

Mestrado em Design e Multimédia
Faculdade de Ciências e Tecnologias

Objectos Musicais

Desenvolvido por
Ana Cláudia Rodrigues

Orientado por
Amílcar Cardoso
& Tiago Cruz

Mestrado em Design e Multimédia
Faculdade de Ciências e Tecnologias

Objectos Musicais

Desenvolvido por
Ana Cláudia Rodrigues

Orientado por
Amílcar Cardoso
& Tiago Cruz

Resumo

As novas tecnologias têm vindo a permitir com as suas ferramentas a exploração de novos conceitos e formas de interagirmos com o mundo. Novas disciplinas do design, como o design de interacção, surgem como resultado da aplicação de soluções computacionais para a resolução de problemas de design (MAILMAN, 2013).

A música é um dos meios mais poderosos para a expressão de emoções e sentimentos. Faz parte da cultura da Humanidade desde os seus primórdios. É uma expressão de criatividade assumida desde a infância por muitos de nós, habituados a improvisar ritmos e melodias, a imaginar harmonizações e até músicas completas. O mundo digital tem vindo a encontrar respostas cada vez mais poderosas para os que pretendem exprimir-se musicalmente, mas continua a verificar-se uma lacuna no que respeita à oferta de aplicações interactivas que permitam a composição de trechos musicais com alguma complexidade e o controlo da sua execução, de forma criativa e intuitiva, a pessoas com conhecimentos musicais limitados. Assumindo que qualquer pessoa, mesmo sem grande conhecimento musical, é capaz de a criar e aprender através de uma experiência interactiva e intuitiva, pretendemos construir uma ferramenta que consiga criar uma composição musical onde o corpo humano seja o próprio instrumento de interação. Ao construir esta ferramenta pretendemos também ficar a conhecer com uma maior profundidade a relação entre o mundo físico e o digital.

De forma a podermos resolver este problema de carácter experimental, levantaram-se algumas questões, às quais se foram respondendo ao longo do projecto, de forma directa ou indirecta, as quais ajudaram na formulação de um processo de trabalho e validação do mesmo. Questões: Como podemos relacionar os gestos provenientes do corpo humano à música e de que modo podem eles criar diferentes sons? Quais as características gestuais que são mais relevantes quando se trata de produzir música com o próprio corpo e de que modo devem elas mudar o som? Qual o tipo de gestos e movimentos que se encontram associados a determinado tipo de sons? Como poderemos integrar a nossa percepção e informação do mundo físico no mundo digital? Existe alguma semelhança na forma como nos expressamos com um instrumento físico (através do toque) ou com um instrumento digital (através de gestos) ?

Pretendemos com isto não só expressar a nossa individualidade, mas também que a mesma se confronte com caos e processos que estão fora do nosso controle com a introdução de uma componente colaborativa. O inesperado coloca o espectador e(ou) o participante num estado de elevada atenção e curiosidade (PITTARELLO, 2011), levando muitas vezes a uma interacção intuitiva e dinâmica. *"Variety tends to keep our attention when the rhythm of difference captivates, for example, hearing the counterpoint between long sound, short sound, and the absence of sound in the kind of sequence a jazz drummer can create engages the entire body in dance."* (MAEDA, 2006)

Numa fase inicial, este projecto envolveu uma investigação sobre sensores e dispositivos de interface de programação que permitissem a manipulação de som e captação dos gestos/movimentos do corpo humano. A segunda fase está relacionada com o desenvolvimento prático da aplicação informática e respetivo modelo de interação, com subsequente implementação, experimentação e análise.

Palavras-chave

Arte computacional, Design de interação, Composição sonora, Corpo humano enquanto objecto, Sinestesia

Abstract

New technology has permitted with its tools to explore new concepts and new ways of interacting with the world. New branches of design, such as interaction design, arise from the application of computational solutions for solving design problems. Such technologies may help not only on expanding our perspectives but also our creativity (MAILMAN, 2013).

Music is one of the most powerful ways for humans to express their emotions and feelings. It has been part of humanity for a long time almost since the beginning of times. Yet it's still a hard discipline to learn and takes a lot of time and effort. The digital world has found some powerful answers for people to express themselves musically, but there is still a lack of interactive applications that allow the control and a compositions of music sequences in an intuitive and creative way by people with limited musical knowledge. On the assumption that anyone, even without having great musical knowledge, can create and learn music through a simple interactive and intuitive experience, we aim to build a tool that allow the creation of a musical composition with some complexity where the human body is used as a musical instrument. By building this tool we also get to deeper explore the connection between physical and digital world.

In order to solve this problem of an experimental character we came up with some questions that helped us with the thinking and validation such as: How can we relate human gestures to music and how can they create different sounds? Which features are more relevant to us when we produce music with our bodies and how can they change music? What kind of gestures and movements are associated to what sounds? How can we integrate our perception and information from the physical world into the digital world? Is there any similarity between the way we play and a physical instrument and the way we express ourselves with our body gestures and a digital instrument?

We intend not only to express our individuality but also to express chaos and processes that are out of our control and in order to accomplish that it is introduced a collaborative component. The unpredictable and the unexpected places where the viewer/participant finds himself in a state of heightened awareness and curiosity that often leads to an intuitive interaction and dynamic one. *"Variety tends to keep our attention when the rhythm of difference captivates, for example, hearing the counterpoint between long sound, short sound, and the absence of sound in the kind of sequence a jazz drummer can create engages the entire body in dance."* (MAEDA, 2006)

At an early phase this project involved a research on sensors and programming resources to the manipulation of sound and capture of human body gestures among other experimentations in need. The second phase is about conceiving a computer application and respective interaction model followed by development, experimentation and analysis.

Key-words

Computer Art, Human Body as an instrument, Interaction Design, Sound composition, Synesthesia

Agradecimentos

Estar envolvido num projecto destes consegue ser algo muito absorvente o que nos pode levar a esquecer as necessidades básicas da condição de ser humano e até nos fazer distanciar daquilo a que por norma damos atenção.

É com grande alegria e algum alívio que termino esta fase. Não sei que experiências virão a seguir, mas, os ensinamentos que obtive de todos estes anos mantê-los-ei em memória, pois sem dúvida que ficarão marcados por muito tempo. A todos os que tiveram a amabilidade e disponibilizar um pouco do seu tempo para participar nas minhas experiências feitas neste projecto um muito obrigada!

Aos meus amigos um grande agradecimento pois com eles aprendi muito. À Ana Jorge por me ter deixado expressar nas paredes do quarto dela em dias mais eufóricos, à Ana Pina por me ajudar a clarificar os pensamentos e me animar com o seu peculiar sentido de humor, à Inês pela paciência de médico, à Catarina Maçãs por estar sempre pronta a ajudar com um sorriso na cara, à Bruna por me ter ensinado imenso e me ter ajudado a evoluir ao longo deste trajecto, ao Tiago por toda a sua ajuda e conhecimentos interessantes partilhados, ao Zé Maria pelos seus valiosos conhecimentos tipográficos, ao João pela sua preocupação demonstrada e não me deixar esquecer o tempo que faltava até à data da entrega, à Daniela por se ter certificado que estava bem, à Andreia pelas conversas de sábado à noite, à Beatriz por toda a sua pronta ajuda e por acreditar nas minhas capacidades, e à Catarina Parente pela peruca azul que claramente alegrou o dia. Por último, ao André por toda a sua paciência, disponibilidade, presença, e optimismo que me ajudaram a conseguir ver as coisas sempre de uma perspectiva diferente.

Aos meus orientadores, professor Amílcar Cardoso e professor Tiago Cruz, que sempre se mostraram disponíveis e presentes dentro e fora de horas, e, com toda a paciência me ajudaram demonstrando sempre preocupação e interesse para com o projecto. Ao professor Tiago Cruz um grande obrigada por todos os seus conhecimentos e experiências de longa data partilhados comigo, foram sem dúvida fundamentais ao desenvolvimento deste projecto.

À família, mas em especial ao meu irmão por pacientemente compreender a minha ausência e ao meu primo Ricardo. À minha madrinha que sempre me deu força a nível pessoal e me conseguir manter a motivada no projecto mesmo em ocasiões menos fáceis, e, me apoiou até mesmo na época balnear em jeito de solidariedade enquanto trabalhava ela também ainda que para o bronze.

Aos meus avós paternos um profundo e carinhoso agradecimento, de Coimbra até Braga.

Conteúdos

Capítulo I:	1.1 Enquadramento e Motivação	16
Introdução	1.2 Objectivos e Metodologias	18
	1.3 Dicotomia Arte (música), Ciência (ferramentas digitais)	20
	1.4 Plano de trabalho	21
	1.5 Estrutura de capítulos	25
Capítulo II:	2.1 Entre o mundo humano e o mundo digital	26
Interacção	2.2 Sistemas interactivos e expressividade digital musical	29
humano-computador	2.3 O corpo humano enquanto objecto	30
Capítulo III:	3.1 Introdução histórica	36
Sinestesia	3.1.1 <i>Instrumentos sinestésicos</i>	43
	3.2 O som	47
	3.2.1 <i>Aspectos físicos</i>	47
	3.2.2 <i>Aspectos teóricos</i>	48
	3.2.3 <i>Som generativo</i>	51
	3.3 A imagem	55
	3.3.1 <i>Aspectos físicos</i>	55
	3.3.2 <i>Visual Music</i>	56
	3.3.3 <i>Notação gráfica</i>	66
	3.3.4 <i>Expressão Computacional</i>	72
Capítulo IV:	4.1 Trabalhos de referência	76
Investigação prática	4.2 Trabalhos relacionados	78

Capítulo V:	5.1 Processo conceptual	84
A prática	5.1.1 <i>Desenvolvimento prático e conceito</i>	84
	5.1.2 <i>Experiência Nr: 1</i>	85
	5.1.3 <i>Experiência Nr: 2</i>	89
	5.2 O instrumento	92
	5.2.1 <i>Background</i>	93
	5.2.2 <i>Foreground</i>	96
	5.2.3 <i>Acção directa</i>	99
	5.3 Processo de construção	101
	5.3.1 <i>Ferramentas de auxílio</i>	101
	5.3.2 <i>Implementação</i>	103
	5.4 Dificuldades sentidas e soluções encontradas	110
Capítulo VI:		112
Conclusão		
Capítulo VII:		114
Bibliografia		
Capítulo VIII:	Anexo A	120
Anexos	Anexo B	124

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1.1

Enquadramento e Motivação

Durante alguns anos estudei música, e mais em particular, piano^(Fig 1). Inevitavelmente, fui desenvolvendo um gosto crescente pela música e ainda mais em especial pelo instrumento que estudava. Mesmo ao fim de variados anos a dedicar-me à música sei que ainda tenho muito a aprender sobre ela e que apesar de ser uma área tão estudada e tão antiga, não deixa de fascinar tanto quem aprende esta difícil arte como quem simplesmente a aprecia.

Nos últimos anos, por variadas razões a minha prática nesta esteve um pouco estagnada, e, tendo tido a oportunidade de trabalhar novamente com ela, ainda que de um forma totalmente diferente daquilo que fazia anteriormente, permitiu-me dedicar de novo a esta área tão vasta e ainda abstracta. Este trabalho é fruto de toda a investigação e exploração que fiz ao longo destes meses, mas também da minha admiração que nunca deixou de existir por esta forma de arte. Ainda que tenha conhecimento prévio da área, torna-se difícil encontrar uma descrição ou definição simples para a música pois esta por vezes varia de formas nunca antes imaginadas com combinações que não parecem nunca findar.

A música é uma arte que requer uma longa e difícil aprendizagem para que sejamos capazes de registar por escrito e comunicar, de ler e interpretar o escrito por outros, de executar um instrumento. A música não é algo difícil de apreciar e sentir, mas, é difícil e muitas vezes frustrante de criar ou expressar, especialmente para pessoas sem treino (DUNN, 2003). Pretendemos neste projecto simplificar esta aprendizagem até ao ponto em que as pessoas consigam executar um instrumento sem a necessidade de um conhecimento musical prévio. *“Simplicity is about subtracting the obvious, and adding the meaningful.”* (MAEDA, 2006)

O sonho de interrelacionar música, dança e artes visuais é já antigo (MAILMAN, 2013). A fusão da música com as artes visuais foi abordada por famosos pensadores, matemáticos e cientistas como Aristóteles, Pitágoras, Leonardo da Vinci ou Isaac Newton. Estes e muitos outros reflectiram sobre a possibilidade de existência de correspondências entre o fenómeno sonoro e o fenómeno luminoso (SANTOS, 2009). Desde os dias mais iniciais do Modernismo que a conjugação entre arte e música tem sido consideravelmente fundamental ao desenvolvimento de novas formas de arte (JOHN, 2004).

Neste projecto são introduzidos aspectos do corpo humano e a sua relação com o mundo com o objectivo de inspirar a criação de novas formas de interacção que integrem melhor o mundo físico e o digital/computacional. Explora-se de que forma os objectos físicos podem servir de ponte de ligação na interacção entre um meio físico e um digital, sendo que o corpo humano é o próprio objecto. Através um gesto físico o utilizador vai ser criador de uma *performance* musical e controlador da música que está a ser produzida, desbloqueando sensações, emoções e pensamentos. Os seus gestos irão influenciar directamente o *output* musical do sistema de uma forma natural. Os parâmetros sonoros controlados pelo utilizador podem variar desde a altura à intensidade ou ao timbre, sem deixar de parte também os intervalos de tempo. O que é gerado é uma série de sons não repetitivos que são expressivos na medida que são gerados espontaneamente através dos movimentos corporais.

Fig. 1
Partitura para piano
interpretada por mim.

The image shows a handwritten musical score for '3. Prélude in h' by Chopin. The score is written on a page with a light background and is heavily annotated with handwritten notes and markings. At the top, the title '3. Prélude in h' is written in a large, bold font. To the right of the title, the composer's name 'Chopin' is written in a cursive hand. Below the title, the opus number 'op. 28 Nr. 6' and the date 'Entstehungszeit zwischen 1831 und 1838' are printed. The tempo marking 'Lento assai' is written at the beginning of the score. The score is written in G major (one sharp) and 3/4 time. It consists of two staves, treble and bass clef. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and ornaments. The score is heavily annotated with handwritten notes and markings, including circled notes, arrows, and various performance instructions. Some of the annotations include 'sotto voce', 'decast.', 'piano', 'sostenuto', 'calmo', and 'ritmo'. There are also some numerical markings and symbols like 'P', 'pp', and 'f'. The handwriting is in a cursive style, and the overall appearance is that of a personal manuscript or a score prepared for a specific performer.

Tentamos encontrar uma solução não só a nível de composição musical mas também no que diz respeito à percepção/*feedback* visual daquilo que estamos a criar.

1.2

Objectivos e Metodologias

“We need to think about art–working more like a laboratory, that we are performing research and working together” (ZACH LIEBERMAN, N.D.)

É sabido que as pessoas utilizam gestos para planear conceptualmente a produção de um discurso (PEARSON, 2011), isto é, para comunicar pensamentos que não são fáceis de atingir só verbalizando ou só gesticulando.

Estudos experimentais demonstram que quanto maior é a mobilidade física do utilizador, mais aumenta a criatividade, e, estilos de interacção menos limitadores ajudam os utilizadores a pensar e a comunicar (ARIAS-HERNÁNDEZ ET AL., 2011). Pretende-se conceber um sistema interactivo que permita a pessoas com conhecimentos musicais limitados exprimir-se musicalmente manipulando um instrumento em que a interface (objecto de interacção) é o seu próprio corpo.

Através de um conjunto de regras por nós definidas com base num estudo científico, construímos a interacção entre o utilizador e a ferramenta. Esta interacção contém tanto características gestuais como visuais. Uma boa composição visual consegue transmitir harmonia e consonância visual. A progressão de uma má composição visual para uma boa move-nos entre a dissonância e consonância, entre tensão e alívio. Utilizando esta construção de tensão/alívio, podemos movimentar-nos dinamicamente através do tempo com materiais visuais. Estes elementos manifestam-se em forma de objectos dentro de um espaço definido, com um tamanho, cor, forma e textura, estabelecendo relações dinâmicas de interacção (EVANS, 2005).

Os gestos físicos ditarão certos tipos de efeitos sonoros. Um gesto que controle a *performance* necessita de estar concordante com o corpo do performer que incorpora um espectro de expressões físicas (BENCINA ET AL., 2008), pois deve haver um equilíbrio entre a intuição dos artistas e o controle do computador (SCHEDEL & ROOTBERG, 2009). Os performers exercem então um controle directo durante a manipulação do instrumento, direccionando o *output* artístico do computador. O sistema é expressivo ao ponto de um performer poder antecipar a mudança na música gerada que vai ser produzida através de um movimento.

O objectivo é que qualquer pessoa sem treino musical consiga expressar-se musicalmente através de uma interacção realizada intuitivamente com gestos corporais. Ao estabelecermos uma interacção espacial através de gestos, gera-se música com alguma complexidade mas com a transparência da expressividade dos instrumentos. Aqui, o corpo humano passa a objecto físico em interacção com um ambiente digital. Existirá uma exploração do ambiente de interacção tendo em conta a ligação entre o objecto físico e o digital.

Os objectivos desta investigação focaram-se na interacção Humano-Computador, estudo da interacção, experimentação e observação / análise da interacção. Considera-se que haverá um percurso de aprendizagem com uma parte de aprendizagem pessoal, e com isso espera-se a criação de algo novo.

Para a análise da experimentação foram realizados *user testings* de acordo com a metodologia abordada na cadeira de Interacção-Humano-Computador. Temos também uma prova de conceito para demonstrar que é

possível a existência de um ambiente em que o corpo humano pode ser objecto principal de interacção. Para a criação da ferramenta que irá interagir com o corpo humano, é necessário recorrer ao *Processing*, à *Kinect* e ao *Max/Msp*. Segue-se uma breve descrição da função de cada uma destas.

Processing

Trata-se de uma ferramenta *Open Source* desenhada para artistas, que consiste numa linguagem simplificada construída a partir do Java, e se foca no desenvolvimento de aplicações como gráficos em tempo-real e sistemas interactivos. Apesar da sua simplicidade, o *Processing* é uma plataforma capaz de suportar variadas aplicações. Tem ainda a vantagem de ser facilmente integrado com outros sistemas como acontece por exemplo com o Arduino (PEARSON, 2011).

Kinect

A Kinect é uma câmara que tem a capacidade ver em profundidade graças à sua câmara de infravermelhos. Captura uma imagem RGB e de profundidade com 640x480 pixels de resolução. O seu sensor de profundidade abrange aproximadamente 80cm-3.5m, o que nos dá uma vasta área de interacção. As máscaras de utilizadores são utilizadas para extrair as cores correctas dos pixels daquilo que é capturado pela câmara RGB. É possível distinguir até 8 utilizadores diferentes de cada vez, no entanto só em 2 deles podemos identificar o esqueleto com todas as suas articulações. O esqueleto de um utilizador pode ser identificado após ele se colocar na posição de *tracking* inicial (BORENSTEIN, 2012).

Max/Msp

Um ambiente gráfico que serve de suporte ao desenvolvimento de ambientes de interacção musical. Baseia-se no conceito de um fluxo de dados visuais para um protótipo interactivo. Servirá de auxílio na geração de uma estrutura melódica.

1.3

Dicotomia Arte (música), Ciência (ferramentas digitais)

mú-si-ca

(latim musica, -ae, música, instrução, habilidade)

substantivo feminino

1. Organização de sons com intenções estéticas, artísticas ou lúdicas, variáveis de acordo com o autor, com a zona geográfica, com a época, etc.
 2. Arte e técnica de combinar os sons de forma melodiosa.
 3. Composição ou obra musical.
 4. Execução de uma peça musical.
 5. Conjunto de músicos.
 6. Notação ou registo de uma peça musical.
 7. Papel ou livro que contém notações musicais.
 8. Sequência de sons cuja cadência ou ritmo lembram uma melodia
- "MÚSICA", IN DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA [EM LINHA], 2008-2013

tec-no-lo-gi-a

substantivo feminino

1. Ciência cujo objecto é a aplicação do conhecimento técnico e científico para fins industriais e comerciais.
 2. Conjunto dos termos técnicos de uma arte ou de uma ciência.
 3. Tratado das artes em geral.
- "TECNOLOGIA", IN DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA [EM LINHA], 2008-2013

A música salienta aspectos individuais, culturais e sociais do ser humano. Enquanto que a forma de expressão individual é um modo de comunicação através de uma linguagem própria, fruto da criatividade e personalidade de cada um, transmitindo a experiência e vivência individual do mundo, a música não. A música é uma forma de expressão de uma cultura de uma época em particular, e funciona como veículo de valores e conhecimento colectivo (LEITE, 2009).

A definição do som musical não é tão definitiva atendendo às mais variadas formas de criação musical que se admitem actualmente. Surgem vários contextos de geração musical que, através de um processo constante de globalização, coexistem na mesma cultura. Contudo, a música é uma prática artística humana que introduz uma condição estética na percepção, concepção e entendimento do som, organizado ao longo do tempo. E, ainda que a música seja um conceito altamente subjectivo, o ouvido humano, especialmente treinado e condicionado por determinadas configurações culturais, consegue determinar o que se apresenta em cada cultura (LEITE, 2009).

A interacção colectiva no processo criativo e a necessidade de inserção das novas tecnologias nas experiências performativas conduzem a uma abertura da linguagem, fazendo surgir novas formas de experiência artística através do diálogo entre computador e performer. O espectador torna-se a interface entre o mundo físico e o mundo digital. Muitas das práticas comuns enfatizam a alienação da imagem digital à representação artística. A imagem digital, torna-se uma forma de representação de dados passível de se traduzir em diferentes sistemas comunicativos. As suas propriedades permitem a deslocação dos parâmetros convencionais de tempo e espaço, abrindo novas possibilidades também nas artes visuais (LEITE, 2009).

1.4

Plano de trabalho

O plano de trabalho sofreu alterações desde a entrega intermédia pelas razões que se encontram explicadas na secção 5.4 deste relatório.

Setembro 2013 — Janeiro 2014

Estado da Arte

Recolha de informação que demonstre a evolução e contextualização do tema a abordar na dissertação. Definição dos objectivos a atingir.

Escrita

Escrita do estado da arte recolhido.

Fevereiro 2014 — Março 2014

Concepção do ambiente

Tendo como base a informação previamente recolhida, conceber o ambiente de interacção. Definir qual o material que será necessário para a realização da experiência.

Experiência Nr. 1

Experiência para estudar quais os gestos de interacção a usar na criação da música.

Escrita

Escrita dos dados recolhidos na experiência nr. 1 e também do ambiente concebido.

Abril 2014 — Maio 2014

Análise da Experiência Nr. 1

Análise por observação e análise computacional da experiência. Escrita das conclusões.

Gramática de interacção

Definição da gramática de interacção com base na pesquisa e experiência anteriormente mencionados.

Junho 2014 — Julho 2014

Gramática visual

Definição da gramática visual.

Implementação

Colocar em prática o ambiente anteriormente concebido.

Desenvolvimento da ferramenta e integração de outros materiais que possam vir a ser importantes na interacção. Esta fase acontece em paralelo com a experimentação de forma a que seja possível ajustá-lo de acordo com as necessidades que vão surgindo através da experimentação.

Escrita e aceitação do *Abstract* para a *Transcreativa*

A *Transcreativa* é uma conferência europeia da área das indústrias criativas e inovação social. Foi elaborado um *Abstract* e submetido para aceitação.

Agosto 2014 – Setembro 2014

User testing

Recolha, análise de dados e conclusões recorrendo ao auxílio do *user testing*, a ser feito em pelo menos 10 pessoas.

Escrita

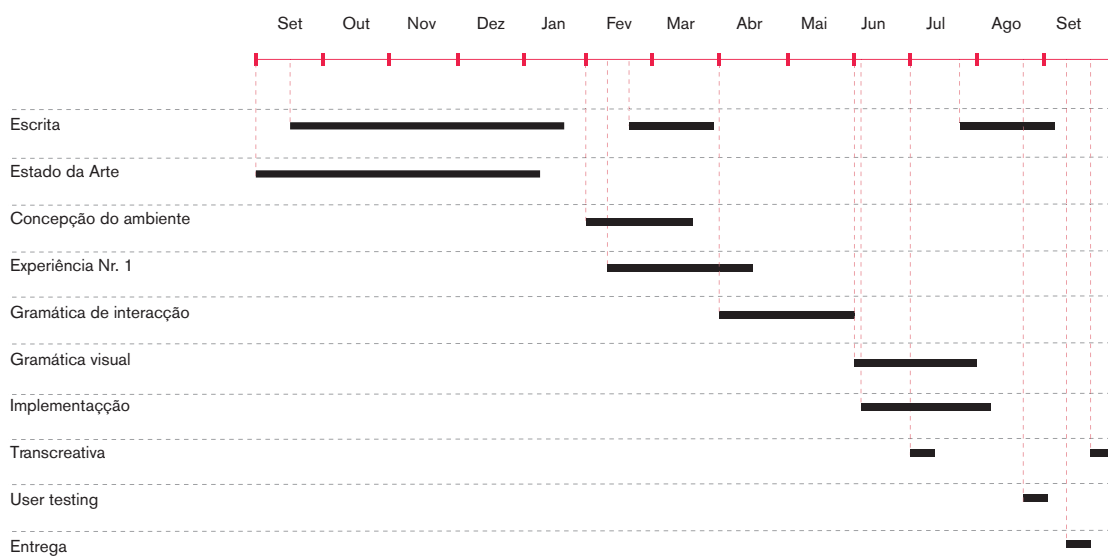
Com base nas experiências realizadas, dados recolhidos e conhecimento adquirido, desenvolver o documento escrito a entregar em início de Setembro.

Relatório e Defesa final

Entrega do relatório e respectiva defesa.

Transcreativa

Elaboração do *Full Paper* e apresentação do projecto na Transcreativa (que irá decorrer entre 25 e 27 de Setembro de 2014, em Bordéus).



1.5

Estrutura de Capítulos

Capítulo I: Introdução

É introduzido o âmbito da dissertação, contextualizado o tema, identificado um problema e determinada a forma como se irá abordá-lo. Aqui constam também os objectivos e de que forma se pretendem atingir neste trabalho. São descritas ainda as metodologias a adoptar, seguido de um plano de trabalho com a descrição de cada tarefa a cumprir. Torna-se fulcral o cumprimento deste plano para o desenvolvimento do projecto. A participação e aceitação na conferência Transcreativa é também referida.

Os Capítulos II, III e IV constituem o estado da arte. Todos eles contêm informações quer são relevantes, quer para contextualizar o leitor no tema e melhor fazer entender o processo do projecto assim como opções tomadas, quer para expor as bases teóricas que foram necessárias à realização da prática.

Capítulo II: Interação Humano-Computador

Tendo em vista o carácter interactivo da aplicação final, foram explorados princípios de interação humano-computador, de sistemas interactivos que envolvessem expressão musical, como ainda o funcionamento do corpo humano enquanto interface e objecto de interação. Faz-se referência à forma como vemos, interagimos com o mundo, e a relevância que este tem na maneira como experienciamos uma interface interactiva.

Capítulo III: Sinestesia

Sabendo que a aplicação irá conter tanto um lado sonoro como um lado visual, são aqui explorados a relação entre dois fenómenos e sua individualidade, som e imagem. Após uma introdução histórica acerca desta relação entre som e imagem, apresentada uma recolha de instrumentos que exploraram esta relação, tendo em conta que a ferramenta final será também um instrumento que explora estes dois pontos. De seguida, são apresentados aspectos individuais de cada um destes fenómenos, de forma a podermos compreender melhor as suas características e comportamentos. No subcapítulo do som, são explicados os fenómenos físicos do mesmo assim como alguma Teoria Musical e por fim história acerca da geração de som. O subcapítulo da imagem, inicia com a explicação também do fenómeno físico, de seguida a visual music (representação visual do som em movimento), a notação gráfica (formas gráficas de notar o som) e por último a expressão visual ao nível computacional. Serve este último subcapítulo para demonstrar que a música quando aliada à representação visual com sentido pode ter um impacto em quem estiver a viver a experiência musical.

Capítulo IV: Investigação Prática

São apresentados as principais referências relacionadas com o tema. Torna-se importante saber que experiências já foram realizadas e em que contexto para que possamos ter um background e noções daquilo que pode ser melhorado ou que ainda não foi feito e de como pode ser feito, ou seja, que soluções foram encontradas para determinados tipos de problemas.

Capítulo V: A prática

Este capítulo contém tudo o que diz respeito à parte prática do projecto. Demonstra o tipo de exploração e o processo tido na componente prática. É proposta, concretizada e apresentada uma ferramenta, que responde a aos objectivos referidos no capítulo da introdução. Faz-se a descrição detalhada do conceito, processo de construção e execução da ferramenta. Por fim é elaborada uma avaliação dos aspectos positivos (soluções) e negativos (problemas), bem como oportunidades para trabalho futuro (resultante do *user testing*).

Capítulo VI: Conclusão

É apresentada uma descrição sumária do trabalho realizado para trás. Enumeram-se as principais contribuições desta dissertação e indica-se o trabalho futuro.

São ainda apresentados vários esquemas e imagens ao longo de todos os capítulos de forma a ilustrar o que se pretende comunicar de uma forma mais directa, facilitando a compreensão ao leitor.

Capítulo II

INTERACÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

Tendo em vista o carácter interactivo da aplicação final, foram explorados princípios de interacção humano-computador, de sistemas interactivos que envolvessem expressão musical, assim como a utilização do corpo humano enquanto interface e objecto de interacção. Faz-se referência à forma como vemos, interagimos com o mundo, e a relevância que este tem na maneira como experienciamos uma interface interactiva.

2.1

Entre o mundo humano e o mundo digital

“Human Computer Interaction encompassed nearly all of social and behavioral sciences.” (ARIAS-HERNÁNDEZ ET AL., 2011).

O Design de Interação é a especificação de comportamentos digitais em resposta a estímulos humanos ou da máquina. Idealmente, os designers de interação combinam possibilidades tecnológicas das plataformas e sistemas de forma a criar empatia com os potenciais utilizadores (GOODMAN ET AL., 2011). A quantidade de interação em jogo depende maioritariamente no tipo de dispositivo que permite a interação e também na quantidade de informação que é enviada ao sistema (PAULUS, 2001). A interação humano-computador, encontra-se inserida no contexto de uma disciplina científica multi-disciplinar que acaba por ser incorporada nas ciências sociais (HARTMANN ET AL., 2006).

O cientista da computação J. Licklider (1915-1990) escreveu acerca do potencial da simbiose humano-computador (Fig. 2) em 1960, e previu não só o uso do computador para ajuda de realização de uma tarefa mas também na formulação do trabalho a ser feito. Isto requeria no entanto maiores avanços em termos de memória, linguagens de programação e interfaces (LOUGHRIDGE, 2011). Os principais objectivos de Licklider envolveram deixar os computadores facilitar a formulação do pensamento visto que facilitava a resolução do problema, e, permitir que humanos e computadores cooperassem na tomada de decisões e controle de situações complexas sem a dependência inflexível dos programas pré-determinados.



Fig. 2
Simbiose Humano-Computador,
Joseph Licklider

Durante mais de 30 anos, as pessoas restringiram-se primariamente em textos e gráficos no ecrã para interagir com os computadores. Quer o ecrã esteja em cima de uma secretária, na mão ou envolvido num ambiente físico, cultivou predominantemente um paradigma visual na interação humano-computador (ISHII, ULLMER, 2001).

Desde os anos 80 que a sofisticação e a precisão da tecnologia digital trouxe oportunidades para o refinamento de instrumentos com base no movimento. Pesquisas tanto na dança como na música criaram inúmeros sistemas mostrando a viabilidade do uso de computadores na interpretação de dados provenientes de sensores de movimento e corporais (WINKLER, 1995).

Em 1988, Daniel Norman resume os princípios de interação (NORMAN, 1988):

1. *Visibilidade*: saber o que fazer;
2. *Feedback*: o que está a acontecer;
3. *Affordance*: saber como fazer ou o que se pode fazer;

4. Mapeamento: onde está o utilizador e para onde pode ir;
5. Restrições: o que não se pode fazer e porquê;
6. Consistência : familiaridade com que se está a ver.

Durante a evolução da interacção humano-computador, diferentes soluções foram sendo desenhadas para mapear o *input* dos utilizadores para o estado interno do sistema e lhes dar um *feedback* apropriado (PITTARELLO, 2011). Segundo Pittarello, o sucesso de uma interface depende maioritariamente da definição de um bom mapeamento entre as funções do sistema digital e as interfaces que permitem ao utilizador controlar tais funções (PITTARELLO, 2011).

Há cinco passos que se consideram serem importantes no processo de criação de um sistema interactivo humano-computador (HARTMANN ET AL., 2006):

- O primeiro, envolve pensar através da prática e com isto é possível entender como é que a mente (pensamento) e o corpo (acção) estão profundamente interligados e como produzem conhecimento;
- O segundo, a *performance*, descreve acções de que o nosso corpo é capaz e como a acção física consegue tornar-se mais rápida quando alienada à cognição;
- Os temas seguintes já estão mais ligados às aquisições sociais. A visibilidade descreve o papel dos artefactos quando em colaboração / cooperação, e, o risco explora como determinadas incertezas da presença física modelam as interacções interpessoais e com o computador.

As práticas do design de interacção dão-nos uma perspectiva na importância do concreto e na centralização do artefacto na acção do mundo. As interfaces permitem-nos ter mapeamentos naturais do mundo real. Soluções que integrem cuidadosamente tanto o mundo físico como o digital acabam por ter uma maior possibilidade de ter sucesso ao admitirem uma improvisação da oferta prática do mundo físico (HARTMANN ET AL., 2006). Sabe-se que situações de maior risco podem causar às pessoas emoções negativas, e consequentemente, uma maior atenção da parte destas, ao passo que situações de menor risco causam emoções mais positivas, de relaxamento, e criatividade (HARTMANN ET AL., 2006).

É também sabido que a produção e manipulação de artefactos visíveis facilita a coordenação e colaboração. Os sistemas de superfícies interactivas mostram que há um forte desejo de continuar a incorporar uma tangibilidade nessas interfaces quer sejam objectos físicos simples ou mais complexos. A sensação de interactividade vai depender da quantidade de liberdade que o utilizador tem para produzir e perceber resultados significativos, e habilidade que o computador tem para responder de forma a que faça sentido. Sistemas altamente interactivos são mais complexos mas potencialmente mais gratificantes (HARTMANN ET AL., 2006).

1.
Para informações mais detalhadas sobre o trabalho deste autor ver Secção 2.3

Joel Chadabe⁽¹⁾ (1938, –) define de um modo clarificador do que é a Composição Interactiva. Composição Interactiva é um processo de dois estados que consiste em:

1. Criar um sistema de composição interactivo
2. Simultaneamente compor e actuar ao interagir com as funções deste sistema.

A criação do sistema envolve a utilização de um computador, uma câmara, software de geração de música, algoritmos de programação que ajam em tempo real de forma a:

- Interpretar as acções do performer como controladores parciais para a música;
- Gerar controladores para esses aspectos da música não controlados pelo utilizadores;
- Direcção o sintetizador na geração de sons.

Um sistema de composição interactivo opera como um instrumento inteligente. Inteligente no sentido que responde a um performer. O primeiro objectivo num sistema de composição interactivo é colocar o performer num ambiente invulgarmente desafiador. O algoritmo de composição consiste em variáveis que definem os processos de composição do sistema. As variáveis mais importantes são as que definem a melodia e acordes de acompanhamento. O número de notas de acompanhamento dos acordes são determinadas pela especificação dos intervalos acima ou abaixo de cada nota da melodia.

Na composição interactiva, o sistema deve responder ao performer de forma interessante e informativa, isto é, deve conter nova e inesperada informação. No entanto, a resposta deve também estar concordante com as acções do performer, pois caso contrário as suas acções não teriam significado. Este controla então certas variáveis da composição. O algoritmo de resposta determina alguns detalhes da melodia e partilha com o *performer* controles de tempo e timbre. O timbre resulta da especificação do *performer*. Ele determina também o tom. A composição interactiva redefine a composição e a *performance*. Em vez da composição de uma estrutura musical particular, como acontece a um compositor na música tradicional, o criador do sistema interactivo compõe o modo de funcionamento para o sistema do computador, e, em operação gera uma estrutura particular em cada *performance*.

As tarefas de uma composição interactiva são substancialmente diferentes daquelas da composição tradicional. Pois no modo tradicional são sempre controladas as mesmas variáveis de som. No piano, por exemplo, pressionar uma tecla controla sempre o tom e intensidade. O criador de uma composição interactiva especifica livremente quais as variáveis que vão ser usadas para controle. Cada tipo de *performance* evoca uma sensibilidade musical diferente. Cada tipo de acção, conseqüentemente, leva o performer a a pensar e sentir de certa forma acerca da música e da variável musical que está a ser controlada. Há também outra diferença entre a composição tradicional, quando um compositor cria um sistema de uma estrutura particular, o todo é conhecido à medida que as partes vão sendo feitas, e estas podem ser também feitas de forma a encaixar. A música produzida por um sistema de composição interactiva, no entanto, revela-se apenas conforme o funcionamento do sistema numa *performance* particular, e a composição como um todo é conhecida apenas retroactivamente, depois de todas as partes terem sido feitas (JOEL CHADABE, 1984).

2.2

Sistemas interactivos e expressividade digital musical

“Sistemas altamente interactivos são por norma mais complexos mas são potencialmente mais recompensadores.” (WINKLER, 1995)

A palavra expressividade pode ter variados significados na música, tal como em muitas artes. É a capacidade de converter uma emoção, um sentimento, uma mensagem, um movimento, entre outros. Na *performance* musical, a expressividade pode estar associada a aspectos coreográficos ou a sons resultantes de gestos físicos (ARFIB ET. AL, 2007). Os dados provenientes do movimento do corpo humano têm sido usados precisamente como *input* para sistemas musicais interactivos. Estes sistemas por norma usam *software* para interpretar acções do ser humano e causar efeito no som a ser gerado ou modificado por computadores (WINKLER, 1995). Tipicamente o algoritmo de improvisação está a responder a sons ou notas individuais que são expressas de forma improvisada por um ser humano (MAILMAN, 2013). Os sistemas de música interactivos podem ser então usados para interpretar dados que dizem respeito à expressão do performer de forma a controlar os processos de composição, estrutura musical e sintetização de som (WINKLER, 1995).

A expressividade no design de instrumentos musicais digitais não está restringida à produção de gestos expressivos, isto é, está relacionada com a habilidade do instrumento permitir ao performer que se adapte a um contexto de interacção utilizando gestos como meio para interagir. Um instrumento musical expressivo pode ser considerado um instrumento que permite ao performer seguir várias direcções musicais (ARFIB ET. AL, 2007), permitindo a criação espontânea (MAILMAN, 2013).

No desenvolvimento de um instrumento digital deve ser tido em conta a sua expressividade e respectivas possibilidades. Nestes instrumentos, os sons podem ser gerados sem quaisquer restrições físicas, sendo também possível associar os gestos a qualquer som. Os instrumentos digitais são mais do que simples controladores de música, os sistemas em que se baseiam incluem algoritmos de sintetização e estratégias de mapeamento. A escolha dos algoritmos de sintetização, dos controladores e dos sistemas de mapeamento vai determinar a natureza de um instrumento e a sua habilidade para se expressar em variados estilos e configurações. Vai também determinar a forma como a audiência irá perceber a relação com o instrumento. Devem ser incluídos ainda aspectos didáticos para que pessoas sem grandes conhecimentos sobre o assunto consigam usufruir deles (ARFIB ET. AL, 2007).

Estas técnicas dão aos performers a sensação de participação conjunta com o computador. A sensação de interactividade vai depender da quantidade de liberdade que o performer vai ter para produzir e perceber diferentes resultados, do modo como o computador vai responder de forma a que tenha sentido e que evoque naturalidade ao participante. Devido à linguagem puramente lógica do computador, é então importante que a linguagem de interacção seja intuitiva para que o corpo humano e computador estejam fortemente interligados (ROKEBY, 2010).

2.3

O corpo humano enquanto objecto

“The body is the ultimate instrument of all our external knowledge, whether intellectual or practical... experience is always in terms of the world to which we are attending from our body.” (HARTMAN ET AL., 2006)

Os nossos corpos têm um papel central na forma como experienciamos, percebemos e entendemos o mundo e as suas interações (HARTMAN ET AL., 2006). O corpo é componente fundamental nos processos significativos de formação musical. Vendo o corpo humano como mediador natural, os instrumentos musicais podem ser considerados como extensões do corpo. Desta forma, o corpo age como mediador entre a experiência e a realidade física, permitindo o compromisso com a música e como um objecto material que é moldado através de ferramentas de forma a exteriorizar a expressividade interna. Há uma optimização do corpo físico que é considerada uma extensão do dualismo corpo-mente (CHAGAS, 2006).

Na interacção do corpo humano, um som virtual num mundo físico não fica imaterializado ou em forma de extensão, mas ao invés, marcado de forma a que os aspectos corporais passem por uma série de processos internos e externos, de *loops* de acção-percepção, tornando-se o foco da atenção. A personificação através de interfaces musicais, no entanto, não necessita da materialidade das interfaces, por exemplo, um ambiente multimodal baseado numa câmara serve como imaterialização do corpo (KIM & SEIFERT, 2006). A teoria da música cognitiva incorporada no corpo humano adopta um ponto de vista específico no papel do corpo humano e das ferramentas tecnológicas usadas na interacção. Estas teorias estão associadas à ideia de que um ambiente de aprendizagem que é criado através de uma actividade e percebido como significativo e desafiador (CHADABE, 1984). Muita da literatura da interactividade foca-se no mapeamento de gestos (MAILMAN, 2013). Os gestos são um modo de comunicação não verbal. Eles apontam para aspectos do movimento em diferentes domínios da comunicação. Os gestos podem denotar coisas ou eventos no mundo ou podem apoiar um discurso, e a informação contida na comunicação. Considerando a relação tradicional entre um músico e o seu instrumento a sua proximidade é-nos imediatamente transparente. A intensidade desta relação é tanto maior quanto a de qualquer objecto do dia a dia ou ferramentas. O som resultante desta ligação vai conter a energia que foi usada pelo músico para se expressar através do instrumento através de gestos ou movimentos (HARRIS, 2006). Os instrumentos musicais requerem certo tipo de movimentos, isto é, movimentos geradores de som. É portanto necessário estabelecer uma relação com o instrumento musical que faz com que a interacção crie som (CHADABE, 1984). Uma acção física vai ser sempre componente activa importante da nossa cognição assim como a integração do corpo com ambientes físicos e virtuais (HARTMAN ET AL., 2006). Isto é, a acção física e a cognição encontram-se sempre interligados.

A tecnologia pode estimular o entendimento da musicalidade corporal ao invocar o movimento do corpo humano como constituinte da experiência musical e também ao acomodar a natureza multimodal da experiência musical

através de um *feedback* visual em tempo real. A evolução de novos dispositivos que permitem que gestos e movimentos sejam traduzidos para dados no computador têm um grande potencial para a composição interactiva, dança e criação de música responsiva em sistemas virtuais. Cada parte do corpo humano tem as suas limitações únicas em termos de direcção, peso e amplitude de movimentação, velocidade e força (WINKLER, 1995). As restrições físicas produzem timbres com características únicas e sugerem materiais musicais que vão ser idiomáticos ou apropriados na forma particular de tocar um instrumento. Em troca, o som reflecte de alguma forma o esforço ou energia usada para na criação do mesmo (WINKLER, 1995). O uso dos movimentos corporais neste contexto vai influenciar o modo como os parâmetros musicais são visualmente representados e suas interações, sendo necessário a isto a percepção de diferentes modalidades sensoriais (CHADABE, 1984). Nas últimas décadas, muitas interfaces musicais têm sido desenvolvidas no contexto de integração do corpo humano em práticas ao vivo de música electrónica, instalações sonoras e arte interactiva. O corpo físico é modelado por algoritmos de forma a que restem condições suficientes na geração de som (CHAGAS, 2006). A geração algorítmica de som depende da interligação entre o lado físico do corpo humano e os dados sonoros transformados por este dependem do ambiente envolvente, isto é, daquilo que afectam ou em que são afectados (CHAGAS, 2006).

Há um termo, *Kinaesonic*, para esta ligação entre os movimentos do corpo humano e a geração de som que é derivado da junção de duas palavras que significam os princípios do movimento do corpo (*kinae*) e som (*sonic*). Em termos de interactividade, o termo é usado para mencionar a fisicalidade do som ou o mapeamento de som em movimentos corporais. O mapeamento de som em gestos pode ser descrito como puramente utilitário em termos de mapeamento de um efeito sonoro na escala de um valor digital de uma acção física. No entanto, esta descrição não tem em conta o funcionamento do corpo, ou seja, a experiência do performer e da natureza da relação que é forjada entre performer e tecnologia através de acções sinestésicas. As acções *kinaesonic* são uma característica comum num número crescente de instrumentos interactivos electro-acusticos e na geração de sistemas de som (BOKOWIEC & WILSON-BOKOWIEC, 2006).

Léon Theremin

Léon Theremin (1896 - 1993), foi um dos pioneiros a explorar esta relação corpo-instrumento. A invenção do Theremin^(Fig. 3), em 1919 por Léon Theremin, proporcionou o desenvolvimento da música através de impulsos eléctricos, ficou marcado também por ser o primeiro instrumento tocado sem a necessidade de contacto físico. Os resultados eram produzidos através do movimento das mãos no espaço mais subtil e mais variado do que o que um simples oscilador poderia vir a conseguir, pois o som reflectia a expressividade e qualidade do movimento humano (WINKLER, 1995).

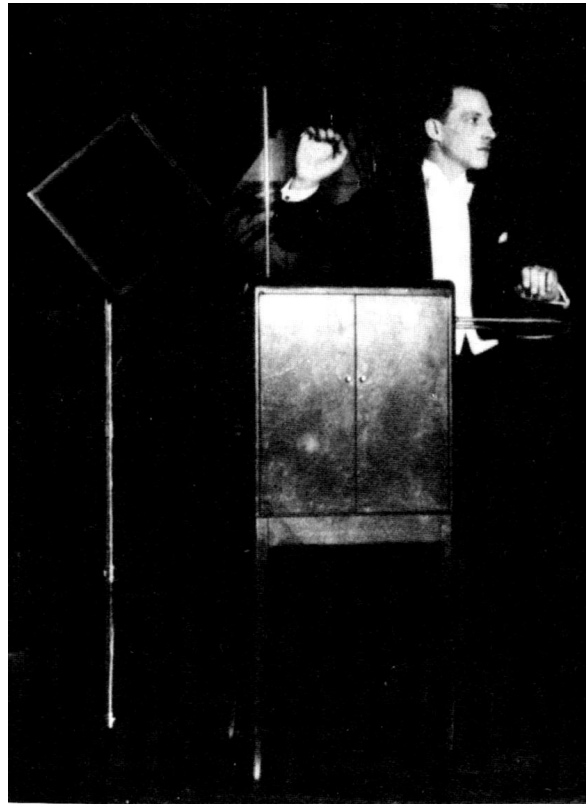


Fig. 3
Léon Theremin a fazer
demonstrações no seu
instrumento, Theremin.



Fig. 4
Performance com a
invenção de Joel Chadabe.

Joel Chadabe

Joel Chadabe (1938, –), propôs um conceito para os sistema de música electrónica. Ele sublinha uma prática na qual o compositor cria uma processo de composição particular ou interface e tecnologia algoritmica com um performer que interage para gerar música de um modo espontâneo. Por exemplo, a função do computador no seu Solo é compor notas automaticamente correspondentes a uma melodia, que tem acordes de acompanhamento e outros aspectos da música, interpretando as posições da mão de um performer em relação a sensores (antenas) de proximidade (Fig. 4). A pessoa acciona um trigger através dos seus movimentos mas não consegue prever ao certo qual será o acorde a ser tocado a seguir. Move-se consoante aquilo que ouve (MAILMAN, 2013).

Tod Machover

Um outro exemplo deste controle por gestos através de uma extensão de instrumentos, são os hiper-instrumentos de Tod Machover (1953, –). Um dos objectivos dos hiper-instrumentos é redefinir a expressão musical, havendo uma sincronização entre corpo e objecto (CHAGAS, 2006). Os hiper-instrumentos de Tod Machover são ambientes que combinam técnicas de realidade aumentada, conhecimento baseado na monitorização da *performance* e estruturas de geração de música inteligentes. O princípio básico dos hiper-instrumentos consiste em ter dados da performance musical, processar isso através de uma série de programas de computador e gerar um resultado musical. Os gestos usados pelo performer para controlar os instrumentos musicais são gestos aproximados dos tradicionais.

João Fiadeiro

Josão Fiadeiro (1965, –), é um exemplo mais contemporâneo desta exploração do corpo enquanto objecto. I am here (Fig. 5) (2004) é uma *performance* a solo pelo coreógrafo e dançarino João Fiadeiro. Inspirado pelo trabalho de Helena Almeida, o seu projecto consiste em extrair e criar um ponto de vista diferente de algumas cenas da *performance* dela. Usa o corpo tanto para expressar sons, como coisas mais conceptuais. Aposta no desconhecimento do espectador e no aleatório, permitindo-lhe sensações inesperadas redobrando-lhe a atenção (ALMEIDA, N.D.).

Fig. 5
Performance “I am Here”,
João Fiadeiro



Capítulo III

SINESTESIA

Neste capítulo é realizada uma introdução histórica acerca da relação entre som e imagem, depois do que é apresentada uma recolha de instrumentos que exploraram esta relação, tendo em conta que a ferramenta final será também um instrumento que explora esta sinestesia. De seguida, são apresentados aspectos individuais de cada um destes fenómenos, de forma a podermos compreender melhor as suas características e comportamentos.

No subcapítulo do som, são explicados os fenómenos físicos do mesmo, assim como alguma Teoria Musical, e por fim dá-se uma perspectiva histórica acerca da geração de som.

O subcapítulo da imagem inicia com a explicação do fenómeno físico, de seguida a visual music (representação visual do som em movimento), a notação gráfica (formas gráficas de notar o som) e por último a expressão visual ao nível computacional. Serve este último subcapítulo para demonstrar que a música, quando aliada à representação visual com sentido, pode ter um impacto em quem estiver a viver a experiência musical.

Ao longo dos vários subcapítulos vão sendo também descritos e apresentados alguns autores, que se considera importante referenciar para um melhor entendimento do contexto de criação, construção dos artefactos por eles criados, e impacto ou influência que isso teve nos tempos seguintes.

3.1

Introdução histórica

“If we were able to observe the air during a concert, while it vibrates simultaneously with the voices and instruments, we would be amazed at the colors organized and moving within it.” (ATHANASIVS KIRCHER)

A ideia geral de que o universo é feito por leis que são constantemente repetidas em diferentes fenómenos físicos, teve uma importância considerável no desenvolvimento de teorias acerca da relação entre som e cor (BIASI, 2014). O fenómeno da sinestesia, que vem então do grego, significa perceber em conjunto (BIASI, 2014). Mesmo de forma inconsciente, possuímos uma tendência para relacionar as diferentes percepções dos nossos sentidos, construindo correspondências entre eles permanentemente (SANTOS, 2009).

Consta que é Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) o primeiro a formular uma verdadeira correspondência entre cores do arco-íris e as notas musicais. A teoria de Aristóteles acerca da cor foi considerada válida até ao século XVII. (Biasi, 2014).

Giuseppe Arcimboldo

O primeiro artista a estudar a relação entre som e cor foi o pintor Giuseppe Arcimboldo (1527-1593). Este, usou as proporções harmónicas de Pitágoras (Fig. 6), tendo como ponto de partida tons e semitons, que posteriormente foram traduzidos em valores correspondentes tanto através do seu instinto como do seu método científico. O pintor, na criação de uma escala de cinzas especial, conseguiu correlacionar a relação entre a escala musical e o brilho das cores. Com este sistema, ele conseguia também dividir os semitons em partes iguais. Desta forma, a partir do branco mais puro e adicionando preto conseguiu tornar uma oitava em 12 semitons (BIASI, 2014).

Escala Pitagórica

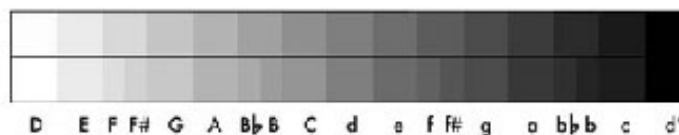


Fig. 6
Escala harmónica de Pitágoras.

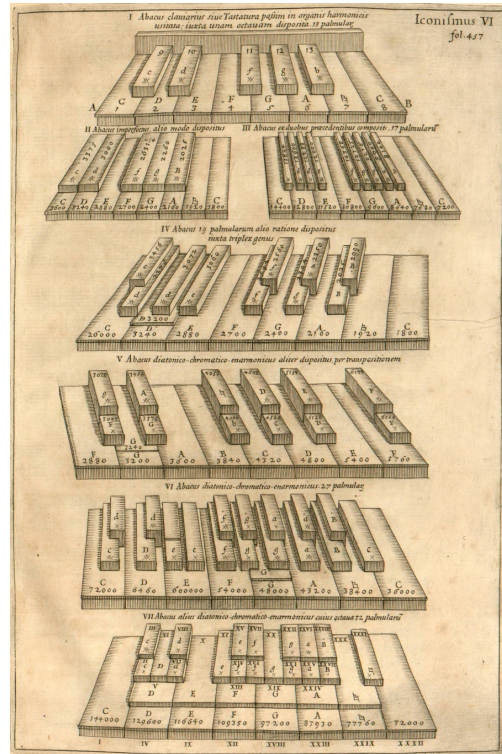
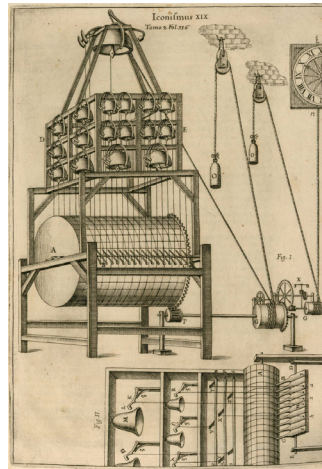
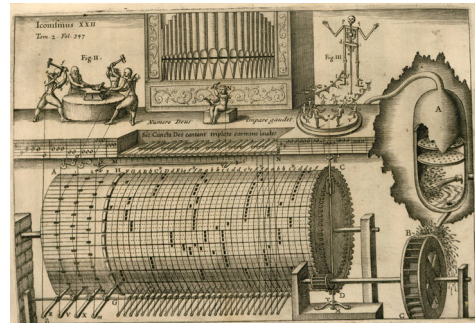
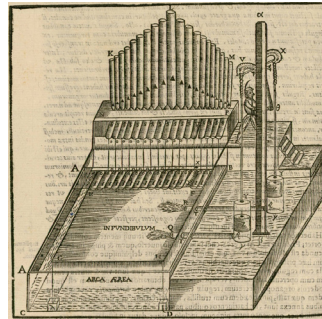
Athanasivus Kircher

Quase 50 anos mais tarde, Athanasivus Kircher (1601-1680) elaborou tabelas complexas com analogias, entre outras coisas, associando notas musicais, cores, intensidade de luz e grau de brilho. Em *Musurgia Universalis* (1646), 4 anos mais tarde, ele concebeu um sistema que associava cores a intervalos (BIASI, 2014).

O seu compêndio, *Musurgia Universalis* (Figs. 7, 8, 9, 10), continha um conhecimento exaustivo musical desde a arte renascentista sacra à secular música barroca (THE MUSEUM OF JURASSIC TECHNOLOGY, 1996). Kircher especula sobre a música de culturas antigas, e reproduz uma melodia que ele afirma ter visto num manuscrito na Sicília que remonta à antiguidade Grega, sendo este o

exemplo mais antigo de notação musical (THE MUSEUM OF JURASSIC TECHNOLOGY, 1996). Os dispositivos foram também idealizados por ele, como é o caso da *Arca Musarithmica* (Fig. 11): um computador mecânico primitivo que compunha composições simples aleatórias (THE MUSEUM OF JURASSIC TECHNOLOGY, 1996).

Figs. 7.8, 9, 10
Exemplos de alguns desenhos incluídos em *Mursugia Universalis*, de Athanasius Kircher, 1646.



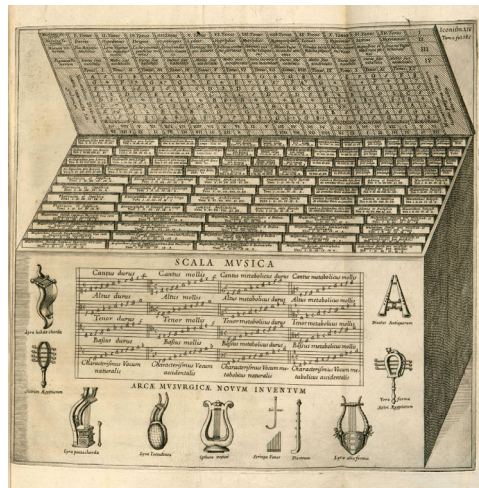


Fig. 11
Arca Musarithmica, de
Athanasius Kircher.

Isaac Newton

Isaac Newton (1643-1737) retoma a correspondência de Aristóteles, alinhando o espectro visível a uma escala diatónica. Na decomposição da luz observou sete cores que procurou relacionar com as sete notas musicais, através das propriedades das ondas da luz e do som (Fig. 12). Newton relacionou as notas musicais com cores através de uma analogia directa entre a acústica e o fenómeno óptico, sugerindo uma correspondência mais próxima entre as sete cores do arco íris e a notas da escala musical. Um aumento de frequências oscilatórias na frequência da luz do espectro de cores, faria aumentar a correspondência da frequência de oscilatória do som numa escala maior diatónica (BIASI, 2014).

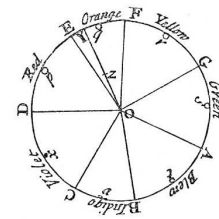


Fig. 12
Roda de correspondência
entre Luz e Cor de
Isaac Newton.

Ernst Chladni

Diferentes aspectos do problema, isto é, da relação entre som e forma/imagem, foram estudados pelo físico e músico Ernst Chladni (1756-1827). Foi o primeiro a perceber que as vibrações do som interagiam criando formas geométricas reais. Um dos seus feitos mais conhecidos foi a invenção de uma técnica que mostrava os vários modos de vibração numa superfície rígida. Ao colocar areia num prato de metal ou vidro (Fig. 13), de forma quadrangular ou redonda, com um arco de violino criava vibrações e assim gerava formas geométricas dinamicamente (Figs. 14, 15). Este fenómeno já tinha sido mencionado por Leonardo da Vinci (1452-1519) e discutido por Galileu Galilei (1564-1642). No entanto, a sua inspiração para o estudo deste fenómeno foram umas figuras eléctricas de Lichtenberg (MONOSKOP, N.D.).

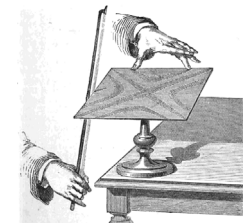


Fig. 13
Prato de Ernst Chladni.

Podemos dizer que Chladni foi o pai do *Cymatics* e da acústica. O termo *Cymatics* foi aplicado em 1967 em referência a uma teoria que tenta demonstrar o efeito dinâmico das ondas de som. É originário do termo grego e significa o estudo das ondas (BIASI, 2014). *Cymatics* é então o estudo do fenómeno das ondas e da vibração, uma metodologia científica que demonstra a natureza vibratória na transformação do da natureza do som. Com esta técnica conseguimos visualizar e percepçionar o modo como as vibrações interagem na nossa experiência com o mundo.

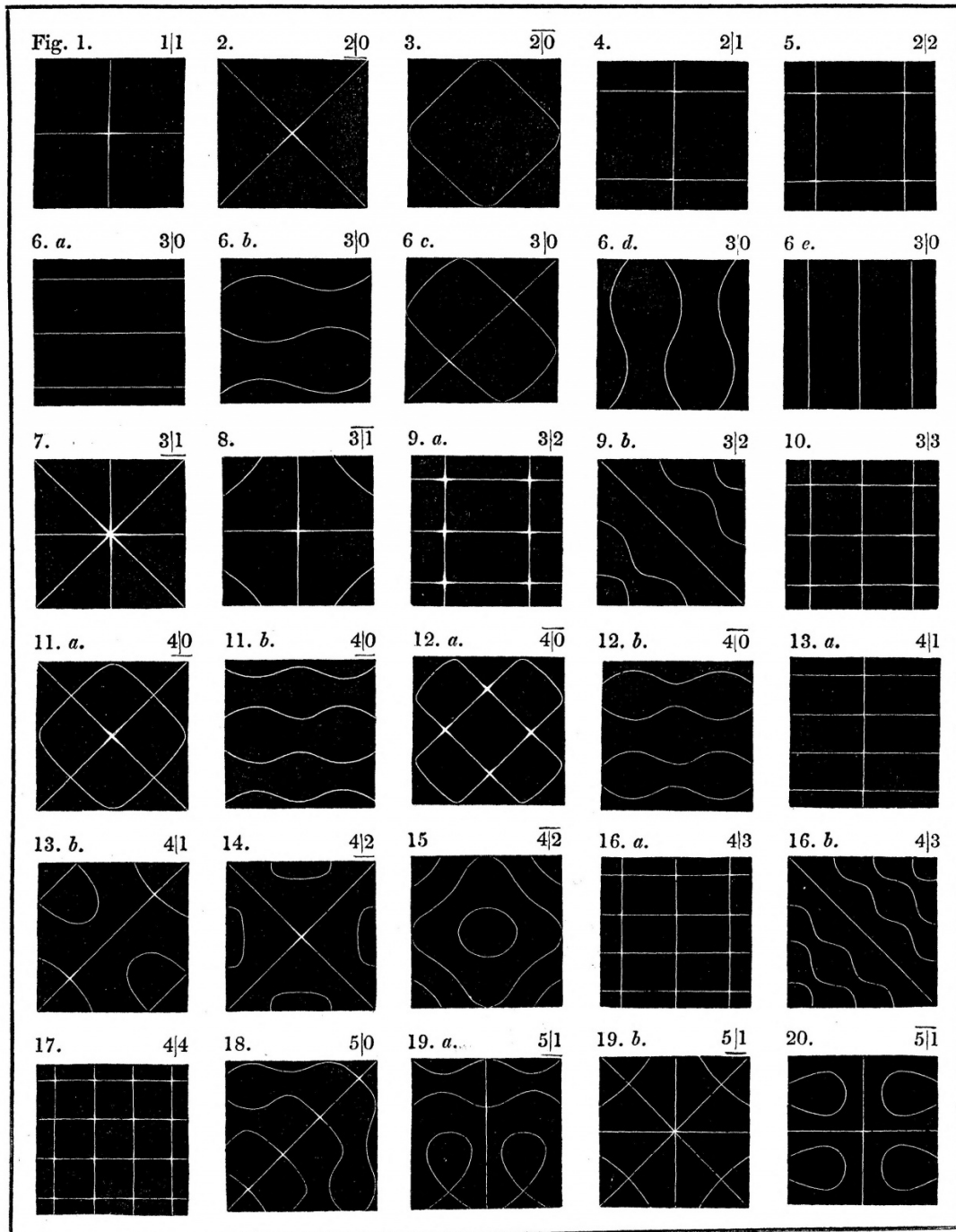


Fig. 14
 Resultado visual das
 experiências de Chladni.

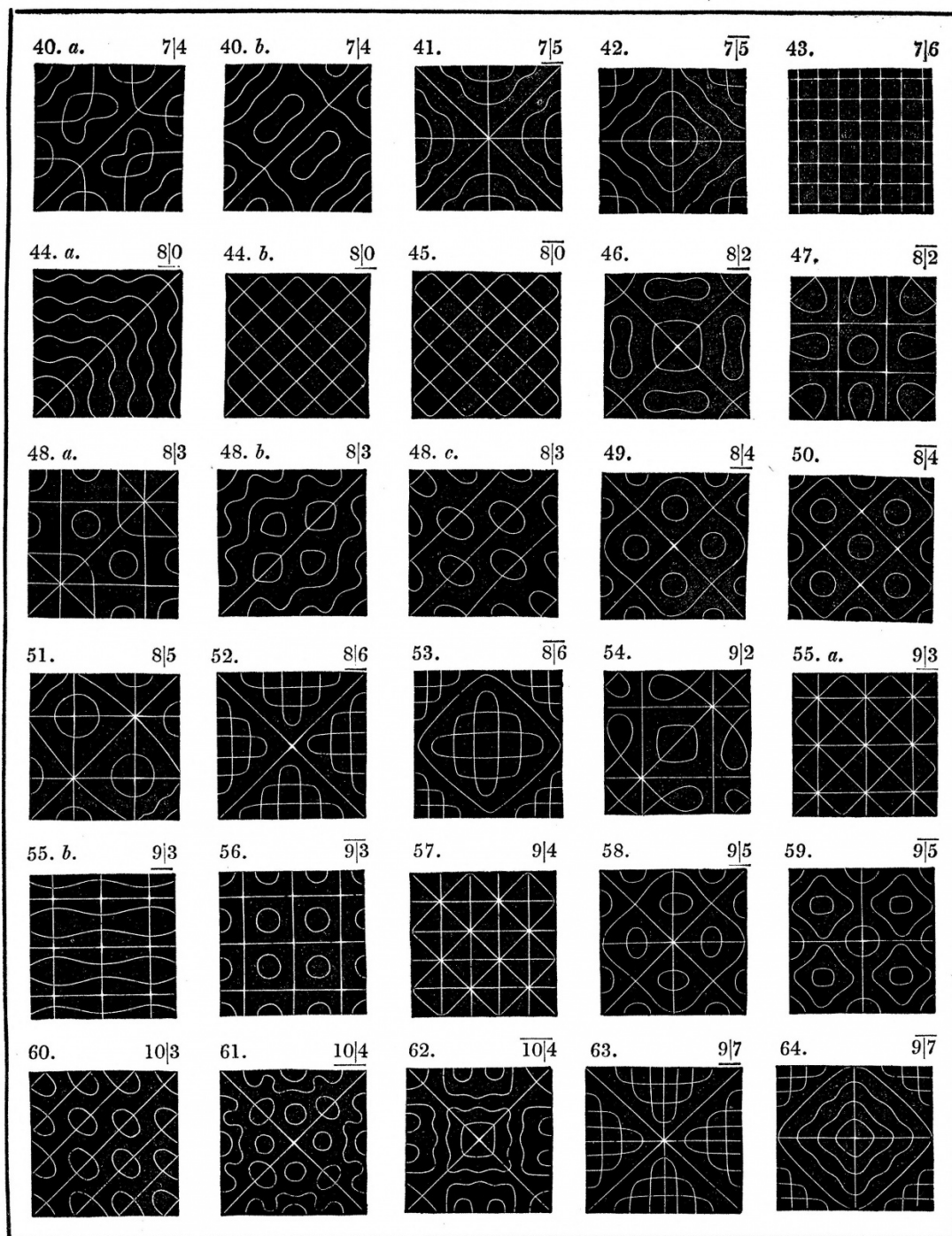


Fig. 15
 Continuação do resultado
 visual das experiências
 de Chladni.

Durante os anos 80, uns estudos neurofisiológicos, mostraram que o cérebro activa simultaneamente áreas sensoriais diferentes na presença de experiências sinestésicas. Este conceito sempre teve interesse para os artistas. No entanto, a investigação artística de maior interesse, diz respeito à relação entre som e cor e os resultados respectivos obtidos na música e na pintura (BIASI, 2014).

Durante o século XX, muitos artistas investigaram a possibilidade de criar relações entre estas duas formas de expressão. Os artistas tentaram usar duas linguagens expressivas diferentes. O seu principal objectivo consistia em utilizar a livre vontade de pintar e meios tradicionais de expressão de forma a criar uma linguagem específica para a pintura. Kandinsky respectivamente, promoveu um nova forma de pintura. Pintura essa que foi capaz de reproduzir os sons apenas através do uso de linhas, formas, cores, e, a certa altura a representação da dimensão temporal e dinamismo da música (BIASI, 2014).

A Bauhaus acabou por ser um lugar especial onde diferentes artes se puderam desenvolver simbioticamente. Muitos dos mestres que ensinam as artes plásticas tinham um extraordinário interesse pela música, como é o caso de Wassily Kandinsky e László Moholy-Nagy (BIASI, 2014).

Paul Klee

Paul Klee (1879-1940), incluía também repetidamente motivos da música nos seus desenhos a aquarela. Ele descobriu a relação entre pintura e música numa fase muito precoce. Klee percepcionou o espaço de forma temporal. As suas aquarelas produzidas por volta de 1921, incluem "*Fugue in Red*" (Fig. 16), profundamente influenciadas por experiências feitas com projecções de luz na Bauhaus.

Fig. 16
Fugue in Red, Paul
Klee, 1921.



Wassily Kandinsky

“The scale of values from pianissimo to fortissimo can be expressed by increasing or decreasing intensity of line, or by its degree of lightness. The pressure of the hand upon the bow corresponds perfectly to the pressure of the hand upon the pencil.” (KANDINSKY, 1926)

Outro pintor que recorria à música para estabelecer comparação com a pintura era Wassily Kandinsky (1866-1944). Em *“Point and Line to Plane”*, Kandinsky, faz associações teóricas entre formas e cores, associando por exemplo o triângulo a amarelo, o quadrado a vermelho e o círculo a azul (Fig. 17) (BIASI, 2014). Kandinsky defendia em *Point and Line to Plane* (1926) que para além da cor, a forma pode também estar relacionada com a música. Considerava que a espessura de determinada linha poderia estar relacionada com a tessitura de determinado instrumento. Assim, *“o violino, a flauta e o piccolo produzem uma linha fina, a viola e o clarinete uma linha sensivelmente mais espessa; e através dos instrumentos mais graves, chegamos a linhas cada vez mais espessas, até chegar às notas mais graves de um contrabaixo ou de uma tuba”*. Identificou o órgão como um instrumento de linha e o piano como um instrumento de ponto (SANTOS, 2009).

Partilhava muitas das suas ideologias com o compositor Arnold Schoenberg (1874-1951), em particular o estudo timbre da cor (LEITE, 2009). Na sua primeira carta a Schönberg, escreveu: *“You have realized something in your works that I was longing for in music, admittedly in an uncertain form. The natural movement through their own fate, the personal life in the individual voices in our composition in precisely what I am trying to find in the form of painting.”* (JOHN, 2004). Kandinsky chegou a estabelecer uma verdadeira correspondência entre cores e timbres de instrumentos musicais. É a partir de formas geométricas circulares, quadrangulares ou triangulares, e através da linha e do uso de cores elementares como o vermelho, amarelo e azul, que Kandinsky expressa a música visualmente. A distribuição da cor nos seus quadros é conduzida por princípios de harmonia e contraste, tal como acontece na música, de modo que cada elemento incorpore as vibrações do som.

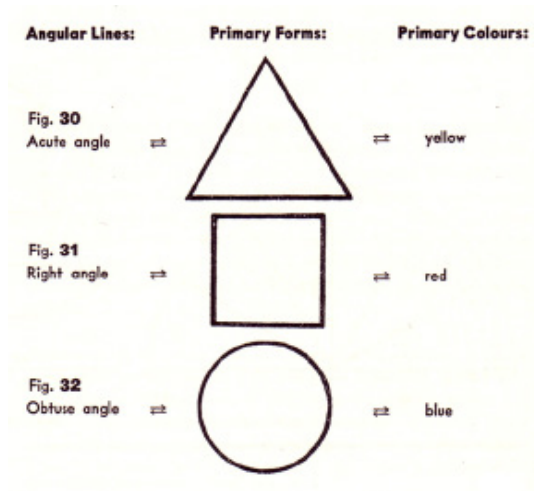


Fig. 17
Associações entre forma e cor, Wassily Kandinsky.

3.1.1

Instrumentos Sinestésicos

“Instruments, are extensions of our natural tools, especially for performing”
(REYBROUCK, 2006)

Autores, cientistas e artistas vão, aprofundaram o conceito de sinestesia, com vista à invenção de instrumentos que comunicassem e concebessem as relações estabelecidas, dando origem a variadas possibilidades e aplicações que incidiam, tendencialmente, para a relação cor/música (LEITE, 2009).

Foram concebidos vários instrumentos, provavelmente inspirado pelas sugestões de Erasmus Darwin (1731-1802) em 1789 (avô do conhecido Charles Darwin). Desde o Pyrophone do inglês Frederick Kastner em 1873, ou o instrumento do americano Bainbridge Bishop, em 1877, ao Colour-Organ (orgão de cor) de Alexander Wallace Rimington (1854-1918). No seu livro *Colour-Music: The Art of Mobile Colour*, Rimington revela ser da opinião de que existem analogias físicas entre os fenómenos sonoro e luminoso, e afirma que ambos “são resultado de vibrações que estimulam o nervo óptico e aural, respectivamente”.

O compositor russo Alexander Scriabin (1872-1915) foi o primeiro compositor a incluir uma parte específica na sua partitura de orquestra reservada à projecção de luz. Esta dizia respeito à sua conhecida sinfonia de 1911 intitulada *Prometheus, the Poem of Fire* (SANTOS, 2009).

Apesar dos autores serem remotos a diferentes áreas e épocas, é notória uma coerência geral e uma tendência surpreendentemente específica de associação entre determinada tonalidade de cor a determinada nota (LEITE, 2009). Segue-se uma breve descrição e história de alguns destes instrumentos sinestésicos.

Ocular Harpishcord (1734), Louis Bertrand Castle

Louis Bertrand Castle (1688 – 1757), filósofo e matemático inventou o “*Ocular Harpischord*” ou “*Clavecin Oculaire*” (Fig. 18), considerado o dispositivo mais antigo para a *performance* de música visual. Uma realização prática das ideias de Newton (BIASI, 2014), este órgão tinha teclas que accionavam um conjunto de processos mecânicos e gerava luz colorida (LEITE, 2009). A sua intenção inicial era apenas de uma investigação teórica sobre a viabilidade da construção de instrumentos de som e luz. No entanto, visto que as suas ideias foram encaradas com algum cepticismo, contruiu um modelo que as exemplificasse, resultando no aparecimento do “Ocular Harpishcord” em 1734 (SANTOS, 2009).

Castle simplificou a relação entre cores e intervalos tonais para uma relação entre cores e notas (Fig. 19) (BIASI, 2014). A luz era projectada e reflectida através da luz de velas ou janelas que atravessavam papéis ou vidros coloridos (LEITE, 2009). Este instrumento combinava um tradicional cravo com a visualização de fitas de papel semi-transparentes com cores que, segundo Castle, correspondiam às notas da escala musical ocidental (SANTOS, 2009).

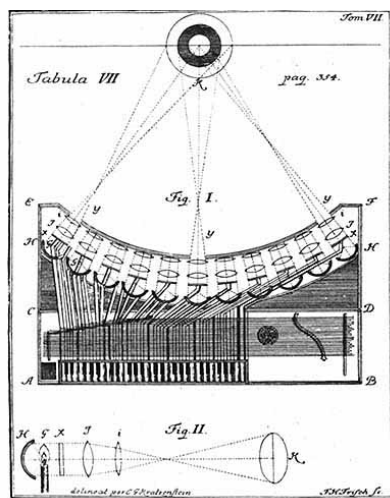


Fig. 18
Instrumento de Louis
Bertrand Castle.

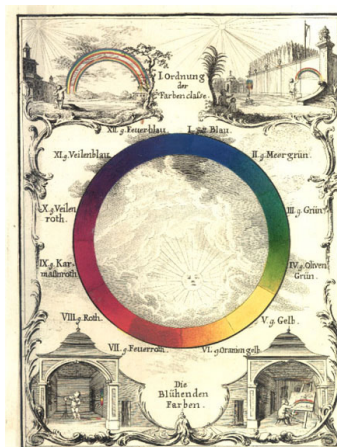
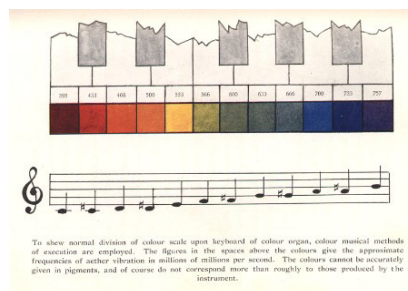
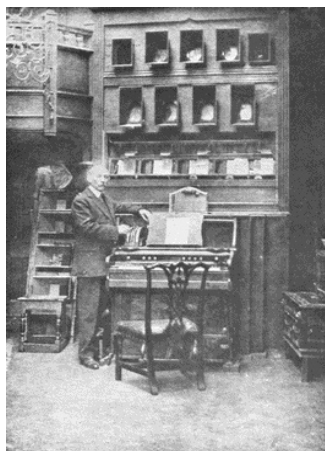


Fig. 19
Associações de cores e notas
de Louis Bertrand Castle.

Rimington (finais século XIX), Alexander Wallace Rimington

Nos finais do século XIX, Alexander Wallace Rimington (1854-1918) criou um instrumento que era tocado segundo a mesma pauta de um órgão normal. Este era um órgão adaptado, cujo teclado, em vez de produzir música, accionava um conjunto de mecanismos controladores de vários diafragmas com lentes próprias. Rimington defendia uma relação entre os fenómenos psicológicos de cor e som (Fig. 20), e propõe uma divisão do espectro visível proporcional à escala musical (LEITE, 2009). Wallace Rimington construiu um instrumento (Fig. 21) semelhante ao Color Organ de Bishop, mas produziu luzes mais fortes devido ao uso da eletricidade (BIASI, 2014). Apesar destas analogias físicas, é interessante notar que Rimington relacionou a totalidade do espectro visível restrita à oitava musical, repetindo assim o ciclo de cores a cada oitava. Utilizou ainda a saturação para diferenciar as várias oitavas, sendo que quanto mais alta a oitava, mais luz branca era adicionada à cor base da nota (SANTOS, 2009).

Em 1895, Rimington fez um discurso onde explica todo o contexto envolvente na criação do seu instrumento e ainda os detalhes técnicos do funcionamento deste⁽¹⁾.



I.
A descrição integral deste
texto encontra-se no
Capítulo VIII, Anexo A.

Fig. 20
Alexander Wallace
Rimington ao lado do
seu instrumento.

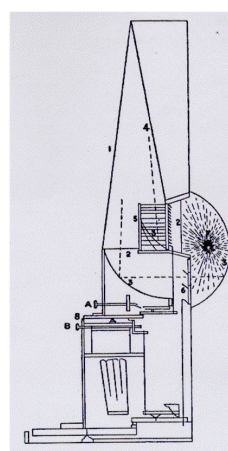
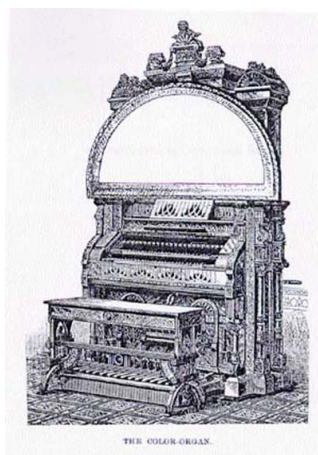
Fig. 21
Escala de cores de
A. W. Rimington.

Color Organ (1877), Bainbridge Bishop

Em 1877, Bainbridge Bishop, interessado no conceito de painting music, constrói um dispositivo integrado num órgão (Fig. 22) que projectava (Fig. 23) luz colorida, enquanto parte integrante da música (LEITE, 2009). Ele fez uma série de instrumentos experimentais, remodelando-os para obter os melhores resultados. O resultado mais satisfatório que obteve tinha uma grande base de vidro e adentava na parte superior do instrumento. Neste, haviam pequenos vidros de cores diferentes e pressionando as teclas, uma cor era iluminada. Bainbridge Bishop patenteou o seu “Color Organ” em 1877. Infelizmente, não há nenhuma evidência material do instrumento de Bishop pois foi destruído num incêndio (BIASI, 2014).

Fig. 22
Órgão de Bainbridge
Bishop.

Fig. 23
Esquema explicativo
do funcionamento
interno do órgão.



1. Ground glass tablet.
 2. Ground glasses to diffuse light.
 3. Reflectors.
 4. White screen.
 5. Upper sash.
 6. Lower sash.
 7. Electric light.
 8. Keyboard.
- A. Color-stop for keyboard.
B. Color-stop for pedals.

Clavilux (1919), Thomas Wilfred

Thomas Wilfred (1889-1968), por volta de 1905 começou umas experiências com pedaços de vidro e fontes de luz (BIASI, 2014). Começou por procurar o mapeamento absoluto entre o som e a cor, mas ao investigar e analisar o trabalho dos seus antecessores nesta área de estudo, acabou por entender que essa correspondência exacta não existe. Rejeitou qualquer teoria que relacionasse o som e luz, tendo-se focado no desenvolvimento de sistemas estritamente visuais, onde som e música poderiam funcionar apenas como acessórios. Desenvolveu um instrumento denominado de *Clavilux* (Fig. 24) em 1919 que consistia mais uma vez num teclado, de órgão, no qual eram acrescentados 6 projectores e alguns reflectores adicionais (SANTOS, 2009).



Fig. 24
Clavilux, Thomas Wilfred.

Designou de Lumia a componente visual, em 1905, cujo objectivo era o de permitir aos artistas visuais manipular as imagens da mesma forma que os músicos manipulam os sons, ou seja, “música para os olhos”. Desenvolveu um sistema próprio de notação da composição da cor. O instrumento em si era composto por vários projectores, através dos quais, um sistema de discos que continham os padrões geométricos coloridos era contraposto com uma fonte luminosa (LEITE, 2009). Wilfred começou por utilizar a cor de uma forma abstracta, mas rapidamente percebeu que a forma e o ritmo eram elementos igualmente

3.2

O som

“The psychology of harmony is the psychology of musical feelings” (WILLIMEK, 2013).

A música é compreendida como uma dinâmica complexa de interacções. Estes comportamentos podem ser físicos ou virtuais, compostos ou emergentes (WATERS, 2013).

Diz-se que o ser humano valoriza a música devido às emoções que esta nele consegue invocar. No entanto, a noção de emoções musicais ainda permanece algo controverso, pois estas emoções, são invocadas através de mecanismos que não são únicos à música (JUSLIN & VASTFJALL, 2008). A música, de facto, pode ser considerado algo que acontece tanto no interior como no exterior do corpo humano.

No decurso do século XIX, a música adquiriu um estatuto extraordinário quando comparado com as artes plásticas. Os recursos à expressão musical puderam fazer chegar uma nova linguagem um público vasto (JOHN, 2004).

3.2.1

Aspectos Físicos

O mundo audível que nos rodeia constituído por 3 componentes essenciais (SANTOS, 2009):

1. Fonte sonora: emissor que gera a informação acústica;
2. Som: meio de comunicação entre o emissor e o receptor;
3. Audição: captação e processamento do som por parte do receptor. É a audição quem fornece um significado ao som. A audição é efectuada pelo ouvido mas é o cérebro o responsável pela descodificação sonora, ou seja, pela atribuição de um determinado significado ao fenómeno físico (SANTOS, 2009). O ouvido humano apenas é capaz de perceber uma pequena gama das frequências sonoras, aproximadamente entre os 20 Hz e os 20 KHz, sendo que valores acima desse máximo estão os chamados ultra-sons e abaixo os infra-sons (LEITE, 2009). O ouvido capta sons provenientes de todas as direcções, proporcionando uma verdadeira imersão (SANTOS, 2009).

Em termos físicos, o som é um fenómeno que possui uma natureza vibratória. É propagado num determinado meio através de ondas mecânicas longitudinais a uma velocidade de 344m/s. A velocidade de propagação sonora no ar, meio mais comum, é de aproximadamente 340 m/s. A energia sonora é transmitida de um ponto a outro sem que as partículas do meio se desloquem em conjunto com a onda. As principais características deste são a intensidade, a altura e o timbre (LEITE, 2009).

A percepção humana constrói objectos, recebidos pelo sistema auditivo, e organiza-os em propriedades comuns tais como a evolução da amplitude e da frequência ao longo do tempo, e a estabilidade dos harmónicos no espectro, identificados como intervalos, ritmos e tonalidade do som (LEITE, 2009).

3.2.2

Aspectos Teóricos

A composição musical tem um conjunto de elementos que a constituem tal como a melodia, a harmonia e o ritmo, que são estruturados segundo relações hierárquicas e organizadas. A notação musical, nomeadamente a do sistema tonal, tem uma construção melódica feita através da sucessão de determinados sons numa sequência temporal, e uma harmonia que reflecte os intervalos e acordes em simultâneo, organizando e construindo as melodias. A harmonia pode ser designada como consonante ou dissonante conforme a ordem estabelecida entre intervalos e respectivo efeito de estabilidade ou instabilidade. O ritmo é outro elemento determinante, pois gera padrões de organização temporal de sons. Este último determina a dinâmica da composição (LEITE, 2009).

Musical tonal

A música tonal apresenta uma hierarquia entre notas utilizadas, girando em torno de uma principal. Baseia-se em estruturas funcionais determinadas, gerando um percurso harmónico e melódico com tensões e repousos. Quando estamos perante uma sucessão de notas estruturalmente coerentes, designamos isso como melodia. Cada grau da escala tonal tem um nome 1. Tónica, 2. Sobretónica, 3. Mediante, 4. Subdominante, 5. Dominante, 6. Sobredominante, 7. Subtónica ou sensível (PLATZER, 2009).

Exemplo dos graus de uma escala em Dó Maior (PLATZER, 2009):

1. Tónica (dó)
2. Sobretónica (ré)
3. Mediante (mi)
4. Subdominante (fá)
5. Dominante (sol)
6. Sobredominante (lá)
7. Subtónica ou sensível (si)

A altura

A altura envolve aquilo a que chamamos o grave / agudo (uma variação de frequências), e, naturalmente um som mais grave terá uma frequência menor que um som mais agudo. Outros conceitos relacionados com ela são o ruído e nota. Um ruído é um som que abarca múltiplas frequências, e uma nota é um som que tem desde o início uma frequência única (PLATZER, 2009).

Intensidade

É a característica do som respeitante à potência sonora, ao volume. A intensidade encontra-se inserida na dinâmica musical. Por norma é representada pelas seguintes notações, do mais baixo para o mais alto: ppp (*molto pianissimo*), pp (*pianissimo*), p (*piano*), mp (*mezzo-piano*), mf (*mezzo-forte*), f (*forte*), ff (*fortissimo*), fff (*molto fortissimo*) (PLATZER, 2009).

Intervalos

Um intervalo é distância que existe entre duas notas consecutivas (melódico) ou simultâneas (harmónico) (PLATZER, 2009).

Os principais intervalos caracterizam-se por (PLATZER, 2009):

- Unísono, distância de 1 nota
- Segunda, distância de 2 notas
- Terceira, distância de 3 notas
- Quarta, distância de 4 notas
- Quinta, distância de 5 notas
- Sexta, distância de 6 notas
- Sétima, distância de 7 notas
- Oitava, distância de 8 notas
- Nona, distância de 9 notas
- Décima, distância de 10 notas

Escalas

Uma escala é um modo de organização interna de uma estrutura melódica até à oitava superior (PLATZER, 2009).

Há três escalas principais (PLATZER, 2009):

- Escalas Maiores (com base no modelo de Dó M)
- Escalas menores (com base no modelo de lá m)
- Escalas modais (que têm organizações internas particulares)

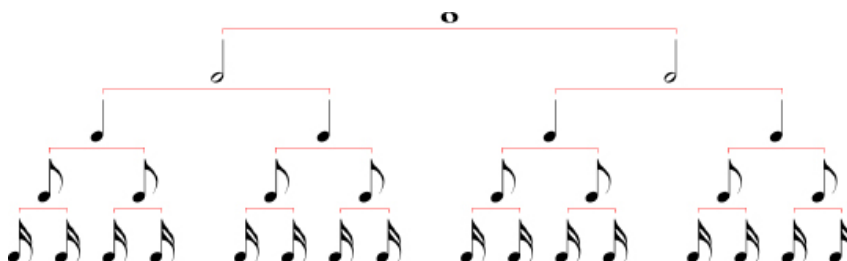
Duração

Cada nota musical tem uma duração. É aqui que encontramos a pulsação que e conjunto de marcas temporais periódicas que servem de apoio à organização da duração das notas, o tempo (frequência da pulsação), indicações do tempo com os compassos (divisões internas das pulsações) e as figuras de ritmo (duração de cada nota) (PLATZER, 2009).

Lista das figuras rítmicas (Fig. 27) e duração correspondente:

- Semibreve, 4 tempos
- Mínima, 2 tempos
- Semínima, 1 tempo
- Colcheia, 1/2 tempos
- Semi colcheia, 1/4 tempos
- Fusa, 1/8 tempos
- Semi fusa, 1/16 tempos

Fig. 27
Figuras rítmicas.



Compassos

O compasso vai indicar por quantos tempos é composto e respectivos grupos de notas. Os mais usados são os binários, ternários e quaternários simples (PLATZER, 2009):

- Binário simples: 2|8, 2|4, 2|2
- Ternário simples: 3|8, 3|4, 3|2
- Quaternário: 4|8, 4|4, 4|2

Timbre

Característica sonora que nos permite distinguir combinações de frequências, por exemplo, distinguir uma flauta de um violino (PLATZER, 2009).

3.2.3 Som generativo

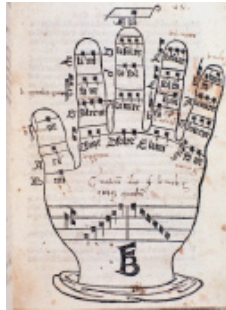


Fig. 28
Mão com mecanismo mnemônico de Guido d'Arezzo.

Desde o método de geração de canto (Fig. 28) do Guido d'Arezzo (992-1050), à música formalizada de Iannis Xenakis que o interesse em processos que produzem música tem aumentado através de vários séculos de composição. O desenvolvimento de música gerada computacionalmente precedeu as artes visuais generativas (SCHEDEL & ROOTBERG, 2009). Talvez por causa da longa tradição algorítmica da música tradicional ocidental, que esta tem sido radicalmente revolucionada pela revolução digital, mais do que quaisquer outras artes performativas (SCHEDEL, & ROOTBERG, 2009).

Athanasius Kircher (1601-1680) foi um dos primeiros a usar procedimentos combinatórios para mecanizar a composição musical. Em 1650, ele descreveu uma caixa de madeira que continha divisórias com sequências de números e valores rítmicos. Ao seleccionar e combinar as sequências nestas divisões de acordo com as regras de Kircher, mesmo alguém que não tivesse conhecimento musical, poderia compor um compasso de 4 tempos. Kircher chamou a esta invenção *Arca Musarithmica* (LOUGHRIDGE, 2011).

No século XVIII, compositores transformaram a composição algorítmica numa diversão popular de publicação de fragmentos musicais juntamente com as instruções das suas combinações. Em 1757, por exemplo, Bach (1685-1780) publicou uma invenção que podia ser feita sem a necessidade das regras. Bach, instruiu os leitores a inventarem duas linhas de números de seis dígitos cada, e explicou como cruzar estes números com as tabelas de notas que ele fornecia. Seguindo o seu procedimento, poder-se-ia produzir cerca de 2 mil milhões de possibilidades de pequenas composições (LOUGHRIDGE, 2011).

Procedimentos mais comuns envolviam o dado, e a produção em breves minutos de outras peças. Num jogo de dados atribuído por Mozart (Fig. 29) (1756-1791), o jogador lançava um par de dados para obter um número (1-12), olhava para a correspondência do número saído numa tabela de forma a obter outro número (1-176), e de seguida, cruzava as referências com uma tabela de 176 medidas de música para identificar a sua próxima medida por o seu minueto de 16 medidas. Repetindo o mesmo procedimento com um dado e uma tabela de 96 medidas para um trio de 16 medidas, o jogador poderia produzir cerca de 10^{29} possibilidades de minuetos e trios (LOUGHRIDGE, 2011).

Com o aumento do uso do computador pessoal, mais artistas têm direccionado as suas peças para que os utilizadores possam gerar coisas nas suas próprias máquinas. A vantagem de criar programas generativos é que um pequeno pedaço de software pode gerar centenas de resultados únicos. Os programas generativos podem até mesmo gerar uma quantidade infinita de material que seria impossível guardar por outros meios (SCHEDEL & ROOTBERG, 2009).

Podemos constatar que a música computacional se baseia numa rica história de processos generativos. É uma subcategoria da música generativa que explora a construção de programas objectivos que contêm determinadas regras (BROWN, COLLINS, 2009).

No último século, compositores algorítmicos têm desenvolvido uma série de técnicas de composição, utilizando, por exemplo, distribuições de

Zahlentafel

1. Walzerteil

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2	96	22	141	41	105	122	11	30
3	32	6	128	63	146	46	134	81
4	69	95	158	13	153	55	110	24
5	40	17	113	85	161	2	159	100
6	148	74	163	45	80	97	36	107
7	104	157	27	167	154	68	118	91
8	152	60	171	53	99	133	21	157
9	119	84	114	50	140	86	169	94
10	98	142	42	156	75	129	62	123
11	3	87	165	61	135	47	147	33
12	54	130	10	103	28	37	106	5

2. Walzerteil

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2	70	121	26	9	112	49	109	14
3	117	39	126	56	174	18	116	83
4	66	139	15	132	73	58	145	79
5	90	176	7	34	67	160	52	170
6	25	143	64	125	76	136	1	93
7	138	71	150	29	101	162	23	151
8	16	155	57	175	43	168	89	172
9	120	88	48	166	51	115	72	111
10	65	77	19	82	137	38	149	8
11	102	4	31	164	144	59	173	78
12	35	20	108	92	12	124	44	131

Fig. 29
Diece Game, Mozart.

probabilidades, heurística, gramáticas formais e outros (BROWN & COLLINS, 2009) como é o caso de John Cage e Brian Eno (PEARSON, 2011). Estes autores entre outros, expandiram ideia de música generativa. A música generativa em tempo real obriga à utilização de alguns destes processos mencionados, mas também apresenta desafios que exigem a exploração de novas estratégias de composição (BROWN & COLLINS, 2009). A manifestação paradigmática da música generativa actual envolve um programa de computador que possa produzir música em tempo real como é o caso do Max/Msp (BROWN & COLLINS, 2009).

Como podemos constatar, a maneira como as ferramentas são usadas é o factor determinatório. O propósito de uma ferramenta não se limita só estender as nossas capacidades, mas deve também permitir a evolução do nosso fluxo criativo. Parte da autoria de qualquer trabalho generativo deve pertencer sempre em parte ao mecanismo que o artista utiliza: o sistema que o gera (PEARSON, 2011).

Maurice Martenot

Maurice Martenot (1898-1980), violoncelista de formação, criou o objecto Ondes Martenot (1930) numa época de pós-Primeira Guerra Mundial pairando no ar tristeza por essa altura. Trouxe consigo um avanço da instrumentação eletrónica (MUSEU COLECCÃO BERARDO, 2012).

A “palma” (Fig. 30) – o objeto que, quando colocado no topo dos sistemas de amplificação do instrumento, ao receber as vibrações do objeto em cima do qual se apoiava, emitia ele próprio o som do instrumento, através da sua caixa de ressonância e das cordas que dele saem (MUSEU COLECCÃO BERARDO, 2012).



Fig. 30
“Palma” de Martenot. a ser usada num concerto juntamente com um piano.

Pierre Schaeffer

Pierre Schaeffer (1910-1995) começou como engenheiro de telecomunicações numa rádio em 1963. Aí, teve todo o acesso a equipamento que permitia a manipulação de som, este, acabou por investigar alguns na reprodução do som. Segundo este, a teoria tradicional da música é feita em duas notações, nomeadamente; a altura e a duração, e duas menos sistemáticas; o timbre e a intensidade. Noutro pólo, a acústica já se refere a três parâmetros diferentes: a frequência medida em hertz, os níveis medidos em décibéis, e por fim o tempo medido em segundos (MADRIET, 2006).

Schaeffer diz que há dois factores a considerar na geração de música: um lado estético onde há um desenvolvimento de uma nova estrutura e estilo, e, um lado técnico onde se exploram novas formas de criar música. Este, enfatiza também a dificuldade de combinar arte e ciência, em particular música como uma arte de ciências musicais (MADRIET, 2006).

John Cage

John Cage (1912-1992), hoje em dia é universalmente associado à sua fase de música experimental. É considerado um dos mais controversos e influentes compositores do séc. XX. Rejeitou os princípios convencionais da composição musical, e tomou uma abordagem radical baseada na improvisação e na construção aleatória de sons (BROOKS, 2012).

Numa das suas emblemáticas pelas, *Imaginary Landscape* (Fig. 31) (1939), uma série de experiências feitas nas quais o som provinha da transmissão aleatória de aparelhos de rádio (APPLETON, PERERA, N.D.). Já em *4'33* (1952), apenas importava a duração, e o resto eram apenas elementos sonoros retirados do ambiente (PEARSON, 2011). Aqui, os executantes sentavam-se silenciosamente perante os instrumentos, e os sons soltos que eram produzidos pelo ambiente constituíam a música.

Fig. 31
Partitura de *Imaginary
Landscape No.1*, John Cage.

IMAGINARY LANDSCAPE NO. 1

John Cage
(1939)

The image shows a musical score for 'Imaginary Landscape No. 1' by John Cage. It is a score for four players, labeled 'PLAYER 1' through 'PLAYER 4'. The score is written on four staves. At the top left, there is a tempo marking '♩ = 60'. At the top right, there is a box containing the letter 'A'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like 'pp' and 'mf'. The notation is sparse, reflecting the experimental and aleatory nature of the piece.

Brian Eno

Brian Eno (1948, –), criticou a organização clássica ocidental argumentando que esta permaneceu estática durante dois séculos. Comenta que a orquestra tradicional comporta uma hierarquia piramidal, sujeita à intencionalidade do compositor, e absoluta no que respeita ao controlo de toda a estrutura e o comportamento musical (LEITE, 2009).

Eno, entre outros experimentaram métodos de composição em que a música é definida por um conjunto de regras e definições. O *LP Discreet Music* de Eno (Fig. 32), é um perfeito exemplo disto no sentido em que os primeiros 30 minutos da peça são criados por um *tape-loop feedback system*. A melodia sintetizada é gravada num gravador, e o *output* vai para uma segunda máquina de gravação. O *output* da segunda máquina de gravação é enviado de volta para a primeira e os sinais que sofrem uma sobreposição são gravados (PEARSON, 2011).

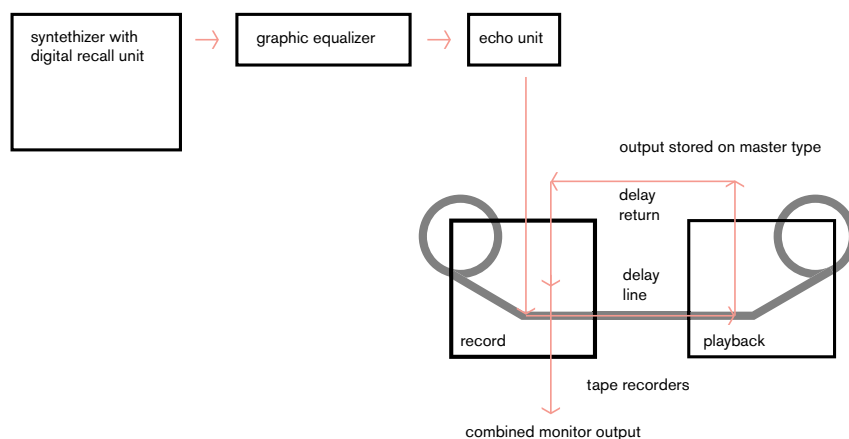


Fig. 31
Diagrama de Brian Eno
para o *LP Discreet Music*.

3.3

A imagem

“The created audio-visual world can combine realistic physics with synthetic fantasy and remain expressive as long as the continuums of its dynamism are comprehensible.” (MAILMAN, 2013)

3.3.1

Aspectos físicos

O mundo visível que nos rodeia é composto por 4 componentes essenciais (SANTOS, 2009):

1. Fonte luminosa: Fonte que gera e emite luz.
2. Fonte visual: Objecto que recebe e reflecte informação luminosa. A reflexão de luz é causa mais comum de emissão da mesma (FERNANDES, N.D.). A fonte visual, contrariamente à fonte sonora é apenas um objecto tornado visível através da incidência da luz na sua superfície. É a reflexão desta incidência que captamos e que nos permite perceber o objecto (SANTOS, 2009).
3. Luz: Meio de comunicação entre objecto e receptor.
4. Visão: Captação e processamento da luz por parte do receptor. A percepção visual permite a comunicação de inúmeras informações estruturadas no campo visual de forma simultânea (SANTOS, 2009).

Grande parte dos fenómenos luminosos podem ser estudados admitindo-se que a luz é uma propagação ondulatória com todas as propriedades desse fenómeno. A origem da luz é semelhante à do som. Enquanto que o som é produzido a partir de oscilações mecânicas, a luz origina-se a partir de ondas eletromagnéticas. Quanto maior a frequência do comprimento de onda, maior a energia emitida (FERNANDES, N.D.).

O olho possui um espectro de visão restrito, contrariamente ao campo auditivo, onde temos a capacidade perceber som proveniente de qualquer direcção (SANTOS, 2009). O próprio corpo humano emite uma radiação infravermelha, no entanto a nossa retina não é sensível a esta (FERNANDES, N.D.).

Em 1665, Isaac Newton descobriu que a luz branca é composta por sete cores: violeta (380-440 nm, 790-680 Thz), azul (440-485 nm, 680-620 Thz), anil (485-500 nm, 620-600 Thz), verde, (500-565 nm, 600-530 Thz) amarelo (565-590 nm, 530-510 THz), laranja (590-625 nm, 510-480 Thz) e vermelho (625-740 nm, 480-405 THz) (FERNANDES, N.D.).

^{1.}
nm: comprimento de onda
THz: frequência

3.3.2

Visual Music

Há algo que correlaciona som e cinema dos anos 20 e 30 com a música electrónica dos anos 50 e 60. A isto se chama evolução do som sintético. Invoca a manipulação directa da tecnologia óptica que produzia novos sons sintéticos. Se um som podia ser capturado e representado visualmente em forma de onda sonora, então o processo reverso podia ser também aplicado, e algo desenhado à mão ou produzido de outra forma semelhante poderia ser introduzido num projector de filmes e ouvido. Isto é o fundamento da teoria de Oskar Fischinger de que cada objecto contém um som (HYDE, N.D.).

Por volta dos anos 60, com a difusão de processos electrónicos e computacionais, as artes visuais voltaram-se para a imagem animada gerada por instruções programadas baseadas em normas musicais (LEITE, 2009). Muitos pintores passaram da pintura para o filme, esta nova forma de arte passou a denominar-se filme absoluto. Estes são experiências não narrativas visuais/sonoras e baseiam-se em qualidades únicas tais como o movimento, ritmo, luz e comoposição inerente aos meios técnicos do cinema de forma a criar experiências emocionais tais como a música usa a harmonia, melodia e ritmo (BIASI, 2014). É aqui que a *Visual Music*, atinge a sua concepção plena, trazendo a marca da sinestesia segundo um carácter metafórico, através da evocação de um sentido com os termos de outro (LEITE, 2009).

Nomes associados a esta abordagem incluem autores como Walter Ruttmann, Rudolf Pfenninger, Norman McLaren, John e James Whitney, e Oskar Fischinger. Estes autores exploraram este conceito e demonstram ter reconhecido a importância dos computadores e do mundo digital como meios na realização de uma correspondência directa e real entre imagem e harmonia musical. Fala-se um pouco dos autores mais conceituados neste campo em seguida.

Rudolf Pfenninger

Rudolf Pfenninger^(Fig. 32) (1869-1936), engenheiro e animador, trabalhou com o sistema de sintetização de som mesmo antes de Fischinger, sistema esse que teve ramificações na compressão do som filmico (ZINMAN, 2011).

Como Pfenninger não tinha muitas posses económicas para contratar músicos que fizessem som para as suas animações experimentais, estudou o osciloscópio durante muito tempo assim como os padrões visuais produzidos por determinados sons (LEVIN, 2003). Usando um osciloscópio, Pfenninger foi capaz de atribuir uma representação gráfica única numa faixa de papel para cada tom produzido. Cada tira, foi em seguida fotografada. Em 1930, mostrou dois dos seus filmes de animação que utilizaram esta técnica. Pfenninger tinha desenvolvido um sistema ao qual chamou "*Sounding Handwriting*" (ZINMAN, 2011).

Fig. 32
Rudolf Pfenninger.



Oskar Fischinger

Oskar Fischinger (1900-1967) nos anos 40 realizou trabalhos cinematográficos e trabalhou a imagem sonora por meios tradicionais de animação (LEITE, 2009). Construiu filmes ao durante cerca de 30 anos. As suas técnicas envolveram desde figuras de barro à pintura com carvão. Fischinger pintava em cima de sound scrolls (Fig. 33), posteriormente convertidos por mecanismos ópticos para a banda sonora do filme. Os seus filmes demonstram o fenómeno da sinestesia ao demonstrarem uma estrutura rítmica visual concordante com a música (SANTOS, 2009).

Fischinger, que era um músico treinado, viu o som como um avanço e oportunidade para desenvolver o seu trabalho. Embora tenha usado música existente nos seus Estudos, não adoptou uma abordagem ilustrativa, mas sim uma inspirada pelo simbolismo, em que usava a música para gerar correspondências, modelos para movimentos espaciais inspirados pelos movimentos dos instrumentos (CENTER FOR VISUAL MUSIC, 2013). Segundo Fischinger, os olhos e os ouvidos suplementam-se um ao outro numa função ortogonal. Os desenhos (ornamentos) do soundtrack são ao mesmo tempo imagens do som (FISCHINGER, 1932).

Oskar Fischinger utiliza técnicas de animação para produzir pinturas

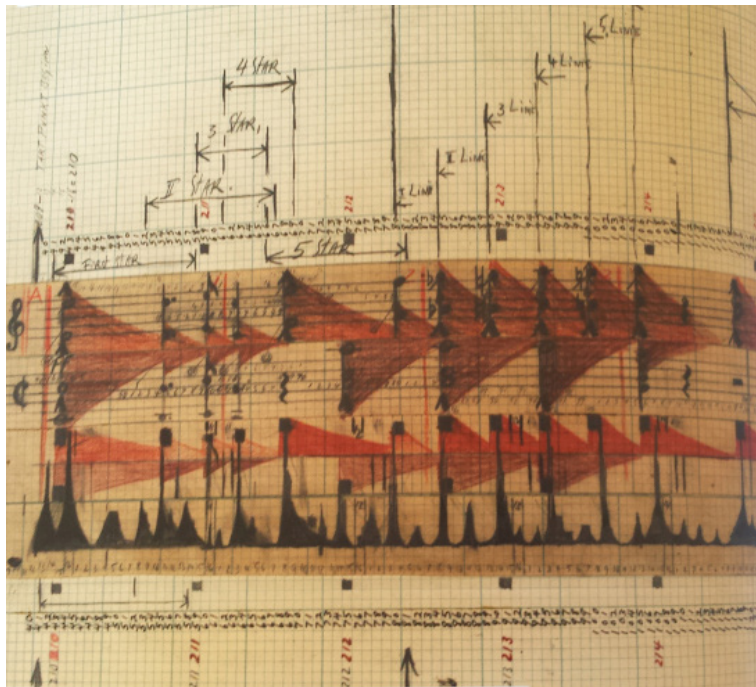


Fig. 33

Representação da animação em papel métrico. Cada frame tem um objecto correspondente.

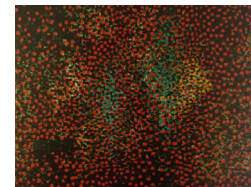


Fig. 34

Pintura em Movimento No. 1, Oskar Fischinger.

abstractas em movimento (Fig. 34). A presença de Wassily Kandinsky em Munich, a criação da Bauhaus em Weimar em 1919, a influência de pintores e teóricos como Kandinsky e Paul Klee, e, a proximidade do grupo De Stijl, tiveram peso na formação do cinema abstracto na Alemanha. O cinema totalmente não fotográfico de Fischinger foi totalmente contra o impressionismo do cinema Francês e teorias do cinema puro. No entanto, os seus filmes “*Komposition in Blau*” e “*Kreise*” têm ligações à pintura abstracta francesa Orfismo.

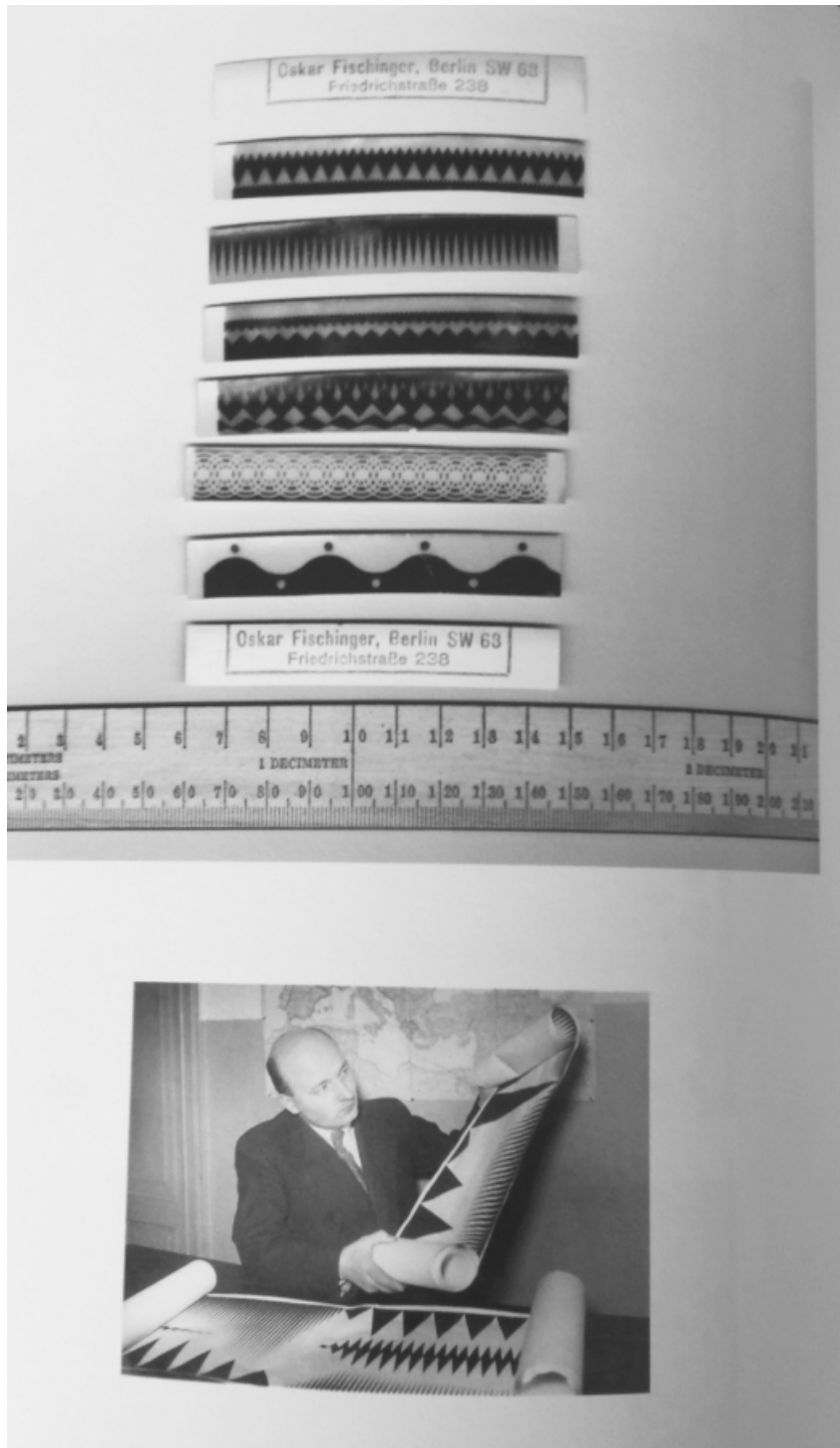
Do ponto de vista do Fischinger era fundamental haver oposição entre o cinema realista e um modo de expressão que tem em conta a força criativa absoluta (CENTER FOR VISUAL MUSIC, 2013). Fischinger, desenha um paralelismo interessante entre a sua arte e a dança (CENTER FOR VISUAL MUSIC, 2013).

O maior sucesso de Fischinger foi uma série de 16 Estudos (Figs. 35–41) a preto e branco feitos em Berlim entre 1930 e 1932. Para esses Estudos, usou “*Sorcerer’s Apprentice*” de P. Duka e as composições “*Hungarian Dances no. 5 e no. 6*” de J. Brahms (BIASI, 2014). Estudos como o No. 5, No. 7 e No. 8, contêm um grande número de movimentos baseados em figuras coreográficas. Os pontos nos filmes dos Estudos têm a densidade de pequenas bolas atiradas através do ecrã e assemelham-se a impressões de dedos que deixam um pequeno rasto à medida que se movem, tendo uma relação metonímica com o grão da imagem filmica fotoquímica. Estes sugerem ainda formas virtuais tridimensionais (CENTER FOR VISUAL MUSIC, 2013).

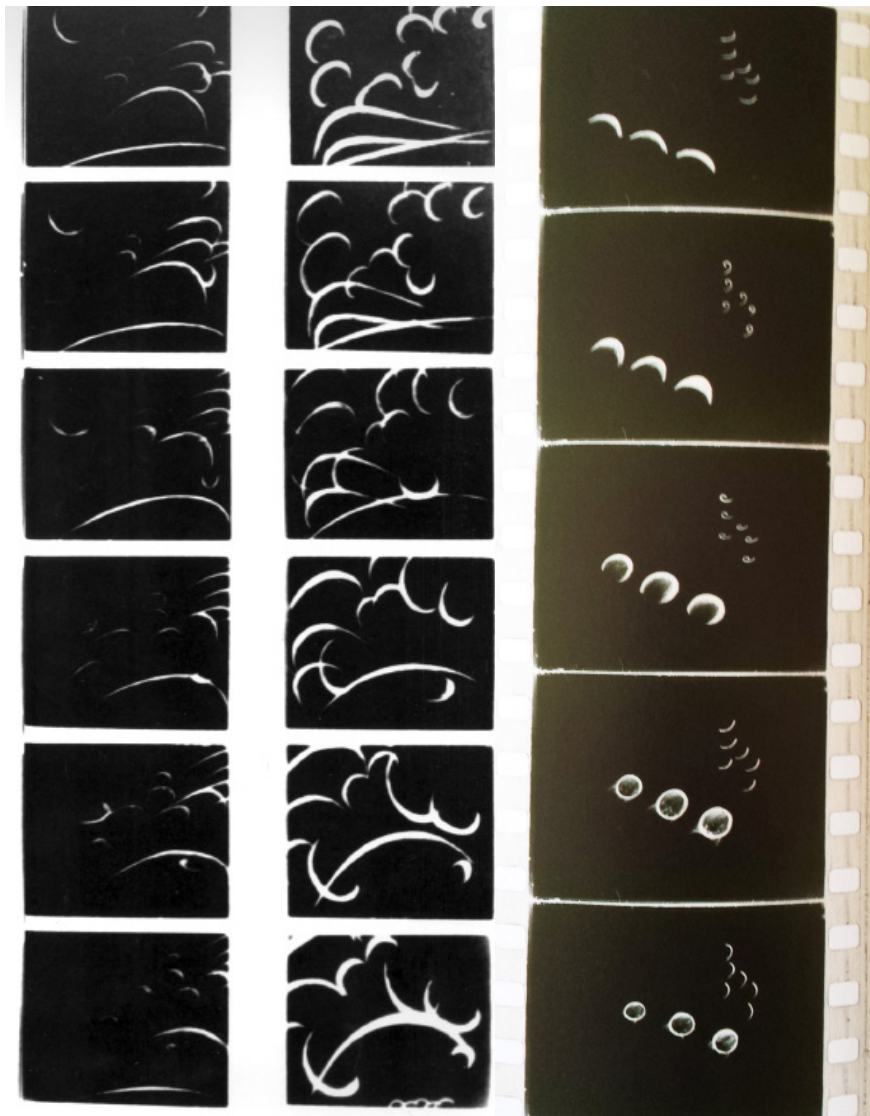
O Estudo No. 10 (1932), é um excelente exemplo de uma abordagem com movimentos de consonância visual. São criados materiais abstractos que reagem directamente e expressam as frases e sentimentos da música (EVANS, 2005).

Fig. 35–41
Estudos e experiências
de Fischinger





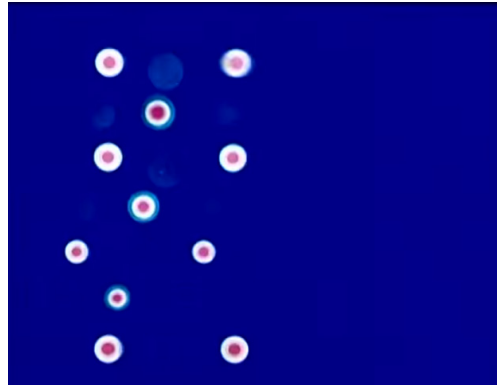




A preocupação central de Fischinger era a primacia do movimento. Louis Bertrand Castel, desenvolvida por volta de 1725, já continha uma reflexão acerca da natureza estática da pintura: “Harmony essentially consists of diversity motion”. Consta que Fischinger tinha uma grande admiração por Paul Klee. Os gráficos de Paul Klee reproduzem movimento e movimento contrário (CENTER FOR VISUAL MUSIC, 2013).

Fischinger conseguiu resultados próximos de Light Music quando teve a oportunidade de nos Estados Unidos de fazer mais Color Films. Durante este período criou trabalhos tais como “*An Optical Poem*” (Fig. 42) (1937) e “*Motion Painting No. 1*” (1947) (BIASI, 2014). O “*Motion Painting No. 1*” é um bom exemplo de uma abordagem geral no uso da saturação e brilho estruturalmente (EVANS, 2005).

Fig. 42
An Optical Poem.



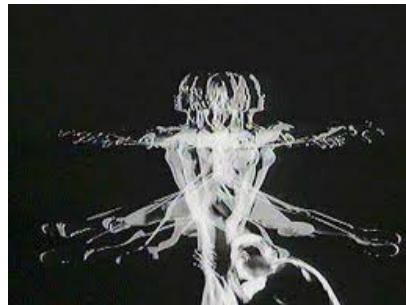
“*An Optical Poem*”, foi filmado usando a técnica de animação de stop motion. Dezenas de papéis individuais com formas geométricas foram dispostos e reposicionados depois de cada frame do filme ter sido fotografada. Para se guiar na animação, Fischinger desenhou uma notação gráfica temporal do movimento das figuras individuais. O gráfico no papel estava subdividido em linhas iguais onde este desenhou o movimento geral das figuras através do tempo (BROWN, 2006).

Norman McLaren

Norman McLaren (1914-1987) fez também experiências com filmes abstratos. Em 1959 mencionou a modo como a música e som afectavam o seu trabalho “*An artist is like a person who wears music and just starts to dance. He may be dancing for his own satisfaction, but what motivates him to dance, also motivates hundreds of other people. The artist is only speaking some kind of common language, speaking it to himself expressing something; and yet, other people come along and recognize it.*” (FABER & WALTERS, 2004).

Em “*Pas de Deux*” (Figs. 44, 45) (1968), mostra um acção de dois dançarinos usando a técnica de filmagem time-lapse. Esta peça apresenta a ideia de Whitney da dinâmica diferencial (EVANS, 2005). Chegou também a aprofundar em alguns trabalhos a técnica dos sound scrolls de Oskar Fischinger (SANTOS, 2009).

Figs. 44, 45
Pas de Deux, Norman McLaren, 1968.



John and James Whitney

Os irmãos John Whitney (1917-1995), um jovem músico, e James Whitney (1921-1982), um jovem pintor, decidem desenvolver animações abstracts depois de terem visto um filme de Oskar Fischinger na Stendhal art gallery em 1939.

Inicialmente, usaram o mesmo equipamento para os seus filmes. John Whitney subsequentemente, dedicou-se à teoria dos gráficos computacionais enquanto que James Whitney começou uma série de abstrações místicas feitas à mão (BIASI, 2014).

O trabalho desenvolvido por James Whitney, surge muitas vezes associado ao de John Whitney não só pela parceria mas também pela semelhança de processos e resultados. (LEITE, 2009).

Para John Whitney, um mapeamento sinestésico tão directo dos parâmetros mais básicos da música (tom, intensidade) falhavam na captura de uma visão expressiva de grandes trabalhos musicais. Para ele, dependia mais numa abordagem multidimensional entre tensão e resolução. Reconheceu que os computadores digitais poderiam animar de uma forma única e directa os movimentos harmónicos de formas nunca antes imaginadas pelos Gregos (ALVES, 2006).

Entre os anos 80 e 90, Whitney é pioneiro na animação abstracta gerada por computador (Fig. 46-48), seguindo a ideia de representar os conceitos de harmonia digital que contêm padrões de consonância/dissonância musicais e de atracção/repulsão de forças (LEITE, 2009). Foi um pioneiro da composição que simultaneamente envolve música e formas visuais. Explorou as relações existentes entre a música e o design visual (BERZOWSKA, 1995). Resolve proporções matemáticas de números inteiros de Pitágoras que determinam o comportamento e forma dos pontos da imagem, coincidindo com a relação matemática das frequências da música. Deste modo, determina séries harmónicas e um conjunto de intervalos musicais sob factor comum, criando padrões que estabelecem a dinâmica das imagens e som (LEITE, 2009). As tensões visuais são geradas e resolvidas de forma semelhante ao impacto emocional e sentimentos que as harmonias tonais produzem (BERZOWSKA, 1995).

Em 1975, John Whitney, convidou Larry Cuba para ser o programador de um dos seus filmes. O resultado desta colaboração foi "Arabesque" (MORITZ,



Figs. 46—48
Permutations, J. Whitney,
1966

YOUNGBLOOD, N.D.). O seu trabalho Arabesque é construído no desenvolvimento de 360 pontos de luz a movimentarem-se na imagem. Estes pontos movem-se independentemente através de vários processos numéricos. Whitney chamou a isto dinâmica diferencial (EVANS, 2005). Se imaginarmos uma série de pontos a movimentarem-se à volta de um círculo, o segundo a viajar 2 vezes mais que o primeiro e o terceiro 3 vezes mais que o primeiro, e por aí, todos a começarem na posição zero de um relógio eles vão alinhar-se ou nas 18h ou nas 12h do relógio. Usando esta teoria criou padrões simétricos correspondentes aos mesmos raios que definem as consonâncias musicais (ALVES, 2006).

John Whitney esteve sempre a par da evolução tecnológica tendo contribuído também para a mesma, de tal forma que é considerado por muitos o pai da computação gráfica (SANTOS, 2009) ao ter criado uma série de animações computacionais baseadas na teoria da harmonia musical (JO & NAGANO, 2008). Os irmãos Whitney foram acima de tudo inovadores e conseguiram um nível de aceitação e visibilidade fora do comum no campo da arte abstracta (COLLOPY, 2004).

Larry Cuba

Larry Cuba (1950, –) é vastamente conhecido como o pioneiro no uso de computadores para a criação de arte animada. Produziu a sua primeira animação de computador em 1974 (MORITZ & YOUNGBLOOD, N.D.). Duas das suas obras mais conhecidas são *3/78* (Fig. 49) (1978) e *Calculated Movements* (Fig. 50) (1985).

3/78, foi criada em Chicago com o Sistema de Simbiose Gráfico de Tom DeFanti, e consiste em 16 objectos, cada um composto por 100 pontos de luz, alguns deles com formas geométricas como círculos e quadrados, outros com formas mais orgânicas a simular algo semelhante a jactos de água. Cada objecto executa uma coreografia rítmica, precisamente programada pelo Cuba de forma a satisfazer potenciais matemáticos. Os fascinantes resultados estéticos expressam um splash musical simétrico com círculos a implodir e balançar (MORITZ & YOUNGBLOOD, N.D.).

Em *Calculated Movements* (1985), Cuba experimentou algo diferente. Usou formas sólidas em vez de vectores, e para além usou ainda quatro cores: preto, branco, cinza claro e cinza escuro. Estes parâmetros permitiram a Larry Cuba trabalhar com algo que admirava já há muito no Estudos a preto e branco de Oskar Fischinger: a coreografia complexa a partir de formas simples. Em cinco episódios ele alternava os eventos com mais eventos de maior complexidade, que consistiam em cerca de 40 eventos surgindo e desaparecendo em intervalos regulares (MORITZ & YOUNGBLOOD, N.D.).

Fig. 49
3/78, Larry Cuba.

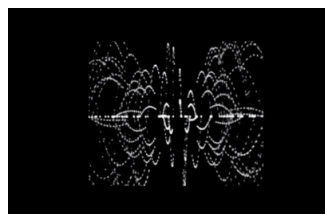


Fig. 50
Calculated Movements,
Larry Cuba.



3.3.3

Notação Gráfica

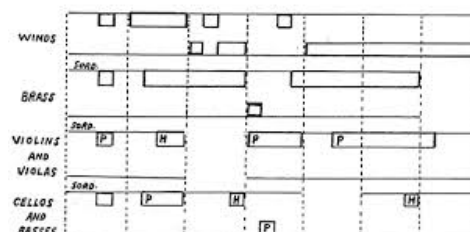
“Graphic scores are designed for people who have avoided a musical education but somehow acquired a visual education.” (CARDEW TEATRISSE, N.D.)

A partitura de música é e tem sido uma das formas mais poderosas de comunicação visual do som que ultrapassa as barreiras da língua, espaço e tempo. No entanto, há algo nesta forma de notação que transcende mesmo o músico mais treinado. Quer tenha uma notação convencional ou com metáforas visuais há algo que é transmitido sempre independentemente da notação: a representação de ideias não visíveis em códigos visuais (WALTERS, 1997).

A arte envolvida na preparação de partituras requer uma ligação entre ouvidos, olhos e mãos. Esta contém um arranjo entre vários estados em paralelo sincronizados com o tempo. Uma das funções mais importantes deste grafo codificado é manter os músicos silenciosos em determinadas alturas, graficamente equivalente ao espaço branco (WALTERS, 1997). Esta organização gráfica da música permitiu a criação de música em grande escala e com uma maior complexidade com uma emergência de novos papéis e hierarquias na *performance* (WALTERS, 1997). A notação assenta entre a teoria e prática visto que gera e implementa teoria mas produz algo prático (BROWN, 2006). É expressa em caracteres, símbolos ou expressões que representam, descrevem acima de tudo, uma actividade (BROWN, 2006). Numa *performance*, o artefacto da notação é desconstruído com os seus elementos, e recontextualizado para a derivação de outro significado (REBELO, 2010).

Nos inícios do século 20 começaram a haver uns rumores de partituras gráficas que incorporavam percussão. Eram instrumentos sem um tom que apenas requeriam linhas simples, por isso, Edgard Varèse (1883-1965) criou partituras que se assemelhassem graficamente aos sons oriundos destes instrumentos. Este fascínio por este tipo de exploração gráfica continua ainda nos dias de hoje (WALTERS, 1997).

Durante as décadas desde os anos 50 até aos anos 70, compositores questionaram as convenções tradicionais e produziram variadas partituras gráficas. A notação de Earle Brown “December 1952” é uma das mais contempladas. Uma construção ambígua semelhante às de Mondrian que resultou em variadas *performances*⁽¹⁾ (WALTERS, 1997). São exemplos conhecidos de autores Morton Feldman (Fig. 51), John Cage (Fig. 52), Christian Wolff (Fig. 53), Iannis Xenakis (Fig. 54), Karlheinz Stockhausen (Fig. 55), Cornelius Cardew (Fig. 56), Anestis Logothesis (Fig. 57), Roman Haubenstock-Ramati (Fig. 58), Brian Eno (Fig. 59), Mark Applebaum (Fig. 60), Tom Philips (Fig. 61), e Edgard Varèse (Fig. 62). (BERGSTROFM-NIELSEN, 2008).



1. <http://www.youtube.com/watch?v=DE3O49CMQa4>

Fig. 51
Morton Feldman

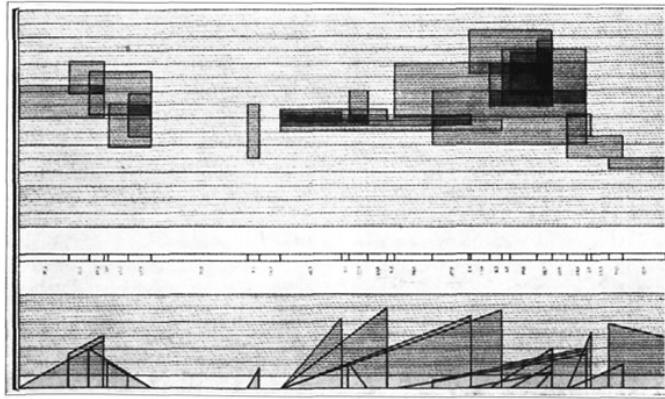


Fig. 55
Karlheinz Stockhausen

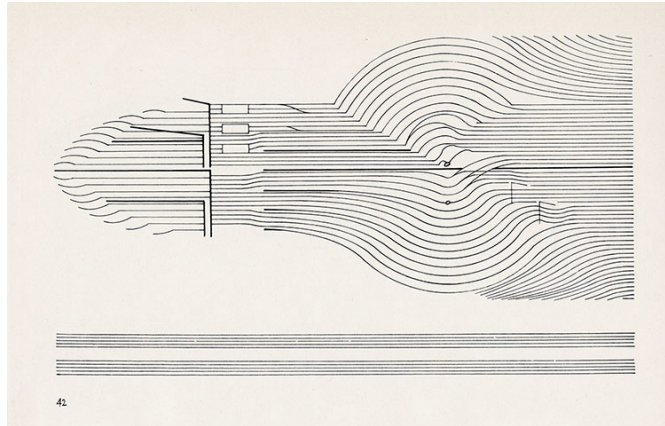


Fig. 56
Cornelius Cardew

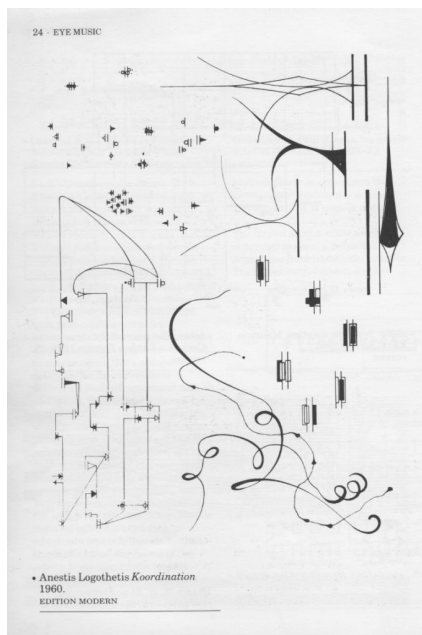


Fig. 57
Antestis Logothetis

Fig 61
Tom Philips

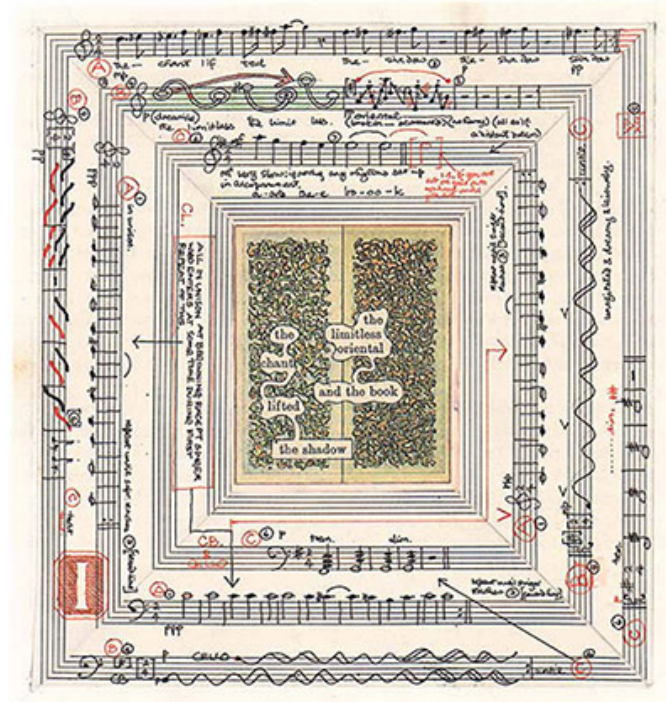
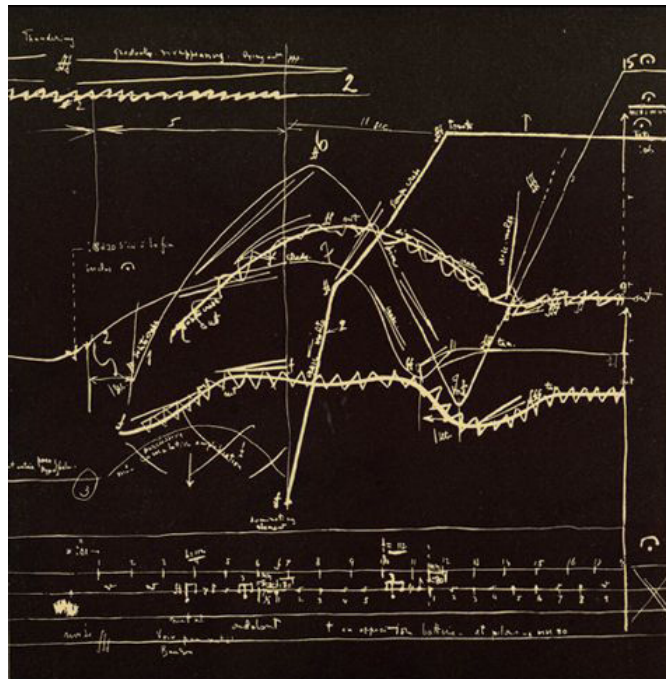


Fig 62
Edgar Varèse



Estas tentativas de relacionamento entre linguagens visuais, escritas e musical teve muitos efeitos de longo prazo na cultura pós-moderna de décadas posteriores, desde a influência escola de artes britânica, ao pop anglo-americana, e ao rock na década de 1970 e 1980.

Cornelius Cardew Teatrise (1936-1981) escreveu: *“Graphic notation is a perfectly justifiable expansion of normal notation in cases where the composer has an imprecise conception”*. Walters explica: por exemplo, se um compositor quiser que o som vindo da orquestra soe a uma chuva de faíscas, ele pode interromper as linhas da partitura espalhar uma série de pontos e sítios relevantes. O objectivo da notação gráfica é que o user possa reagir a esta linguagem visual intuitivamente sem a necessidade de uma guia. Isto dá-lhe liberdade de expressão e decisão (BITTON, 2011).

Um dos melhores trabalhos de notações gráficas emergentes desta época pertenceu a Cardew Treatise, que é detentor de um trabalho avassalador que continua a inspirar músicos, improvisadores até DJs (WALTERS, 1997).

John Cage

John Cage (1912-1992), conhecido inicialmente com o compositor de percussão, ganhou em 1930 reputação pelas suas notações gráficas para dança moderna. Cage formalizou a performance de música. O silêncio foi descontinuado, e aos mais pequenos sons foi dada voz (BROWN, 2006).

O espírito dentro de cada objecto observado no trabalho de Oskar Fischinger, deu a John Cage uma noção dos diversos aspectos presentes na natureza científica da música. A habilidade de Fischinger para interpretar a estrutura da onda musical em filme fotográfico, providenciou um novo meio táctil na criação de estrutura baseada em tempo para o som, e consequentemente, requereu novas formas de notação para a coordenação de som e imagem que Cage continuaria a explorar entre 1950 e 1960 (BROWN, 2006).

Iannis Xenakis

Iannis Xenakis (1922-2001), arquitecto e compositor usou variadas técnicas matemáticas para criar música. Foi fundador de uma nova estratégia de composição de música, a chamada música estocástica (baseada em processos não determinísticos, com origem em eventos aleatórios). Executou na maioria das vezes graficamente as suas ideias. Nos seus esboços ilustrados podemos notar o detalhe e precisão que ele empenhava não só na formulação das suas ideias mas também na representação gráfica destas (XENAKIS, 1960).

3.3.4

Expressão Computacional

O termo arte generativa apenas começou a ser usado num sentido geral em 1960, no entanto o conceito já existe há muito mais tempo. Descrever um trabalho como arte generativa, significa que não só pretendemos que expresse a nossa individualidade como queremos que expresse caos e processos fora do nosso controle (PEARSON, 2011). Na década de 1960, surgem formas visuais de arte generativa, primeiro, com computadores a fazerem um *output* para *plotters*, depois com unidades visuais de *display* (VDUs), e mais tarde em formas mais sofisticadas de impressão e vídeo. Pioneiros desta arte foram Frieder Nake, George Nees, Vera Molnar, Paul Brown e Manfred Mohr (Fig. 63) (PEARSON, 2011).

Os computadores trouxeram muitas mudanças para facilitar e encorajar a expressão individual. No mundo físico, não podemos mudar a leis da natureza para se adaptarem àquilo que pretendemos, no entanto, o mundo computacional permite a criação de abstrações, e representações interactivas e por vezes exageradas, que demonstram conceitos do mundo físico. Permite também representações fora das leis da física que dá azo a mundos por vezes de fantasia. Rapidamente se tornaram em algo mais do simples ferramentas para processamentos de dados. Tornaram-se, de facto, num modo primário para exprimirmos a criação e identidade pessoa, e interagirmos com os outros (BERZOWSKA, 1995). Convidaram-nos não só a representar, mas também a interpretar o mundo à nossa volta através da abstração e experimentação (BERZOWSKA, 1995).

Um algoritmo é um processo ou conjunto de regras, normalmente expressas em notação de álgebra. É um conjunto sistemático e finito de passos, processos ou operações que produzem um resultado (BERZOWSKA, 1995). Os algoritmos acima de tudo são um simples conjunto de processos necessários à execução de uma tarefa. Não são no entanto um fenómeno exclusivo à programação, no entanto a evolução dos computadores permitiu a artistas o uso dos mesmos para compor formas que antes não era possíveis (BERZOWSKA, 1995).

Algumas das componentes mais tradicionais usadas em algoritmos de arte computacional são a linha, a forma, o espaço, a textura, a cor, a dimensionalidade, a repetição, a variedade, o ritmo, o equilíbrio e o contraste. Com um simples algoritmos podemos então gerar imensas imagens e padrões mesmo que se parta de formas muito elementares (BERZOWSKA, 1995).

Craig Reynolds

Craig Reynolds (1953, –), considerado pioneiro na animação computacional, fez uma série de experiências comportamentais que simulam sistemas de partículas. Sistemas de partículas são colecções de grandes números de partículas individuais, cada uma com o seu comportamento. As partículas são criadas, envelhecem, e morrem. Durante a sua vida têm certos comportamentos que podem alterar o seu estado como por exemplo a cor, opacidade, localização e velocidade (REYNOLDS, 1987).

Uma das suas experiências consiste em simular um sistema de partículas, tendo pássaros como partículas. O agregado de movimentação do sistema é criado por um modelo comportamental distribuído; em que os pássaros escolhem o

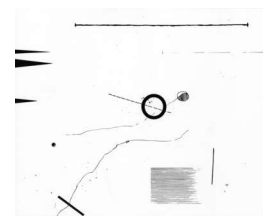
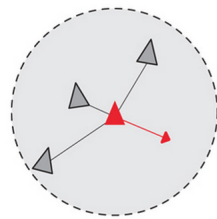


Fig. 63
Manfred Mohr

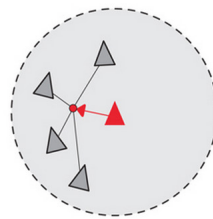
seu próprio trajecto. Cada pássaro simulado é implementado como um actor independente que navega conforme a sua percepção local da dinâmica do ambiente, isto é, as regras da física aplicadas que reagem ao seu movimento. O agregado de movimentação é resultado da densa interacção dos comportamentos relativamente simples das simulações individuais de cada pássaro (REYNOLDS, 1987).

Segundo Reynolds há 3 regras nas quais assenta o comportamento das partículas num sistema (REYNOLDS, 1999):

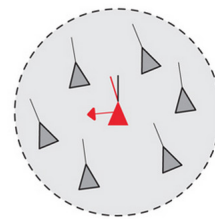
1. Repulsão: Aqui, o floco afasta-se de forma a evitar sobrecarregar os flocos da sua vizinhança.
2. Direcção: Neste comportamento, o floco segue a direcção dos outros flocos locais.
3. Atracção: O floco é atraído pelo ambiente envolvente.



1. Repulsão



2. Direcção



3. Atracção

Capítulo IV

INVESTIGAÇÃO PRÁTICA

Torna-se importante saber que experiências já foram realizadas e em que contexto para que possamos ter um background e noções daquilo que pode ser melhorado ou que ainda não foi feito, e de como pode ser feito. Neste documento não incluímos todos os exemplos resultantes dessa pesquisa, mas apenas uma selecção dos que se consideraram mais relevantes.

Apesar de todos os exemplos que apresentamos de alguma forma ou de outra se relacionarem com esta dissertação, no subcapítulo 4.1 são apresentados exemplos que nem sempre relacionam o corpo humano, som e imagem, mas que contêm pormenores ou detalhes que os tornam importantes em alguns destes aspectos. Já no subcapítulo 4.2, são apresentados trabalhos que apresentam uma relação intensa entre gestos e som ou entre gestos e imagem.

4.1

Trabalhos de referência

– *ConFIGURING the CAVE*, por Jeffrey Shaw & Agnes Hegedues & Bernd Lintermann , 1996

Uso de um objecto com a forma e tamanho do corpo humano para conjugar variados sons e imagens numa performance.



– *Airpiano*, por Omer Yosha, 2007

A criação de música sem o contacto directo com o instrumento, através de gestos.



– *Reactable Table*, por Music Technology Group at the University Pompeu Fabra, 2008

Conforme a face do cubo que se encontra virada para a mesa, ou a forma como está posicionado ou o local em que se encontra, podem-se fazer inúmeras variações musicais de uma forma intuitiva. Esta forma de interacção encoraja a performance colaborativa de música.



– *+ - pole*, Computational Design week at CIID , 2010

A visualização gráfica daquilo que estamos a compor / construir com auxílio de objectos.



– *For those who see*, por Daniel Schulze, 2010

Neste exemplo vemos o invisível, o som. Através de impulsos que formam pequenas quantidades de nevoeiro consegue dar-nos uma visualização a 3d no mundo humano daquilo que ouvimos.



– *Biophilia*, por Bjork & Scott Snibbe & MM Paris, 2011

Exploração de um universo musical controlado que poderia ser controlado e explorado através de gestos ou uso do movimento do corpo humano, tal como acontece neste exemplo <https://vimeo.com/36892768>.



– *Bloc Jam*, por Mouna Andraos & Melissa Mongiat, com Rob Seward & Kelsey Snook , 2011

Sessão de música improvisada, criada colectivamente. Foi utilizado um edifício com cores e ritmos representados. Estas vibrações rítmicas são criadas através do telemóvel de qualquer pessoa que queira participar.

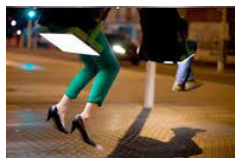


– *Little Boxes* por Joelle Aeschlimann, 2012

Unindo os objectos físicos aos digitais conseguimos obter uma experiência completa e gratificante em termos de interacção.

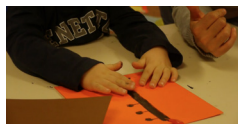
O mundo digital torna-se mais intuitivo e complementa aquilo que estamos a produzir "fisicamente".





– *21 Balaçoires*, por Mouna Andraos & Melissa Mongiat, 2012

Foram aqui utilizados 21 baloiços, e, cada baloiço tem um conjunto de notas diferentes associadas. Todos em conjunto compõem uma peça. Podem deste modo funcionar como um objecto possível de criar música individualmente mas também quando em colaboração.



– *MusicInk*, por Riccardo Vendramin & Gilda Negrini, 2013

Podemos ouvir e manipular o som produzidos por desenhos criados pelo utilizador. Estabelece uma ponte directa entre aquilo que vemos/ desenhamos e aquilo que ouvimos.



– *Eletrisk Oransje*, por Krzysztof Cybulski, 2013

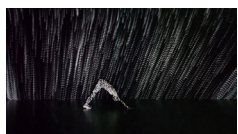
A plasticidade de podermos criar música através de impulsos da nossa intuição, e, a possibilidade de em simultâneo podermos visualizar as formas visuais correspondentes à nossa criação musical.

Estes gestos são combinados com botões, podendo ser também adicionada profundidade e articulação às melodias criadas.



– *Obake*, por Dhairya Dand & Robert Hemsley, 2013

Neste exemplo há uma superfície que serve de interface para o controle da música. O objecto consegue ter uma grande expressividade, tanto corporal como visual, ao permitir a utilização gestos corporais combinados com uma superfície tridimensional.



– *Apparition*, por Klaus Obermaier & Ars Electronica Futurelab, 2013

Aqui podemos observar uma geração em tempo real de gráficos e música através impulsionados por uma performance de dança. Consegue tornar toda a experiência dinâmica e chamativa pois são sempre geradas visualizações diferentes. A geração destas depende da posição do corpo no espaço, sua movimentação e forma geral.



– *Diversos trabalhos*, por Rudolfo Quintas

Rudolfo Quintas (1980, –) é outro autor que prima por encontrar formas de expressão musical usando os gestos/corpo humano como mediadores na geração de som digital. Trabalha nas áreas da interacção humano-computador, arte computacional e artes performativas.

É explorada esta relação nas seguintes obras: *Swap* (2005), *eDGE* (2007), *Burning the Sound* (2008), e *Présence* (2014).

4.2

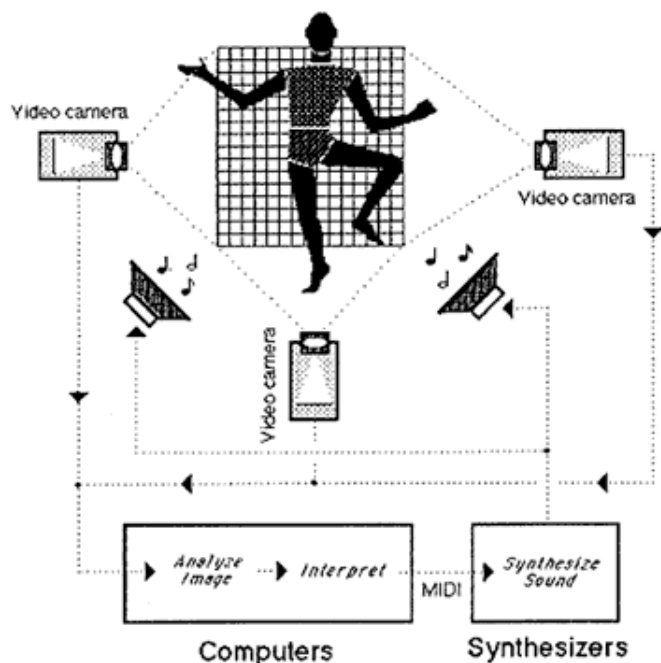
Trabalhos Relacionados

A Very Nervous System (1986), David Rokeby⁽¹⁾

O *Very Nervous System* de David Rokeby faz parte de uma terceira geração de instalações interactivas. Nestes sistemas, são usadas câmaras de vídeo, processadores de imagem, computadores, sintetizadores e um sistema de som para ter um espaço no qual o movimento do corpo humano criem som ou música. (ROKEBY, 2010).

Nesta peça, o performer entra num espaço vazio que contém apenas microfones. Depois de determinar onde nos encontramos e como nos estamos a mover através de uma câmara, o *Very Nervous System* interpreta essa informação em música. Assim que o performer começa a interagir com o espaço, torna-se óbvio que o computador lê até os gestos mais subtis e não apenas o produto da tradução de movimento em som. Os movimentos são lidos, interpretados e transformados em várias camadas de som, acontecendo tudo isto sempre em tempo real. A pessoa reage em forma de movimentos à sua própria criação (ROKEBY, 2010).

Cada instrumento é basicamente um comportamento com uma personalidade construída electronicamente. Estes comportamentos são apenas definições algorítmicas, por exemplo, duplica o ritmo se a pessoa se mexer mais rápido. Podemos imaginar o caso de uma banda de jazz onde temos diferentes músicos e cada um com o seu estilo. No *Very Nervous System*^(Fig. 64), estes comportamentos são definidos pelo software. A instalação tem um *feedback* complexo em loop e este loop está sujeito a transformações constantes em resposta aos movimentos da pessoa. O espaço da sala é mapeado no computador de um modo que cada pixel do espaço corresponde a um som (ROKEBY, 2010).



1. <https://vimeo.com/812C0954>

Fig. 64
Esquema do A Very Nervous System de David Rokeby

I.
<https://vimeo.com/25037421>

Messa di Voice(2003), Golan Levin e Zachary Lieberman⁽¹⁾

Nesta série de interações^{Fig. 65, 66, 67}, onde entram jogos de voz, posição no espaço e representação visual do som, podemos observar uma facilidade de interacção no utilizador activo e uma enorme atenção ao que se está a passar da parte do espectador. Foi feita uma análise à gramática de interacção das peças consideradas mais relevantes:

– *Pitch point*

Desenhos surgem com o canto. Tons ascendentes ou descendentes produzem círculos no sentido dos ponteiros do relógio ou no sentido oposto, respectivamente. Uma oitava é representada em 360 graus.

As figuras fechadas são preenchidas com cores de acordo com os sons resultantes da voz dos cantores. A intensidade afecta a espessura do traço.

– *Fluid*

Um objecto viscoso brilhante parece emergir da boca do performer quando fala e canta. Os performers direccionam o líquido com gestos. A cor está relacionada com os tons, já a intensidade provoca quantidades maiores ou menores do fluido.

– *Body Stamp*

Quando um *performer* emite um som através da voz, tanto a sua voz como o movimento da sua silhueta são gravados em simultâneo. Estes sons e animações são depois re-tocados em ciclos periódicos.

– *Clouds*

Dois performers, exploram sons elementares do vento, ar, e respiração. Cada som é gravado, representado e replicado através de uma nuvem animada cuja textura visual se envolve com o timbre do som que esta transporta.

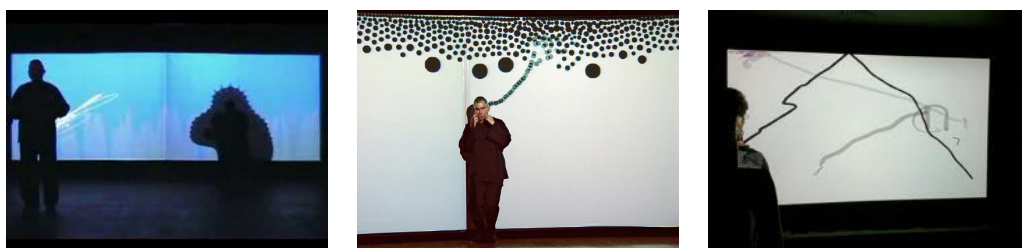


Fig. 65—67

Interações com o
 Messa di Voice

FireWall(2012), por Aaron Sherwood & Mike Allison⁽¹⁾

Firewall é uma instalação interactiva criada por Sherwood e Allison. Uma superfície maleável vai-se estendendo ou contraindo conforme a forma imprimida na mão. É uma interface sensível à profundidade. Os sons reagem em conformidade com a pressão que é imprimida na superfície. Um algoritmo criado no *Max/Msp* permite ao utilizador aumentar ou diminuir tanto o intervalo de tempo da música como o seu volume baseado na profundidade^(Fig. 68). Há ainda um switch entre dois modos, no qual o segundo é mais agressivo que o primeiro.



1.
<http://www.creativeapplications.net/Max/Msp/firewall-stretched-sheet-of-spandex-as-a-visual-instrument>

Fig. 68
 Interação em profundidade com o FireWall.

Murmur bridges(2013), por Chevalvert & 2Roqs & Polygraphik & Splank⁽²⁾

Há uma ponte entre o físico e o virtual através do som. As ondas de som (mundo físico) são tornadas ondas de luz (mundo digital) ao falar / emitir algo sonoro para o “funil”^(Fig. 69).



2.
<http://www.creativeapplications.net/sound/murmur-bridges-physical-and-virtual-using-sound>

Fig. 69
 Feedback visual causado pelos murmúrios.

1.
<https://vimeo.com/69205789>

Improvising Synesthesia (2013), Joshua Banks Mailman ⁽¹⁾

Em *Improvising Synesthesia* (Fig. 70), Mailman gera uma composição musical acompanhada de um *feedback* visual através de movimentos e gestos do corpo humano. Apresenta uma interacção humano-computador baseada em 3 camadas de som e 3 camadas de geração de som: o *background*, o *foreground* e a *direct layer*. A *layer* do *background* contém uma actividade contínua com qualidades (cor, forma, localização, distribuição, ritmo, harmonia) afectadas pelos movimentos do performer. A *layer* do *foreground* activa em diversos graus de resposta que varia em resposta a sensor que está posicionado na mão direita do performer. As suas qualidades são também afectadas pelo movimento total do corpo do performer. A *direct layer* é a única que permite ao performer iniciar um evento directamente, ao pressionar um botão que se encontra numa luva na mão esquerda, esta despoleta um ataque percussivo sincronizado com uma explosão de bolhas de cor cujas qualidades são sistematicamente coordenadas com outras 4 *layers* visuais e auditivas (MAILMAN, 2013).

As 3 *layers* visuais encontram-se interligadas entre si através da sua ênfase nas elipses. O tamanho, cor, forma, posição e movimento destas elipses varia em todas as 3 *layers* de acordo com a posição e movimento do performer, no entanto a forma como variam em cada *layer* difere. Apesar das *layers* não serem idênticas não deixam de ser também dependentes umas das outras. As suas actividades interagem mutuamente. Os tons expandem-se e contraem sistematicamente, mudando de acordo com a posição do performer, sendo sempre partilhado nas 3 *layers* de música. O *BACKGROUND* em si consiste num sistema de partículas colorido cuja cor é atribuído conforme as diferentes formas de flutuação. A actividade presente na horizontal e na vertical do ecrã correlaciona a posição vertical e horizontal da mão esquerda do performer. O *foreground* determina a posição através de uma estratégia diferente. Utiliza a função de *Perlin noise* para determinar a localização dos objectos. A natureza aleatória mas suave do *Perlin noise* tende a assegurar isto mesmo, enquanto providencia uma movimentação em tempo real de forma a que pareça que as elipses estão a dançar em torno do centro do ecrã. Este, é um sistema de composição improvisada, pois incorpora algumas decisões estéticas de decisão algorítmica na composição (MAILMAN, 2013).

Fig. 70
 Joshua B. Mailman a demonstrar a interacção na sua ferramenta.



Capítulo V

A PRÁTICA

“Interagir é um comportamento fundamental do ser humano.” (DIXON, 2006)

Neste capítulo é descrito o contexto e ideias que serviram de base para a concepção deste projecto. Inicialmente é feita uma primeira análise exploratória, onde se estuda a forma como o ser humano interage e reage ao som. Posteriormente, são descritos os resultados e conclusões do instrumento final.

5.1

Processo conceptual

5.1.1

Detalhes técnicos

“Laszlo Moholy-Nagy acreditava que a ideia por detrás de uma obra de arte é que era importante e não se o artista o tinha realizado por ele próprio ou não.”

(SCHEDEL, ROOTBERG, 2009)

Para o desenvolvimento do conceito e determinação de ideias deste projecto, começámos por elaborar uma lista de funcionalidades que consideramos ter interesse quando nos encontramos perante a interacção com um instrumento digital que integra movimentos humanos, som e imagem. Foi abordada a hipótese de se criar um instrumento que funcionasse tanto de forma individual como em colectivo, e, questionado de que forma os gestos poderiam afectar som, e consequentemente afectar a imagem.

De seguida, fizemos um levantamento de ferramentas que nos permitiriam mapear dados em acções (*Processing, Max/Msp, Kinect, Arduino* e outros recursos, tais como sensores especializados), bem como de projectos já existentes com abordagens semelhantes ao pretendido⁽¹⁾. Tendo em conta a necessidade de ter algum nível detalhe até nos pequenos gestos (p.e., mexer um dedo) foi analisado um conjunto de soluções:

- Uso de um acelerómetro, caso fosse desejável por exemplo ter acesso aos dados de rotação de uma mão;
- Botão on/off que poderia accionar um evento específico;
- Ter uma luva de cor numa das mãos de forma a identificar diferentes tipos de instrumentos.

Com vista a satisfazer as ideias e equacionando as coisas em termos de custos económicos, tempo necessário de aprendizagem, implementação e funcionalidades permitidas, decidimos as ferramentas que iríamos utilizar na construção do instrumento (*Kinect, Processing e Max/Msp*). De seguida, passámos à fase de experimentação das mesmas e investigação de como realizar a conexão entre elas. As fases seguintes passaram por definir um número de componentes elementares e associá-las a categorias específicas de sons e imagens.

¹
Ver capítulo IV.

5.1.2

Experiência Nr. 1

Objectivos

Acredita-se que a observação e a descrição do movimento do corpo tanto em situações de performance como em situações do dia-a-dia pode dar-nos um melhor entendimento de como o performer se expressa na representação do som de um instrumento (WARD ET AL., 2008). Cada gesto encontra-se directamente relacionado com o movimento, e, está carregado de significados que dizem respeito à dinâmica, esforço e outro atributos importantes do movimento (GOINA & POLOTTI, 2008). Partindo do princípio que os gestos que fazemos são correspondentes a determinados sons, o objectivo desta experiência consistiu na observação e análise desses gestos de forma a se poder perceber a relação entre movimentos do corpo humano e som. Isto é, definir um conjunto de componentes elementares de trajectórias gestuais e associar cada um deles a uma categoria específica de sons.

A experiência

O ambiente^(Fig. 71) desta experiência foi definido de forma a que se assemelhasse o mais possível com o ambiente de interacção final. Para tal, foi necessário ter em conta algumas considerações tais como o espaço, o som, e o número de pessoas presentes simultaneamente. Quanto ao espaço, foi usada uma sala ampla, com apenas a presença da Kinect, de um projector e de um computador.

Fig. 71
Ambiente da experiência.



Durante a experiência usou-se a projecção do esqueleto humano em tempo real para deixar os sujeitos mais à vontade durante a execução da experiência. É de referir que a *Kinect* tem limitações para *tracking* completo de esqueletos, sendo limitado 2 em simultâneo.

Extremidades do corpo abrangidas pela *Kinect* (MICROSOFT, 2014):

0. *Hip center (centro massa do corpo)*

1. *Spine*
2. *Shoulder center*
3. *Head*
4. *Shoulder left*
5. *Elbow left*
6. *Wrist left*
7. *Hand left*
8. *Shoulder right*
9. *Elbow right*
10. *Wrist right*
11. *Hand right*
12. *Hip left*
13. *Knee left*
14. *Ankle left*
15. *Foot left*
16. *Hip right*
17. *Knee right*
18. *Ankle right*
19. *Foot right*

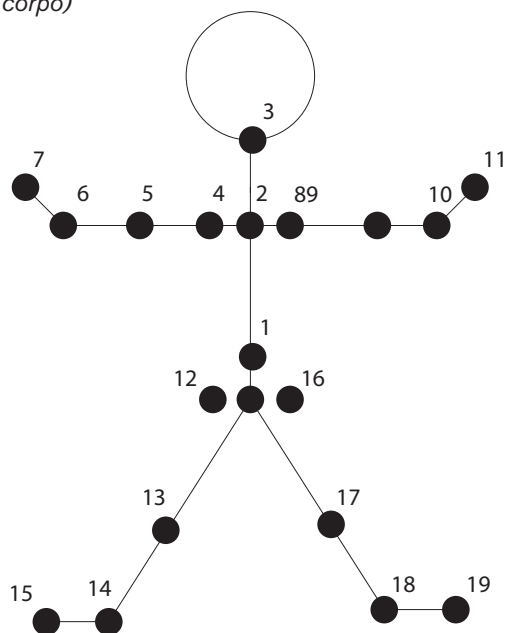


Fig. 72

Desenho do esqueleto captado pela Kinect com todas as extremidades marcadas.

Cada experiência consistiu em:

- Informar cada sujeito que iria ouvir duas músicas, e que poderia utilizar todo espaço correspondente aos limites de visão da Kinect, limites esses marcados com fita de papel no chão;
- Apresentar uma primeira música de carácter experimental
- Apresentar uma segunda música que já tivesse uma interpretação visual (sem que o participante a estivesse a ver) para no fim poder comparar os movimentos à interpretação visual já existente e procurar ver se existe alguma relação entre estes; gravar (através do Processing) em documentos as posições x, y e z das articulações do corpo abrangidas pela *Kinect* para a realização de uma análise computacional à posteriori; e anotar interações e comportamentos resultantes da observação.

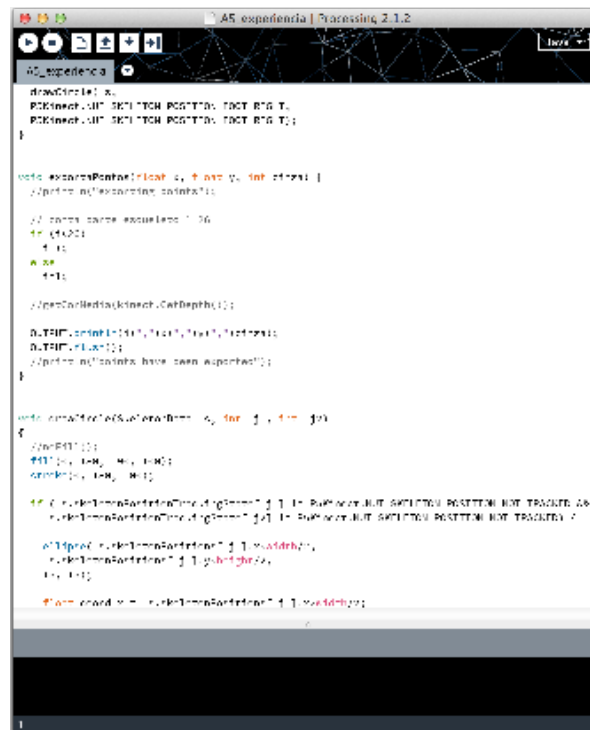
De forma a validar os resultados e poder observar padrões de comportamento, repetiu-se a experiência em 11 sujeitos, sendo que o 11º é o próprio autor da experiência (eu).

Visão crítica acerca da experiência

Havia muito espaço por onde o sujeito se podia mexer, o que acabava por o dispersar, já que tinha de pensar para onde poderia ir em vez de se mover sem restrições de pensamento. No futuro o espaço deve ser mais reduzido para não forçar nada para além do intuitivo. O facto de a música não ter sido dada a conhecer previamente, fez com que os movimentos por vezes se prendessem

Fig. 73

Tracking do esquete no Processing.



um pouco pois a pessoa ficava a tentar interpretar a música. No processo final, como será a própria pessoa a criar a música, terá um espaço maior para a exploração a seu ritmo, esperando-se que isto conduza também a uma maior liberdade na expressão corporal.

A presença de um *feedback* visual que reage à música, guia-nos na experiência relativamente aos próximos movimentos desejados a produzir tornando-a interactiva e dinâmica.

Resultados e análise

Optou-se por uma análise baseada tanto na observação como na computacional.

Na observação a olho nu conclui-se que (Fig. 74):

- A pausa no movimento corporal corresponde às pausas na música;
- Há muito movimento de mãos e braços
- A pessoa baixou-se quando a música apresentou sons mais graves;
- Um “Salto” na música corresponde a pequeno impulso na vertical;
- Movimento de onda na vertical associado às notas ascendentes e descendentes;
- Sons descendentes na música correspondem a uma descida do corpo na realidade;
- Sons agudos foram representados por movimentos mais ou menos ao nível dos olhos;
- Abertura dos braços e conseqüente fecho para a representação da escala invertida;
- Movimento em profundidade na sala usado para expressar os “saltos” da música, quando muda de melodia.

Parecem ser pontos comuns a todos o uso das mãos e dos pés para a representação de ritmo, a deslocação dos braços na horizontal ao nível dos olhos para a representação de escalas, a suspensão de movimento aquando da suspensão do som (silêncio), o uso de rotações para mudança de melodia. Os sons graves foram representados ao nível da barriga e os sons mais agudos sensivelmente ao nível dos olhos. A intensidade que queremos conferir à música parece também estar representada por movimentos na vertical. A primeira música causou muitos movimentos ondulares e mais estagnadas no local, ao passo que a segunda música levou a um maior uso do espaço e de rotações do corpo.

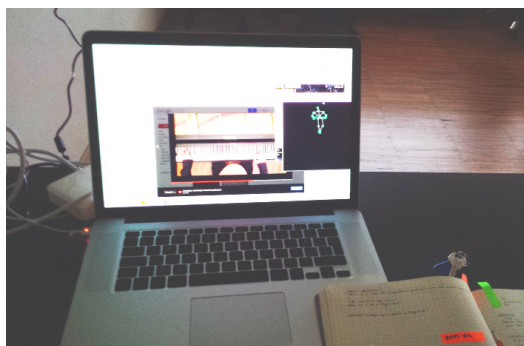


Fig. 74
Análise por observação dos comportamentos do participante.

Já a análise computacional seguiu várias etapas (Fig. 75):

1. Calcular o ângulo de determinadas articulações do corpo em relação ao esqueleto através de vectores.
2. Transformação dos dados recolhidos em gráficos
3. Impressão em papel vegetal
4. Sobreposição de valores para comparação visual

Desta análise verificam-se algumas relações entre o gesto e a música:

- Abertura de braços na horizontal relaciona-se com a intensidade
- Movimentação de braços na vertical relaciona-se com o tom
- Ausência de movimento relaciona-se com o silêncio

Verifica-se ainda pouca movimentação em profundidade e mais liberdade de movimentos na segunda música.

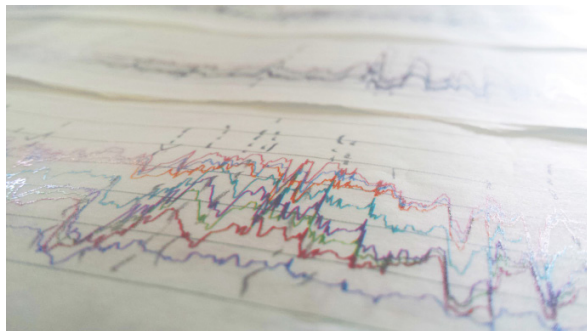


Fig. 75
Gráficos impressos resultantes da análise computacional.

5.1.3

Experiência Nr. 2 (Fig. 76)

Pretende-se com esta experiência a realização de testes de usabilidade. Sendo a ferramenta resultante desta dissertação apenas uma prova de conceito, as melhorias/alterações necessárias que se concluem destes testes serão efectuadas em trabalho futuro. É de reforçar que apesar de tudo, as opções tomadas para a gramática de interacção construídas na prova de conceito foram feitas com base na Experiência Nr. 1, anteriormente supracitada.

Após a observação a olho nu da interacção dos participantes, foi pedido aos executantes que dessem o seu parecer acerca da fluidez de interacção, e do tipo de resultado sonoro/visual que seria esperado ao realizar determinado tipo de gestos. Sugestões:

User testing n°1 :

- Haver prolongamento das notas/som proporcional à rapidez de movimentação;
- A aproximação à câmara provocar um som mais intenso, e afastamento som menos intenso;
- A abertura de braços provocar maior variedade de sons (oscilação), e com fecho haver uma retoma ao som inicial.

User testing n°2:

- Necessário um tempo de aprendizagem inicial
- Mais variações no *feedback* visual
- Maior ligação entre os gestos feitos e parte gráfica
- Os movimentos mais lentos causarem variações mais suaves

User testing n°3:

- Interacção mais fluída a seguir à aprendizagem inicial
- Reagir a movimentos mais rápidos
- Gestos para mudança de instrumentos de sopro e de teclas mais intuitivos
- Haver mais variações de melodia

User testing n°4:

- Não está 100% intuitivo
- Haver possibilidade de voltar ao instrumento anterior como se pudesse haver um “cmd Z”
- Os gestos da intensidade estão intuitivos e também a deslocação em profundidade
- Reacção do som um pouco lenta em resposta aos gestos
- Demora algum tempo a aprender

User testing n°5:

- Melhorar a introdução inicial aos gestos, leva algum tempo de assimilação
- Maior responsividade, reacções mais rápidas
- Ter uma forma melhor de separar a mão esquerda da direita

User testing n°6:

- Haver um *feedback* da distância a que nos encontramos da câmara, marcado com fitas no chão por exemplo
- A aprendizagem das acções demora algum tempo
- Quando se fica com a mão num sítio parado espera-se que haja um prolongamento do som
- Movimentos de mudança de teclas e sopro estão muito semelhante

User testing n°7:

- Está intuitivo mas há necessidade de um tutorial inicial
- Ser possível a mesma pessoa tocar mais do que um instrumento ao mesmo tempo
- Há um pequeno atraso nos gestos

User testing n°8:

- Há muita sensibilidade na mudança de gestos
- Intensidade é muito intuitiva
- Ter um guia visual do próprio esqueleto do utilizador
- Necessidade de um esquema visual (por exemplo cartaz ou flyer) para as interacções possíveis e relações entre elas

User testing n°9:

- Usar as duas mãos para acções mais distintas, não ter por exemplo a tonalidade e mudança de timbre associados à mesma mão
- Ser possível gravar o som que estamos a produzir
- Ter o background mais óbvio, está muito subtil

User testing n°10:

- Ter uma representação visual mais analógica e menos “computacional”
- Poder gravar um vídeo com o som e a imagem que se produz

**Fig. 76**

Utilizadores a testarem a ferramenta.

Destes *user testings* conclui-se que, na grande maioria, as pessoas acharam a aplicação intuitiva, e de interacção fácil para a expressão de música. No entanto, há ainda alguns pontos a colmatar com trabalho futuro, como é o caso do tipo de gestos a associar aos instrumentos de sopro e de teclas, uma maior responsividade por parte da aplicação em relação aos gestos/movimentos feitos pelo utilizador, e uma maior expressividade/complexidade no *feedback* visual. No entanto, conclui-se que a ferramenta cumpre os objectivos inicialmente estabelecidos.

5.2

O instrumento

Para maximizar a variedade de expressão são usadas 3 camadas^(Fig. 77) distintas (*background*, *foreground* e *acção directa*) para processamento áudio e 3 camadas distintas para o processamento da parte visual. No entanto, a parte visual e o áudio não deixam de estar relacionados.

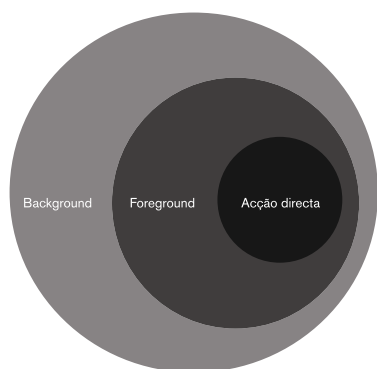
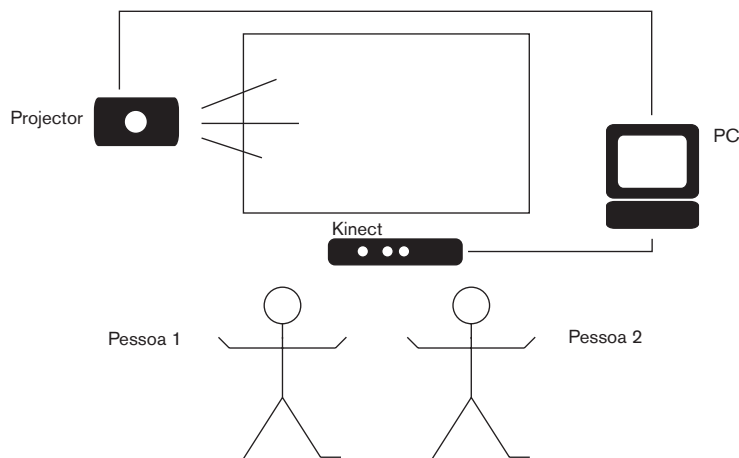


Fig. 77
Camadas de interação.

As interacções acontecem em tempo real numa sala que apenas contém a câmara de infravermelhos, o(s) performer(s) e o computador. Cada performance inicia com um instrumento pré-definido. Assim que realizamos um gesto correspondente a outro instrumento, este fica gravado como sendo o actual. Movimentando a mão direita na vertical podemos alterar a tonalidade. Movimentando a mão esquerda na vertical podemos alterar os acordes em torno do tom escolhido pela mão direita. Com a proximidade corporal à câmara controla-se a sequência de notas e o intervalo de tempo. A harmonia é o resultado dos gesto/movimentos de 1 ou 2 executantes, ficando na mão destes fazerem ciclos que sejam harmónicos, e encontrar combinações adequadas.

O *feedback* visual é o resultado do som proveniente de um instrumento e ao mesmo tempo do movimento do corpo. A composição visual desta ferramenta foi maioritariamente influenciada por trabalhos de autores anteriormente mencionados tais como Ernst Chladni, John Cage e Oskar Fischinger, Norman McLaren, Larry Cuba, John Whitney, Edgar Varèse e Manfred Mohr.



5.2.1

Background da Imagem

O utilizador consegue alterar o fluxo/direcção das partículas no background com o movimento das mãos. O comportamento observado normalmente em processos naturais, tais como dinâmica de fluídos ou sistemas de partículas, pareceu promissor de modo a evocar dinamismo e fluidez no *feedback* dos gestos/movimentos. Os elementos em cena e respectivas transições são construídas à volta destes processos.

As partículas são sempre atraídas pela posição actual da mão, guardando as últimas posições prévias da mesma. Por exemplo, se fizermos um movimento da esquerda para a direita, as partículas terão uma direcção nesse sentido. Isto vai afectar o direcção dos objectos criados no foreground que se movimentam pelo ecrã com base nesta camada.



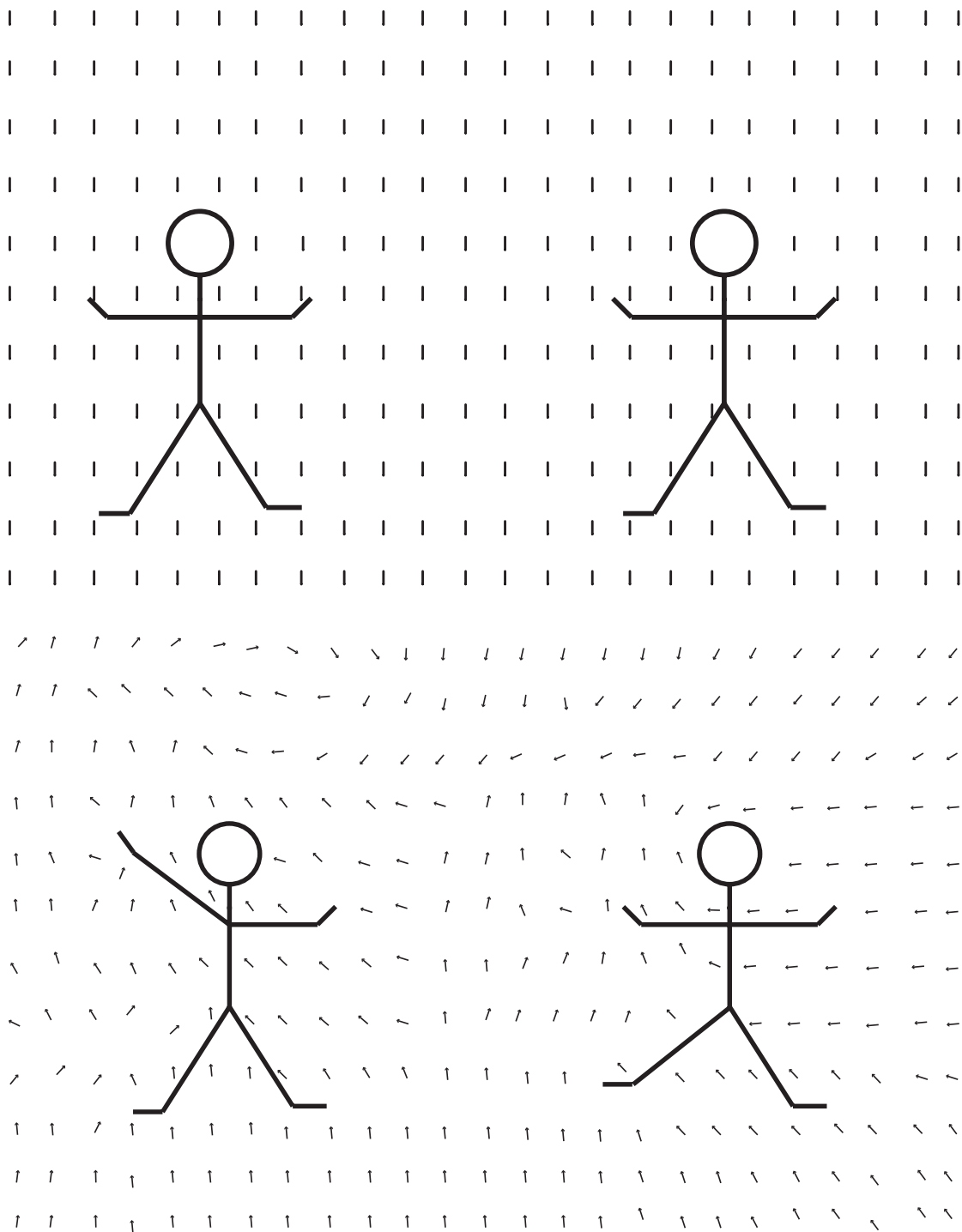
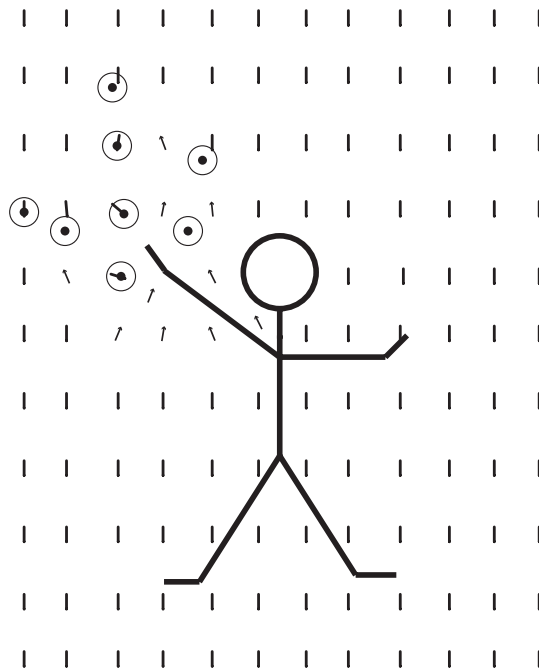
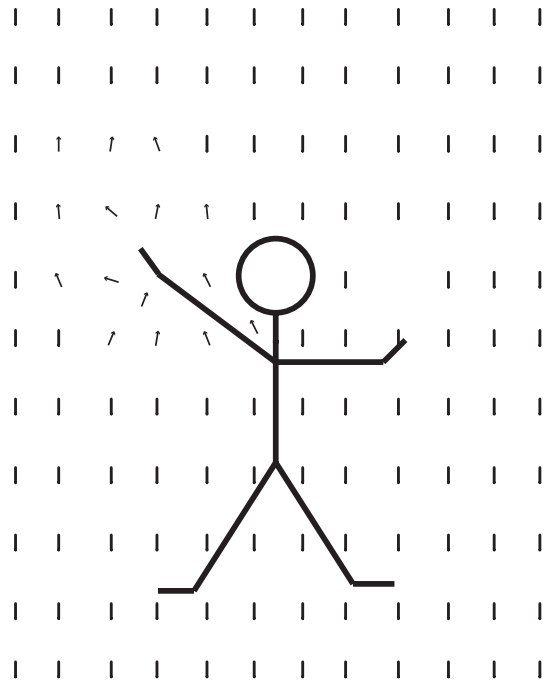


Fig. 78
Exemplos que demonstra
comportamento do
background perante a mão.



5.2.2

Foreground da Imagem

O *Foreground* é a camada onde acontecem mais interações, ou por assim dizer, as principais interações. Engloba todas as questões relacionadas com o som tais como: intensidade, amplitude, tom, intervalos de tempo, ritmo, melodia e suas respectivas associações visuais. Segue uma descrição mais detalhada dos mesmos.

A gramática visual que foi definida para os comportamentos dos objectos, tentou seguir da forma mais coerente e fiel possível as sensações que experimentamos no mundo físico, tornando a interacção entre o utilizador e a ferramenta o mais intuitivo possível.

Cor

O esquema de cores foi escolhido conforme o gráfico (Fig. 78) aqui apresentado. Este gráfico contém uma série de associações do tom à cor feita por vários autores conhecidos ao longo dos tempos. Podemos observar que sons mais graves estão associados a cores quentes e sons mais agudos estão associados a cores frias (Fig. 80).

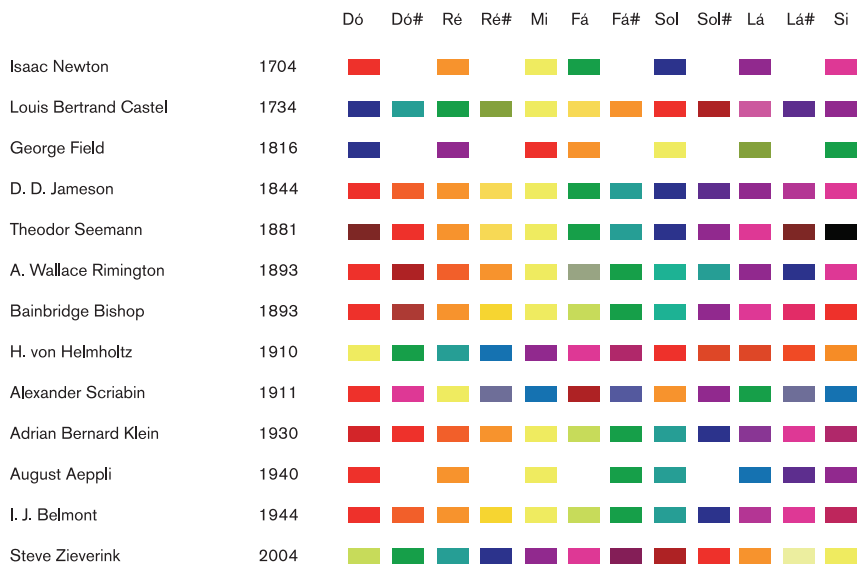


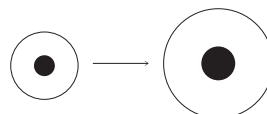
Fig. 79
Relação entre som e cor ao longo dos tempos.



Fig. 80
Esquema de cores do aplicação. Cores quentes representam sons graves e cores frias sons agudos.

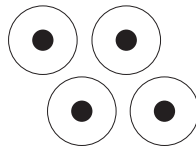
Tamanho

Optamos por relacionar o tamanho do object com a proximidade à câmara do executante. pois esta é também a sensação que temos quando nos aproximamos de um objecto.



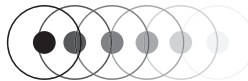
Número de objectos

A densidade sonora causa-nos a sensação de estarmos a ouvir mais ruídos, que há um aumento do número de sons, relacionamos por isso também o número de objectos em cena com a densidade sonora.



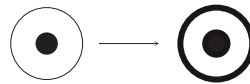
Opacidade

Uma nota musical tem sempre a ela associação uma duração. Essa duração representa sempre um fade out, ou seja, uma diminuição do som até este deixar de ser audível por completo. Com vista a expressar uma sensação semelhante visualmente, vamos diminuindo também a opacidade do objecto até que este desaparece por completo.



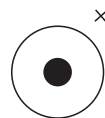
Intensidade

Cosciente o que foi estudado e investigado em exemplos anteriores, concluiu-se que a intensidade tem uma relação directa com o brilho, quanto maior a intensidade maior o brilho e vice versa. A intensidade causa também uma sensação de força quando é alta e de fragilidade quando é baixa. A espessura consegue expressar esta sensação de força e fraqueza com valores mais altos ou mais baixos. A espessura e brilho de um objecto são assim associados à intensidade.



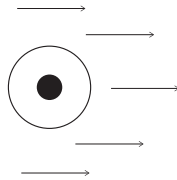
Localização

Para que o utilizador tenha um *feedback* directo das suas acções, e a mão direita controla a tonalidade do objecto na vertical e a intensidade na horizontal, achamos que faria sentido que a posição onde nascem os objectos correspondessem à posição da mão direita. Neste caso poderíamos ter escolhido também a mão esquerda, mas como a maioria das é dextra e tem a intuição de levantar primeiro a mão direita antes da esquerda, optamos pela direita.



Velocidade

Quanto mais rápido for o intervalo de tempo maior será também a velocidade máxima do objecto em causa.



Objectos do tipo1

Forma: difere consoante o timbre

Cor: altera consoante o tom

Raio: altera consoante proximidade à câmara

Número de objectos: representa maior ou menor densidade de notas

Opacidade: relaciona-se com a duração de uma nota

Espessura e brilho: alteram consoante intensidade

Localização: depende da posição da mão direita

Velocidade: está relacionada com a duração do intervalo de tempo



Objectos do tipo2

Forma: difere consoante o timbre

Cor: altera consoante o tom

Comprimento: altera consoante proximidade à câmara

Número de objectos e variação de linha: representa maior ou menor densidade de notas

Opacidade: relaciona-se com a duração de uma nota

Espessura e brilho: alteram consoante intensidade

Localização: depende da posição da mão direita

Velocidade: está relacionada com a duração do intervalo de tempo



Objectos do tipo3

Forma: difere consoante o timbre

Cor: altera consoante o tom

Raio: altera consoante proximidade à câmara

Número de voltas da espiral: representa maior ou menor densidade de notas

Opacidade: relaciona-se com a duração de uma nota

Espessura e brilho: alteram consoante intensidade

Localização: depende da posição da mão direita

Velocidade: está relacionada com a duração do intervalo de tempo



Objectos do tipo4

Forma: difere consoante o timbre

Cor: altera consoante o tom

Tamanho: altera consoante proximidade à câmara

Número de objectos: representa maior ou menor densidade de notas

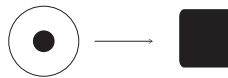


- Opacidade: relaciona-se com a duração de uma nota
- Espessura e brilho: alteram consoante intensidade
- Localização: depende da posição da mão direita
- Velocidade: está relacionada com a duração do intervalo de tempo

5.2.3

Acção directa

A acção directa consiste na alteração do timbre.



A cada timbre corresponde um tipo de instrumento, e a cada tipo de instrumento corresponde um tipo de objecto. Há uma gramática de base a todos os objectos representantes de um tipo de instrumento, no entanto cada tipo de objecto tem as suas particularidades devido àquilo que representam ou devido às simples limitações impostas pela sua própria forma.

Podemos contar com 4 tipos de instrumentos e objectos a eles associados: teclas(t1), cordas(t2), sopro(t3) e percussão. Os Objectos do tipo1, contêm um conjunto de características associadas aos instrumentos de teclas(t4). A suas formas são circulares. Os Objectos do tipo2, contêm um conjunto de características associadas aos instrumentos de cordas. Possuem formas lineares. Os Objectos do tipo3 contêm um conjunto de características associadas aos instrumentos de sopro. A suas formas são baseadas numa espiral. Os Objectos do tipo4, contêm um conjunto de características associadas aos instrumentos de percussão. Contêm formas triangulares e quadrangulares. Nesta camada, apenas muda a forma do objecto, as características deles são as referidas no *foreground*.

Fig. 81
Esboços para as formas que distinguem os tipos de objectos.

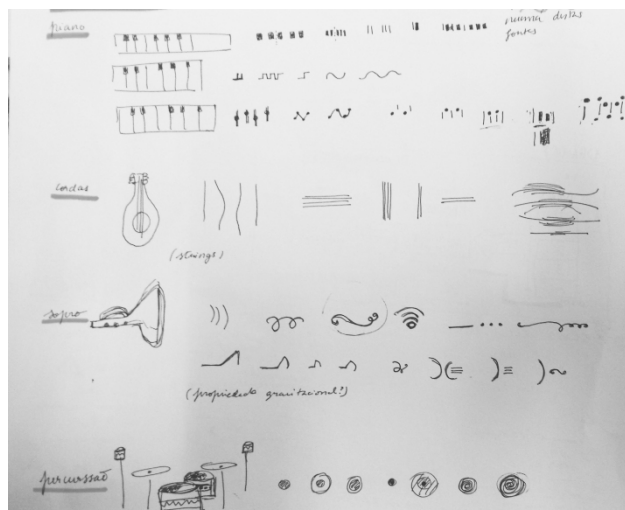




Fig. 82
Exemplo real de alteração
do timbre.

5.3

Processo de construção

5.3.1

Ferramentas de auxílio

Kinect

A *Kinect* é uma câmara que graças à sua visão de infravermelhos permite ver um profundidade. A câmara RGB da *Kinect* tem uma resolução standard de 640x480 pixels, e opera a uma framerate de 30 Hz. O sensor de profundidade consiste num laser de infravermelhos com onda de 830nm de comprimento que é projectada num ponto dentro do seu campo de visão. A câmara de infravermelhos grava estes padrões nos objectos e a distância é calculada correlacionando a imagem actual com a imagem guardada. O *output* do sensor de profundidade é um stream de vídeo de 640x480 pixels. Cada pixel tem 11 *bits* de informação, ou seja, 2048 valores que representam uma possível distância. O raio de sensores de profundidade vai aproximadamente dos 0.7 aos 7 metros. O raio de interacção óptimo situa-se entre os 1.2 e 1.5 metros. O campo de visão dos cantos é de 580 pixels horizontais, 450 pixels verticais e 700 pixels na diagonal. O sensor da *Kinect* inclui ainda um micro com 4 canais que correm a 16 kHz e têm 24 bits de resolução (KRONLACHNER, 2013). Neste projecto utilizamos a *Kinect for Windows*, que é compatível com o *Windows 7*.

Processing

Para os artistas e designers a verdadeira revolução tecnológica surgiu com o aparecimento de ferramentas open source como o *Processing*. Desenhado por artistas para artistas e inicialmente com o intuito de ser uma ferramenta a usar na aprendizagem, o *Processing* provido de uma linguagem simplificada construída acima do Java, foca-se em aplicações como gráficos em tempo-real e sistemas interactivos (<http://www.Processing.org/>). Programar requer identificar conexões lógicas entre elementos e descrever comportamentos com regras que podem parecer não relacionadas (PEARSON, 2011).

Neste projecto o *Processing* é utilizado tanto para gerar as animações como para processar os dados oriundos da *Kinect* e enviá-los ainda para o *Max/Msp*.

Biblioteca Kinect for Processing

O *Kinect for Processing* é uma biblioteca em Java que complementa o *Kinect for Windows SDK* na extracção de dados oriundos da *Kinect* para o *Processing*. De momento é apenas testado em *Windows 7*, tem 4 funções implementadas e todas as imagens têm 640x480 pixels.

As funções implementadas permitem:

- a obtenção de uma imagem RGB da câmara;
- a obtenção de uma imagem da profundidade;
- alinhar a imagem RGB com a imagem de profundidade;
- obter informação acerca do esqueleto do utilizador.

ezGestures: Adaptação da biblioteca ezGestures para a Kinect

Ezgestures é uma biblioteca do *Processing* que permite o reconhecimento de uma sequência de gestos definida previamente através de uma expressão regular. Isto é, ela analisa os movimentos do rato enquanto este é arrastado, e, de seguida compara-os com uma expressão regular para se encontrar uma correspondência. A biblioteca consegue entender 4 direcções: *Up(U)*, *Down(D)*, *Right(R)*, *Left(L)* (ZANANIRI, 2008). Exemplo da sequência necessária ao reconhecimento de um quadrado: “RDLU”.

Optou-se por trabalhar com ela por conter uma solução simples que não envolve demasiado processamento no reconhecimento de uma sequência gestual. No entanto, esta biblioteca está originalmente concebida para receber como *input* as coordenadas do rato, e, como estamos a trabalhar com *Kinect* foi necessário proceder a conjunto significativo de alterações que nos permitissem trabalhar com as coordenadas provenientes desta câmara.

Max/Msp

O *Max* da Cycling'74 é um ambiente gráfico de programação musical, onde o programador constrói as aplicações (*patches*) através de objectos gráficos e respectivas ligações através de patch cords. Proporciona as funcionalidades básicas de uma linguagem de programação (operacionalidade, matemática, lógica, etc) e funcionalidades específicas como a gestão de informação MIDI. Existe a possibilidade de expansão deste ambiente através da programação de objectos adicionais, denominados de *externals* (SANTOS, 2009).

Neste projecto é utilizado para a análise e geração/modificação de som.

MIDI

O *MIDI* causou uma revolução no mundo da música electrónica, ao servir de protocolo de comunicação entre sintetizadores, controladores e computadores. Embora este protocolo tenha sido desenvolvido por volta de 1983, a maioria do software ainda se encontra equipado com ele nos dias de hoje. O *MIDI* torna possível a transmissão de dados de controle, dados contínuos e informação acerca de eventos. Uma das suas particularidades é o facto de o controle do tom ter 2 modos (ARFIB ET. AL, 2007). Esta tecnologia tem ainda dois aspectos distintos (SANTOS, 2009):

- Uma “linguagem”, ou seja, um conjunto de comandos e de parâmetros que possibilitam a comunicação entre equipamentos;
- As características físicas que possibilitam a ligação e respectiva comunicação.

OSC

O *OSC* (*Open Sound Control*) é um protocolo desenvolvido pelo *CNMAT* (*Center for New Music and Audio Technology*) e, à semelhança do protocolo *MIDI*, tem como propósito possibilitar a comunicação entre computadores, sintetizadores, e outros dispositivos multimédia (SANTOS, 2009).

Revela-se mais apropriado às necessidades actuais. A arquitectura do *OSC* é baseada no conceito de cliente/servidor, quer isto dizer, que qualquer

dispositivo que envie pacotes é considerado cliente e qualquer outro que os receba, é considerado servidor. No entanto, um dispositivo pode ser considerado cliente e servidor em simultâneo. Uma das vantagens do OSC é que é um protocolo que se torna extremamente versátil, pois pode ser integrado com qualquer tecnologia de rede (SANTOS, 2009). Outras características que o tornam mais útil e poderoso que o *MIDI*, incluem uma forma intuitiva na construção dos esquemas de endereço, e na habilidade de agendar eventos futuros (FRAIETTA, 2008).

São ainda suportados vários tipos de argumentos para as mensagens: strings *ASCII*, *ints* e *floats* de 32 bit, 64 bit, entre outros. Sendo o OSC um protocolo muito mais aberto que o *MIDI*, não define à partida o tipo de dados (SANTOS, 2009).

5.3.2 Implementação

Estrutura no Processing

Há uma estrutura de base em torno da qual gira todo o resto do programa feito em *Processing*. Como a *Kinect* apenas reconhece a existência de 1 ou 2 esqueletos, sem conseguir identificar qual é qual, foi necessário dividir a visão da *Kinect* em 2. Isto é, se o esqueleto se situar na metade do lado esquerdo da visão da *Kinect*, todos os seus gestos serão interpretados como os gestos referentes à pessoa da esquerda. Se o esqueleto se encontrar na metade direita, todos os gestos dessa pessoa irão ser interpretados como sendo referentes à pessoa da direita.

Exemplo:

```
metade horizontal = Kinect.width/2
pos espinha = espinha.x
if (pos_espinha < metade horizontal) {
lado_pessoa = esquerdo
}
else{
lado_pessoa = direito
}
```

Dentro de cada metade estão os parâmetros relativos a cada pessoa a serem posteriormente mapeados em som e imagem.

Background, foreground e acção direta, o lado do som

As características do movimento que vão ser mapeadas em som encontram-se dentro de 2 *arrays*, um correspondente ao lado esquerdo e outro correspondente ao lado direito. Acedendo à posição pretendida de cada um dos *arrays*, seleccionamos a informação que é enviada para o *Max/Msp* via OSC.

Exemplo:

Array com posições respectivas a uma pessoa do lado esquerdo:

```
posBody[0] = proximidade_1;
posBody[1] = tonalidade_1;
posBody[2] = acorde_ton_1;
posBody[3] = map_vol_1;
posBody[4] = timbre_b1;
posBody[5] = intervalo_1;
```

Array com posições respectivas a uma pessoa do lado direito:

```
posBody[0] = proximidade_2;
posBody[1] = tonalidade_2;
posBody[2] = acorde_ton_2;
posBody[3] = map_vol_2;
posBody[4] = timbre_b2;
posBody[5] = intervalo_2;
```

Arrays com a separação da informação da esquerda e direita respectivamente:

```
int [] info_left = processa informação da esquerda [da característica pretendida];
```

```
int [] info_right = processa informação da direita [da característica pretendida];
```

Envio de dados via OSC características de som do lado esquerdo e do lado direito respectivamente:

```
Mensagem OSC pessoa da esquerda = new OscMessage(""+info_left[0]+" "+info_left[1]+" "+info_left[2]+" "+info_left[3]+" "+info_left[4]);
```

```
Mensagem Osc pessoa da direita = new OscMessage(""+info_right[0]+" "+info_right[1]+" "+info_right[2]+" "+info_right[3]+" "+info_right[4]);
```

Os valores que são enviados para o Max/Msp muitas vezes sofreram mapeamentos prévios ou outros cálculos de forma a que o Max/Msp apenas tenha de os interpretar em sons. Cálculos necessários:

Sequência de notas

Aqui é feito um cálculo da proximidade da pessoa em relação à Kinect usando a visão em profundidade da Kinect, neste caso o grau de cinza. Isto é, quanto maior a proximidade maior será o valor do grau de cinza da imagem e quanto mais afastado menor. O resultado será um valor de 1 a 4, em que se a proximidade igual a 1 resulta num conjunto de notas tocadas em simultâneo, e se proximidade igual 4 resulta numa sequência de notas com um intervalo temporal entre todas elas.

Tonalidade

A tonalidade é calculada com base num mapeamento da posição y da mão direita. A coordenada y da mão direita do utilizador é separada em 13 tonalidades. É portanto devolvido um valor de 1 a 13, no qual o valor 1 significa um som muito grave e o valor 13 um som muito agudo.

Acorde na tonalidade

São mapeadas as coordenada y mas da mão esquerda em 7 acordes possíveis à volta da tonalidade escolhida. O valor 1 significa que será um acorde que começa uma oitava mais abaixo da tonalidade e o valor 7 significa que inicia uma oitava mais acima.

Intensidade

A intensidade do som é calculada a distância das mãos na horizontal ao centro do corpo (espinha). Este cálculo é feito através de distâncias entre vectores visto que cada articulação do corpo é representada por um vector. De seguida é feita uma média entre o valor da mão esquerda e o valor da mão direita, para que na abertura máxima dos braços a intensidade seja também máxima.

Intervalo de tempo

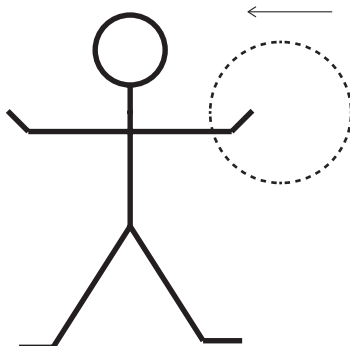
O intervalo de tempo tem como *input* números de 1 a 8. Estes números correspondem à velocidade com que cada sequência de notas é executada, ou seja, relaciona-se com as figuras rítmicas. É proporcional à proximidade do utilizador à câmara.

Timbre

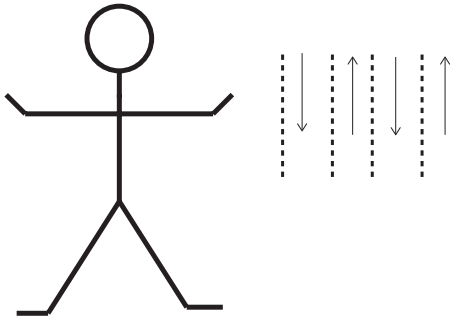
O timbre é designado através de sequências gestuais. Aqui, usamos como auxiliar no reconhecimento de sequências de gestos a biblioteca *ezGestures* como já foi mencionada. É então feita uma comparação dos gestos actuais com uma expressão regular que contém a sequência pretendida, e, assim que houver uma correspondência o timbre é alterado.

Exemplo:

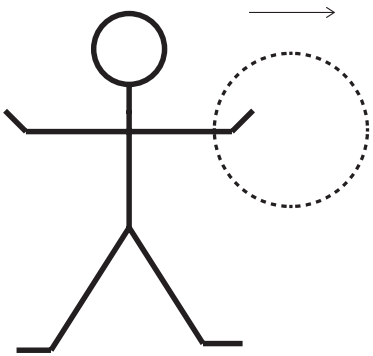
```
se ( gesto corresponder à expressão "(.*)LDRUL(*)" ) {
    tipo de instrumento = teclas;
}
```



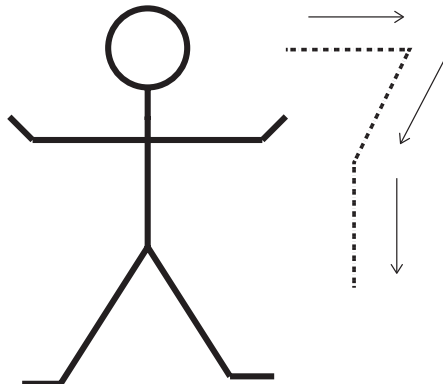
se (gesto corresponder à expressão (“(*)UDUDUD(*)”)) {
 tipo de instrumento = cordas;
 }



se (gesto corresponder à expressão (“(*)RDLUR(*)”)) {
 tipo de instrumento = sopro
 }



se (gesto corresponder à expressão (“(*)RDLR(*)”)) {
 tipo de instrumento = percussao;
 }



São efectuados cálculos adicionais para quando a interacção tem 2 participantes. São calculadas as média dos valores da tonalidade, acorde em torno da tonalidade e intervalo de tempo entre a pessoa 1 e a pessoa 2. O resultado acaba por ser fruta da interacção conjunta, exigindo alguma colaboração por parte de cada um.

Background, foreground e acção direta, o lado visual

1.
Regra nr.3 dos modelos comportamentais de *Flocking* de Craig Reynolds, ver Capítulo 3, Secção 3.3.4.

2.
Regra nr.2 dos modelos comportamentais de *Flocking* de Craig Reynolds, ver Capítulo 3, Secção 3.3.4.

A imagem de background contém um sistema de partículas (SHIFFMAN, CHAPTER 2, 2012). Estas reagem à posição de mão que vai atraindo⁽¹⁾ partículas, e por onde passa vai deixando atrás de si um caminho de direcções que será mais tarde seguido pelos objectos que são criados no foreground.

No foreground, os objectos que são adicionados nele, seguem as direcções⁽²⁾ do background (SHIFFMAN, CHAPTER 6, 2012) consoante o trajecto feito pela mão, quer isto dizer, que se fizermos um gesto da esquerda para a direita, os objectos seguirão as direcções das partículas que se encontram à sua direita (fig. x). Ainda no foreground, são definidas as características dos objectos num construtor para cada e um e depois adicionados a listas(ArrayList).

Estrutura no Max/Msp

Sequência de notas

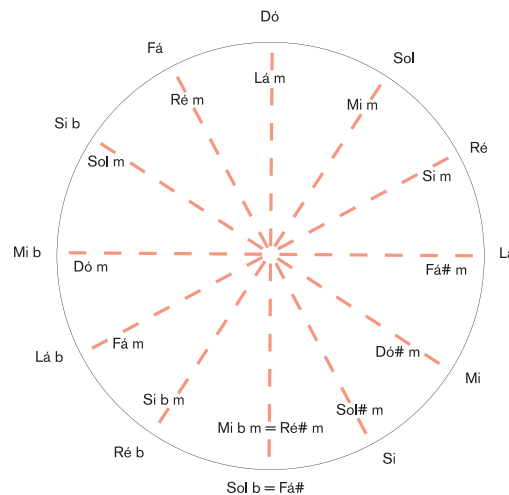
A proximidade do utilizador à câmara traduz-se no intervalo temporal entre as notas do acorde. Desta forma, quando o utilizador se encontra muito próximo da câmara, as notas são tocadas simultaneamente; por outro lado, à medida que o utilizador se afasta da câmara as notas são tocadas sequencialmente com um maior intervalo temporal entre elas.

Tonalidade

A Composição assenta na base um sistema de música tonal⁽³⁾. Com os valores oriundos da mão direita (1 a 13) controlamos a tonalidade. As transições entre tonalidade são feitas com base num Ciclo de Quintas^(Fig. 83).

3.
Ver significado no Capítulo 3, Secção 3.2.2.

Fig. 83
Ciclo de Quintas.



Acorde na tonalidade

Com a mão esquerda controlamos o acorde na tonalidade (1 a 7) escolhida anteriormente. Por exemplo, se com a mão direita escolhermos a tonalidade nº7, que é a de Dó Maior, e com a mão esquerda o acorde nº3 dessa tonalidade (Mi menor), o resultado vai ser um arpejo em Mi menor.

Intensidade

A intensidade é o resultado de uma média da posição Horizontal das mãos. Significa isto que quanto mais abrimos os braços na Horizontal mais intenso será o som e vice versa. Movimentos mais amplos, tal como foi verificado no 1º conjunto de experiências, resultam em aumento da intensidade.

Lista de correspondências da dinâmica musical:

1. ppp molto pianissimo
2. pp pianissimo
3. p piano
4. mp mezzo-piano
5. mf mezzo-forte
6. f forte
7. ff fortissimo
8. fff molto fortissimo

Intervalos de tempo

O intervalo de tempo altera conforme a proximidade ou afastamento à câmara, tal como a mudança de acordes, mas em vez de 4 possibilidades tem 8. Estes números correspondem à velocidade com que as notas da música são executadas, ou seja, relaciona-se com o ritmo.

Intervalos: (1) 250ms, (2) 500ms, (3) 750ms, (4) 1000ms, (5) 1250ms, (6) 1500ms, (7) 1750ms, (8) 2000ms⁽¹⁾.

1.

2000 ms correspondem a 4 tempos

Timbre

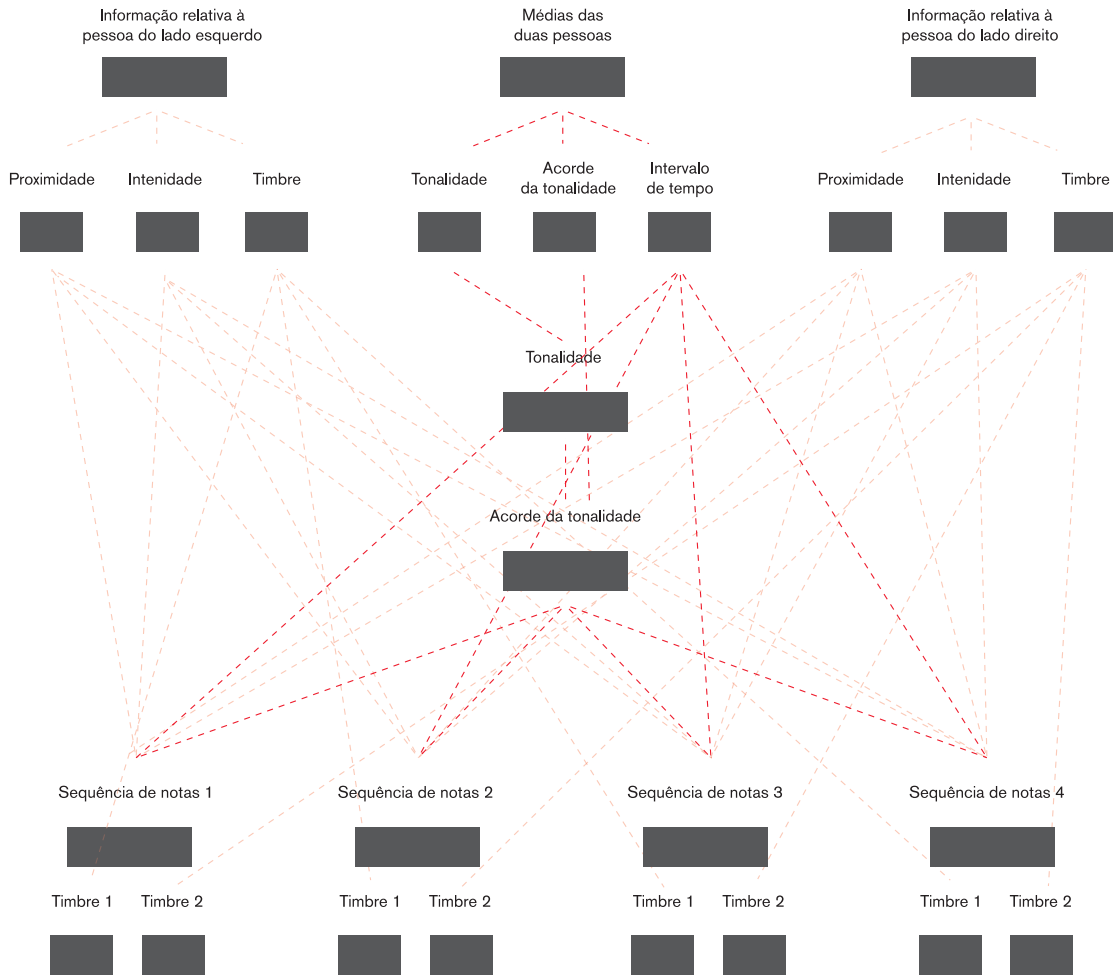
De uma lista de timbres {img} suportados pelo Max/Msp, foram seleccionados os mais relevantes e divididos em 4 tipos de instrumentos. O timbre é seleccionado consoante o *output* vindo de arrays de timbres inicializados no Processing. Cada pessoa tem um timbre associado a ela, fazendo com que não possam estar a acontecer mais do que 2 timbres em simultâneo.

Lista de Timbres seleccionados:

```
int[] teclas = { 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13};
int[] cordas = { 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 35, 47};
int[] sopra = { 25, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 47};
int[] percussao = { 107, 109, 116, 117, 118, 119};
```

Quando se trata da interacção entre duas pessoas, são usadas as médias previamente feitas da tonalidade, acorde em torno da tonalidade e intervalo de tempo. Isto dá ao utilizador uma experiência diferente e ainda assim tem controle de alguns parâmetros. Cabe aos participantes encontrar uma harmonia com acções colaborativas entre eles.

Estrutura simplificada do Max/Msp



5.4

Dificuldades sentidas e soluções encontradas

– Foi necessária a aprendizagem novas ferramentas antes desconhecidas, *Kinect* e *Max/Msp*, o que levou a uma necessária exploração das ferramentas e respectivo tempo de aprendizagem.

– Inicialmente começámos por extrair dados da *Kinect* para o *Processing* com a biblioteca *SimpleOpenNI* (<http://shiffman.net/p5/Kinect/>), desenvolvida por Daniel Shiffman no sistema operativo *OSX*. No entanto, foi anunciado o fim do apoio às ferramentas *Open Source* da *Kinect* (KIRN, 2014), e, só usando o *SDK* oficial é que poderíamos ter garantias completas do seu funcionamento em qualquer versão da *Kinect*. Portanto optámos por usar uma *API* alternativa (*P5 Kinect*) ao *OpenNI* feita por Bryan Chung (CHUNG, 2014), a qual só funciona em *Windows*.

– Para que pudéssemos fazer reconhecimento de sequências de gestos sem ter que recorrer a cadeias de *Markov* nem a soluções que envolvessem demasiado processamento, de forma a não causar latências na interacção, seleccionámos uma biblioteca (*ezGestures*) que servia para o propósito. Fazia o reconhecimento pretendido através de uma sequências de gestos e respectiva comparação com uma expressão regular. No entanto, como já foi anteriormente mencionado, a biblioteca *ezgestures* apenas estava preparada para a recepção de coordenadas do rato e queríamos que recebesse dados da *Kinect*. Tivemos que proceder então a uma alteração da biblioteca para que esta fosse capaz de receber dados provenientes das articulações vinda dos utilizadores. O *ezgestures* permite ainda reduzir a latência. Fá-lo à custa de limitar a deteção de gestos a silhuetas mais simples, o que é um compromisso perfeitamente aceitável neste projeto.

– Apesar de a *Kinect* conseguir reconhecer a existência de mais do que 2 pessoas, a sua capacidade de reconhecimento das articulações encontra-se limitado a 2 pessoas. Para além disso não consegue identificar se a pessoa da esquerda continua a ser essa pessoa no caso de ir para a direita, ou no caso de ela sair de cena e voltar a entrar. Para resolver isto, implementámos um mecanismo que prevenisse estes problemas de reconhecimento, pois tornar-se fundamental o reconhecimento correcto das mesmas. O mecanismo consiste em identificar quem se encontra à esquerda e quem se encontra à direita, guardando esses dados como referentes à pessoa que está do lado esquerdo e à pessoa que está do lado direito respectivamente.

– O *Max/Msp* quando recebe dados através do *oscp5* tem dificuldades em reconhecer o tipo de dados que lhe é enviado, culminando na não interpretação dos mesmos. Para a correcta recepção e interpretação dos mesmo foi necessário enviá-los como strings e de seguida usar um conversor (*unpack*) para o tipo pretendido.

– Sempre que alguém sai de cena e depois volta a entrar a *Kinect* incrementa mais uma pessoa ao total que já lá estava anteriormente. Isto causou problemas de identificação dos dados visto que no máximo apenas poderão estar duas pessoas a interagir em simultâneo. A solução passou por impedir que a *Kinect* voltasse a incrementar uma pessoa de cada vez que alguém entrava e saída de cena.

Capítulo VI

CONCLUSÃO

Nesta dissertação estudou-se e explorou-se de que forma é que o ser humano, associado aos seus movimentos e gestos, pode existir enquanto objecto de interacção.

No primeiro capítulo mencionou-se o planeamento do trabalho e metodologias onde se identificaram as tarefas a cumprir e respectivas implicações. Este inclui ainda o planeamento de trabalho inicialmente concebido. As alterações que este sofreu ao longo do tempo são apresentados no primeiro Capítulo (plano de trabalho) e no quinto Capítulo (parte prática).

Para alcançar os objectivos propostos efectuou-se uma análise histórica e estudo científico, com o seu foco principal nas áreas de design de interacção, composição musical generativa e notação gráfica. Foi também importante explorar e compreender a sinestesia entre a interacção humana e a informação digital partindo do ser humano como próprio objecto de interacção. Esta análise envolve um vasto período de tempo, desde os primórdios até ao tempo presente. Desta forma, podemos constatar que os trabalhos e referências que aqui foram apresentados têm algumas características que não encontramos presente na maior parte dos trabalhos realizados hoje em dia. Isto reflecte as influências do tempo no qual vivemos actualmente em que temos muita facilidade de acesso a tudo, e desse modo conseguimos ter sempre um background alargado, tornando-se difícil ser-se totalmente original ou criar algo novo.

Com base nos autores estudados, na análise exploratória de dados e na aprendizagem de novas ferramentas, concebeu-se um instrumento. Este gera uma melodia com base num sistema tonal, sob controlo dos movimentos corporais feitos por um executante ou dois, e os sons resultantes dessa interacção são interpretados graficamente, dando um *feedback* visual aos participantes. Espera-se que a ferramenta tenha a capacidade de proporcionar a qualquer pessoa com conhecimentos básicos na área da música uma interacção intuitiva e que ao mesmo tempo a experiência de interacção tenha sido gratificante.

Como trabalho a realizar futuramente, pretende-se melhorar e aumentar as funcionalidades da ferramenta, dando nomeadamente a possibilidade ao autor de poder criar a sua própria gramática de interacções partindo de uma base que inclua algumas características com pequenas limitações. Haverá ainda a participação na conferência Transcreativa, a decorrer de 25 a 27 de Setembro de 2014, em Bordéus. A investigação aqui apresentada será também ponto de partida na realização de uma tese de doutoramento no domínio da interacção entre o corpo humano, som e imagem, permitindo dar continuidade a este projecto e evoluir futuramente.

Capítulo VII

BIBLIOGRAFIA

"Cymatics." Retrieved 14/01, from <http://www.cymaticsource.com>.

(1996). "The Museum Of Jurassic Technology." Retrieved 14/7), from <http://www.mjt.org/exhibits/kircher.html>.

(2012). "Museu Coleção Berardo - O Novo Ofício." Retrieved 14/03.

(2013). *Oskar Fischinger (1900-1967): Experiments in Cinematic Abstraction*, EYE Filmmuseum, Center for Visual Music.

Almeida, P. "Almeida Collaborations." Retrieved 14/06, from <http://www.patriciaalmeida.com/Collaborations.htm>.

Alves, B. (2005). "Digital Harmony of Sound and Light." *Computer Music Journal*.

Appleton and Perera (n.d.). *Imagiary Landscape* 1.

Arfib, D., et al. (2007). "Expressiveness and Digital Musical Instrument Design." *Journal of New Music Research*.

Bencina, R., et al. (2008). *Gesture ≈ Sound Experiments: Process and Mappings. New Interfaces for Musical Expression*.

Bergstrom-Nielsen, C. (2008). "Graphic Notation as a Tool in Describing and Analyzing Music Therapy Improvisations."

Berzowska, J. M. (1995). *Computational Expressionism: A study of drawing with computation*.

Biasi, M. D. (2012). *New Ways on Sound and Colors: A historical perspective on the relationship between sound and color, from newton to the XXI century*.

Bitton, N. (2011). "Graphic Notation Project." from <https://www.youtube.com/watch?v=H-g0vce-ucg>.

Borenstein, G. (2012). *Making Things See: 3D vision with Kinect, Processing, Arduino, and MakerBot*.

Brooks, W. (2012). "In re: 'Experimental Music.'" *Contemporary Music Review*.

Brown, N. (2006). "The flux between sounding and sound: Towards a relational understanding of music as embodied action." *Contemporary Music Review*.

Chadabe, J. (1984). "Interactive Composing: An overview." *Computer Music*

Journal 8(Spring 1984).

Chung, B. (2014). "Kinect for Processing library." Retrieved 14/04.

Collins, N. and A. R. Brown (2009). "Generative Music Editorial." *Contemporary Music Review*.

Cuba, L. (1978). "3/78." Retrieved 14/07, from <http://www.well.com/~cuba/Three78.html>.

Cuba, L. (1979). "Two Space." Retrieved 14/07, from <http://www.well.com/~cuba/TwoSpace.html>.

Daniela and B. Willimek (2013). "Music and Emotions: Research on the Theory of Musical Equilibration."

Dixon, M. (2006). "Echo's body: Play and representation in interactive music software." *Contemporary Music Review*.

Evans, B. "Foundations of a Visual Music." *Computer Music Journal*(Winter 2005): 11-24.

Faber, L. and H. Walters (2004). *Animation Unlimited: Innovative Short Films Since 1940*.

Fernandes, P. (2014). "Física - Óptica - Luz e Cor." Retrieved 14/08.

Fischinger, O. (1932). *The Composer of the Future and the Absolute Sound Film*. Oskar Fischinger (1900-1967): *Experiments in Cinematic Abstraction*. E. Filmmaker.

Fraietta, A. (2008). *Open Sound Control: Constraints and Limitations*. *New Interfaces for Musical Expression*.

Goina, M. and P. Polotti (2008). *Elementary Gestalts for Gesture Sonification*. *New Interfaces for Musical Expression*.

Goodman, E., et al. (2011). "Understanding Interaction Design Practices "

Harris, Y. (2006). "Inside-out instrument." *Contemporary Music Review*.

Hsu, W. (2006). "Managing Gesture and Timbre for Analysis and Instrument Control in an Interactive Environment." *Proceedings of New Interfaces for Musical Expression*.

Hyde, J. (n.d.). *Oskar Fischinger's Synthetic Sound Machine*. Oskar Fischinger

(1900-1967): *Experiments in Cinematic Abstraction*.

Jo, K. and N. Nagano (2008). *Monalisa: "see the sound hear the image". New Interfaces for Musical Expression*.

John, B. (2004). "The Sounding Image: About the relationship between art and music—an art-historical retrospective view." Retrieved 14/02, from http://www.medienkunstnetz.de/themes/image-sound_relations/sounding_image/1/.

Juslin, P. N. and D. Västfjääll (2008). "Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms."

Kandinsky, W. (1926). *Point and Line to Plane*.

Kim, J. H. and U. Seifert (2006). "Embodiment: The body in algorithmic sound generation." *Contemporary Music Review*.

Kirn, P. (2013). "'Open' Kinect Tools Go Closed and Dead, Limiting Artist and Hacker Options; Call for Help." Retrieved 14/02.

Kronlachner, M. (2013). *The Kinect distance sensor as human-machine-interface in audio-visual art projects*

Leite, A. C. d. S. (2009). *Pinturas Sonoras*.

Levin, T. Y. (2003). *Grey Room*.

Loughridge, D. (2011). "The Music of Man-Computer Symbiosis." Retrieved 14/06.

Madriet, C. (2006). "Pierre Schaeffer and the theory of sound objects."

Maeda, J. (2006). "The Laws of Simplicity."

Mailman, J. B. (2013). "Continuous Movement, Fluid Music and Expressive Immersive Interactive Technology: The Sound and Touch of Ether's Flux."

Microsoft (2014). "Skeletal Tracking." Retrieved 14/02, from <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>.

Moritz and Youngblood *The Spirit inside Each object*. Oskar Fischinger (1900-1967): *Experiments in Cinematic Abstraction*.

Newton-Dunn, H., et al. (2003). "Block Jam: A Tangible Interface for Interactive Music."

- Norman, D. (1988). *The Design of Everyday Things*.
- Paulo C Chagas (2006). "The blindness paradigm: The visibility and invisibility of the body." *Contemporary Music Review*.
- Paulus, E. (2001). "The Use of Generative Music Systems for Interactive Media."
- Pearson, M. (2011). "Generative Art: a practical guide using Processing."
- Pelletier, J.-M. (2008). *Sonified Motion Flow Fields as a Means of Musical Expression. New Interfaces for Musical Expression*.
- Pittarello, F. (2011). "Exploring the Relations Between Physical Objects and Digital World with a Geometric Sorting Board."
- Platzer, F. (2009). "Compêndio de Música."
- Rebelo, P. (2010). "Notating the Unpredictable." *Contemporary Music Review*.
- Reybrouck, M. (2006). "Music cognition and the bodily approach: Musical instruments as tools for musical semantics." *Contemporary Music Review*.
- Reynolds, C. (1987). "Boids." Retrieved 14/07, from <http://www.red3d.com/cwr/boids/>.
- Reynolds, C. W. (1999). "Steering Behaviors For Autonomous Characters."
- Rimington, A. W. (1895). *A New Art: Colour-Music*.
- Rokeby, D. (1982). *Very Nervous System*.
- Santos, P. E. d. O. (2009). *Tecnologias de visualização sonora num contexto artístico de performance musical*.
- Schedel, M. and A. Rootberg (2009). "Generative Techniques in Hypermedia Performance." *Contemporary Music Review*: 57-73.
- Shiffman, D. (2012). *The Nature of Code*.
- Skogstad, S. A., et al. (2010). "Using IR Optical Marker Based Motion Capture for Exploring Musical Interaction."
- Steimle, J., et al. (2010). "Physical and Digital Media Usage Patterns on Interactive Tabletop Surfaces."

Terrenghi, L. (2007). "Designing Hybrid Interaction through an Understanding of the Affordances of Physical and Digital Technologies."

Thiebaut, J.-B., et al. (2008). *Real Time Gesture Learning and Recognition: Towards Automatic Categorization. New Interfaces for Musical Expression.*

Ullmer, B. and H. Ishii (2001). "Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces."

Walters, J. L. (1997). "Sound, code, image." *Eye Magazine*(Autumn 1997).

Ward, N., et al. (2008). *A Study of Two Thereminists: Towards Movement Informed Instrument Design. New Interfaces for Musical Expression.*

Waters, S. (2013). "Touching at a Distance: Resistance, Tactility, Proxemics and the Development of a Hybrid Virtual/ Physical Performance System." *Contemporary Music Review.*

Wilson-Bokowiec, J. and M. A. Bokowiec (2006). "Kinaesonics: The intertwining relationship of body and sound." *Contemporary Music Review.*

Winkler, T. (1995). "Making Motion Musical: Gesture Mapping Strategies for Interactive Computer Music."

Xenakis, I. (1960). *Musiques Stochastiques.*

Zananiri, E. (2008). "ezGestures." Retrieved 14/06, from <http://www.silentlycrashing.net/ezgestures/>.

Zinman, G. (2011). "Rudolf Pfeninger." from <http://handmadecinema.com/mobileview.php?id=49>.

Capítulo VIII

ANEXOS

Anexo A

A New Art: Colour-Music

Alexander Wallace Rimington

(A paper read at St. James's Hall on June 6, 1895)

"My aim has been to deal with Colour in a new way, and to place its production under as easy and complete control as the production of sound in Music.

Colour combined with form has constituted the whole colour art of the world. In painting colour has been used only as one of the elements in a picture, although perhaps the greatest source of beauty.

There has, in fact, been no pure colour art dealing with colour alone, and trusting solely to all the subtle and marvellous changes and combinations of which colour is capable as the means of its expression.

The chief problem, then, that the new art sets itself is to introduce mobility into colour, and with this changefulness, the three great influences of Time, Rhythm, and Combination, slow or rapid and varied. Colour thus is freed from the trammels of form, and dealt with for the sake of its own loveliness.

Let me then begin by saying that to deal in this way with colour we must go to the source of all colour – namely, light. If we take a ray of white light, we have that which contains every colour in nature. Such a ray may be split up into all the colours which compose it, by being passed through a prism and spread out into what is known as the spectrum band ; which I propose to show you in a moment. Any tint or shade of colour may be obtained by re-combining in the required proportions the simple colours which you will see in this band. Here is such a ray produced by the electric arc.

Pass it through a pair of prisms, and it is spread out into the spectrum band you see before you.

In the instrument I have invented, and which I propose to call the 'Colour-Organ,' I have taken a certain number of points, at carefully calculated intervals, along the whole length of this spectrum band, and have devised means for obtaining the colour at these points as accurately as possible, in much larger quantity, and in variable intensity. The colours thus selected have been placed under the control of a keyboard like that of a pianoforte. Upon the depression of any note, the corresponding colour by these mechanical means is projected upon the great screen at the end of the hall. Thus each note of the keyboard has its own distinct and permanent colour corresponding to the proper interval on the spectrum band, just as each note of the pianoforte has its own distinct musical sound. The keyboard is, in fact, a large palette from which we can paint with instantaneous effect upon the screen – the colours being at will combined into one chord, or compound tint, upon its surface.

I have said, this new art introduces three novel elements into the use of colour – viz. time, rhythm, and instantaneous combination.

It is evident these three elements are associated with one other art only – namely, music. Notes of music and notes of colour can in these respects be treated in exactly the same way. Hence the adoption of the term 'Colour-Music' – being impossible to find any other which would sufficiently describe the new art.

Taking the spectrum band as the basis of all colour, there are two remarkable points of resemblance between it and the musical octave, which have long been commented upon and discussed. The first of them is that the different colours of the one, and the different notes of the other are both due to various rates of vibration, acting on the eye or the ear. This is very simply and clearly put by Professor Schellen in his great work upon spectrum analysis. 'Different colours,' he says, 'are produced by the different degrees of rapidity with which the ether vibrations recur, just as the various notes in music depend upon the rapidity of the succession of vibrations of air.' In a word, 'colours are to the eye what musical tones are to the ear.'

If we measure the rate of vibration at the first visible point at the red end of the spectrum, we shall find it is approximately one-half what it is at the extreme violet end. Now in music, as we all know, this relationship is the same. If we take the first and last notes of an octave (by which I mean the twelfth) the latter has nearly double the number of air vibrations – and the first note of the new octave has exactly double. This, as we have seen, is the case also with the spectrum band so far as the one octave is concerned ; the lowest red stands for the first note of the octave, and the highest violet for the twelfth or last note.

Further than this, the blue end of the spectrum shows a tendency to a return to red in the violet, and the red end of the spectrum shows a similar tendency towards a reappearance of blue, in the fact that it passes from scarlet to carmine before it fades away, so that Sir John Herschel and others may have been right when they surmised that, if our eyes could see them, the colours of the visible spectrum would probably repeat themselves in successive octaves, in the great invisible portions beyond the red and the violet.

Starting from these remarkable physical analogies, I have divided the spectrum band into diatonic intervals or notes, on the same plan as that of the musical scale. These intervals I will now show you approximately, by drawing a black screen in front of the white one, with slits in it roughly corresponding to these carefully calculated intervals or notes of the colour octave. You will observe that these points are unequal in distance. This is because the rays of the spectrum are unequally refrangible, but the colour notes are, as nearly as can be calculated, separated by equal intervals of vibration.

It will be a question of opinion, and of further experiment, whether the close physical analogy between the octaves of colour and sound has its physiological and Psychological counter-part. Perhaps our eyes, as a well-known musician has suggested to me, are not yet sufficiently educated to make us competent judges, but the new art is not dependent upon its demonstration. As a working theory the analogy has its uses, and for this reason I have constructed the new instrument upon it. The possession of a keyboard similar to the musical one renders it possible to write colour compositions upon the same system of notation, and what for the present is important, to translate musical scores into colour, and make use of the beautiful rhythmical works already in existence for the interpretation of, and to help in the development of, the new art. The middle C having usually been the note selected for fixing the pitch of a keyed

instrument, it would seem natural to take it as the first point of contact between the two scales.

In thus translating sound music into colour music, I have found that it adds much to the enjoyment of the colour if the music is simultaneously rendered into sound, and it is curious to note how extremely sensitive the eye soon becomes to the least divergence of time or accent.

That colour, like sound, is capable of expressing artistic emotion there can, I think, be no question, but whether it expresses it in the same way as music is doubtful. It is, however, a somewhat strong argument in favour of the existence of the physiological and psychical analogy, that when we avail ourselves of the works of great musical composers for the interpretation of the new art, the results are vastly superior in variety, delicacy, and beauty of colour to those hitherto obtainable by other methods.

If this discovery be, as I claim, a new art, it is evident that the science of its interpretation still remains to be constructed. The principles which underlie its artistic and scientific application have still to be determined. Some investigation and experiments I have made, but time has been too short to allow of any definite results being arrived at. In the meantime till such research can be pursued, completed, and applied, there is an immense store of beauty in the musical works we already have.

But the question will be asked, What are the uses of this new art ? In reply, I would venture to ask, What are the uses of any art ?

Are they not to ennoble, to refine, to increase the pleasures and interests of life, to educate the special sense or senses to which they minister ?

All these missions I venture to claim for the new art, although I admit to the full that time and experience alone can show the full range of its utility and possibilities. The art in this connection is capable of great development. When, however, the element of what I call mobility is introduced into the production of colour as in the rendering of a piece of colour-music, it is a moot point in any degree, or in what degree, the addition of form is to be desired.

During the experiments I have made it has been argued with some force that an undetecting eye has a sufficient task in its efforts to measure, compare, and appreciate mobile colour to a perfect performance of which it is more or less unequal, and that any additional element such as form, 'however beautiful in itself,' becomes distraction which hinders rather than aids its perceptions. The question of the introduction of form I do not pretend to determine, and I shall show colour-music with and without it.

Turning to another point, it will be apparent to all that the eye rapidly attains some education. I think you will all find that by the end of the evening you can appreciate intricate colour variations with far more pleasure than at the beginning.

I have said that to a large extent in nature colour is presented to us without mobility. Exceptions to this proposition will easily occur to us. Who has not experienced the profound emotion, partly joyous, partly melancholy, produced by the grand procession of glorious colour schemes presented by

many a sunset ? Here the changes are for the most part slow and solemn ; red becomes orange, orange becomes gold, gold melts to delicate green and blue by almost imperceptible transmissions. Numberless combinations and proportions of every colour, in ever varying and progressing harmony march with slow and stately measure into the night.

These colour compositions of nature are under the influence of form, gradation, and combination. No contrivance of earthly art can hope to rival in some directions these glorious manifestations of Nature.

But there are two qualities of mobility which I think have no influence over colour as presented to us in the natural world. I mean the influence of time in its musical, and rhythm in either its musical or poetic sense. In introducing these, the new art stands alone.

Such, briefly sketched, are the principles, aims, and methods of the new art. From sound man has developed music, that glorious art which has done an infinity to elevate the human race ; but music is not with us always, or, at any rate, our dull ears perceive it not.

But how is it with colour – with light, for the terms are synonymous ? Colour is with us all our waking hours, – colour is of the essence of the beauty of this world. Surely, then, this all-pervading gift will lend itself to the high purpose of a great art whose influence shall be as deep, as far-reaching, as elevating as that of any of her sisters. I claim to have done no more than to give the first suggestions of its principles and possibilities. Only after the toil and travail of many minds, perhaps through many years, can we expect to see whither it will lead, or hope to approach its realization. ”

Anexo B

Estrutura do Max/Msp

