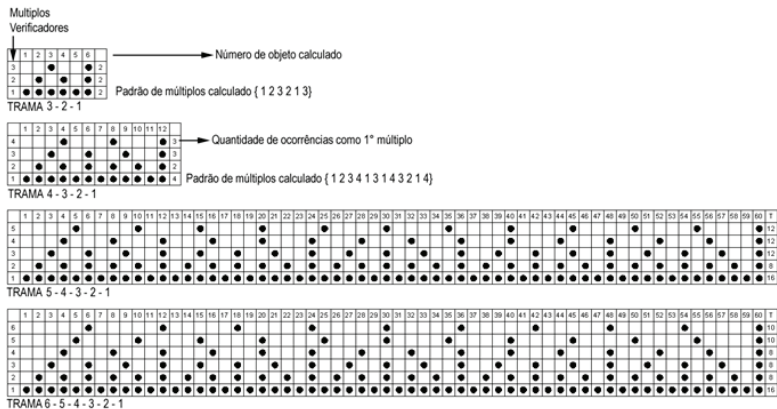


Figura 2. Variações por tramas de múltiplos

Na figura 2, são apresentadas diversas tramas de série de múltiplos. Na representação gráfica das tramas, aparecem diversos padrões de simetria. Como método de leitura das estruturas geométricas, também foram aplicadas as matrizes de transformação dodecafônicas.

## 2 A questão a ser respondida

A questão que deu origem ao experimento está relacionada a uma das expectativas iniciais na formulação da *caixa de música*. Ao longo do percurso, durante as diversas apresentações realizadas para explicar o projeto, quando os interlocutores eram informados de que a caixa pretendia traduzir objetos geométricos em música, eles expressavam a

seguinte curiosidade: perguntavam se projetos considerados “bonitos” podiam resultar em traduções musicais “bonitas.” Durante o trabalho, decidiu-se por não classificar os resultados como música, senão como “pseudomúsica,” uma vez que os resultados eram devidos, pode-se dizer, mais ao acaso algorítmico do que a uma intencionalidade humana de ordem musical. Também se decidiu não outorgar grau de valor aos resultados sonoros obtidos, mantendo a discussão restrita à construção do mecanismo de tradução, evitando-se entrar em considerações que tocassem o conceito do belo<sup>5</sup>. Por esses dois motivos, a curiosidade dos interlocutores foi reformulada e desdobrada da seguinte maneira:

- Deveria uma forma que exhibe coerência geométrica (forma *in-geometry*) dar como resultado de tradução uma peça pseudomusical coerente? E analogamente,
- Deveria uma forma geométrica, estruturalmente incoerente (forma *outside-geometry*), resultar numa peça pseudomusical estruturalmente incoerente?

Por coerência geométrica entende-se aqui uma organização de elementos geométricos agrupados de modo a permitir distinguir um padrão geométrico reconhecível que confira unidade visual ao conjunto. Os padrões geométricos podem ser originados pelas transformações geométricas básicas (translação, rotação, mudança de escala e reflexão); por transformações geométricas combinadas (translação + rotação, translação + mudança de escala, etc.) ou sustentadas por algum outro recurso geométrico ou formal (lei de movimento, por exemplo). Talvez seja redundante dizer, mas depreende-se disto, que a simetria geométrica é um fator fundamental e uma propriedade presente em objetos que

5 Com esta dupla ressalva, os autores do experimento não desejaram cair, contudo, na armadilha conceitual que equipararia (e restringiria) o *musical* a algo produzido pela *intencionalidade humana*. Cage e seu legado são suficientes para que não cometessem este pecado ingênuo. Ao decidir não atribuir valor (de beleza) aos resultados (ditos pseudo-) musicais, tampouco se furtaram a reconhecer que uma apreciação de ordem *qualitativa* os fez tentar orientar ou tentar regular o mecanismo de tradução da *caixa de música*. Tratou-se, tão somente, de tentar “limpar” os testes de expectativas desmesuradas em relação ao resultado sonoro-musical, concentrando a avaliação na relação entre forma geométrica e fluxo sonoro.

apresentem e expressem coerência. De forma análoga, entende-se aqui como objeto (pseudo-) musical coerente uma organização sonora que permita distinguir ou apresente traços de uma ordem subjacente e em que padrões possam ser percebidos como originados por transformações similares às descritas acima.

Dito isto, sugere-se dar à primeira pergunta formulada uma resposta negativa, pois os modelos geométricos coerentes deste ponto de vista, traduzidos dentro das configurações e dos critérios de captura da *caixa de música*, deram como resultado, segundo avaliações subjetivas, tanto pseudomúsicas que pareciam coerentes como outras que pareciam incoerentes. No entanto, não seria fácil apontar se as causas que produziam a coerência ou a incoerência dos resultados eram originadas pelo padrão geométrico, pelo material musical utilizado ou pelo algoritmo que organizava todos esses elementos. Quando se realizavam as traduções sobre o mesmo modelo geométrico, a felicidade ou a infelicidade dos resultados era atribuída aos critérios de captura e à organização dos elementos musicais colocados em jogo durante a tradução (sincronizações, notas e escalas, durações, acelerações, acentuações na dinâmica, etc.). Quando se trocava de modelo geométrico, embora a pseudomúsica fosse diferente, reiteradas escutas comparativas apresentavam fragmentos musicais que evidenciavam a presença de algumas similaridades perceptíveis, decorrentes em geral de pequenos motivos rítmicos. A ordem geométrica dos objetos ainda não tinha sido posta à prova.

Optou-se por realizar um teste sobre a geometria, organizando um experimento no qual se manteriam invariáveis os elementos musicais e os critérios de captura em sua totalidade, alterando-se apenas a matéria-prima geométrica traduzida. O experimento foi realizado pela primeira vez no ano de 2008 e repetido com um novo grupo de entrevistados em abril de 2013. Com esse método visava-se entender se seria possível discernir, dentro do modelo proposto pela *caixa de música*, qual seria o grau de influência sobre o resultado sonoro das simetrias contidas na

geometria do modelo.

### 3 Organização do experimento e formulação da conjectura

Foram realizadas três traduções utilizando idênticos parâmetros musicais (listas de escalas, durações, dinâmicas, etc.) assim como idênticos critérios de captura. A primeira tradução, aplicada sobre um modelo geométrico original sem deformações (objeto 1), visava a obter um resultado sonoro a partir de um estado geométrico coerente (modelo *in-geometry*). Para realizar a segunda e a terceira traduções, o modelo foi propositalmente deformado, rompendo as simetrias, a ordem e a coerência *geométrica* inicial (modelo *outside-geometry*, objetos 2 e 3). Na figura 3, apresentam-se os três estados geométricos testados. As faixas *Deformada\_1*, *Deformada\_2* e *Deformada\_3* são os áudios correspondentes extraídos dos objetos 1, 2, e 3, respectivamente.

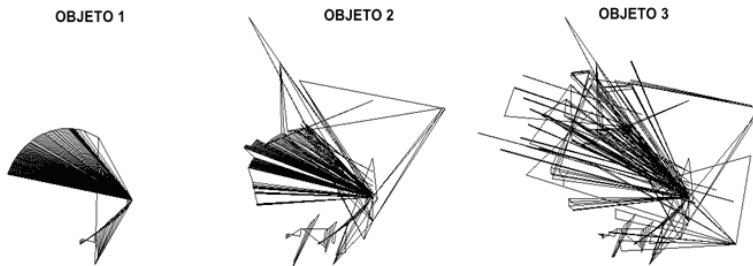


Figura 3. Objetos geométricos. Original, primeira e segunda deformação

Preparou-se um questionário no qual se pedia aos entrevistados que julgassem a coerência do estado geométrico dos modelos e a coerência dos áudios apresentados. Também se solicitava que declarassem qual sequência sonora correspondia a cada objeto geométrico. O experimento foi realizado sobre um modelo tridimensional cuja imagem minimizasse a margem de dúvida sobre



o estado de coerência visual. Essa decisão pode ser apontada como o único fator indutor do experimento, pois se acreditava que um modelo complexo poderia mascarar a coerência geométrica do estado inicial, porquanto um modelo pode parecer visualmente caótico sendo, no entanto, geometricamente coerente. Também deve ser sublinhado que o experimento visava a observar o julgamento ou a impressão perceptiva inicial de um observador-ouvinte, deixando de lado a possibilidade de qualquer análise de natureza geométrica ou musical mais profunda produzida por repetidas exposições aos objetos. Em relação aos resultados, tanto de uma perspectiva visual quanto de uma perspectiva sonora, a conjectura que se procurava validar era a seguinte:

- Após aplicar a primeira deformação, torna-se difícil distinguir, visualmente, o padrão geométrico do modelo original. O padrão praticamente desaparece depois de ter sido aplicada a segunda deformação. Não haveria, portanto, maior inconveniente em julgar qual geometria corresponde a um estado coerente e qual, ao incoerente.
- Já, no que diz respeito aos resultados sonoros, tais diferenças de padrão não ocorreram, os três exemplos sonoros apresentados mantêm entre si padrões auditivamente similares. Sem se levar em consideração o valor ou a qualidade musical, poder-se-ia julgar a existência de uniformidade ou de quase congruência do padrão sonoro. Em outras palavras, a desfiguração das simetrias dos modelos e suas imagens visuais não acompanhou, na mesma proporção, a desfiguração dos resultados sonoros obtidos a partir deles. Para um ouvinte, portanto, seria indiscernível estabelecer um vínculo de correspondência entre um estado de coerência / incoerência geométrica e um estado de coerência / incoerência sonora.

## 4 Escolha dos entrevistados e aplicação do experimento

Visando a estabelecer se as conjecturas acima eram corretas, aplicou-se o teste com três grupos de entrevistados. O primeiro grupo foi composto por estudantes iniciantes de engenharia e pessoas sem formação específica em música ou arquitetura; o segundo grupo foi composto por arquitetos e estudantes de graduação em arquitetura, prestes a finalizarem a sua formação universitária; o terceiro grupo foi composto por músicos e estudantes de música. Não houve diferenciação por faixa etária, tampouco levou-se em conta se os entrevistados tinham dupla formação.<sup>6</sup> Para não induzir uma resposta que pudesse viciar a entrevista, não se deu nenhuma instrução, definição ou sugestão específica sobre a noção de “coerência” geométrica e sonora. Apenas pediu-se aos entrevistados que respondessem segundo o critério pessoal acerca do que significa ser “coerente.” Eles eram responsáveis por definir esse critério. Também procurou-se deixá-los à vontade, reduzindo o nível de ansiedade para responder, informando-lhes que não se tratava de um teste de inteligência visual ou auditiva nem de um teste de habilidade específica. Informou-se que se tratava de um teste para coletar dados comparativos sobre percepção. O questionário entregue aos entrevistados encontra-se no final do artigo. Os áudios foram executados apenas uma vez e na seguinte sequência: áudio extraído do objeto 1, áudio extraído do objeto 2, áudio extraído do objeto 3.

### ***Dados obtidos nas sessões de entrevistas em 2008***

Na tabela 1, são apresentadas as respostas obtidas para as questões 1 e 2, separadas por grupos de entrevistados. Foi calculada a frequência relativa de cada resposta e lançada na coluna % (frequência

6 Um aluno de música declarou ser formado em arquitetura e um músico, ter estudado engenharia. Ambas foram declarações espontâneas. Para uma estatística mais refinada, talvez possam ser levados em conta fatores como a dupla formação ou as experiências dos entrevistados em outras áreas.

relativa), dividindo a quantidade de respostas de cada estado pelo total

$$Fr = \frac{c}{n} \times 100$$

de respostas de cada grupo de acordo com a fórmula

onde *Fr* é a frequência relativa, *c* representa a quantidade de respostas (coerente, incoerente ou anulada) e *n* representa o total de respostas em cada grupo. As respostas foram agrupadas na tabela 2.

Tabela 1. Respostas das questões 1 e 2 discriminadas por grupos.

		Gr. 1 (outros) / Respostas = 17						Gr. 2 (arquitetos) / Respostas = 19						Gr. 3 (músicos) / Respostas = 15					
		C	%	I	%	A	%	C	%	I	%	A	%	C	%	I	%	A	%
Objeto	1	17	100,0	0	0,0	0	0,0	17	89,4	2	10,6	0	0,0	15	100,0	0	0,0	0	0,0
	2	8	47,0	9	53,0	0	0,0	9	47,4	10	52,6	0	0,0	9	60,0	6	40,0	0	0,0
	3	7	41,1	10	58,9	0	0,0	12	63,1	7	36,9	0	0,0	7	46,7	8	53,4	0	0,0
Áudio	1	12	70,5	5	29,5	0	0,0	10	52,6	9	47,4	0	0,0	11	73,3	4	26,7	0	0,0
	2	12	70,5	5	29,5	0	0,0	12	63,1	5	26,3	2	10,6	14	93,3	1	6,7	0	0,0
	3	13	76,4	4	23,6	0	0,0	15	78,9	3	15,8	1	5,3	14	93,3	1	6,7	0	0,0

Quando se comparam os índices percentuais de coerência dos objetos e dos áudios, nota-se uma inversão dos resultados (objeto 1 e áudio 3). O maior índice percentual de coerência no objeto (96%) corresponde-se com o menor índice percentual de coerência no áudio (64,7%). Inversamente, quando diminui o índice percentual de coerência no objeto (50,9%) aumenta o índice percentual de coerência do áudio (82,3%). Essa observação pode ser significativa porque as respostas não estavam vinculadas. Os entrevistados poderiam ter declarado de forma independente tudo coerente ou tudo incoerente.

Tabela 2. Respostas das questões 1 e 2 compiladas e comparadas com os grupos 1, 2 e 3

<b>Dados das respostas das questões 1 e 2 compiladas com os grupos 1 - 2 e 3</b>							
<b>Grupos 1 2 e 3 (Respostas = 51) / Ordem de toque 1 2 3</b>							
		Coerente	%	Incoerente	%	Anulada	%
Objeto	1	49	96,0	2	4,0	0	0,0
	2	26	50,9	25	49,1	0	0,0
	3	26	50,9	25	49,1	0	0,0
Áudio	1	33	64,7	18	35,3	0	0,0
	2	38	74,5	11	21,5	2	4,0
	3	42	82,3	8	15,7	1	2,0

Observa-se que a medição de maior índice percentual de coerência corresponde aos extremos da tabela, visualmente para o objeto 1 e auditivamente para o áudio 3 (tradução do objeto 3 mais deformado). Isso significa que o objeto sem deformação (1) foi julgado coerente pela maioria dos entrevistados que, inversamente, apontaram a coerência do áudio 3, extraído do objeto ao qual tinha sido aplicada a maior deformação (3). Essa situação acontece com os três grupos considerados em forma independente, embora entre eles haja diferenças nos índices percentuais.

Em relação à coerência visual dos objetos, as opiniões se dividiram quando se comparam os objetos 2 e 3. Já, em relação à sonoridade, nota-se que as opiniões foram inclinando-se pela coerência na medida em que os entrevistados permaneciam por mais tempo expostos aos áudios (ordem de toque 1/2/3). Com o intuito de verificar se o tempo de exposição musical induziria no entrevistado uma percepção de maior coerência, organizou-se um quarto grupo, denominado grupo de controle, composto por alunos iniciantes de engenharia. O experimento foi realizado invertendo a ordem de toque dos áudios. Uma vez mais, observa-se que o terceiro áudio ouvido recebeu as maiores marcações

de coerência, 84,6% contra os 64,7% obtidos na primeira experiência na qual foi tocado em primeiro lugar. No entanto, não se verificou uma aceitação gradual da música, uma vez que o primeiro áudio tocado recebeu uma indicação de coerência maior do que o segundo (69,2% contra 46,1%).

Tabela 3. Respostas das questões 1 e 2 do grupo de controle

<b>Dados das respostas das questões 1 e 2 obtidas com o grupo de controle (Respostas = 13) / Ordem de toque 3 2 1</b>							
		Coerente	%	Incoerente	%	Anulada	%
Objeto	1	13	100,0	0	0,0	0	0,0
	2	5	38,4	8	61,6	0	0,0
	3	0	0,0	13	1,0	0	0,0
Áudio	1	9	69,2	4	30,8	0	0,0
	2	6	46,1	7	53,9	0	0,0
	3	11	84,6	2	15,4	0	0,0

Em relação à unanimidade observada no julgamento de coerência dos objetos 1 e 3 com percentuais extremos 100% e 0%, atribui-se tal uniformidade ao fato de que todos os entrevistados eram alunos de engenharia e estavam finalizando o semestre letivo da disciplina de desenho na qual os conceitos de ordenamento geométrico estão muito presentes,<sup>7</sup> portanto pode ter havido influência indireta na percepção dos objetos geométricos. As comparações acima sugerem que o experimento não indica a existência de uma correlação linear entre o tipo de percepção (visual ou auditiva) e o julgamento dos entrevistados (avaliação de coerência/incoerência). Para verificar essa conclusão, aplicou-se uma metodologia estatística baseada no coeficiente de contingência ou correlação de Pearson (C-Pearson). Na literatura, esse método é recomendado para estimar o grau de associação ou correlação

7 A entrevista com os alunos do grupo 1 aconteceu no início do semestre letivo.

entre duas variáveis qualitativas.<sup>8</sup> Para calcular o coeficiente de contingência de Pearson pode ser utilizada uma estatística denominada Qui-quadrado, segundo a seguinte fórmula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O - E)^2}{E}$$

Nela, "O" representa valores observados e "E" valores esperados, considerando uma hipótese de independência das variáveis. A tabela 4 discrimina os valores para "O" e "E" utilizados no cálculo, levando em conta os três grupos de entrevistados. Os valores numéricos entre parênteses correspondem ao valor esperado considerando a hipótese de independência. Por exemplo, todos os que declararam coerente o objeto declararam coerente o áudio. Esses valores são obtidos como proporções dos valores observados, multiplicando-se o "total" de cada fileira pelo "total" de cada coluna, dividido pela somatória da coluna "total" (ex.:  $82 \times 51 / 102 = 41$ ). Obtida a somatória desses valores, calcula-se o C-Pearson por:

$$C = \frac{X^2}{X^2 + n}$$

Na fórmula, "n" representa a somatória "Total." Para determinar o sentido da correlação, ou seja, se é uma correlação direta ou inversa, sugere-se utilizar o coeficiente de Pearson corrigido pela expressão:

8 O coeficiente de Pearson é um indicador estatístico da existência de possível correlação linear entre as variáveis analisadas. Um valor igual a 1 sugere uma correlação linear perfeita, ambas as variáveis analisadas tenderiam a aumentar linearmente na mesma proporção; -1 indicaria que, quando uma variável aumenta, a outra diminui; 0 indicaria que as variáveis não guardam correlação linear, em outras palavras, seriam linearmente independentes (Xenakis, 1992:12). Numa escala de graus de correlação, um valor de 0.70 sugeriria uma correlação direta forte; na faixa de 0.30 a 0.70, indicaria uma correlação direta moderada e entre 0 a 0.30 uma correlação fraca.

$$C - Pearson = C * \frac{\min(r, s)}{\min(r, s) - 1}$$

Nela, “r” e “s” representam os graus de liberdade das variáveis “julgamento” e “tipo de percepção,” sendo “r” representante das categorias de julgamento; e, “s” o número de categorias de tipo de percepção. No presente cálculo, tem-se r = 3 (coerente/incoerente/ anulado) e s = 2 (visual/auditiva), portanto, o menor valor é 2.

Tabela 4. Cálculo de coeficiente de correlação de Pearson para verificar correlação entre julgamento e tipo de percepção

		Objeto 1 / Áudio 1			Objeto 2 / Áudio 2			Objeto 3 / Áudio 3		
		Tipo de percepção		Total	Tipo de percepção		Total	Tipo de percepção		
		Visual	Auditiva		Visual	Auditiva		Visual	Auditiva	
Julgamento	Coerente	49 (41)	33 (41)	82	26 (32)	38 (32)	64	26 (34)	42 (34,0)	68
	Incoerente	2 (10)	18 (10)	20	25 (18)	11 (18)	36	25(16,5)	8 (16,5)	33
	Anulada	0 (0)	0 (0)	0	0 (1)	2 (1)	2	0 (0,5)	1 (0,5)	1
Total		51	51	102	51	51	102	51	51	102
Resultado C-Pearson		0,26			0,16			0,22		

O resultado do cálculo sugere que poderia existir uma correlação linear direta fraca entre o julgamento e o tipo de percepção.

### A questão 3 Sobre a correspondência imagem-som

Na tabela 5, são apresentados os resultados da questão 3. As respostas sobre a correspondência imagem áudio foram consideradas individualmente, portanto contabilizaram-se três respostas para cada entrevistado. Na tabela, aparecem discriminadas por grupos, compiladas e comparadas com o grupo de controle. Foi calculado o percentual da média relativa f/n. Para o cálculo, foi adotado o método de contagem por variável muda, definindo-se as respostas corretas “OK” com valor X=1 e

à somatória das respostas<sup>9</sup> erradas, não detectadas e anuladas (68,0%) atribuiu-se o valor  $X=0$ . A somatória de 68% sinaliza que a maioria dos entrevistados não encontrou as correspondências corretas entre o som e a imagem. Entretanto, apesar de ter tido opção para declarar “não detectado,” a maioria arriscou dar uma resposta ( $100 - 20,3 = 79,3\%$ ).

Tabela 5. Dados das respostas da questão 3. Discriminadas por grupos de entrevistados, compiladas e comparadas com o grupo de controle

	Gr.1 (n = 51)		Gr. 2 (n= 57)		Gr. 3 (n = 45)		Gr. 1 2 3 (n=153)		Controle (n = 39)	
	O	%	O	%	O	%	O	%	O	%
Errada	31	60,8	19	33,3	21	46,6	71	46,4	20	51,2
Não detectado	8	15,7	15	26,3	8	17,8	31	20,3	7	18,1
Anulada	0	0,0	2	3,5	0	0,0	2	1,3	0	0,0
OK	12	23,5	21	36,9	16	35,6	49	32,0	12	30,7
E + Nd + A	39	76,5	36	63,1	29	64,4	104	68,0	27	69,3

Talvez a decisão de optar positivamente por responder ao invés de declinar possa ser interpretada como uma aceitação afirmativa ao desafio cognitivo. Dito de outro modo, como a expressão da vontade de completar a participação no exercício lúdico, mental e sensorial proposto por meio de uma dupla via de estimulação – exercício que os entrevistados não podiam resolver dedutivamente porque não contavam com informações e dados. Eles tinham de resolvê-lo estabelecendo analogias imaginativas entre as imagens e os áudios apreciados.

Durante uma sessão de entrevista<sup>10</sup> com um grupo de quatro arquitetos, observou-se um resultado peculiar que merece ser destacado. Nessa oportunidade, chegou-se a obter um índice de acertos de 75% na terceira questão. Esse fato pode ser significativo se se considera a probabilidade de erro envolvida. Como as respostas eram mutuamente

9 Aqui se deve entender a resposta como “errada” estritamente dentro do contexto da medição, pois cada áudio havia sido gerado por uma estrutura específica.

10 As entrevistas não foram simultâneas. Foram realizadas em sessões independentes, mas com grupos homogêneos.



excludentes,<sup>11</sup> errar uma das três correspondências significava que a probabilidade de respostas certas caía automaticamente para 33,3% e a probabilidade de erro atingia o índice de 66,7%. Em relação à questão da coerência visual e sonora dos objetos (perguntas 1 e 2), apenas sete entrevistados (10,9%), um do primeiro grupo (5,8%), dois do segundo (10,5%), um do terceiro (6,6%) e três do grupo de controle (23%) coincidiram com as respostas que teriam dado os autores e que deram origem à conjectura do experimento.

### ***Dados do experimento realizado em abril 2013***

Em abril de 2013, foram feitas novas medições com um grupo de alunos de engenharia aos quais se apresentou a sequência de áudio 1, 2, 3 e um grupo de controle que ouviu a sequência 3, 2, 1. A seguir, se apresentam as tabelas consolidadas com os resultados obtidos.

Tabela 6. Dados das respostas da questão 1 e 2. Grupo 1

<b>Dados das respostas das questões 1 e 2 obtidas.</b>							
<b>Grupo 1 (Respostas = 38) Ordem de toque 1 2 3</b>							
		Coerente	%	Incoerente	%	Anulada	%
Objeto	1	35	92.1	3	7.9	0	0.0
	2	6	15.8	32	84.2	0	0.0
	3	2	5.3	36	94.7	0	0.0
Áudio	1	19	50.0	19	50.0	0	0.0
	2	17	44.7	21	55.3	0	0.0
	3	21	55.3	17	44.7	0	0.0

11 Não podia haver respostas repetidas (mesmo áudio em objetos diferentes), uma vez que se informou que os áudios eram traduções dos objetos, portanto um áudio não podia ter sido gerado por dois objetos. Já, um objeto poderia ter gerado os três áudios. A vinculação por exclusão mútua significa que, caso o entrevistado errasse uma correspondência, automaticamente haveria uma errada entre as restantes.

Tabela 7. Dados das respostas da questão 1 e 2. Grupo de controle

<b>Dados das respostas das questões 1 e 2 obtidas. Grupo de controle (Respostas = 19) Ordem de toque 3 2 1</b>							
		Coerente	%	Incoerente	%	Anulada	%
Objeto	1	18	94.7	1	5.3	0	0.0
	2	3	15.8	16	84.2	0	0.0
	3	1	5.3	18	94.7	0	0.0
Áudio	1	13	68.4	6	31.6	0	0.0
	2	11	57.9	8	42.1	0	0.0
	3	11	57.9	8	42.1	0	0.0

Tabela 8. C - Pearson. Grupo 1

		Objeto 1 / Áudio 1			Objeto 2 / Áudio 2			Objeto 3 / Áudio 3		
		Tipo de percepção		Total	Tipo de percepção		Total	Tipo de percepção		
		Visual	Auditiva		Visual	Auditiva		Visual	Auditiva	
Julgamento	Coerente	35 (27)	19 (27)	54	6 (12)	17 (12)	23	2 (12)	21 (12)	23
	Incoerente	3 (11)	19 (11)	22	32 (27)	21 (27)	53	36 (27)	17 (27)	53
	Anulada	0 (0)	0 (0)	0	0 (0)	0 (0)	0	0 (0)	0 (0)	0
Total		38	38	76	38	38	76	38	38	76
Resultado C-Pearson		0,39			0,16			0,34		

Tabela 9. Dados das respostas da questão 3 Consolidada grupo1 e controle

Correspondência Imagem / Som	n = 171	
	Obs	%
Errada	95	55.6
Não detectado	38	22.2
Anulada	6	3.5
OK	32	18.7
E + Nd + A	139	81.3

## **Conclusões do experimento**

Não se registraram coincidências claras que permitam considerar a existência de uma relação associativa forte entre julgamento visual e auditivo. Se na primeira aplicação do experimento a correlação se manteve num patamar considerado fraco, abaixo de 0,30, na segunda oportunidade, observou-se um aumento moderado nos extremos (objeto/áudio 1 e objeto/áudio 3), mantendo-se o mesmo índice no centro (objeto/áudio 2). A observação baseia-se no resultado do cálculo estatístico obtido com o método do coeficiente C-Pearson. Como não foi encontrada uma evidência que associe, de modo forte, o julgamento e o tipo de percepção, analogamente, poder-se-ia suspeitar que as comparações (que de algum modo são julgamentos) entre simetrias visuais e sonoras devam ser tomadas com cautela. Dito de outro modo, a ideia de simetria, quando aplicada no terreno da percepção auditiva, parece requerer um tratamento diferenciado ao de ordem visual.

Os resultados também levam a suspeitar que, independentemente da qualidade estética, do ordenamento geométrico ou da coerência estrutural do objeto sobre o qual seja aplicada uma tradução com a *caixa de música*, o fator que parece prevalecer para formar a pseudomúsica é a conjunção do mecanismo programado e das séries de parâmetros musicais utilizados. A ordem geométrica, derivada e regida pelas simetrias espaciais, desempenharia um papel secundário ou irrelevante. Portanto, conclui-se que o uso da técnica da *caixa de música* como instrumento de julgamento estético visual que pretenda validar ou invalidar projetos de arquitetura sob o ponto de vista morfológico ou geométrico não é recomendável. A *caixa de música* não é um instrumento de controle estético, nem poderia vir a ser utilizado ou entendido como tal.

**O questionário**

1. A partir de uma avaliação intuitiva, como classificaria os três estados geométricos dos objetos apresentados? Marque com um X a sua resposta}

Objeto 1.	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>
Objeto 2	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>
Objeto 3.	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>

2. A partir de uma avaliação intuitiva, como classificaria os áudios apresentados? Marque com um X a sua resposta.

Áudio 1	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>
Áudio 2	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>
Áudio 3	Coerente	<input type="checkbox"/>
	Incoerente	<input type="checkbox"/>

3. Caso tenha detectado alguma correspondência entre um estado geométrico e um dos estados sonoros apresentados, por favor, marque-a.

Objeto	Áudio correspondente	Objeto	Áudio correspondente	Objeto	Áudio correspondente
1 →	1	2 →	1	3 →	1
	2		2		2
	3		3		3
	Não detectado		Não detectado		Não detectado

## Referências

De Staël, Mme. *Corinne ou L'Italie*. Londres: Oxford University Press, 1999.

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

Ghyka Matila C. *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*. Buenos Aires: Poseidón, 1977.

Goethe J. W. von; Eckermann, J. P.; Soret, F. J. *Conversations of Goethe with Eckermann and Soret*. Vol. II. Trad. John Oxenford. London: Smith Elder & Co. 1850.

Lartillot, Bruno. "Compo 3. Reference 2002." Acesso em 7 de fevereiro de 2008. [www.compo-music.net](http://www.compo-music.net).

Menegotto, José Luis. *A Caixa de Música. Contraponto formal entre a Arquitetura e a Música*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Rio de Janeiro, 2009.

Schaeffer, Pierre. *Traité des objets musicaux. Essai interdisciplines*. Paris: Éditions du Seuil, 1966.

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph. *Filosofia da arte*. São Paulo: USP, 2001.

Schopenhauer, Arthur. *O mundo como vontade e representação*. Tradução M.F. Sá Correia. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.

Xenakis, Iannis. *Formalized Music. Thought and Mathematics in Composition*. New York: Pendragon Press, 1992.