

**MESTRADO**

**MULTIMÉDIA - ESPECIALIZAÇÃO EM MÚSICA INTERATIVA E DESIGN DE SOM**

# **Soundin'Place – Promovendo a criação de narrativas sonoras em contexto pedagógico**

Pedro Henrique Rodrigues Luís

**M**

**2020**

FACULDADES PARTICIPANTES:

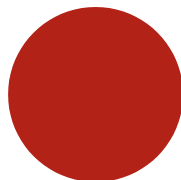
**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**FACULDADE DE BELAS ARTES**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS**

**FACULDADE DE ECONOMIA**

**FACULDADE DE LETRAS**



# **Soundin'Place – Promovendo a Criação de Narrativas Sonoras em Contexto Pedagógico**

**Pedro Henrique Rodrigues Luís**

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Gilberto Bernardes de Almeida (Doutor)

Julho de 2020



© Pedro Luís, 2020

# **Soundin'Place – Promovendo a Criação de Narrativas Sonoras em Contexto Pedagógico**

**Pedro Henrique Rodrigues Luís**

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Inês Salselas Cabral (Doutora)

Vogal Externo: Filipe Cunha Monteiro Lopes (Doutor)

Orientador: Gilberto Bernardes de Almeida (Doutor)



# Resumo

A presente dissertação procura expandir o leque de ferramentas pedagógicas usando a tecnologia musical para um desenvolvimento de uma escuta crítica de ambientes sonoros e competências em narrativas sonoras. A sua aplicação seria feita em contexto pedagógico, visando como público alvo alunos do 1.º ciclo do ensino básico.

A metodologia utilizada começou por uma revisão de literatura, seguida da criação da aplicação Soundin'Place e sua avaliação heurística. A Soundin'Place consiste num *patch* que promove o desenvolvimento de uma escuta crítica desde a interpretação, avaliação e resposta às fontes sonoras e conceitos de espaço e tempo na criação de *soundscape*s com diversos objetos sonoros. Foi feita uma avaliação heurística e a sua análise permite perceber as falhas que possam existir, a nível de programação ou estética.

O utilizador controla uma série de parâmetros, ajustando o comportamento de cada objeto sonoro, criando assim a sua própria narrativa sonora. Como a sua finalidade é o uso em contexto pedagógico, foram também criadas sessões para que diferentes fundamentos teóricos fossem transmitidos aos alunos.

Ao explorarem os objetos sonoros e as diferentes formas de controlar os seus comportamentos, é proposto que exista uma promoção do desenvolvimento cognitivo enquanto atividade dinâmica de sala de aula.

**Palavras-chave:** Narrativas Sonoras, Interfaces, Paisagem Sonora; Escuta Crítica

# Abstract

This dissertation seeks to expand the range of pedagogical tools by using musical technology to develop a critical listening of soundscapes and skills in sound narratives. Its application would be made in a pedagogical context, targeting children from the first cycle of elementary education.

The methodology used started with a literature review, followed by the creation of Soundin'Place and its heuristic evaluation. Soundin'Place consists of a patch that promotes the development of a critical listening from the interpretation, evaluation and response to sources and concepts of space and time in the creation of soundscapes with different sound objects. A heuristic evaluation was made, and its analysis allows a perception of the flaws that may exist, in terms of programming or aesthetics.

The user controls a set of parameters, adjusting the behaviour of each sound object, thus creating his own sound narrative. As its purpose is to be used in a pedagogical context, sessions were also created so that different theoretical foundations could be transmitted to students.

By exploring sound objects and different ways of controlling their behaviour, it is proposed that there is a promotion of cognitive development as a dynamic classroom activity.

**Keywords:** Sound Narratives, Interfaces, Soundscape, Critical Listening

# Agradecimentos

Este documento marca um fim de um ciclo. Este foi um ciclo duro e que teve de tudo. Aprendi bastante em apenas dois anos e estou muito grato por isso.

O facto de estar a escrever esta página deve-se principalmente aos meus pais. São eles que nunca desistem de mim e que permitem, através de sacrifício, que eu continue a perseguir os meus sonhos.

Quero agradecer também à minha irmã, por ter sempre uma fonte de vídeos e imagens engraçados, que me faziam rir e assim descomprimir do stress do dia-a-dia.

Uma palavra de agradecimento também aos meus gatos, o Goya e a Nina. Só o facto de andarem a fazer malandrices era o suficiente para me meter de bom humor. E acho que toda a gente precisou de uma dose de bom humor nestes últimos meses.

Claro que não podia deixar de agradecer aos meus orientadores. Ao Professor Gilberto Bernardes, um agradecimento enorme pela ajuda na elaboração do projeto e da sua sabedoria. Ao doutor Hugo Cruz que, apesar de não ter havido muitas oportunidades de reunião, sempre demonstrou excelência e rigor nos métodos de trabalho.

Quero também agradecer ao Cláudio Parauta, o meu colega de casa e fiel amigo. Durante um ano e pouco teve a paciência de conviver comigo pelo menos cinco dias por semana. A todas as jantaradas que já fizemos e que ainda iremos fazer!

Agradeço também aos meus colegas que demonstraram sempre boa camaradagem e nunca disseram que não quando era pedido ajuda.

Aos amigos de Bragança, que muita saudade deixaram.

Aos memes danques, pelas horas e horas de boa disposição.

A todos aqueles que me esqueci.

Um muito obrigado a todos!

Pedro Henrique Rodrigues Luís

# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto e Motivação.....	1
1.2 Problema e Objetivos de Investigação.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	5
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>7</b>
2.1 Ambientes e Ecologia Sonora.....	7
2.1.1 Taxonomias.....	8
2.1.2 Perceção e Escuta.....	8
2.1.3 <i>Soundscape Composition</i> .....	11
2.1.4 Trabalhos Relacionados com Ambientes e Ecologia Sonora.....	13
2.2 Sistemas Musicais Interativos.....	18
2.2.1 Interfaces Tangíveis.....	19
2.2.2 Tecnologias Educativas.....	23
2.2.3 Artigo no contexto da <i>NIME</i> .....	23
2.2.4 Trabalhos Relacionados com Sistemas Musicais Interativos.....	24
2.3 Enquadramento das AEC.....	28
2.3.1 Planos Existentes e Enquadramento Global.....	28
2.3.2 Conteúdos Específicos.....	29
<b>3. Soundin'Place.....</b>	<b>31</b>
3.1 Caso de Estudo.....	31
3.2 Sistema aplicado na Soundin'Place.....	36
3.2.1 <i>Pure Data</i> .....	36
3.2.2 Bibliotecas externas da Soundin'Place.....	37
3.3 Soundin'Place.....	38
3.3.1 Arquitetura de Sistema.....	43
3.3.2 Programação.....	44

3.3.3 Interface gráfica.....	56
3.4 Planificação de Sessões .....	60
3.4.1 Sessão 1 .....	61
3.4.2 Sessão 2 .....	61
3.4.3 Sessão 3 .....	62
<b>4. Avaliação Heurística .....</b>	<b>64</b>
4.1 Aplicação .....	64
4.2 Avaliação .....	67
4.2.1 Avaliação Heurística 1.....	68
4.2.2 Avaliação Heurística 2.....	70
4.3 Análise .....	71
<b>5. Conclusões e Trabalho Futuro .....</b>	<b>74</b>
5.1 Conclusões.....	74
5.2 Trabalho Futuro .....	75
<b>6. Referências.....</b>	<b>76</b>
<b>7. Anexos .....</b>	<b>80</b>
7.1 Planificações .....	80
7.1.1 Sessão 1 .....	80
7.1.2 Sessão 2 .....	81
7.1.3 Sessão 3 .....	82
7.2 Modelo de avaliação heurística.....	83
7.3 Avaliações Heurísticas.....	89
7.3.1 Avaliação Heurística 1.....	89
7.3.2 Avaliação Heurística 2.....	97

# Lista de Figuras

Figura 1:PortoSonoro	14
Figura 2: Barceloneta Sonora	15
Figura 3: Soundscape Generator	16
Figura 4: POLISphone	17
Figura 5: Blockjam	25
Figura 6: reacTable	25
Figura 7: Screenshot de framework reacTIVision	26
Figura 8: Discover Countries Interactive System	27
Figura 9: Gestus	27
Figura 10: Domínio das aprendizagens essenciais	29
Figura 11: Modo Portophone	32
Figura 12: Modo Imagem	33
Figura 13: Modo Desenho	33
Figura 14: POLISphone Web	34
Figura 15: Sistema físico do Gestus	36
Figura 16: Comparação entre sintetizador modular real e virtual	37
Figura 17: Primeira versão do diagrama	40
Figura 18: Segunda versão do diagrama	41
Figura 19: Versão final do diagrama	42
Figura 20: Arquitetura do sistema	43
Figura 21: Abstração sound object	44
Figura 22: Carregamento de parâmetros gravados	45
Figura 23: Número do objeto sonoro em questão	45
Figura 24: Código de leitura do ficheiro de áudio do objeto sonoro	46
Figura 25: Interface de exploração de objetos sonoros em espaço definido	47
Figura 26: Objeto <i>declare</i> que força a leitura das bibliotecas e ficheiros necessários	47
Figura 27: Última fase do sinal de áudio	48
Figura 28: pd play	49
Figura 29: pd calculus	49
Figura 30: <i>subpatch</i> de trajetórias aleatórias	50

Figura 31. pd definedtraj – <i>subpatch</i> de definição de trajetórias programadas	52
Figura 32: pd routegui – <i>subpatch</i> que recebe e envia informação para a interface de navegação	53
Figura 33: pd colors – <i>subpatch</i> onde estão definidas as diferentes cores	54
Figura 34: Exemplo das alterações de cor com as diferentes escolhas	54
Figura 35: pd save_preset – <i>subpatch</i> que grava a informação do utilizador	55
Figura 36: Diferentes componentes da interface	56
Figura 37: Exemplo de inserção de objeto sonoro	56
Figura 38: Interface de navegação	57
Figura 39: Interface de criação	58
Figura 40: Percentagens de heurísticas não correspondidas	72
Figura 41: Percentagens das estimativas de seriedade	73

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Taxonomia proposta por Fishkin	21
Tabela 2: Objetos da interface de navegação	58
Tabela 3: Parâmetros da interface de criação	59
Tabela 4: Avaliação heurística 1	68
Tabela 5: Avaliação Heurística 2	70
Tabela 6: Análise das Heurísticas	72

# Abreviaturas e Símbolos

AAAF	Atividades de Animação e de Apoio à Família
ADSR	Attack Decay Sustain Release
AEC	Atividades de Enriquecimento Curricular
CAF	Componente de Apoio à Família
DMI	Digital Music Interfaces
GOP	Graph on Parent
HCI	Human-Computer Interaction
HRTF	Head-Related Transfer Function
IEM	Institute of Electronic Music and Acoustics
KEMAR	Knowles Electronics Manikin for Acoustics Research
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
NIME	New Interfaces for Musical Expression
R	Receive
RFID	Radio-Frequency IDentification
S	Send

# 1. Introdução

Os avanços das tecnologias criam oportunidades para novas formas de educação, como sugerem os autores Devi e Deb (2017). No entanto, apesar da computação estar presente no nosso quotidiano, Cuendet et al. (2015) afirmam que o uso de computadores em sala de aula é visto como uma exceção e não como uma norma. Tendo em vista este fator como oportunidade, este trabalho pretende expandir o leque de ferramentas pedagógicas à disposição do professor, trabalhando o desenvolvimento de uma escuta crítica através de objetos sonoros.

O som não é limitado a sons instrumentais ou a fala, incluindo todas as vibrações perceptíveis (Oliveros, 2005) ou seja, todos os sons que nos rodeiam. Nos anos 60, Schafer alertava para a poluição sonora, que seria um problema mundial. A *soundscape*<sup>1</sup> do mundo chegara a um pico de vulgaridade, tendo peritos previsto uma “surdez universal”. Por isso, é importante preservar os sons característicos de cada lugar, conhecidos por *soundmarks* (Schafer, 1969).

Aliando estes sons a uma interface para a exploração criativa de *soundscape*s, nasce a Soundin’Place, que visa consciencializar os potenciais utilizadores para estes sons que os rodeiam, enquanto aprendem fundamentos sobre espaço e tempo, desenvolvendo a sua perceção. Esta aprendizagem seria feita em 3 sessões, planeadas de acordo com o guia de aprendizagens essenciais da disciplina de Música, do 1.º ciclo do ensino básico.

## 1.1 Contexto e Motivação

Esta dissertação foi feita no contexto das Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC) da Câmara Municipal de Matosinhos, em particular nas suas Oficinas de Música. Esta dissertação insere-se nas oficinas de Computação Musical, Música e Património Local. O que pretendo é conjugar temas debatidos nessas oficinas.

Como já foi referido, as tecnologias são uma oportunidade para novas explorações na área da pedagogia, tornando as aulas mais dinâmicas, tanto do ponto de vista do aluno como do professor. Existem já projetos que alimentam esta hipótese, como o *Gestus* que serve como

---

<sup>1</sup> *Soundscape* – Ambiente acústico ouvido pelo ser humano.

ferramenta no ensino de experimentação e criação de paisagens sonoras (Kountouras & Zannos, 2017) ou o *POLISPhone* que oferece uma forma de performance musical, inspirada na ideia de mapa sonoro, através de sons citadinos (Lopes et al., 2014).

A minha motivação, após análise, passou pela criação de uma aplicação, a Soundin'Place, que pudesse oferecer, de forma dinâmica, uma nova forma de trabalhar a área auditiva, desde a interpretação, avaliação e respostas às fontes sonoras. O objetivo é que no final, a Soundin'Place possa entrar no leque de ferramentas à disposição do professor, no que toca ao treino auditivo.

## 1.2 Problema e Objetivos de Investigação

Dentro do programa das atividades extracurriculares do 4.º ano do 1.º ciclo é abordado Computação Musical, Música e Património Local. Pretendo fazer uma associação dessas oficinas para que os alunos cumpram as aprendizagens essenciais do plano curricular. Por isso, coloco a seguinte pergunta de investigação:

De que forma a tecnologia musical pode promover o desenvolvimento de uma escuta crítica e de competências criativas em narrativas sonoras, num contexto geográfico específico?

Para responder à pergunta de investigação pretende-se ir ao encontro dos seguintes objetivos específicos:

1. Desenvolvimento de uma interface para a criação de narrativas sonoras a partir da exploração e mistura de sons *keynote* de marcos históricos e do património da cidade de Matosinhos. Os utilizadores poderão desenhar dinamicamente trajetórias em tempo-real para controlar a geração de ambientes sonoros.
2. Fomentar uma escuta crítica, desde interpretação, avaliação e resposta às fontes sonoras e conceitos relacionados à criação de ambientes sonoros no contexto da criação com sons pré-gravados (eletroacústica). Pretende-se adotar materiais sonoros marcantes do património imaterial e material locais, para aprofundar a aquisição de conhecimentos do património local.
3. Idealmente, a aplicação seria testada numa turma de 1.º ciclo da cidade de Matosinhos. No entanto, como tal não é possível devido à situação pandémica provocada pela Covid-19, a Soundin'Place vai ser avaliada seguindo um protocolo de avaliação heurística.

### 1.3 Metodologia de Investigação

Nesta secção descrevo o plano metodológico usado para ir ao encontro dos objetivos traçados anteriormente. Uma das bases deste trabalho é o *POLISPhone* (Lopes et al., 2014) que se inspira num mapa sonoro, mas ao contrário dos outros mapas, o *POLISPhone* pretende providenciar uma forma fácil de criação e *performance* com um mapa sonoro. O presente trabalho poderá também ser visto como uma expansão da interface web *Phonambient* e *PortoSonoro* (Sonoscopia, 2012). Em ambos os casos, as aplicações permitem gravar e arquivar património sonoro local. Isto vai ao encontro do conceito de *soundmarks* (Schafer, 1977), que são sons que caracterizam cada local.

1. O que se propõe é a criação de uma interface, que permite aos utilizadores interagir com diversos objetos sonoros. Estes objetos sonoros terão diferentes parâmetros de comportamento, para que existam diferentes possibilidades na criação de ambientes sonoros. Os sons usados são pré-gravados podendo facilmente ser substituídos. Para gerir estas ações, vai ser utilizado o software *open source Pure Data* que é uma linguagem de programação visual desenvolvida por Miller Puckette (Puckette, 1997). A sua utilização deve-se ao facto de não acrescentar muitas dificuldades à criação da parte tecnológica e por ser fácil instalar bibliotecas de linguagem específica.

Desenhada a interface, seria feita uma análise aos *soundmarks* e sons *keynote* da cidade de Matosinhos. Desta análise faria parte uma investigação junto dos locais para descobrir quais são os sons mais importantes da cidade. No entanto, devido à situação pandémica de Covid-19, a proposta de sons foi mudada. Os sons utilizados serão sons da cidade do Porto, encontrados na plataforma *Phonambient*.

Outra componente que será testada, será a capacidade de os utilizadores poderem introduzir os seus sons para que também estes façam parte da interface. Assim, a interatividade terá outro propósito, pois podem ser planeadas diferentes atividades com diferentes objetivos.

2. Idealmente, esta aplicação seria testada em ambiente letivo, nas AEC de uma turma de 4.º ano da cidade de Matosinhos. No entanto, isso não será possível devido às regras de distanciamento social, causadas pela pandemia de Covid-19, já referido anteriormente. Apenas nos podemos guiar pelo plano letivo das oficinas de estudo da Câmara Municipal de Matosinhos. Segundo o plano das Oficinas de Música da Câmara Municipal de Matosinhos, os alunos do 4.º ano do 1.º ciclo, no programa, abordam temas importantes para os objetivos estabelecidos: Computação Musical, Música e Património Local. Assim, e atendendo à análise feita, foi criado um plano de 3 sessões para que os alunos possam entender, explorar e beneficiar do uso da interface:

- Na primeira sessão, é detalhada a interface e transmitido de que forma ela pode ajudar no processo de desenvolvimento. Neste primeiro contato, os alunos irão focar-se em dois parâmetros (*continuous / discontinuous sound, density*), recebendo informações sobre os fatores afetados e de como isso pode beneficiar na sua educação. De acordo com o tipo de parâmetros desta sessão, será dado mais foco ao aspeto temporal do objeto sonoro. O próprio conceito de objeto sonoro será também ensinado aos alunos, explicando a definição de Schaeffer (1966) e dos diferentes modos de audição. Na parte final da sessão, os alunos poderão experimentar estes parâmetros com os diferentes sons;

- Numa segunda sessão, os alunos continuarão a aprender sobre os parâmetros da interface (*proximity curve, trajectories*) recebendo informações sobre o que irão afetar. Neste caso, ao manipular estes dois parâmetros, o aspeto espacial do objeto sonoro será mais importante. Nesta aula é também ensinada a taxonomia de Schafer (1993) para que os alunos percebam como podem classificar os diferentes objetos sonoros. No final, os alunos irão experimentar com os parâmetros recentemente aprendidos e com os aprendidos da sessão passada;

- Na sessão final, os alunos irão testar a aplicação no seu todo, criando trajetórias e explorando o objeto sonoro, de que modo o afetam espacial e temporalmente. Enquanto os alunos experimentam, questões poderão surgir e serve este momento para que cada aluno coloque questões sobre o funcionamento da aplicação. Haverá também momentos para tiragem de dúvidas nas sessões anteriores, no entanto, devido à natureza desta sessão, em que é dada mais liberdade aos alunos, poderão surgir dúvidas de utilização mais facilmente.

Estas sessões tentam ir ao encontro das Oficinas de Música da Câmara Municipal de Matosinhos, mais concretamente às Oficinas de Computação Musical, Música e Património Local. Destas oficinas, pretende-se cumprir os seguintes pontos:

- Composição: Compor músicas em grande grupo.
- Robótica: Utilizar a robótica e as novas tecnologias para compreender e criar música.
- Património musical local: Identificar canções e danças musicais locais
- Sons locais: Reconhecer os sons do meio envolvente local.

O desafio tecnológico presente sente-se maioritariamente em programar o comportamento de forma a ser o mais realista possível.

3. No cenário hipotético de se realizarem as três sessões, seria feito no final um questionário aos alunos para avaliarem a interface. No entanto, como não será possível, vai seguir-se um protocolo de avaliação heurística (Nielsen, 2005) realizada por peritos. Os avaliadores receberão uma lista de tarefas que simulam o seu uso numa atividade de

sala de aula, anotando os erros numa tabela, para que a apresentação se torne mais clara. Todos os erros serão relacionados com uma lista de heurísticas adaptada da lista de heurísticas de design de interfaces de Nielsen (2005) e de uma lista mais direcionada para sistemas *e-learning* (Daramola et al. 2017).

## 1.4 Estrutura da Dissertação

No seu todo, esta dissertação contém 7 capítulos. O capítulo 1 destina-se a uma introdução, referindo vários aspetos de relevo para a escrita, expondo o contexto e motivação, os objetivos pretendidos nesta dissertação e a metodologia de trabalho seguida.

No capítulo 2 é descrita toda a revisão bibliográfica efetuada. Este capítulo divide-se em 3 subcapítulos: o primeiro aborda a ecologia sonora, explorando trabalhos de Schafer (1993) e Truax (2008); o segundo trata os sistemas musicais interativos, com trabalhos de Rowe (1993) e Drummond (2009) e vendo como se encaixam na pedagogia, mais concretamente em Portugal (Blanco et al. 1993); no terceiro capítulo é feito um enquadramento nas Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC) segundo as aprendizagens essenciais do primeiro ciclo do ensino básico.

O capítulo 3 descreve o projeto em si. Está dividido em 4 subcapítulos: o primeiro subcapítulo fala mais em profundidade de um projeto que serviu como inspiração inicial, o *POLISphone* (Lopes, 2013); o segundo subcapítulo aborda a ferramenta usada para a criação do projeto e as diferentes bibliotecas usadas; o terceiro subcapítulo é bastante extenso, pois explora os diferentes aspetos da aplicação, mais concretamente, o código envolvido na sua criação; no quarto subcapítulo são descritas planificações para sessões hipotéticas, numa turma do 4.º ano de escolaridade.

O capítulo 4 trata o método de avaliação heurístico. É feita uma apresentação do documento, explicando os seus elementos constituintes: a lista adaptada de heurísticas, baseada na lista de Nielsen (2005) e de Daramola et al. (2017); a lista de tarefas para o avaliador realizar; uma escala de avaliação para classificar a seriedade dos problemas encontrados. São também apresentadas as avaliações realizadas, sendo analisadas e dispostas numa tabela, que divide as ocorrências por estimativa de seriedade.

No capítulo 5 são feitas conclusões sobre o trabalho realizado, expondo também as contribuições efetuadas e as potencialidades da Soundin'Place no âmbito pedagógico. É também feita uma reflexão sobre as alterações a serem realizadas dentro do programa, a nível de programação e também de trabalho futuro.

O capítulo 6 apresenta todas as referências que foram usadas para a realização desta dissertação, desde a revisão bibliográfica até ao desenho e construção da Soundin'Place.

O capítulo 7 apresenta os anexos relevantes à dissertação. Pode ser encontrado o modelo de avaliação heurístico, as avaliações realizadas e um planejamento hipotético de três sessões para o uso da Soundin'Place em âmbito pedagógico.

## 2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é descrito o estado da arte e são apresentados trabalhos relacionados com o projeto.

Existem já estudos feitos sobre ecologia sonora, ambientes e paisagens sonoras, que são importantes para esta dissertação, servindo como fundamentação teórica. O trabalho desenvolvido por autores como Schafer e Truax mostram-se fulcrais na aprendizagem de termos e fundamentos que são aplicáveis na parte pedagógica.

Existem também aplicações que preservam esse património sonoro, que são também detalhadas neste capítulo. Uma das lacunas é, no entanto, a falta de uso destas plataformas em contexto de sala de aula.

São apresentados também sistemas musicais interativos e de projetos que aplicam sistemas na área da pedagogia.

Neste capítulo, é feito também um enquadramento da Soundin'Place com as Atividades de Enriquecimento Curricular.

### 2.1 Ambientes e Ecologia Sonora

O estudo da ecologia sonora começou nos anos 60, com Schafer a ser uma das principais figuras. Ecologia Sonora é um ramo que estuda a relação entre o ser humano e o ambiente, mediado pelo som (Wrightson, 2000). Este ramo é o foco principal da *World Soundscape Project*, projeto de pesquisa estabelecido na universidade *Simon Fraser* nos finais dos anos 60. Surgiu da tentativa de Schafer chamar à atenção sobre o ambiente sónico e dos aspetos mais ásperos da rápida mudança da *soundscape* da cidade de Vancouver. O termo *soundscape*, definido por Schafer, define-se como sendo o estudo e análise do ambiente que nos rodeia. Afirma também que os motores são a figura predominante da *soundscape* do mundo, que está a evoluir rapidamente (Schafer, 1969).

Dentro das investigações feitas pela *WSP*, podemos encontrar o estudo “*Five Villages Soundscapes*”. Neste estudo, foram feitas gravações de 5 vilas europeias (Skruv na Suécia, Bissingen na Alemanha, Cembra em Itália, Lesconil em França, Dollar na Escócia). Foi feita uma

análise detalhada e apresentada em livro, descrevendo os diferentes tipos de sons presentes no ambiente sónico de cada vila (Schafer, 1977).

### 2.1.1 Taxonomias

Para Schafer (1993), a *soundscape* é caracterizada por 3 elementos:

- *Keynote sounds*: são sons de segundo plano, ouvidos inconscientemente. Estes são criados pela natureza e clima e que caracterizam um espaço, estando de tal forma conectados às pessoas que sem eles, haveria um sentimento de empobrecimento;
- *Signal sounds*: são sons de primeiro plano. Todos os sons podem ser ouvidos conscientemente, por isso, qualquer som pode ser considerado um sinal. No entanto, Schafer refere que *signal sounds* têm propriedades acústicas de alarme, como sirenes, buzinas, sinos;
- *Soundmarks*: esta palavra deriva da palavra “*landmark*” e refere-se a um som característico de uma comunidade, sendo facilmente reconhecida pelos seus habitantes. Quando os *soundmarks* são identificados, merecem ser protegidos, pois são eles que fazem com que a acústica de uma comunidade seja única.

Krause (2008), por sua vez, define a *soundscape* de um espaço específico em 3 tipos de fontes sonoras diferentes. Estas fontes são por vezes independentes e outras vezes são combinadas de diferentes formas. A divisão é feita com os seguintes elementos:

- *Biofonia*: segundo o autor, este é o ambiente com mais informação, pois possui todos os sons que têm origem biológica;
- *Geofonia*: estes são sons que acontecem de forma natural, provenientes de fontes não biológicas. As quatro fontes mais usuais são os efeitos do vento, água, tempo e forças geofísicas;
- *Antropofonia*: são todos os sons que derivam do Homem e todas as suas tecnologias. Estes sons incluem qualquer barulho causado por uma máquina e também música.

### 2.1.2 Percepção e Escuta

Schaeffer (1966) afirma que existem duas atividades perceptuais, a abstrata e a concreta que por sua vez podem ser uma percepção objetiva ou subjetiva da realidade:

- A atividade perceptual abstrata é onde toda a noção de qualidade é considerada de maneira mais ou menos geral, sem referência a nenhuma das suas representações;
- A atividade perceptual concreta é a representação do que é ou pode ser.

O ato de ouvir pode também ser dividido em 4 modos (Schaeffer, 1966). Chion (1983) explica os diferentes modos de audição definidos por Schaeffer:

- *Écouter (Listening)*: relaciona-se com a busca pela causa de um som ouvido, tratando o som como sinal da fonte sonora;
- *Ouïr (Perceiving)*: refere-se à escuta do som de fundo, uma audição passiva que representa um nível básico de percepção;
- *Entendre (Hearing)*: Concerne a seleção intencional de aspetos da escuta, dentro dos sons que ouvimos, de forma a podermos realizar uma descrição do som ouvido;
- *Comprendre (Comprehending)*: procura um significado para o som, tratando-o como um sinal. O significado é traduzido através de um código ou linguagem.

Chion apresenta ainda uma frase que sumariza estes quatro modos:

*“I perceived (ouïr) what you said despite myself, although I did not listen (écouter) at the door, but I didn’t comprehend (comprendre) what I heard (entendre).”*

Chion (1983)

Estes quatro modos podem ser introduzidos nas atividades percetuais definidas por Schaeffer (1966) que foram referidas anteriormente. Ele inclui *Écouter* e *Ouïr* numa atividade percetual concreta porque as referências causais e os dados do som fornecido são bastante concretos e inclui *Entendre* e *Comprendre* numa atividade percetual abstrata, porque o objeto sonoro é ouvido pelas suas qualidades que descrevem percepção ou constituem um significado.

Estes quatro modos podem também ser divididos em relação à percepção do som. *Comprendre* e *Écouter* são objetivos, porque a nossa atenção é guiada para o objeto de percepção. Já *Ouïr* e *Entendre* são subjetivos pois guiam a nossa atenção para a atividade de percepção do sujeito (Chion, 1983)

Chion (1994) identifica, por sua vez, 3 modos de audição. Estes modos estão relacionados não só com o recetor do material sonoro, mas também com a fonte sonora e o conteúdo da mensagem.

- O primeiro modo, o modo causal de audição consiste na audição do som de forma a perceber a sua origem. Este modo possui diferentes níveis de atuação: quando a causa é visível, o som fornece informação suplementar ao recetor; no entanto, torna-se a única fonte de informação, caso não exista conhecimento visual da causa. O reconhecimento da causa apenas pelo som torna-se bastante difícil. Este reconhecimento não trata só da identificação da fonte sonora, mas sim de um

reconhecimento específico de uma fonte sonora única. O que facilita no reconhecimento é a razão da audição desse som, p. ex., reconhecer que a voz na outra divisão da casa é alguém da família porque moram juntos. Outro modo de audição causal é o reconhecimento geral do som, categorizando-o em humano, mecânico ou animal. Mesmo sem reconhecer a causa específica do som, podemos seguir a sua evolução no tempo.

- O segundo modo aborda o modo de audição semântico. Este é um modo complexo que utiliza código ou linguagem para interpretar uma mensagem e é um objeto de estudo linguístico. Este modo ignora diferenças de pronúncia caso esta não afete o significado da linguagem em questão. Por exemplo, no Norte de Portugal a pronúncia do número 18 é diferente das outras regiões de Portugal. Apesar da pronúncia ser diferente, o significado não é alterado. Podemos também aplicar o modo causal ao mesmo tempo, ouvindo o que é dito (semântico) e de que forma é dito (causal).
- O terceiro modo, o modo reduzido de audição, é o nome dado por Schaeffer ao modo que se foca nos traços do som em si. Isto é, o som passa a ser o objeto tido em conta. Isto torna uma experiência de audição reduzida difícil de entender e explicar a um ouvinte pois é feita uma comparação constante a experiências vivenciadas por diferentes pessoas. Isto faz com que cada ouvinte tenha uma interpretação diferente do mesmo som. Isto pode ser exemplificado com músicos que, apesar de conseguirem tocar a mesma nota várias vezes seguidas, nunca a vão conseguir tocar exatamente igual, derivado dos detalhes específicos que cada evento sonoro possui.

Ainda em relação à percepção, Chion (1994) afirma que o som é sempre um fator que sobrecarrega e surpreende, especialmente quando não temos atenção ao mesmo, afetando a percepção. Esta interferência pode ter impacto físico, p. ex., respiração pode ser alterada por uma audição de outra, ou psicológico, p. ex., acrescentar um valor diferente à nossa interpretação visual.

Assim, o som tem um valor muito importante na percepção. Mesmo havendo uma audição consciente, em que existe uma escuta propositada de um som, o facto de ser um campo aural mais amplo que a imagem, faz com que exista sempre uma possibilidade do som causar surpresa na nossa percepção.

O trabalho de Westerkamp é também importante para a área. Westerkamp foi das primeiras a usar o termo *soundwalk* (Westerkamp, 1974). Este termo define uma atividade que tem como objetivo principal a audição do ambiente. Significa prestar atenção a todos os sons ouvidos, em qualquer que seja o local. Por causa da exposição constante a todos os tipos de sons, existe uma tendência para alguns serem ignorados e esta atividade promove exatamente o contrário, um exercício que ajuda na consciencialização do ambiente acústico que nos rodeia.

Este exercício encoraja também a percepção dos planos dos diferentes sons, prestando atenção ao detalhamento da paisagem sonora. Este detalhamento pode levar a fins artísticos, ecológicos ou educacionais.

Segundo Duker (1962), um bom ouvinte possui uma escuta crítica desenvolvida. Significa isto que o ouvinte não vai julgar o teor da mensagem pela personalidade ou aparência do mensageiro. Um mensageiro que não possua uma boa habilidade no discurso em público pode, mesmo assim, transmitir uma mensagem com bom conteúdo. No sentido inverso, um mau ouvinte pode conotar a mensagem consonante a personalidade ou aparência do mensageiro.

Ambos os casos podem ser aplicados, tanto para o bem como o mal. Por exemplo, um mensageiro eloquente, com boa aparência, pode transmitir uma má mensagem e o mau ouvinte tende a aceitar sem questionar.

Apesar de Duker abordar este tema relacionado com a linguística, facilmente se pode adaptar para fontes sonoras não semânticas. Esta adaptação vai remeter um pouco para o modo de audição reduzido, sugerido por Schaeffer (citado em Chion 1994), em que devemos ouvir o som pelos seus traços, desprezando a contextualização.

### **2.1.3 *Soundscape Composition***

De acordo com a definição presente no *website* da Universidade *Simon Fraser*, *soundscape composition* é uma forma de música eletroacústica que é caracterizada pela presença de ambientes sonoros reconhecíveis e os seus contextos, sendo o seu propósito invocar as associações, memórias e imaginações do utilizador, relativas à paisagem sonora (Truax, s.d.). Cresceu da intenção pedagógica da *WSP* para atrair atenção para a paisagem sonora. A técnica composicional é mínima, envolvendo seleção do ambiente, edição mínima e *cross-fade* discreto.

Truax (2008) aponta que os princípios característicos da *soundscape composition* são:

- O reconhecimento do material sonoro pelo ouvinte é mantido, mesmo que sofra alguma forma de transformação;
- O conhecimento do ouvinte sobre o contexto ambiental e psicológico do material da paisagem sonora é invocado e incentiva a completar os significados atribuídos à música;
- O conhecimento do compositor do contexto ambiental e psicológico do material da paisagem sonora permite influenciar a sua composição a qualquer nível, tornando a sua composição inseparável de alguns aspetos da realidade;
- O trabalho melhora a nossa compreensão do mundo e a sua influência é transportada para os hábitos percetuais do quotidiano.

Truax (2002) define ainda a variedade de abordagens presentes nas *soundscape compositions*:

- Perspetiva espacial fixa: Nesta perspetiva, a estrutura da peça é definida pela fluidez dos eventos sonoros. A fluidez é criada pelo movimento do som e das suas relações e não pelo movimento do ouvinte. Esta perspetiva pode ser melhorada ao acrescentar uma componente oral, como uma narrativa ou pedaços de história. A transição entre peças pode ser drástica, não passando a ideia de viagem.

- Perspetiva espacial em movimento: O movimento é o elemento básico do som, primeiro ao nível da vibração, depois ao nível dos gestos e padrões e finalmente, em grande escala, a um nível temporal. Assim, o compositor tem uma solução criativa maior, ao criar a ilusão de movimento relativo entre o ouvinte e o ambiente. As técnicas usadas nesta perspetiva imitam o mundo real, por exemplo, o *cross-fade* para simular o afastamento da fonte sonora e o uso da panorâmica para simular o movimento lateral.

- Perspetiva espacial variável: Alguns compositores experimentam novas formas de organizar e apresentar o seu material. Por vezes, as mudanças de perspetiva mudam demasiado rápido para sugerir movimento ou são apresentadas várias cenas ao mesmo tempo. Isto pode levar a uma falta de atenção por parte do ouvinte, sendo o problema maior dos compositores que abordam esta perspetiva. No entanto, a razão desta perspetiva funcionar pode dar-se ao facto dos ouvintes estarem familiarizados com situações de audição “esquizofónicas”, ou seja, onde um ou mais sons estão embutidas numa *soundscape*. Para além disso, os ouvintes mostram-se competentes a descodificar os diferentes sons e combinação entre eles.

Vogel (2015) descreve o seu método de composição, *tuning-in*, em que cria um ambiente sónico dentro da paisagem sonora. Este é um método de criação que está ligado ao ambiente, sendo o seu resultado criativo variado. Cada trabalho procura não perturbar os elementos já presentes da *soundscape*, espelhando esses mesmos elementos, ao nível da contribuição da paisagem sonora. Os resultados criativos podem ser distinguidos em quatro etapas diferentes:

1. Resposta criativa imediata no sítio: A resposta é imediata pois é feita no sítio onde é ouvida a *soundscape*. Esta resposta pode variar. Pode considerar-se uma resposta imediata a gravação do ambiente, utilizando microfones para explorar o ambiente. Outro tipo de resposta é o improvisado com materiais ou recursos naturais encontrados no local;
2. Criação de trabalho no sítio, tipicamente instalações sonoras: A criação de trabalho no sítio envolve o regresso ao local várias vezes para experimentar e colecionar diferentes materiais. A utilização destes materiais é depois considerada, independentemente de serem usados numa *performance* ao vivo. Os materiais podem ser usados através de gravações prévias, tornando este um processo mais pensado;

3. Produção de peças eletroacústicas e/ou audiovisuais com material do sítio: Esta é uma abordagem mais convencional de criação. No entanto, é necessária uma conexão a um sítio e à sua *soundscape* através da gravação, não só da paisagem sonora, mas como dos materiais da mesma;
4. Criação de novas peças, influenciadas pelo trabalho do exterior: este é o último passo. Geralmente depois da conclusão de uma peça, é feita uma instalação ou *performance* que também incorpora vídeo. O objetivo não é reproduzir o trabalho e experiência exterior, mas sim criar um trabalho que reflete o entendimento da experiência e qualidades do trabalho exterior num novo espaço, mantendo o carácter do trabalho anterior.

Christophe Chassol, mais conhecido por Chassol, é um músico e compositor que se serve de uma *ultrascore* para uma criação baseada em diferentes *soundscales* (Chassol, 2016). Numa entrevista dada ao jornal *Griot*, Chassol define a *ultrascore* como uma “harmonização da realidade”. No fundo, são feitas harmonias, baseadas em jazz, de *soundscales* gravadas previamente. Dentro destas *soundscales* também se incluem gravações de conversas e património musical local.

O trabalho final resulta num filme composto por diferentes faixas musicais acompanhadas do vídeo e *soundscape* que deu origem à faixa final. Esta *soundscape* é manipulada de forma a encaixar nas ideias resultantes de uma análise à mesma.

Algumas das obras realizadas por Chassol incluem *Indiamore* e *Big Sun*. Tanto numa como noutra, são feitas gravações de pessoas locais, da sua música e também de *soundscales* naturais.

## 2.1.4 Trabalhos Relacionados com Ambientes e Ecologia Sonora

### 2.1.4.1 PortoSonoro

O projeto *PortoSonoro* (Sonoscopia, 2012) é uma produção da Sonoscopia Associação Cultural e foi feito em torno do património sonoro do centro histórico do Porto, no âmbito do Manobras no Porto, tendo sido apresentado em 2012. Dentro deste património sonoro, entram aspetos como o som envolvente, marcos sonoros específicos, elementos musicais localizados, fonética e fonologia. A maior parte dos registos foi efetuado com microfones binaurais, cujo tamanho e colocação permitiu uma gravação discreta e anónima.

Esta plataforma apresenta uma seleção cuidada de recolhas sonoras, efetuadas ao longo de dois anos, servindo também como cartografia sonora. Segundo os autores, o site servirá como:

- Catalogação e preservação do património sonoro do centro histórico do Porto;
- Apoio documental e informativo aos projetos e atividades musicais promovidas no Porto;
- Apoio à investigação na área da música;

- Assegurar o acesso a recursos eletrônicos de qualidade.

As gravações foram carregadas na plataforma *Soundcloud*, onde é incluída uma breve descrição do que é ouvido, dia/hora e que microfone foi utilizado (ver Figura 1).

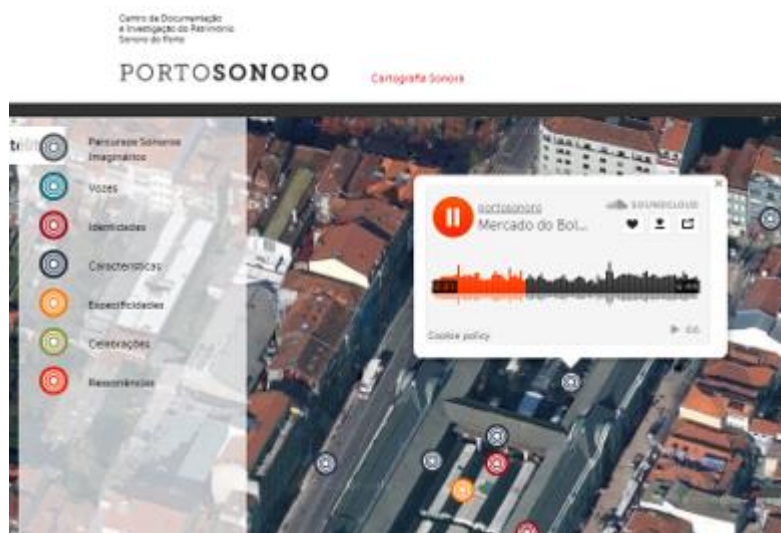


Figura 1:PortoSonoro

#### 2.1.4.2 Barceloneta Sonora

O projeto *Barceloneta Sonora* (Sartori, 2013) é uma pesquisa colaborativa da antropologia e arte dos sons do bairro de Barceloneta, em Barcelona, estudando a realidade sonora, a vida, os eventos e a identidade do bairro e dos seus habitantes. Inclui várias vertentes, como exposições e atividades que contribuíram para o resultado, a criação da cartografia sonora, disponibilizado através de uma página web.

Teve a curadoria da doutora Ilaria Sartori e participação de alunos e artistas e profissionais de diferentes áreas.

As gravações são carregadas no site *Freesound* e organizadas em diferentes pacotes, consoante a temática de cada som. Por temática, entende-se local, ou festividade. Ao ver o mapa, existem pontos que estão referenciados com as gravações desse local, fazendo alusão aos *soundmarks* do bairro (ver Figura 2).

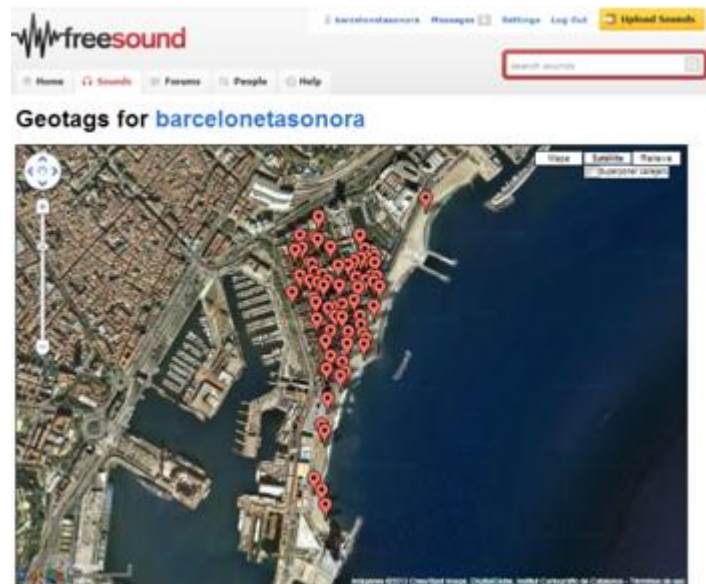


Figura 2: Barceloneta Sonora

#### 2.1.4.3 Soundscape Generator

A aplicação *Soundscape Generator* (MacLean & Smith, 2017) foi criada por Alex MacLean e Greg Smith. Surgiu da ideia de tornar fotografias mais imersivas, ao adicionar *soundscapes*. Para criar esta aplicação, usaram reconhecimento de imagem e sons *open source*.

Quando fazemos upload de uma fotografia na aplicação, é feita uma análise com a *Amazon Rekognition* para recolher as suas características. Depois da análise, é feita uma busca na plataforma *Freesound* por sons que vão ao encontro das características da fotografia. Estes sons são ouvidos em *stream* em tempo real. Por fim, com a ajuda do Google Resonance Audio é adicionado reverberação, panorâmica e volume para que a *soundscape* seja o mais fiel possível ao original (ver Figura 3).

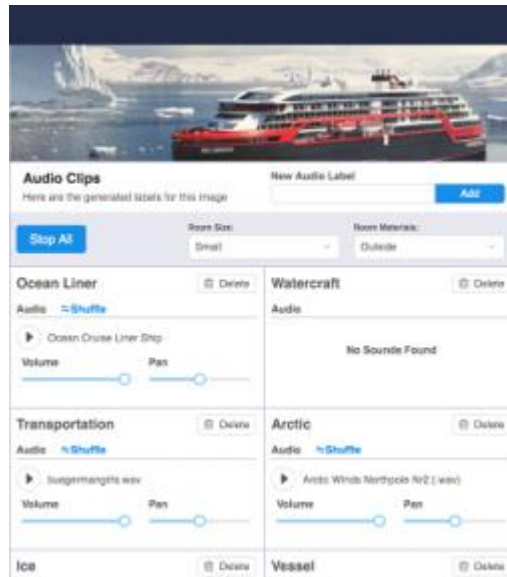


Figura 3: Soundscape Generator

#### 2.1.4.4 POLISphone

*POLISphone* (Lopes, 2013) é um software para performance musical, inspirado na ideia de *soundmap* desenvolvido por Filipe Lopes (ver Figura 4). A ideia original surgiu da *Digitópia*, que é uma plataforma da Casa da Música. Com o *POLISphone*, os utilizadores podem criar uma performance musical com recurso a *soundmarks* da cidade do Porto. A sua interface principal é um desenho feito por Maria Mónica que representa locais icónicos do Porto. O utilizador interage com esta aplicação ao usar o rato do computador, passando pelos diferentes sítios da imagem. Existem sítios que têm sons onde basta passar o rato para que sejam ouvidos e quando interagimos com esse local, é criado um *loop* com um volume definido pelo utilizador.

Esta interface tem três modos de funcionamento. O primeiro, o modo *Portophone* utiliza um mapa estático, onde os sons estão fixos. Os sons usados são gravações da base de dados da *Digitópia*, disponíveis na plataforma *Freesound*. O segundo modo de funcionamento, modo Imagem, permite ao utilizador carregar a sua imagem, permitindo também que sejam colocadas fontes sonoras em locais à escolha do utilizador. No terceiro modo, modo Desenho, o utilizador pode desenhar a sua própria imagem e tem liberdade para colocar as fontes sonoras.

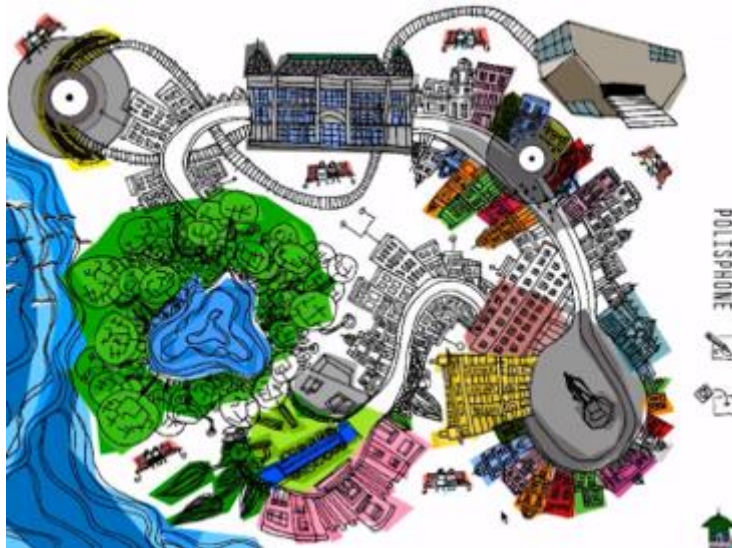


Figura 4: POLISphone

#### 2.1.4.5 SEED

*Seed* (Bernardes et al. 2016) é um sistema generativo, capaz de estender gravações de sons ambiente, preservando a sua estrutura natural. O sistema possui três módulos para segmentação, análise e geração, baseada em síntese sonora concatenativa.

Um *input* de áudio é segmentado em várias partes, formando uma coleção de segmentos, que depois são reduzidas a um dicionário de classes de áudio através de um algoritmo de agrupamento. Esta representação, em conjunto com uma concatenação de entre os segmentos de áudio, permitem gerar sequências de duração arbitrariamente longa. O *output* do sistema pode variar no processo generativo pelo parâmetro de controlo de criação, através das variadas renderizações de sons ambiente.

A conclusão a que os autores chegaram foi que o sistema desenvolvido conseguia atuar melhor do que os existentes, à data. Este sistema introduz também duas contribuições principais. A primeira passa pelo uso de síntese concatenativa para dissociar áudio segmentado em dois momentos, a região média e limites. A segunda contribuição está presente no algoritmo de agrupamento hierárquico para reduzir as dimensões dos dados de áudio num dicionário de classes de áudio.

#### 2.1.4.6 Fostering the database in audio production environments by affect soundscape retrieval

Este estudo propõe uma nova estratégia de interação com grandes bases de dados de áudio da web, tendo como objetivo promover o processo criativo (Teixeira et al. 2020). Para isso, foi

criado um sistema capaz de buscar *soundscapes* da plataforma *Freesound*. O sistema, *MScaper*, faz um mapeamento sonoro que tem em conta os níveis de percepção de valência e excitação do som, seguindo o modelo de afetos de Russel.

Esta busca de sons é feita através de *tags* textuais em conjunto com o estado afetivo. Por exemplo, podemos querer um som de chuva forte. Nesse caso, a *tag* a ser usada será “chuva” e o estado afetivo terá de representar um alto nível de excitação. Depois, é dada uma lista de sons possíveis para que possa ser feita uma escolha de qual se adequa mais à ideia pensada.

Os autores sugerem que a possibilidade da criação de sessões de localização geográfica de diferentes áudios ou adaptar dinamicamente a mudança afetiva de uma cena, baseada em *input* do utilizador são alguns dos pontos altos deste sistema

## 2.2 Sistemas Musicais Interativos

Sistemas musicais interativos, segundo Rowe (1993), são aqueles que mudam o seu comportamento consoante o *input* musical. Estas respostas permitem que o sistema seja incluído em performances ao vivo, tanto de música escrita como improvisada. No entanto, como refere Drummond (2009), existem vários críticos desta definição, como Paine que diz que a definição não abrange sistemas que não tenham performance instrumental como *input* ou ainda Jordà que questiona se existe entendimento do que Rowe considera como “*input* musical”.

Drummond (2009) explica que a sua definição tem de ser tida em conta com o cenário tecnológico musical da altura, no início dos anos 90. Nessa altura, maioria dos ambientes de programação musical eram baseados em MIDI, sendo o *input* feito, normalmente, em sintetizadores MIDI e *samplers*.

Murray-Browne (2012) explica as dimensões identificadas por Rowe pelas quais podemos classificar sistemas musicais interativos:

A primeira lida com a ideia de seguimento de uma partitura tradicional, dividindo-se em *score-driven* e *performance-driven*.

- *Score-driven*: o sistema usa fragmentos de partituras, tanto em termos do que estão a ouvir quanto de como respondem;
- *Performance-driven*: tendem a não antecipar partituras, escutando parâmetros percetuais.

Na segunda, é categorizado o método usado pelo sistema de geração de output, dividindo-se em *sequenced*, *transformative* e *generative*:

- *Sequenced*: Este método usa fragmentos pré-gravados de música com ligeiras alterações rítmicas ou dinâmicas;

- *Transformative*: Método mais direcionado para performance ao vivo. Apesar de usar material musical, o *output* é transformado de tal forma que o *output* pode não ser associado à fonte sonora;

- *Generative*: Usam apenas material elementar das partituras.

A terceira dimensão aborda os paradigmas entre *instrument* e *player* e preocupa-se se o papel de *instrument* é preenchido, resultando num solo se for usado apenas por um *player*, ou se existe um *player* artificial, resulta num dueto, ainda que apenas com um *player*.

Bongers (1999) divide a interação do ser humano com o sistema em 3 categorias:

- *Performer - System*: Neste sistema existe um *loop* interativo entre o utilizador e o sistema. Este *loop* começa quando o utilizador ativa o sistema. Este sistema é controlado pelos inputs do utilizador, processando a sua informação, apresentado o *output* resultante.

- *System - Audience*: Este é um sistema mais usado em instalações, onde os artistas comunicam as suas ideias através do sistema. A audiência interage com o sistema, consoante a forma de interação escolhida pelo criador do artista. Bongers dá o exemplo de um CD musical. O artista grava música em vez de tocar diretamente para a audiência. As ações, intenções e ideias do artista estão gravadas no sistema, dando possibilidade à audiência de várias audições. O artista é deixado de fora do *loop* interativo porque não comunica diretamente com a audiência.

- *Performer - System - Audience*: Numa performance, podem existir dois lados ativos: o utilizador e a audiência. Para além da interação direta entre ambos, podem também interagir através do sistema. Assim, nascem duas outras formas de interação:

- Interação entre utilizador e sistema;

- Interação entre a audiência e o trabalho realizado através do sistema.

O utilizador comunica com a audiência através do sistema e a interação da audiência com o utilizador pode influenciar a performance.

### 2.2.1 Interfaces Tangíveis

Ishii e Ulmer (1997) afirmam que as interfaces tangíveis iram aumentar o mundo físico real, unindo informação digital a instrumentos e objetos do dia-a-dia (Ishii et al. 1997). No entanto, em 2008, Ishii estreitou a definição, afirmando que interfaces tangíveis oferecem uma forma física para informação e computação digital, facilitando a manipulação direta de bits (Ishii, 2008).

Fishkin (2004) apresentou uma taxonomia que usa 2 eixos, *embodiment* e *metaphor* (ver Tabela 1).

O eixo *embodiment* representa quão perto o *input* está do *output*, dividindo este eixo em 4 categorias:

- *Full*: Neste caso, o dispositivo de *output* é o mesmo de *input*. Existe ação/resposta imediata no mesmo sistema;

- *Nearby*: Neste caso, o *output* acontece perto do *input*, sendo que está ligado diretamente ao foco do *input*;

- *Environmental*: Neste caso, o *output* está à volta do utilizador. Geralmente é usado o áudio, mas pode ser aplicado de outra forma, como luz ou calor. A ligação entre o *input* e o *output* é ténue, mas é visto como separado;

- *Distant*: Neste caso, o *output* é apresentado de forma distante, noutra ecrã ou noutra sala. Por exemplo, um comando de televisão em que a atenção se divide entre o comando (*input*) e a televisão (*output*).

No eixo *metaphor*, é comparado o efeito de uma ação de um utilizador no sistema com ações do mundo real. Assim, para quantificarem a *metaphor*, dividiram-na em dois grupos: pela forma do objeto (“metáfora de substantivo”) e pelo movimento do objeto (“metáfora de verbo”). Um objeto não se cinge a apenas um dos grupos. Este agrupamento leva a uma separação do eixo em 4 partes, sendo que existe uma subdivisão no segundo ponto:

- *None*: Não é aplicada metáfora. As ações efetuadas pelo utilizador não são comparadas com nenhuma ação do mundo real. Ou seja, uma ação no sistema, aplicada no mundo real, não produz o mesmo efeito;






- *Noun*: Apesar de ser feita uma analogia a um objeto do mundo real (“Objeto x no nosso sistema é como objeto x no mundo real”), a ação ou não é análoga ou tem uma analogia muito fraca;

- *Verb*: Ao contrário de *noun*, onde a analogia é feita com o objeto, neste caso, a analogia é feita com a ação, sendo independente do objeto (“fazer x no nosso sistema é como fazer x no mundo real”). O objeto é irrelevante pois o que está em causa é a forma como interagimos com ele;

- *Noun and Verb*: Neste caso, tanto o substantivo como o verbo estão relacionados com o mundo real (“Fazer x ao objeto y no nosso sistema é como fazer x ao objeto y no mundo real”). Apesar desta analogia, o objeto virtual ainda difere do objeto físico;

- *Full*: Neste nível de metáfora, o utilizador não faz nenhum tipo de analogia, encarando o sistema virtual como sistema físico. Ao manipular um objeto, o mundo real muda conforme as suas ações.

Tabela 1: Taxonomia proposta por Fishkin

Metaphor \ Embodiment	None	Noun	Verb	Noun and Verb	Full
Full					
Nearby					
Env.					
Distant					

Outro ponto importante das interfaces tangíveis é a sua avaliação, neste caso, de como se comportam ao serem usadas por crianças. Diana Xu (et al., 2007) realizou um estudo onde aplicou uma interface tangível que normalmente é usada em museus. A interface consistia em escolher um objeto histórico romano, e colocar dentro de uma caixa. Através de RFID<sup>2</sup>, o objeto era identificado e um ecrã mostrava informação sobre o objeto em questão, juntamente com feedback auditivo. O objetivo deste jogo era completar uma mesa de jantar romana, através de um puzzle, em que as peças que elas escolhiam iriam fazer parte do puzzle. Caso o objeto em questão não fizesse parte do puzzle, o turno da criança acabava. O jogo termina quando o puzzle fica completo.

A avaliação que foi usada no estudo baseou-se em 3 métodos:

- *Thinking aloud* - Ao realizar a ação, as crianças são convidadas a pensar em voz alta, providenciando ao avaliador informação sobre a perceção e a emoção da criança enquanto realiza uma ação. Este método pode ser difícil de aplicar a crianças derivado do facto de não conseguirem exprimir o que sentem ou que estão a pensar com clareza. Segundo um estudo citado por Xu (et al.) e que foi realizado por Ester Baauw e Panos Markopoulos, crianças dos 9 aos 12 anos conseguem falar sobre os problemas encontrados na realização de tarefas, mas apenas quando são questionadas sobre isso;

- *Peer tutoring* - Neste método, as crianças ensinam os colegas depois interagirem com a interface. Assim, pode ver-se se como as crianças entenderam a tecnologia e como transmitem esse conhecimento aos colegas;

- *Drawing intervention* - Segundo os autores e referente à data de publicação do artigo, este último método é recente e é uma forma mais informal de avaliação pois é inspirado pelo cenário de sala-de-aula. Após realizar tarefas, os alunos desenhavam sobre a tarefa que acabaram de fazer,

<sup>2</sup> Radio Frequency Identification

juntamente com uma pequena frase. Enquanto desenham, o avaliador vai fazendo perguntas relacionadas com os desenhos.

Nesta avaliação, os autores usaram 22 crianças, de 8-9 anos, da mesma escola. No primeiro estudo, foram usadas apenas 4 crianças, como guia sendo que no segundo e terceiro estudos, esse número aumentou para 7 e 11, respetivamente. Primeiro usaram o método *thinking aloud*, e para isso selecionaram as crianças mais comunicativas, tendo também encorajado os menos faladores ao agruparem-nos com crianças que tinham mais facilidade na comunicação. Estas crianças foram também selecionadas para o segundo método, onde lhes foi dito para escolherem outro colega para os ajudar (*peer tutoring*). Para o último método, as crianças foram colocadas em grupos maiores (de 4 a 11 crianças) (*drawing intervention*). Ao realizarem uma atividade que estavam mais familiarizados, as crianças ficaram mais relaxadas, falando mais abertamente. No final destas atividades, as crianças realizaram um questionário, sobre a interface tangível e outras atividades feitas. Este questionário foi criado especificamente para eles, sendo que as perguntas eram claras e as respostas eram dadas com autocolantes.

Dos estudos surgiram questões que, apesar de relacionadas com a interface tangível em questão, podem ser aplicadas a diferentes formas de interface onde haja tangibilidade:

- **Ergonomia Física:** a interface tem de ter em conta o aspeto físico dos utilizadores em questão;
- **Acessibilidade:** A forma de como os artefatos físicos são manuseados tem de ser clara;
- **Brincadeira:** Seja a aprender ou a jogar, a criança tem de saber o que está a acontecer quando interage com a interface;
- **Localização:** O espaço onde está a interface está direcionado com o à vontade do utilizador. Se for um ambiente conhecido, o utilizador vai estar mais relaxado, e desfruta da experiência de outra maneira;
- **Disposição da sala:** A interface, no contexto de sala, não pode ter obstruções à correta maneira de funcionamento;
- **Método *thinking aloud*:** A escolha de participantes é importante. Nem todas as crianças são comunicativas, e por isso o avaliador, por necessidade deste método, vai fazendo perguntas, o que pode ser distrativo.
- **Método *peer tutoring*:** Neste método, as crianças mais tímidas mostraram entusiasmo a ensinar os outros colegas nas atividades.
- **Método *drawing intervention*:** Sendo que o desenho é um meio onde as crianças expressam os seus sentimentos, estando em grupo, permitiu-lhes relaxar e exprimir os verdadeiros pensamentos sobre as experiências.

Destes 3 métodos, os autores assinalam que o primeiro método não se aplica facilmente porque existem crianças que não são tão comunicativas e que é mais adequado para expressar

sentimentos e emoções do que para analisar ações. Já o segundo método foi bastante popular com as crianças. O terceiro método, apesar de oferecer informação extra sobre a interface, precisava, à data, de mais validação.

## 2.2.2 Tecnologias Educativas

O crescimento tecnológico do século XX marcou o aparecimento das tecnologias educativas e surge como via de acesso para que o homem possa atuar conscientemente num ambiente tecnológico e como uma ciência aplicada capaz de contribuir para tornar o processo educativo mais eficaz (Blanco et al. 1993). Elias Blanco e Bento Silva (1993) dividem a história da tecnologia na educação em Portugal em 3 fases:

- Arranque: Início na década de 60, sendo o audiovisual como o meio mais falado. Como exemplo disso, é criada em 1964 a Telescola;
- Afirmção: Início na década de 70 e percorre a maioria da década de 80;
- Desenvolvimento: Esta é a prolongação da fase anterior, tendo-se iniciado nos finais da década de 80.

Blanco (citado em Blanco et al., 1993) resume a evolução em 3 etapas:

- Modernização (ajudas para o ensino): Tecnologia para o ensino em que as técnicas audiovisuais creditam o seu valor por uma apresentação de informação e os aparelhos consideram-se uma ajuda ao ensino que facilitam e ampliam os processos de instrução.
- Otimização (ajudas para a aprendizagem): Passagem das ajudas aos métodos e dos aparelhos aos recursos. Procura-se a aprendizagem pelo aluno. Objetivo final é otimizar os processos na sala de aula.
- Mudança (focagem sistémica): As focagens sistémicas permitem perspetiva a tecnologia educativa como um processo complexo e integrado que implica homens e recursos numa interação homem-máquina, métodos que exigem inovação e uma organização eficiente para análise de problemas.

## 2.2.3 Artigo no contexto da NIME

Desde 2001, a *International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, mais conhecida por *NIME* tem juntado investigadores que se dedicam à criação de interfaces, interação de humano-computador (HCI) e na utilização de tecnologia computacional na composição musical. Dentro das diversas ofertas de novas interfaces, podem encontrar-se também Interfaces de Música Digital (DMI) vocacionados para a educação. Pessoa et al. (2020) fizeram um

levantamento e catálogo dos sistemas relacionados com a pedagogia, dividindo em 3 graus de afiliação educacional:

1. Relação explícita entre a interface e a educação, sendo esse o objetivo principal;
2. O primeiro objetivo não é a educação. No entanto, é declarado o uso potencial da interface nessa área;
3. Não é feita qualquer ligação entre a interface e a pedagogia. No entanto, feita uma análise, podem ser observadas características que teriam potencial na área.

Analisando o catálogo desta conferência, chegou-se à conclusão que os números de Interfaces de Música Digital vocacionados para educação têm vindo a aumentar ao longo dos anos.

No contexto da *NIME*, podem ser encontrados vários exemplos de Interfaces criadas para a pedagogia, que podem ser aplicadas em contexto de sala de aula. Exemplo disso é o *Wireless sensor interface and gesture-follower for music pedagogy*. Com este protótipo, o foco pedagógico era experimentar e praticar a suavidade e fluidez dos gestos musicais. A interface foi testada com alunos e conduzida pelo professor. Não só o sistema desenvolvido era robusto como também era de fácil utilização. Os resultados obtidos após os primeiros testes foram encorajadores, confirmando assim a abordagem pensada inicialmente. (Bevilacqua et al. 2007).

## **2.2.4 Trabalhos Relacionados com Sistemas Musicais Interativos**

### **2.2.4.1 Blockjam**

Blockjam (Newton-Dunn et al., 2003) é uma interface tangível que controla um sequenciador, usando vinte e seis blocos físicos (ver Figura 5). A ordem disposta dos blocos influencia o resultado sonoro final. A escolha dos sons vem do facto de cada bloco estar ligado a um canal MIDI diferente. Estes canais podem ser alterados, conforme a interação do utilizador. Ao deslizar o dedo na superfície, os canais vão mudando, desde 0 a 15, sendo que alteração é feita consoante a rotação efetuada: sentido do ponteiro dos relógios, o número do canal aumenta e sentido contrário ao do ponteiro dos relógios, o número do canal diminui. Cada canal está associado a um som específico, no decorrer da sequência, os diferentes sons são ouvidos.

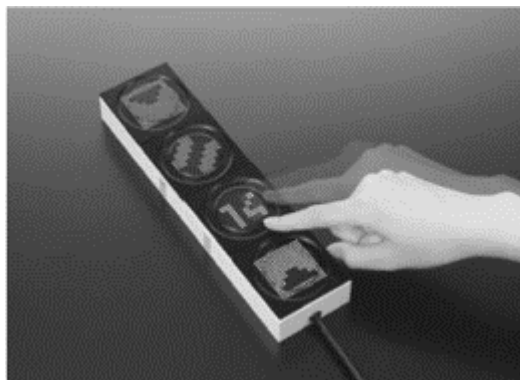


Figura 5: Blockjam

#### 2.2.4.2 Reactable

A *reactTable* (Jordà et al. 2005) é um sintetizador modular tangível (ver Figura 6). Começou a ser desenvolvido em 2003 por Sergi Jordà, Martin Karlténbrunner, Günter Geiger e Ross Bencina em Barcelona. É controlado por objetos físicos. Estes objetos controlam sequenciadores, frequências de áudio e filtros sendo manipulados em cima de uma superfície transparente e são detetados usando uma câmara, que está em baixo da superfície, e marcadores fiduciais. Os marcadores estão acoplados aos objetos e ao serem manuseados, a câmara deteta as suas alterações. Por baixo da superfície transparente, está também um projetor, que projeta vídeo para a parte de baixo da superfície, sendo que é visível da parte de cima e fornece feedback visual para as ações do utilizador. As imagens detetadas pela câmara são processadas no *framework* *reactIVision*, que irá ser abordado no próximo ponto.

Existem duas versões da *reactTable*: a *reactTable Experience*, que tem como objetivo demonstrar as funcionalidades da interface a toda a gente, mais usada em instalações, e a *reactTable Live!* que é mais vocacionada para performance ao vivo.



Figura 6: reactTable

### 2.2.4.3 Reactivion

A reactIVision (Kaltenbrunner & Bencina, 2007) é um framework de visão computacional, *open source* e multiplataforma, para detetar marcadores fiduciais acoplados a objetos físicos, através das imagens detetadas pela câmara (ver Figura 7). Este framework tem sido desenvolvido por Martin Kaltenbrunner e Ross Bencina como componente da reactTable.

O framework deteta o posicionamento cartesiano e rotacional dos marcadores fiduciais na superfície e emite mensagens com o protocolo TUIO. Este protocolo foi especificamente desenhado e é baseado no *Open Sound Control*, que é um dos ambientes interativos padrão, sendo por isso de fácil implementação. Ao codificar mensagens neste protocolo, consegue-se transmitir informação que é decodificada num sistema que aceite essas mensagens.

Assim, com estas mensagens, existe uma comunicação direta com o sintetizador, ou seja, a reactTable, e com o projetor, que projeta as imagens na parte de baixo da superfície da reactTable.

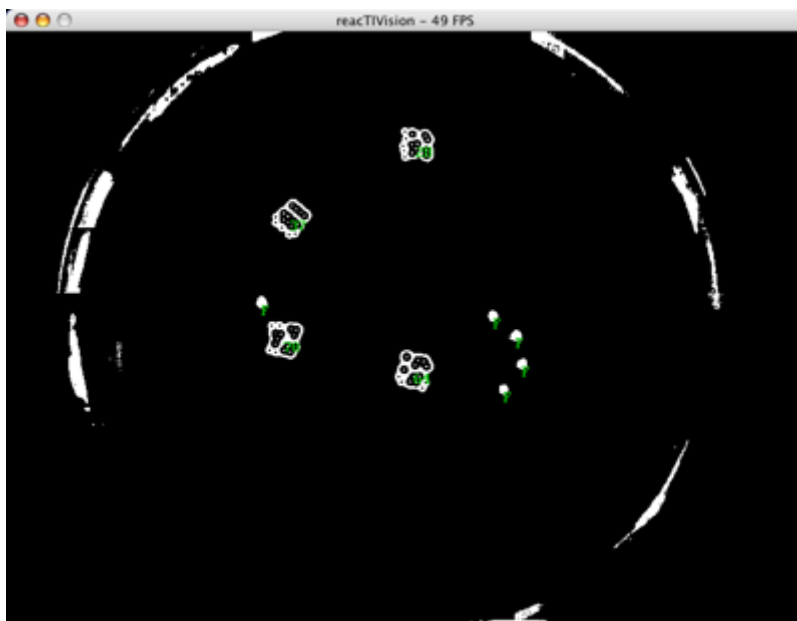


Figura 7: Screenshot de framework reactIVision

### 2.2.4.4 Discover Countries Interactive System

Neste projeto, é usado o framework da reactIVision para aprendizagem de informação sobre países. Os objetos físicos usados representam um monumento importante do país em questão, e possuem também marcadores fiduciais para que o sistema consiga reconhecer facilmente quais são os países. As informações de cada país como clima, capital, moeda, são apresentadas num computador (ver Figura 8).

Este sistema foi testado com crianças dos 9 aos 11 anos, sendo os seus resultados promissores, enriquecendo o processo de aprendizagem (Almukadi et al. 2019).



Figura 8: Discover Countries Interactive System

#### 2.2.4.5 Gestus

O design básico do sistema foi inspirado na reacTable (ver Figura 9), sendo que aqui, o objetivo é explorar sons pré-gravados e fazer performance ou compor *soundscapes*, através de síntese concatenativa.

Os sons pré-gravados foram analisados e as suas características foram extraídas. Estes sons foram depois usados no sistema, controlados pelos utilizadores, neste caso crianças, em workshops.

Os workshops foram divididos em 4 passos: experienciar, gravar, ouvir e improvisar. Daqui resultaram 10 composições experimentais criadas pelas crianças com o título “*Touching the Village*”.

No final, a interface foi avaliada com um questionário usando uma escala de Likert (Kountouras & Zannos, 2017).

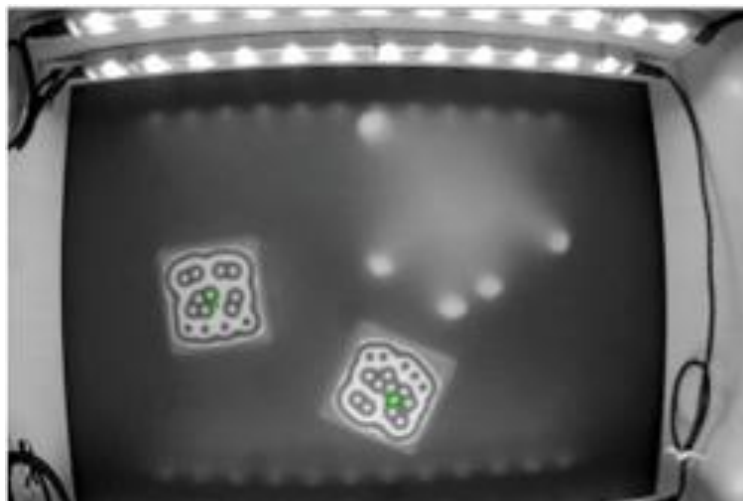


Figura 9: Gestus

## **2.3 Enquadramento das AEC**

Neste subcapítulo é feito um enquadramento do trabalho nas Atividades de Enriquecimento Curricular. São abordados os planos de educação existentes, quais os temas ensinados nas AEC, mais concretamente nas Oficinas de Música da Câmara Municipal de Matosinhos. O capítulo final aborda o potencial das interfaces tangíveis na educação, com recurso a afirmações de vários investigadores.

### **2.3.1 Planos Existentes e Enquadramento Global**

Os planos das Atividades de Enriquecimento Curricular inserem-se numa estratégia alargada de articulação entre o funcionamento da escola e a organização de respostas sociais no domínio do apoio à família (Direção-Geral da Educação, n.d.). As 3 grandes vertentes desta estratégia são:

- Atividades de Animação e de Apoio à Família na Educação Pré-Escolar (AAAF);
- Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC);
- Componentes de Apoio à Família no 1.º ciclo do Ensino Básico (CAF).

Destas 3 vertentes, a que mais interessa para o estudo em questão serão as AEC. No 1.º ciclo do ensino básico, as AEC são atividades de carácter facultativo e de natureza lúdica, formativa e cultural que incidam nos domínios desportivo, artístico, científico e tecnológico (Direção-Geral da Educação, n.d.). Esta vertente dispõe de 4 orientações programáticas, sendo elas:

- Ensino do Inglês - 1.º e 2.º anos;
- Ensino do Inglês - 3.º e 4.º anos,
- Atividade Física e Desportiva;
- Ensino da Música.

Nas aprendizagens essenciais do Ensino da Música, de acordo com o Currículo Nacional do Ensino Básico, as competências que os alunos vão adquirindo ao longo do 1.º ciclo do ensino Básico apresentam-se em torno de 3 domínios (ver Figura 10):

- Experimentação e Criação;
- Interpretação e Comunicação;
- Apropriação e Reflexão.

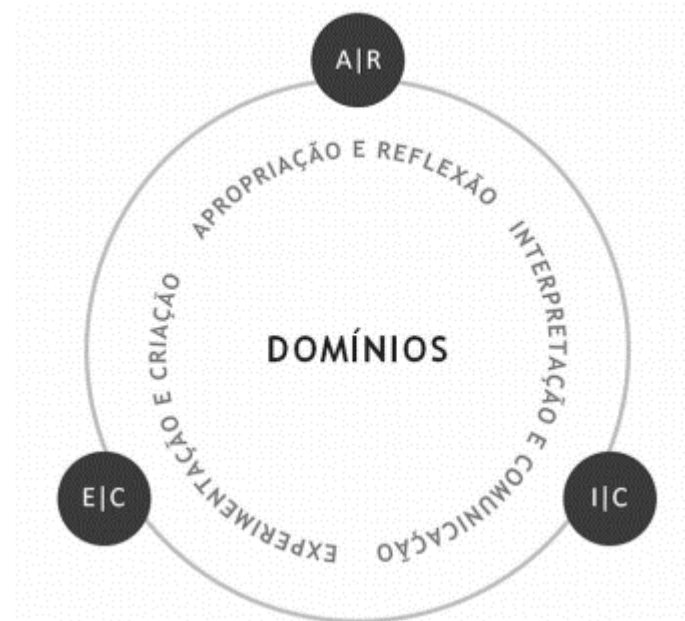


Figura 10: Domínio das aprendizagens essenciais

No documento das aprendizagens essenciais, é ainda explicitado os resultados pretendidos para um dos domínios. Dentro deste grupo, destaco particularmente o objetivo de explorar ideias sonoras e musicais partindo de determinados estímulos e temáticas, que se insere no organizador da Experimentação e Criação (Direção-Geral de Ensino, 2018).

### 2.3.2 Conteúdos Específicos

A Câmara Municipal de Matosinhos investiu bastante na área das AEC e, segundo o vereador da cultura da autarquia Correia Pinto, “adquiriram uma relevância inquestionável, (...)”. Em 2018, a autarquia investiu 1 milhão de euros nas AEC, apresentado também a sua matriz do Currículo Local de Educação para os anos 2018 a 2021, no âmbito de um compromisso com o Ministério da Educação em 2015. Ao longo do ano escolar de 2018/19, as AEC foram desenvolvidas e testadas no formato de oficinas (CM-Matosinhos, 2018).

Para o ano letivo de 2019/20, o plano de Oficinas de Música (Câmara Municipal de Matosinhos, 2019) contém diferentes oficinas do 1.º ao 4.º ano de escolaridade, baseado nas Aprendizagens Essenciais dos alunos do 1.º ciclo do Ensino Básico. Sendo que o projeto que vai ser desenvolvido incidirá nos *soundmarks* e na computação musical, as oficinas onde vão ao encontro da temática serão as de Computação Musical, Música e Património Local. Estas oficinas têm como educandos alunos do 4.º ano de escolaridade.

A oficina de Computação Musical procura explorar a improvisação, imaginação e composição, com o recurso à programação e robótica, fomentando o contato com as novas

tecnologias na área da Música. Já a oficina de Música e Património Local aborda o contexto musical local e os sons da cidade, aprendendo canções, grupos musicais e sons característicos do meio local.

Dentro da Oficina de Computação Musical são abordados os temas de improvisação rítmica, improvisação melódica, composição, robótica e performance para captação musical. Já na Oficina de Música e Património Local, são abordados os temas de património musical local, sons locais, canto, dança, interpretação. Ainda que o projeto a desenvolver incida nestas Oficinas, apenas alguns temas se relacionam diretamente, sendo eles os da composição e robótica (Oficina de Computação Musical), património musical local e sons locais (Oficina de Música e Património Local). No entanto, estes temas estão também sujeitos a ligeiras adaptações na implementação do projeto em si, isto é, na forma como irá ser trabalhado.

## 3. Soundin'Place

A Soundin'Place surge na tentativa de perceber de que forma a tecnologia musical pode promover uma escuta crítica em crianças. Escuta crítica define-se como um processo que inclui análise de material sonoro, comparação de ideias consoante critérios específicos, julgar essas ideias e atuar conforme o julgamento (Lundsteen, 1966).

Para responder a esta questão, foi criada uma aplicação que pretende alcançar o público alvo do *POLISphone*. Os aspetos que seriam trabalhados passariam pelo ensinamento de noções sobre objetos sonoros, de como os identificar no espaço e das suas variações no tempo.

Neste capítulo é detalhado um caso de estudo, é explicada a Soundin'Place, a escolha dos sons que seriam oferecidos numa primeira instância e planificações de sessões.

O plano original para esta ferramenta, era a criação de uma interface tangível. No entanto, dado os acontecimentos que têm vindo a ocorrer derivado da pandemia de covid-19, nomeadamente o distanciamento social e o cancelamento das aulas presenciais, o acesso ao laboratório e a participantes, tanto alunos como avaliadores, foi impossibilitado. O trabalho foi assim reduzido a uma interface gráfica, mas que em tudo se assemelha ao objetivo inicial. A diferença mais substancial está no controlo dos objetos sonoros, que seriam controlados por marcadores fiduciais.

### 3.1 Caso de Estudo

Um dos exemplos que partiu como inspiração original foi o *POLISphone*, criado por Filipe Lopes. O *POLISphone* é a versão final de um software inicialmente pensado na *Digitópia*, uma plataforma da Casa da Música (Casa da Música, n.d.).

O objetivo principal é oferecer uma maneira de criar mapas sonoros e de realizar uma *performance* musical com eles. Para isso, existem 3 modos de funcionamento:

- Modo Portophone: Neste modo, o mapa utilizado é o mapa padrão, com sons pré-definidos. Este mapa representa locais icónicos, desenhados por uma artista, Maria Mónica, que colaborou com o autor (ver Figura 11).

Neste modo, são utilizados sons que pertencem à base de dados da *Digitópia*. O utilizador usa o rato para explorar o mapa. Ao mover o rato, o utilizador vai ouvindo os diferentes sons. Conforme a rapidez do movimento, o volume vai aumentando ou diminuindo. Caso queiramos que o som se mantenha com um certo volume, teremos de clicar no disco que simboliza o som. Depois, basta clicar novamente para que o som desvaneça até desaparecer.

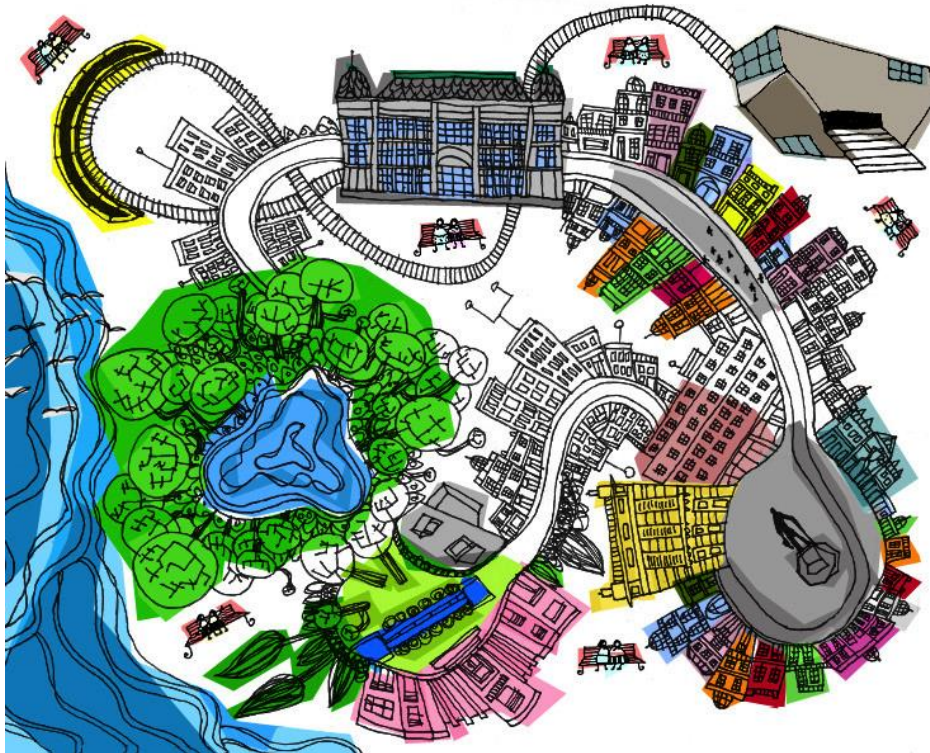


Figura 11: Modo Portophone

- **Modo Imagem:** No *POLISphone* podemos arrastar uma imagem para dentro da aplicação. Isto faz com que o modo imagem seja iniciado. Ao iniciar este modo, é feito um *reset* aos sítios que anteriormente tinham som. Desta vez, os *soundspots* podem ser colocados onde o utilizador desejar. O áudio utilizado, por definição, é o que vem com a aplicação, no entanto, o utilizador pode arrastar sons para substituir os anteriores a qualquer altura (ver Figura 12);

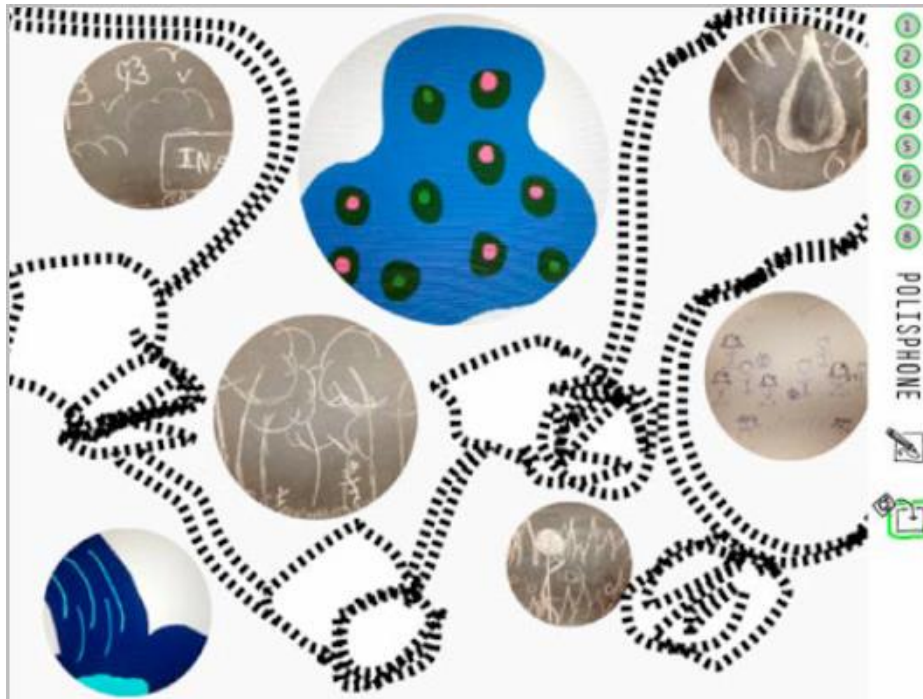


Figura 12: Modo Imagem

- Modo Desenho: Neste modo, o utilizador pode desenhar o seu próprio mapa. O procedimento é similar ao do modo imagem, existe um reset de *soundspots*, podendo ser aplicados onde forem desejados. No entanto, o modo de desenho é algo limitado (ver Figura 13).

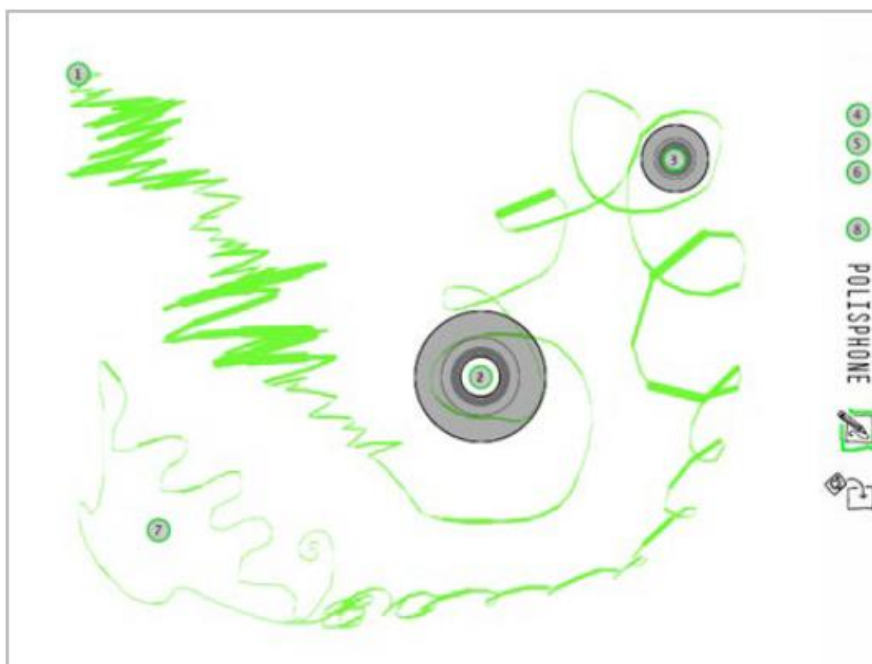


Figura 13: Modo Desenho

Atualmente, o *POLISphone* pode ser acessado em formato web<sup>3</sup> (ver Figura 14), tornando mais fácil a partilha de mapas sonoros e aumentar a base de dados dos mesmos.

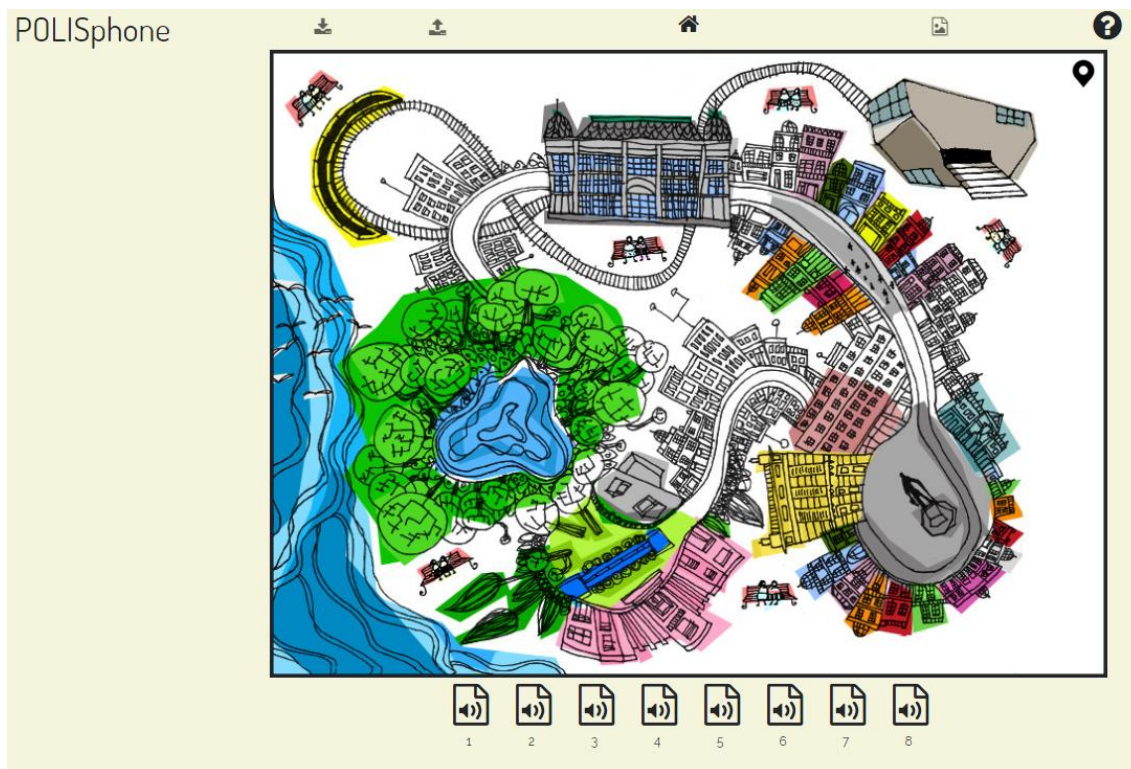


Figura 14: POLISphone Web

É referido no trabalho futuro do *POLISphone* que os autores acreditam que esta é uma ferramenta performativa e educacional muito interessante. Uma das progressões lógicas seria aplicar alguma forma de tangibilidade, seguindo o mesmo pensamento de criação de *soundscape*s.

São também propostos novos modelos de trabalho com o *POLISphone*, sendo que um deles teve maior influência. A atividade, a que os autores chamaram de *Fieldwork*, está dividida em duas partes. Na primeira parte, são encorajadas caminhadas silenciosas para escutar sons do ambiente. Na segunda parte, é efetuada a gravação não só da *soundscape*, mas também de sons locais característicos, chamados de *soundmarks*, segundo a taxonomia de Schafer, referida no ponto 2.1.1.

Esta atividade serviu como inspiração para um dos objetivos originais. Esse objetivo passava pela gravação de *soundmarks* da cidade de Matosinhos para que pudessem ser usados na construção de narrativas sonoras. Os sons a serem usados, no entanto, poderiam ser alterados, dada a facilidade com que se podem adicionar objetos sonoros. Assim, a aplicação poderia ser

<sup>3</sup> Disponível em <http://www.filipelopes.net/polisphone/> (Funciona apenas no browser Google Chrome)

aplicada noutro ponto geográfico, utilizando sons que fizessem mais sentido no contexto do local de utilização.

Outra das atividades propostas que teve influência foi a da composição e performance em grupo, formando uma espécie de orquestra de computadores. Este ponto serviu como inspiração pois o intuito original seria o de criação e de narrativas sonoras em grupo, havendo também espaço para performances.

Uma das conclusões que os autores do *POLISphone* referem é que acreditam que compor e atuar com a *soundscape* precisa de um *software* e de uma abordagem pedagógica que possa ajudar o conceito a tornar-se tangível e de enfatizar o conceito de trabalho com sons pertencentes ao ambiente.

Como tal, um dos objetivos foi tornar a Soundin'Place uma evolução, em que a exploração seria feita de forma tangível. Stigler (1984) afirma que as imagens mentais de manipulações físicas podem ajudar na resolução de problemas. Aqui, não existiria bem um problema, havendo, no entanto, um melhor entendimento da atividade ao usar objetos físicos para navegação do espaço definido, onde estariam os objetos sonoros que iriam formar a *soundscape* criada. No entanto, neste ponto, houve também inspiração do Gestus (Kountouras & Zannos, 2017), que usa uma interface tangível na criação de *soundscape*s (ver Figura 15), discutindo também os potenciais benefícios do seu uso. Dos contributos presentes, destaca-se a criação de um protótipo tangível que providencia uma abordagem pedagógica experimental no ensino básico.

Os autores do *POLISphone* sugerem ainda que qualquer audiência que seja nova ao conceito de *soundscape*, iria beneficiar da experiência, tornando-se mais conscientes da importância do som no nosso dia-a-dia.

Assim, foi posta a hipótese da Soundin'Place ser introduzida nas Atividades de Enriquecimento Curricular, como ferramenta extra à disposição do professor, na criação de atividades que possam ajudar no desenvolvimento auditivo.

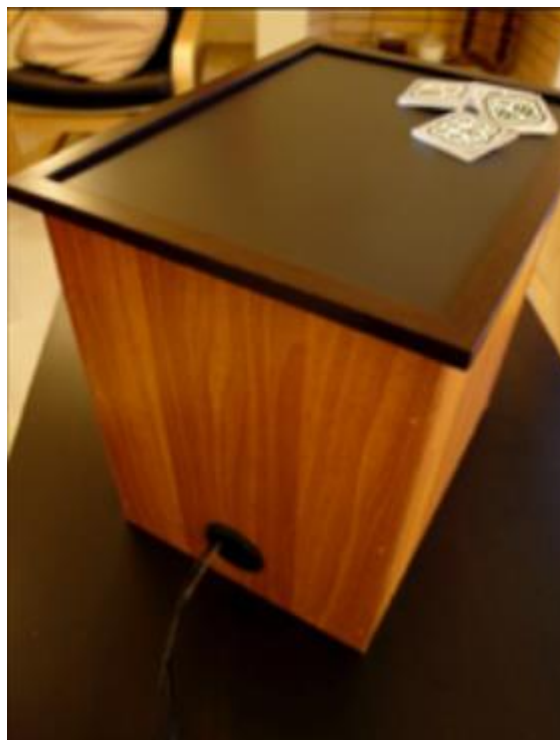


Figura 15: Sistema físico do Gestus

## 3.2 Sistema aplicado na Soundin'Place

Nesta secção, são abordadas as ferramentas utilizadas. Para este projeto foi utilizado o *Pure Data* e 5 bibliotecas externas que são instaladas na versão *vanilla* 0.50 do *Pure Data* (Puckette, 2020).

### 3.2.1 *Pure Data*

O *Pure Data* é uma linguagem de programação visual desenvolvida e mantida por Miller Puckette para processamento de áudio e vídeo. É bastante usado em situações de *performance* ao vivo, efeitos sonoros, análise de áudio, controlo de robots, entre outros. Por se tratar de programação visual, a interação do programa assemelha-se à manipulação de objetos no mundo real, através de módulos<sup>4</sup> (ver Figura 16). Por funcionar com objetos que se ligam entre si, a sensação de fluxo é muito mais evidente, tornando assim mais clara a linha de pensamento efetuada no momento da programação.

A comunidade é também muito ativa, tendo criado muitas bibliotecas externas (“*externals*”) que são usadas para diferentes meios e fins e a sua presença online é notória, onde respondem a

---

<sup>4</sup> O sintetizador modular virtual que se encontra na Figura é da autoria de Johan Ericsson Degerlund e pode ser acessado em: <https://patchstorage.com/xodular/>

questões de outros membros da comunidade, passando qualquer tipo de informação relacionada (Puckette, 1997).

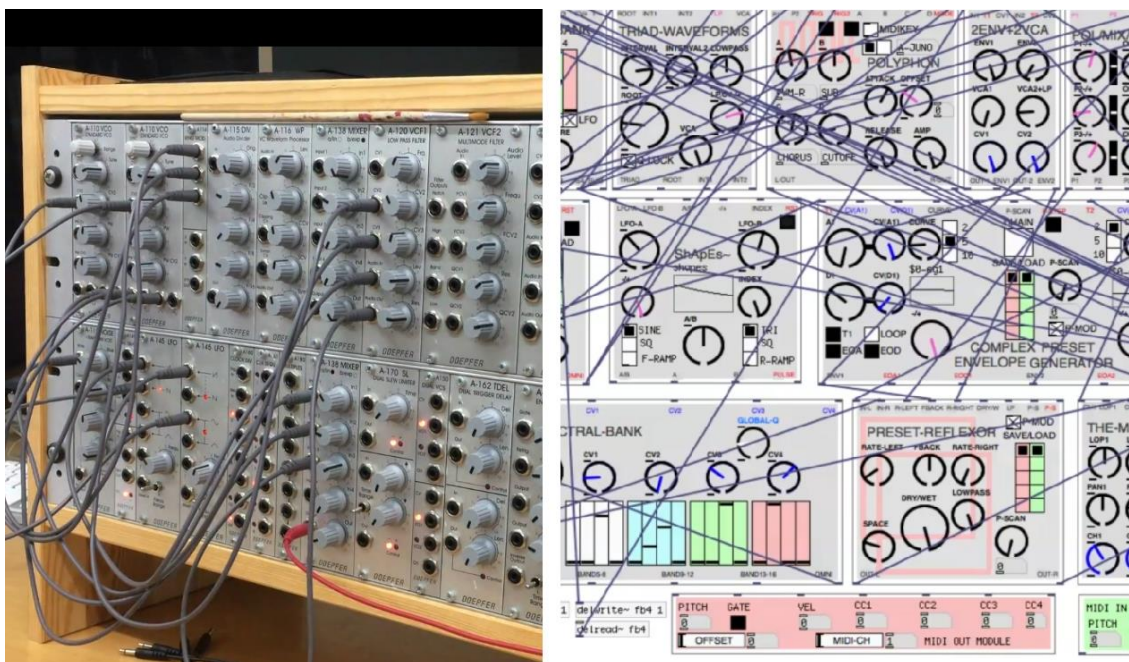


Figura 16: Comparação entre sintetizador modular real e virtual

### 3.2.2 Bibliotecas externas da Soundin'Place

Para além das funções que vêm por defeito na instalação da versão *vanilla* do *Pure Data*, foram usadas as seguintes bibliotecas externas na Soundin'Place:

- Cyclone: Esta biblioteca expande as capacidades do *Pure Data* com objetos clonados de outro ambiente de programação visual, o Max/MSP, criado pela Cycling74. Assim, existe um nível de compatibilidade entre os dois ambientes, permitindo a criação de *patches* equivalentes. Foi criado por Krzysztof Czaja. Na versão 0.3, que foi a versão utilizada, é mantido por Porres, Kwan e Barber.
- IEMlib: A versão utilizada é a versão 1.21, lançada em 2018 e foi criada por Thomas Musil. Esta é uma coleção de objetos desenvolvidos na Institute of Electronic Music and Acoustics, na Áustria.

- IEMgui: Esta biblioteca foi também desenvolvida por Thomas Musil em 2018. O principal objetivo é acrescentar mais Interfaces Gráficas de Utilizador (GUI) ao *Pure Data* para que o som possa ser trabalhado de forma mais manual. A versão utilizada é a 1.21.
- Earplug~: Esta biblioteca oferece um objeto que atua como filtro binaural para espacialização de sons. Foi desenvolvida por Pei Xiang em 2004. Com esta biblioteca, podemos criar um objeto que recolhe os dados KEMAR<sup>5</sup> e intercala 366 localizações onde existem medições HRTF<sup>6</sup> numa superfície esférica.
- List-abs: Esta é uma coleção de abstrações<sup>7</sup> que processam listas. Atualmente é mantida por Frank Barknecht. Assim, podem ser chamadas para os *patches* as abstrações em vez de serem construídas de raiz sempre que são necessárias.

Estas bibliotecas podem ser facilmente instaladas através do *framework deken* do *Pure Data*. O *deken* permite a criação, carregamento e distribuição de bibliotecas externas para a versão *vanilla* do *Pure Data*.

### 3.3 Soundin'Place

Neste subcapítulo é explicado o funcionamento da Soundin'Place, a interação do utilizador e o seu código. O nome resulta da junção de palavras “*sound in place*” pois descreve a experiência pela qual o utilizador passa, i. e., colocar os sons em lugares à escolha. No entanto, é feito também um trocadilho com as duas primeiras palavras, daí usar o apóstrofe. Com *soundin'*, remeto para *sounding*, dando também o significado de *sounding place*, simbolizando o facto de os lugares emitirem sons, sendo que os lugares em questão são os desejados pelo utilizador.

Esta aplicação divide-se em duas partes principais:

- A interface gráfica a partir da qual o utilizador irá ter controlo;
- O código de base com as funções de processamento de áudio.

Com a Soundin'Place pretende-se que exista um desenvolvimento auditivo ao nível de escuta crítica, desde interpretação, avaliação e resposta a fontes sonoras, remetendo também a conceitos relacionados à criação de ambientes sonoros. Esta hipótese seria testada numa turma ao

---

<sup>5</sup> *Head-Related Transfer Function* – Resposta de Frequência que descreve a transformação de pressão de uma posição específica (Gardner et al, 1995)

<sup>6</sup> *Knowles Electronics Mannequin for Acoustic Research* – simulador de cabeça e ombros para medições acústicas (Kemar, n.d.)

<sup>7</sup> Abstrações são *patches* externos que são chamados para o *patch* principal sem recorrer ao método de criar *subpatches* (Princic, 2008)

longo de três sessões. No entanto, as sessões não se vão poder realizar devido à situação pandémica atual.

As explorações sonoras em que a Soundin'Place incide tratam do aspeto temporal e do aspeto espacial de objetos sonoros. Em relação ao tempo, o parâmetro a ser controlado é a continuidade ou descontinuidade do som. Em relação ao espaço, o utilizador pode explorar diversos objetos sonoros, posicionados num espaço definido. Esses objetos sonoros podem movimentar-se, simulando diferentes tipos de trajetória.

São fornecidos ao utilizador um número de objetos sonoros. Estes objetos sonoros classificam-se como *keynote*, *signal* e *soundmark sounds*, seguindo a taxonomia de Schafer (1993).

Nos sons *keynote*, existem vários exemplos incluídos, p. ex., “comboio”, “obras”, entre outros. Estes sons estão presentes no quotidiano das pessoas e sem eles, a *soundscape* seria mais pobre.

No caso de sons *signal*, temos o exemplo do som “sino”, que é um sino de uma igreja, alertando para um acontecimento em específico. Este som é considerado *signal* pois tem uma propriedade de alarme, sinalizando um acontecimento. No entanto, podem também ser considerados *soundmark*, pois os sinos de igreja podem ser característicos das suas localidades.

Já no caso de sons *soundmark*, temos o exemplo do som “bolhão”, que é uma gravação do mercado do bolhão. O mercado do bolhão é um sítio bastante conhecido do Porto, e ao ouvir o som, somos direcionados para esse local.

No entanto, um dos objetivos é que o utilizador torne a aplicação mais pessoal, recolhendo, classificando e manipulando novos objetos sonoros.

Na recolha sonora, o utilizador poderá gravar os seus próprios sons ou introduzir sons pré-gravados. Pretende-se que se siga uma classificação segundo a taxonomia de Schafer sobre os diferentes elementos da *soundscape*. Estes objetos podem também ser manipulados temporal e espacialmente, consoante o ambiente sonoro pretendido. Cabe ao utilizador criar as suas próprias narrativas com as ferramentas fornecidas.

A Soundin'Place, de acordo com a taxonomia de Rowe (1993) sobre Sistemas Musicais Interativos, classifica-se como um sistema *performance-driven* e *sequenced*.

A primeira classificação, *performance driven*, deriva do facto de serem usados sons pré-gravados em que as alterações são efetuadas no momento e não seguem nenhum padrão pré-determinado. A forma de como os parâmetros de comportamento são afetados resultam da vontade do utilizador.

A segunda classificação, *sequenced*, aborda a geração de *output* de som. Tem esta classificação pois o sistema usa sons pré-gravados com ligeiras alterações, sendo que é essa a definição da classificação.

Podemos ainda usar a dimensão da interação entre o instrumento e o utilizador, sendo que o instrumento, neste caso, é a Soundin'Place. Usando a taxonomia de Bongers (1999) para esta interação, podemos classificar o sistema como sendo *performer – system*. A definição desta classificação diz que existe um *loop* interativo entre o sistema e o utilizador. Podemos verificar isso na Soundin'Place, visto que o sistema reage aos *inputs* do utilizador, que por sua vez reage aos *outputs* do sistema.

A interação do utilizador é feita não só na interface de navegação, explorando o espaço sonoro, mas também na interface de criação, manipulando os diferentes parâmetros de comportamento.

Para chegar a estes parâmetros, realizaram-se vários diagramas para poder observar os possíveis comportamentos do objeto sonoro. Estes diagramas passaram por diferentes versões até ao diagrama final. O diagrama final ajuda a perceber melhor os diferentes tipos de comportamento de cada objeto sonoro.

As opções do diagrama são uma adaptação do artigo de Smalley (1997), onde é explicado a espectromorfologia<sup>8</sup>, os seus processos e modelos morfológicos, providenciando um *framework* para entendimento de relações estruturais e comportamentais experienciados no fluxo temporal da música.

A Figura 17 apresenta o primeiro diagrama construído. Apesar de básico, serviu como ponto de partida para a fase seguinte. O facto de não possuir mais ramificações fazia com que não fosse possível perceber os diferentes tipos de comportamento.

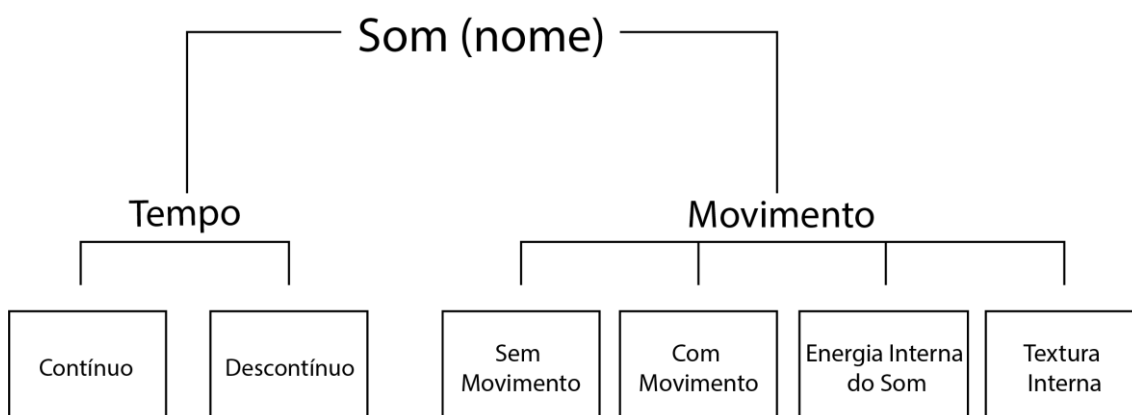


Figura 17: Primeira versão do diagrama

<sup>8</sup> Ferramenta descritiva baseada na percepção aural

A segunda versão do diagrama já incluía ramificações extra (ver Figura 18). No entanto, o nível de ramificações presente iria oferecer um nível mais confuso de customização comportamental, tornando não só a aplicação mais confusa a nível de utilização como de programação. Outra diferença da primeira versão para a segunda foi o desaparecimento do ramo “Textura Interna”. Este ponto estava relacionado com a continuidade e descontinuidade do som, mas como os pontos anteriores já abordavam esse tema, este ramo foi eliminado.

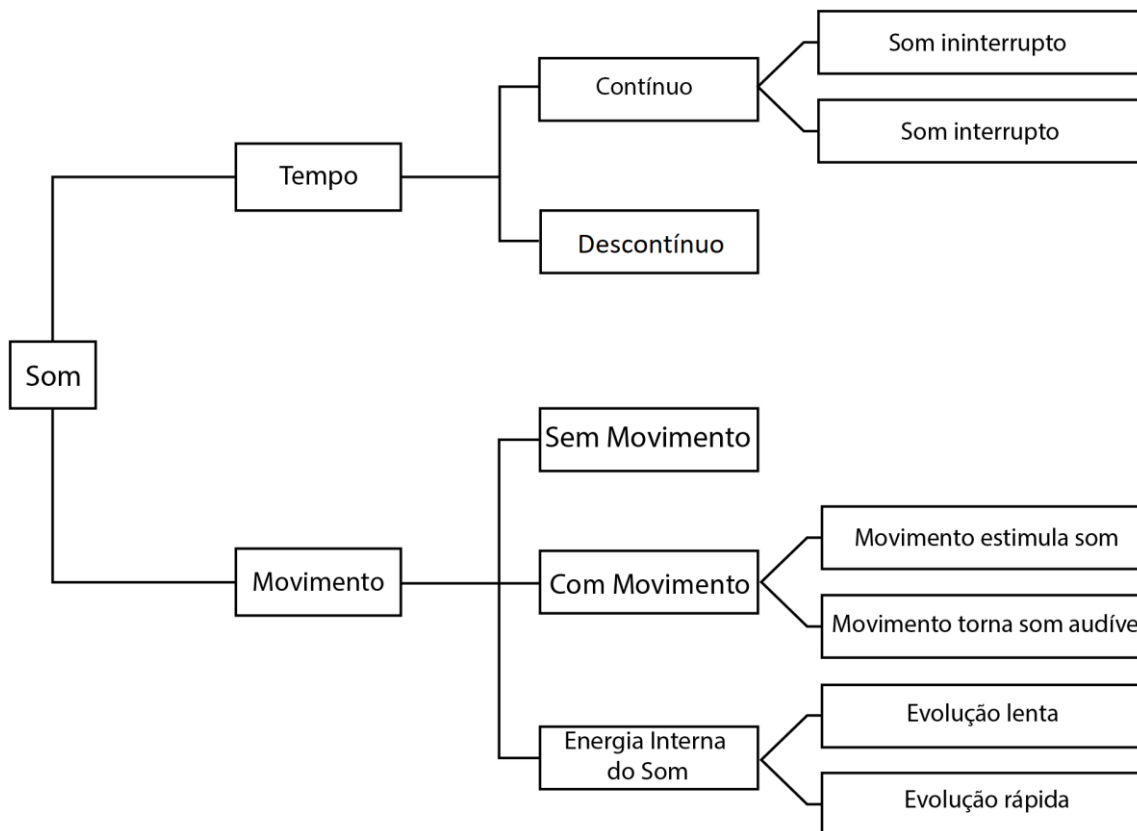


Figura 18: Segunda versão do diagrama

Na versão final do diagrama foram retirados o ramo “Energia Interna do Som” e as opções de som ininterrupto e interrompido (ver Figura 19). A Energia Interna do Som está relacionada com a energia interna do som. Visto que o utilizador poderá carregar os seus próprios sons, esta opção não faria grande sentido pois os sons já têm edição prévia. Em relação ao som interrompido / ininterrupto, foram retirados porque só iria trazer confusão. Na interface de criação, o utilizador poderá escolher entre som contínuo e som descontínuo. Caso o som seja contínuo, o fator que faz com que ele seja ouvido é a proximidade do utilizador ao objeto sonoro e não se o próprio som é interrompido ou ininterrupto. Se for descontínuo, então o utilizador tem acesso a um parâmetro variável de densidade sonora do objeto em questão. Outro aspeto que mudou, foi o facto de não tratar o segundo ramo como “Movimento”, mas sim “Espaço” pois é um termo mais correto e

facilita a compreensão do conceito de objeto sonoro num espaço definido. Esta parte do diagrama continua, no entanto, a abordar o movimento dos objetos sonoros.

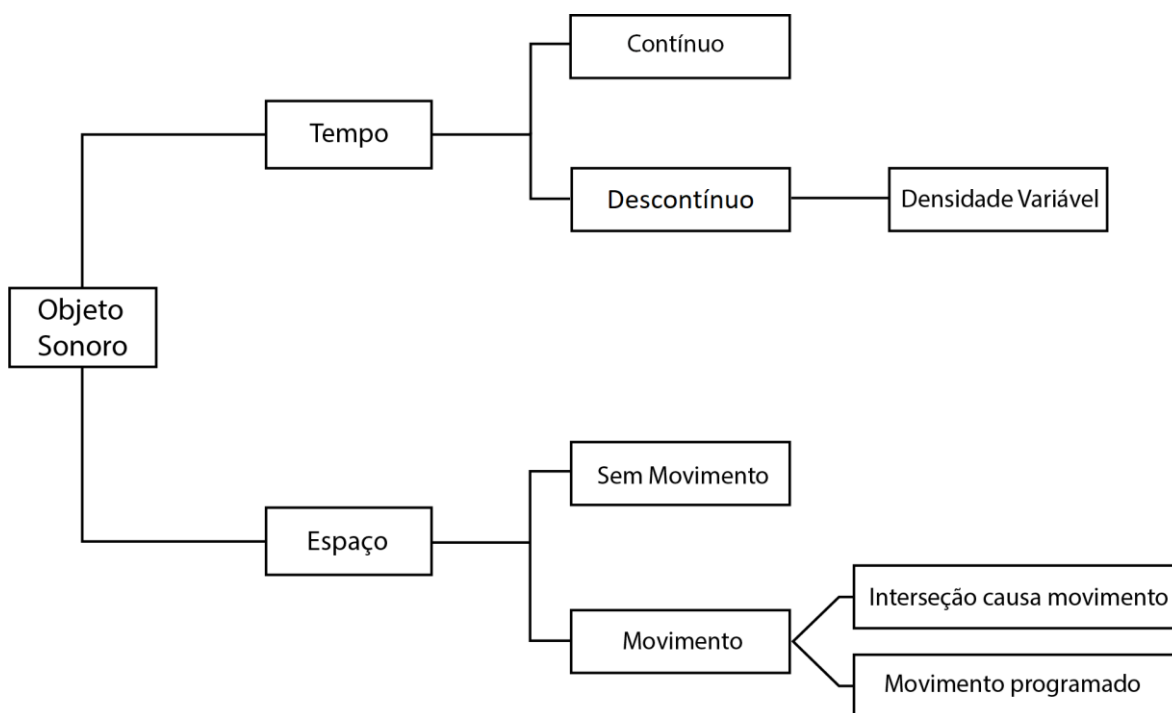


Figura 19: Versão final do diagrama

Dentro do diagrama final existem duas ramificações principais. A ramificação “Tempo” trata da continuidade do som do objeto sonoro. Divide-se em dois ramos, o contínuo e o descontínuo. Na opção “contínuo”, o som está constantemente em *loop* enquanto que na opção “descontínuo”, o som toca consoante a densidade sonora escolhida. Estas opções reforçam a questão temporal na audição dos objetos sonoros e representam o parâmetro temporal de comportamento.

A ramificação “Espaço” trata do movimento do objeto sonoro num espaço definido. Divide-se em “Sem Movimento” e “Movimento”, sendo que o segundo se divide em dois ramos diferentes. Na versão original de Smalley (1997), estes dois ramos são *Motion Rootedness* e *Motion Launching*, respetivamente.

*Motion Rootedness* define-se como movimentos que não mudam de planos sólidos. Foi adaptado como sons que não se movimentam com o nome de “Sem Movimento”.

*Motion launching*, que foi adaptado para “Movimento”, é a variação do começo de movimento. Dentro desta categoria, ele define duas situações: movimentos que são realizados à base de gestos e outros que sempre existiram, mas que são emergentes. Ora, estes pontos foram adaptados para “interseção causa movimento” e “movimento programado”, respetivamente. Pelo movimento se realizar à base de gestos, podemos deduzir que, quando o utilizador se move intercetando um objeto que tenha essa opção selecionada, o movimento do objeto sonoro vai ser

aleatório, desencadeado pelo movimento do utilizador. Na Soundin'Place, este ramo está representado com a trajetória aleatória, que pode ser vista no ponto 3.3.2.2. O movimento existente foi adaptado para o “movimento programado” porque quando o utilizador programa o movimento de um objeto sonoro, ele fica a ser efetuado até outra opção ser selecionada, emergindo apenas quando o utilizador se intercepta com ele. Na Soundin'Place, está representado como trajetória definida, que pode ser vista no ponto 3.3.2.3.

### 3.3.1 Arquitetura de Sistema

Na Figura 20 pode ser visto a arquitetura do sistema da Soundin'Place. Os *inputs* partem todos do utilizador e que afetam o sistema, quer ao alterar os parâmetros quer a navegar pela interface. Por sua vez, as duas interfaces também estão ligadas. Consoante o *input* do utilizador nas interfaces de criação, ou seja, nos parâmetros dos diferentes objetos sonoros, o comportamento do objeto sonoro na interface de navegação irá mudar. Os *inputs* que o utilizador realiza na interface de navegação, afetam também a interface de criação, mais concretamente no *subpatch* pd play, onde está programação que efetua cálculos das posições dos objetos sonoros e do objeto do utilizador e reproduz o áudio do objeto sonoro correspondente, se for o momento apropriado.

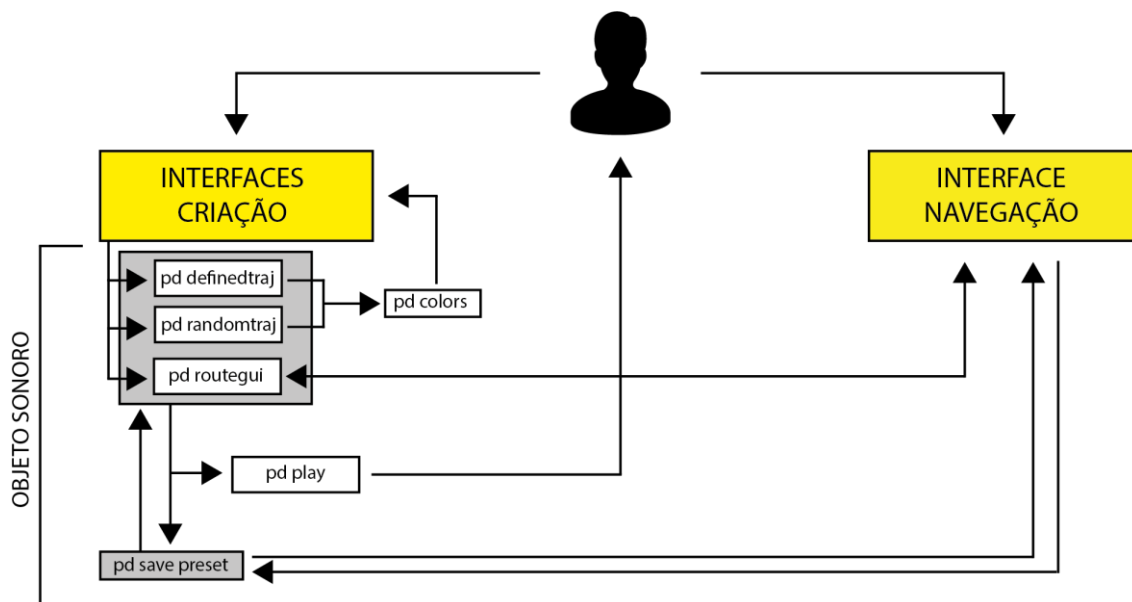


Figura 20: Arquitetura do sistema

### 3.3.2 Programação

O código presente dentro da aplicação divide-se em diferentes *subpatches* que por consequente estão dentro das abstrações *sound\_object*. Isto faz com que o código se torne muito mais limpo e de fácil leitura (ver Figura 21). De notar também que todos os objetos que tenham “s” ou “r” no seu começo funcionam para enviar ou receber informações para outras partes do código, fazendo com que este se torne mais limpo, por exemplo “s \$2-var1”. Neste ambiente de programação, o “s” e o “r” são a forma reduzida de “send” e “receive”.

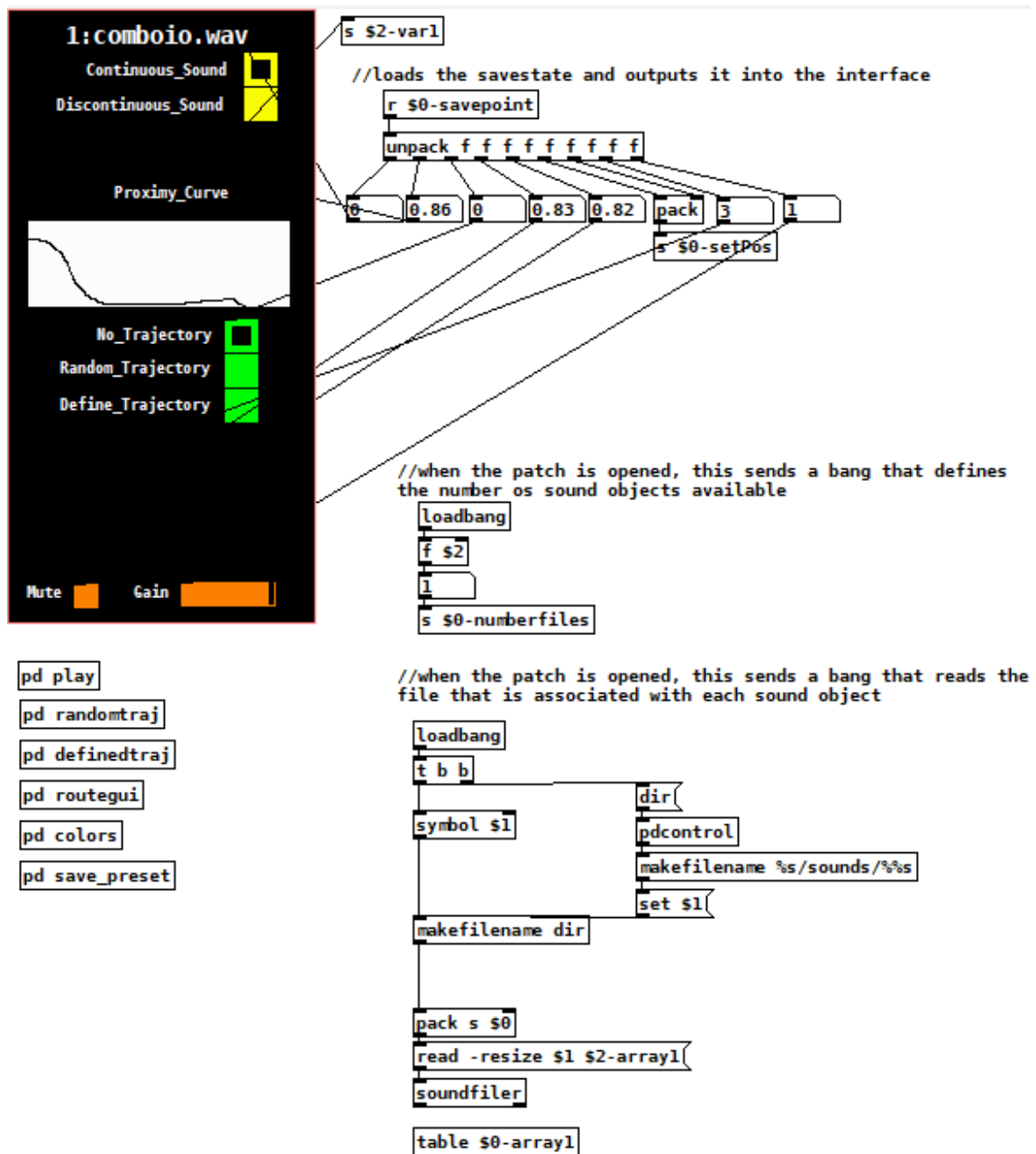


Figura 21: Abstração sound object

Dentro desta abstração podemos encontrar a interface do objeto sonoro e as suas ligações e *subpatches*. A descrição de cada *subpatch* é feita nas secções seguintes. Nesta abstração, o código que não está armazenado em *subpatches* divide-se em 3 partes:

- O módulo que carrega as definições gravadas anteriormente (ver Figura 22);
- O número correspondente ao objeto sonoro (ver Figura 23);
- Código que lê o ficheiro a ser reproduzido (ver Figura 24).

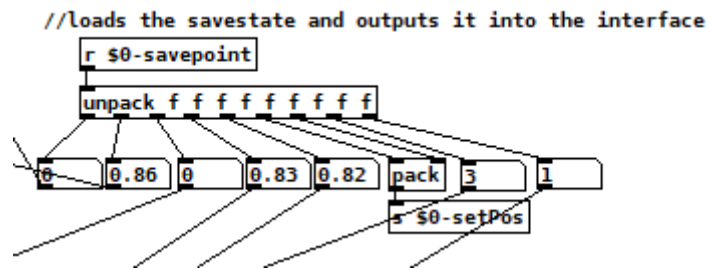


Figura 22: Carregamento de parâmetros gravados

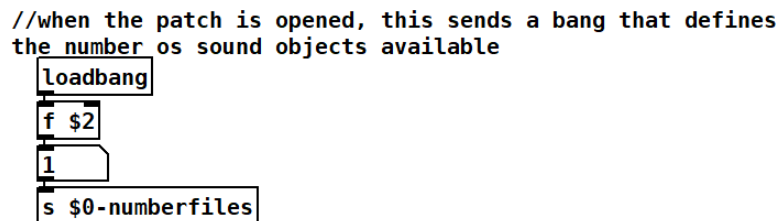


Figura 23: Número do objeto sonoro em questão

//when the patch is opened, this sends a bang that reads the file that is associated with each sound object

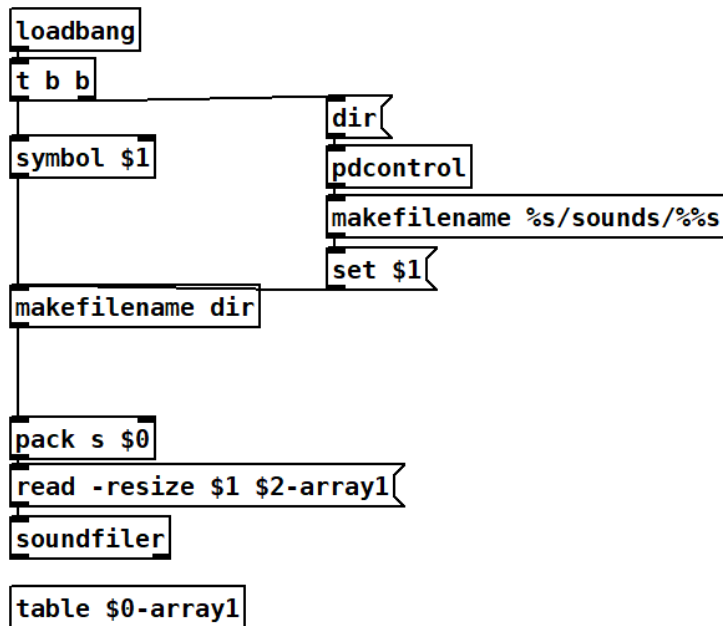


Figura 24: Código de leitura do ficheiro de áudio do objeto sonoro

Existe também outra parte de código que está escondida. Esse código adicional está escondido dentro de um *GOP*<sup>9</sup>, em conjunto com a interface de exploração de objetos sonoros em espaço definido (ver Figura 25).

---

<sup>9</sup> *Graph on Parent*

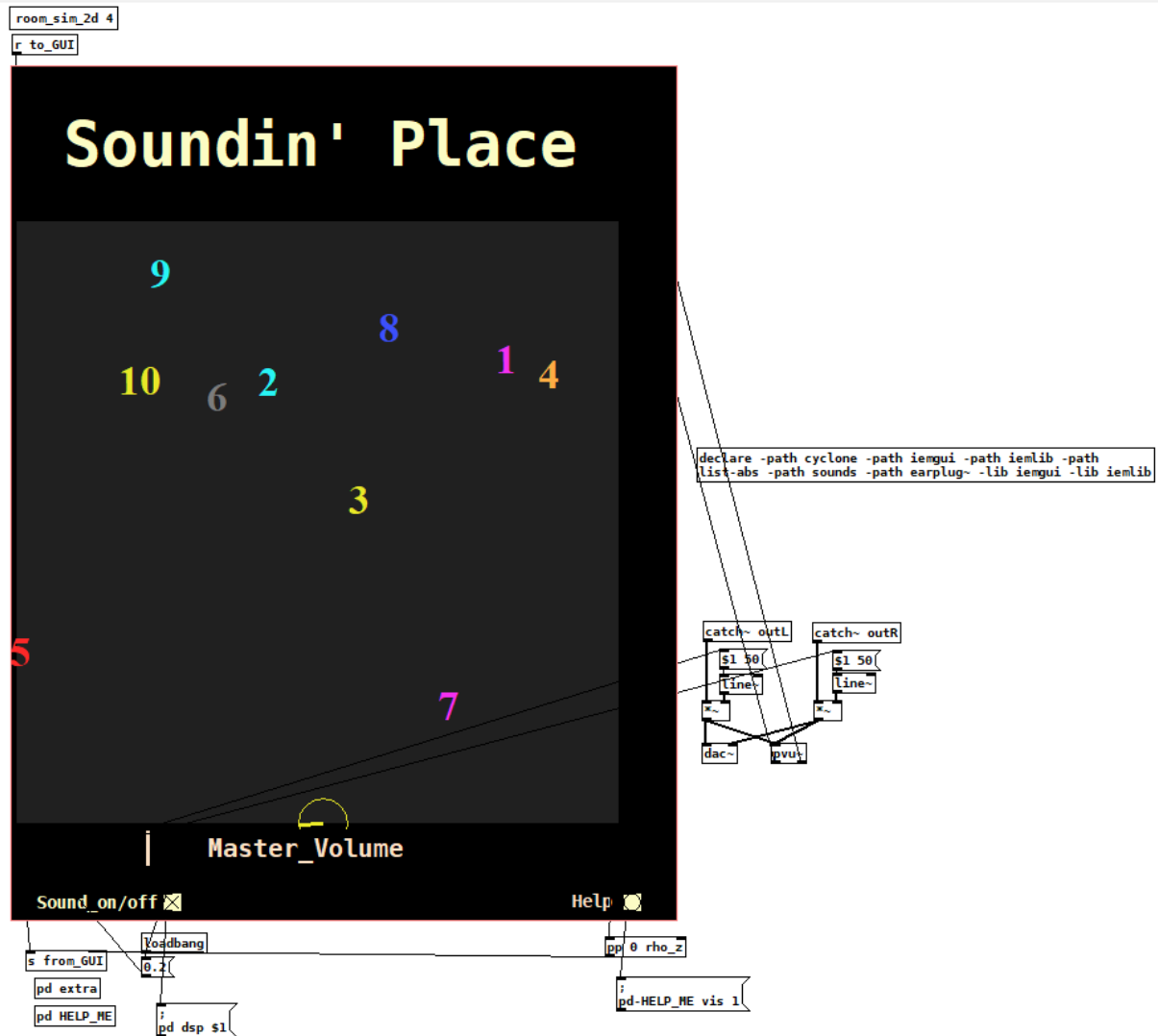


Figura 25: Interface de exploração de objetos sonoros em espaço definido

Nesta parte do código existem também alguns aspetos a ter em consideração. De salientar o objeto que declara os caminhos necessários para a leitura dos ficheiros que fazem com que o *patch* funcione (ver Figura 26) e também os objetos que recebem o sinal sonoro que depois é enviado para o *dac~* (ver Figura 27). O *dac~*, ou *digital to analog converter*, é a última fase do áudio antes de ser ouvido pelo utilizador.

```
declare -path cyclone -path iengui -path iemlib -path
list-abs -path sounds -path earplug~ -lib iengui -lib iemLib
```

Figura 26: Objeto *declare* que força a leitura das bibliotecas e ficheiros necessários

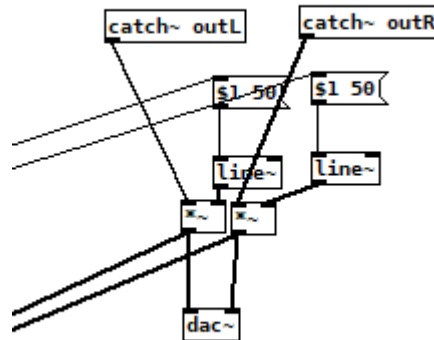


Figura 27: Última fase do sinal de áudio

### 3.3.2.1 PD play

Este *subpatch* contém código que recebe informações dos parâmetros definidos pelo utilizador e também dos objetos sonoros e do objeto que representa o utilizador. Na Figura 28 está também comentado as funções de cada objeto. Tudo o que esteja relacionado com a fase final está dentro deste *subpatch*, ou seja, todas as informações relacionadas com a audição do som.

Este *subpatch* apresenta vários objetos e ligações que são motivos de foco:

- Earplug~ é um filtro sonoro que torna os sons binaurais, e que oferece a espacialização desejada. Pertence à biblioteca *earplug~* desenvolvida por Pei Xiang;
- List-euclid é uma abstração que calcula a distância Euclidiana entre dois vetores. Estes dois vetores que estão a ser calculados são a posição do objeto sonoro e a posição do objeto que representa a cabeça do utilizador.
- Cálculos para as posições do objeto sonoro e objeto da cabeça. Estes cálculos antecedem o objeto *earplug~* e são importantes para a espacialização, pois recebem os dados da posição XY<sup>10</sup> de ambos e deixam passar a informação necessária para que o objeto consiga filtrar o som, de forma a torná-lo binaural.

Dentro do *pd play* existe também outro *subpatch*, o *pd calculus*, onde está presente o código que calcula as posições do objeto sonoro e do objeto do utilizador para realizar a espacialização do som (ver Figura 29).

<sup>10</sup> Coordenadas de um referencial cartesiano



### 3.3.2.2 PD randomtraj

Este *subpatch* trata das trajetórias aleatórias (ver figura 30). Com este tipo de trajetória, o utilizador pode escolher o limite mínimo e máximo de tempo para ela ser efetuada. Esta ação é desencadeada quando o objeto da cabeça se aproxima do objeto sonoro em questão. Este limite é definido no *subpatch* `pd play`, com o objeto `List-Euclid`. Quando a distância entre os dois é inferior a 1, é mandado um *bang*<sup>11</sup> que faz com que este *subpatch* entre em funcionamento. Aqui podemos encontrar um objeto que contém uma expressão (“*expr*”). Quando esta expressão recebe um *bang*, emite também ela um, mas o *bang* que envia contém informação que depois se vai traduzir na interface de exploração de objetos sonoros.

Ora, analisando, existem 3 *random*: no primeiro, é escolhido um número entre -6000 e 6000, para o eixo x; no segundo, é escolhido um valor entre -6000 e 6000 para o eixo Y; no terceiro é escolhido uma velocidade entre duas variáveis. A divisão por 1000, tanto no primeiro *random* como no segundo, faz com que os valores não sejam inteiros. Por isso é que as margens são -6000 e 6000.

O último *random* vai influenciar o tempo que este trajeto demora a ser feito. As variáveis “\$f2” e “\$f3” são os valores mínimo e máximo, respetivamente, escolhidos pelo utilizador.

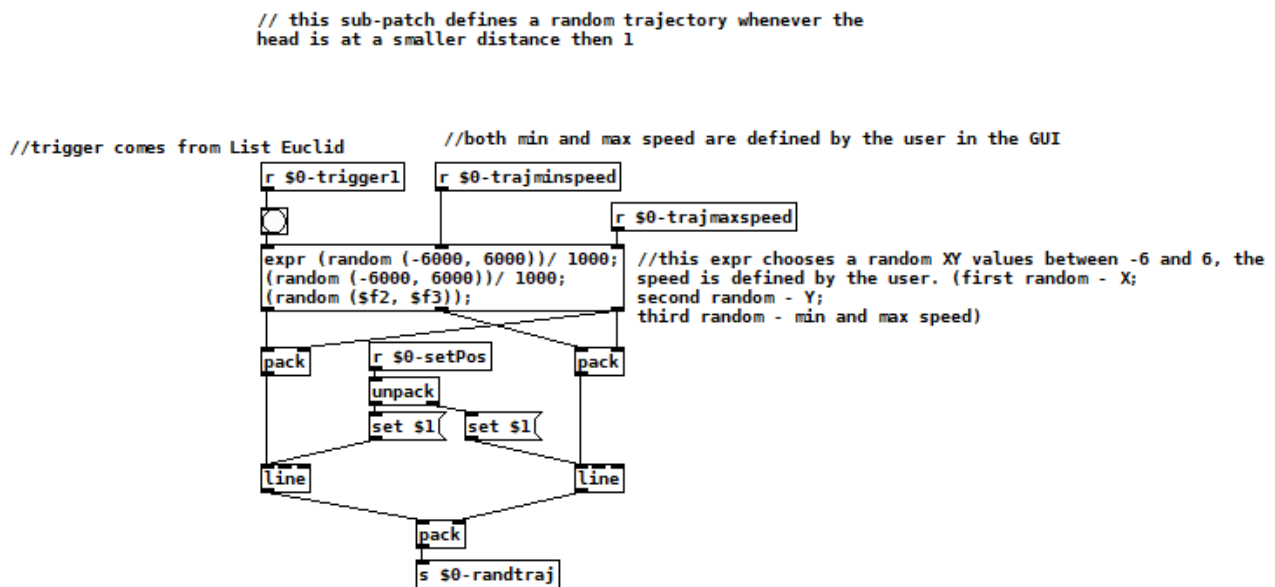


Figura 30: *subpatch* de trajetórias aleatórias

<sup>11</sup> Ordem que faz com que uma ação seja executada

### 3.3.2.3 PD definedtraj

Com o código presente neste *subpatch*, é possível definir e armazenar trajetórias para os objetos sonoros (ver Figura 31). Estas trajetórias demoram o tempo que o utilizador definir na interface. Como os parâmetros são gravados aquando da gravação do *patch*, também este *subpatch* tem uma forma de gravar as trajetórias. Para tal, o utilizador precisa de gravar a trajetória primeiro. Para isso, foi escolhida uma tecla (Shift esquerdo) que precisa de ser premida para a informação das diferentes posições XY serem gravadas num *subpatch* dedicado, o “text define”. Estas posições só passam quando o utilizador arrasta o objeto sonoro, definindo a trajetória. Quando larga o objeto e o Shift, a trajetória começa. O *subpatch* “text define” está presente noutra *subpatch*: o *pd save\_preset*.

Dentro do *pd definedtraj* encontramos vários objetos de relevo para as trajetórias definidas funcionarem:

- *text set \$0-trajectories*: este objeto recebe as coordenadas e escreve num *subpatch* que está presente no *pd save\_preset*. Esta informação só é passada quando é acionado a ação que desencadeia a gravação da trajetória.
- *expr if (\$f1 == 1 && \$f2 == 2, 1, 0)*: este objeto funciona como um *gate*<sup>12</sup> que permite que a informação seja passada para o objeto mencionado anteriormente. Caso a primeira variável seja igual a 1 e a segunda seja igual a 2, este objeto envia o número 1 para o objeto seguinte, caso contrário manda o número 0.
- *sel 1*: este objeto, neste caso particular, quando recebe o número 1, envia um *bang* no primeiro *outlet*<sup>13</sup>. Se não receber, então o número que recebe é mandado pelo segundo *outlet*. Quando este objeto recebe o número pretendido, aqui foi escolhido o número 1, manda um *bang* para a mensagem seguinte, para que seja possível fazer a gravação.
- *text sequence \$0-trajectories*: este objeto lê a lista de trajetória gravada para o objeto sonoro em questão. A informação é depois passada a interface de exploração de objetos sonoros.
- *text size \$0-trajectories*: Lê a lista de trajetórias e diz quantas linhas tem.

---

<sup>12</sup> Permite a passagem de informação se certos valores forem atingidos, geralmente de amplitude sonora

<sup>13</sup> Ligação para o exterior

Alguns dos objetos apresentados têm “\$0-trajectories” no nome. Isto serve para identificar qual a lista que está a ser afetada. O nome “trajectories” não tem importância especial, poderia ser qualquer nome. Foi apenas escolhido pelo que representa. No entanto, o \$0 é uma variável imprescindível, porque é ela que direciona o código para o número do objeto sonoro.

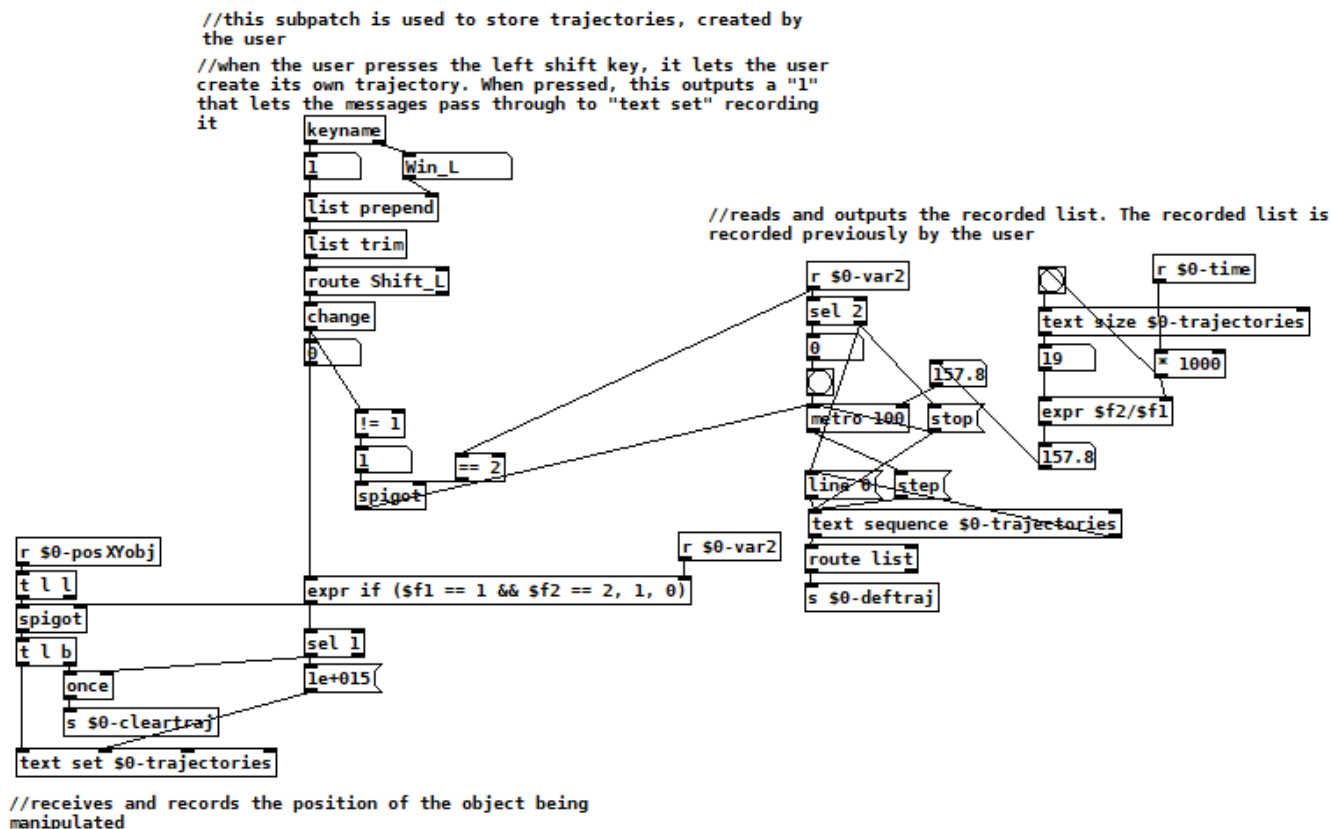


Figura 31. pd definedtraj – subpatch de definição de trajetórias programadas

### 3.3.2.4 PD routegui

Este subpatch recebe e envia informações da interface de navegação, onde estão os objetos sonoros (ver Figura 32). Em termos visuais, é aqui que é feita a primeira e última fase.

Os dados que vêm da interface são separados, de objeto sonoro e do objeto da cabeça do utilizador, e a sua informação é mandada para outras partes do patch.

A informação que é mandada para a interface já tem as alterações que permitem o funcionamento das diferentes mecânicas.

```
//this subpatch receives informatio from the Gui. It routes
the information from the "Head" and the "sound Object" and
sends it to different parts of the patch
```

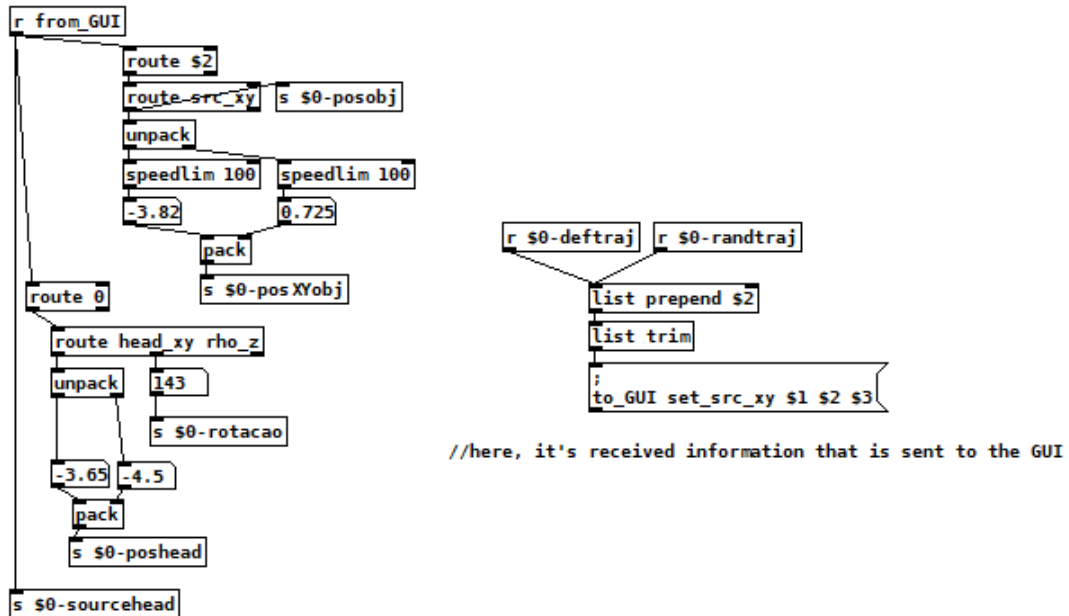


Figura 32: pd routegui – *subpatch* que recebe e envia informação para a interface de navegação

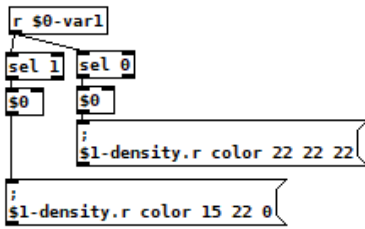
### 3.3.2.5 PD colors

Este *subpatch* trata das cores da interface (ver Figura 33). Aqui é feito uma parte de mascaramento que simula o aparecimento e desaparecimento de certas opções de comportamento dos objetos sonoros.

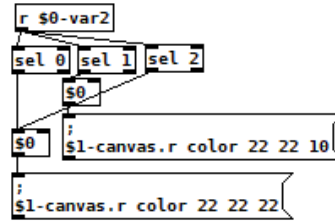
Existe algum espaço em preto na interface de criação. No entanto, os parâmetros de escolha continuam lá, estão apenas da mesma cor do fundo, para simular o seu desaparecimento. Quando é escolhido outra opção, os parâmetros aparecem ou desaparecem de acordo com a escolha (ver Figura 34).

Em termos de código, o *subpatch* contém mensagens que mandam uma cor escolhida quando recebem certas informações que vêm de outra parte do *patch*.

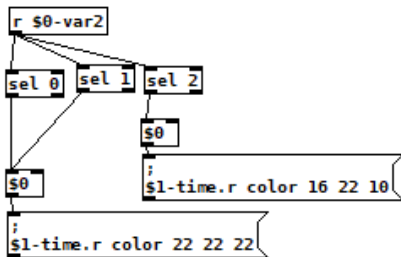
//This subpatch is used to store the color options of the interface.



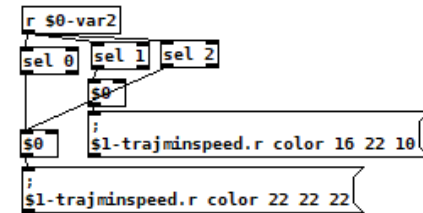
//changes the color of the "density" parameter. If "continuous sound" is selected, the density parameters turns black as if it's unavailable



//changes the color of the "time" parameter. If "define trajectory" is selected, the "time" parameter gains color. If it's not selected, then "time" turns black as if it's unavailable



//changes the color of the "time" parameter. If "define trajectory" is selected, the this parameter gains color. If it's not selected, then it turns black as if it's unavailable



//changes the color of the "trajectory speed min/max" parameter. If "random trajectory" is selected, the "trajectory speed min/max" parameter gains color. If it's not selected, then these parameters turn black as if they are unavailable

Figura 33: pd colors – subpatch onde estão definidas as diferentes cores

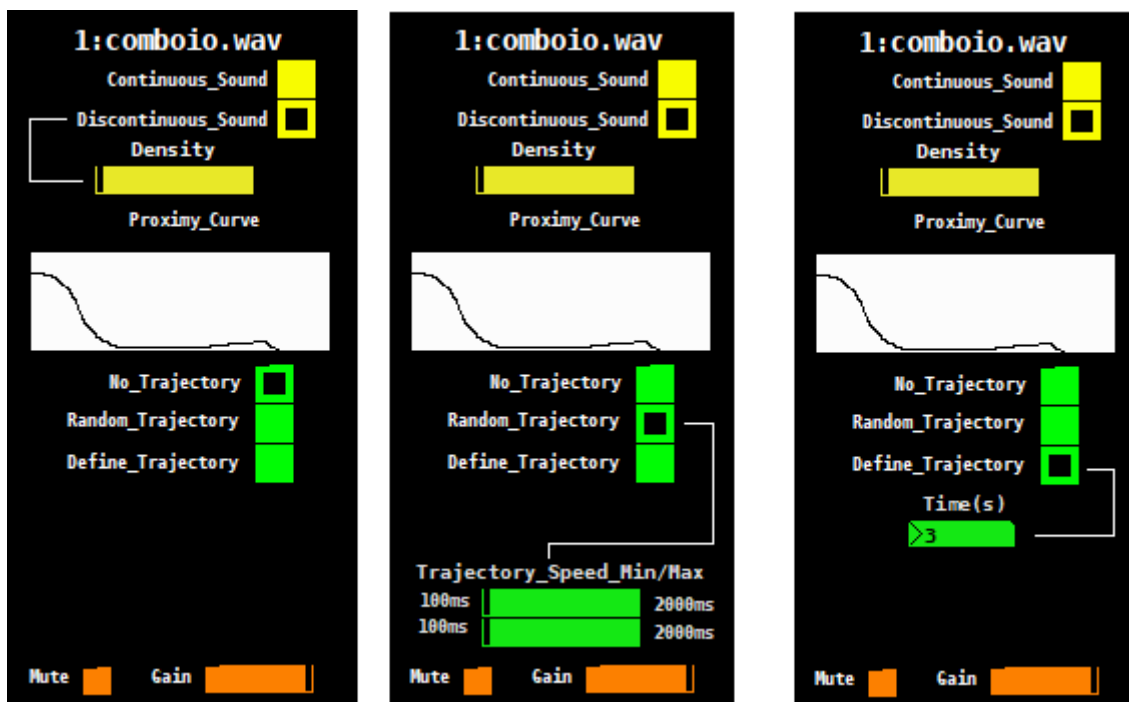


Figura 34: Exemplo das alterações de cor com as diferentes escolhas



### 3.3.3 Interface gráfica

Na Figura 36, pode ser observada a interface que é apresentada quando o *patch* é aberto. As funções de cada parâmetro estão explicadas no objeto *help*. Mesmo esta interface está dividida em duas partes. Neste caso, a divisão ocorre entre a interface de criação e a interface de navegação. Os parâmetros do comportamento de cada objeto sonoro são abstrações que são chamadas para o *patch* principal. Assim, o utilizador pode criar os objetos sonoros que desejar. Para adicionar um objeto sonoro, é preciso estar no modo edição do programa e adicionar o objeto seguinte “*sound\_object nomeficheiro.wav x*” (ver Figura 37). Neste objeto, o “*nomeficheiro.wav*” corresponde ao nome dado ao ficheiro. O nome tem de estar exatamente igual ao nome do ficheiro selecionado. O formato tem de ser *.wav* para que o *Pure Data* possa ler de forma correta. O “*x*” é a variável que corresponde ao número do objeto sonoro disponível. No caso da Figura 36, o objeto sonoro disponível seria o 10.

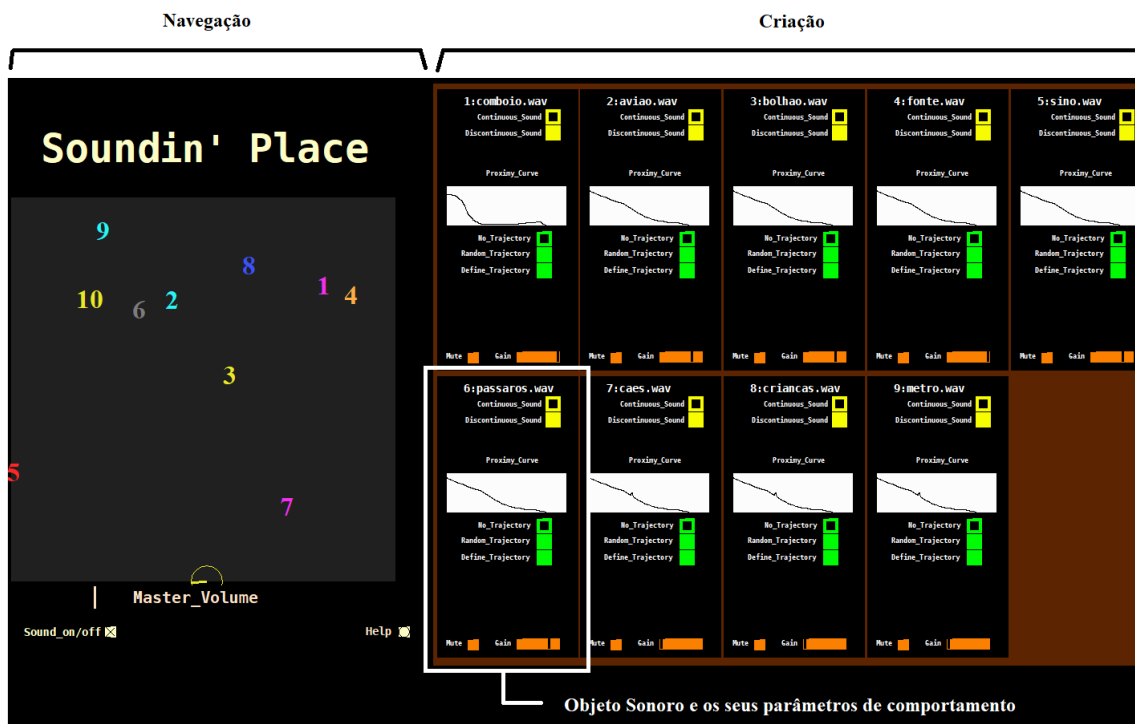


Figura 36: Diferentes componentes da interface

```
sound_object comboio.wav 10
```

Figura 37: Exemplo de inserção de objeto sonoro

### 3.3.3.1 Interface de Navegação

A exploração é feita numa interface própria (ver Figura 38) em que o utilizador controla um objeto que representa a sua cabeça que pode navegar livremente no espaço. Para além desse objeto existem também números que representam cada objeto sonoro. Ao acrescentar um objeto sonoro novo, é acrescentando também um novo número.

Esta parte está também complementada com um *slider* “Master Volume” para controlar o som geral; um medidor *VU*; um interruptor para ligar e desligar o som e um ficheiro de ajuda onde pode ser encontrado a explicação de cada objeto.

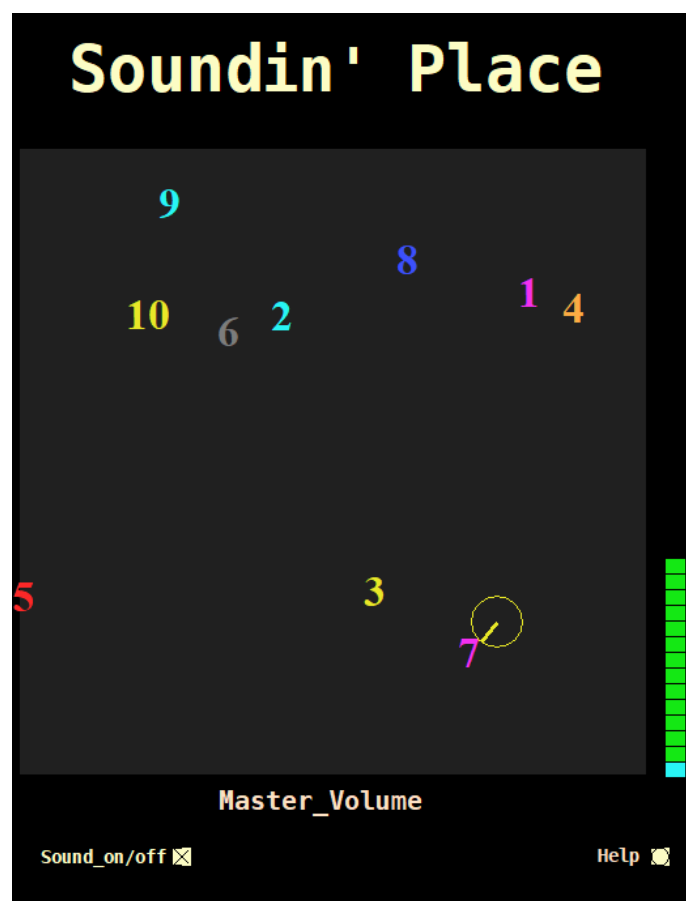




Figura 38: Interface de navegação

Tabela 2: Objetos da interface de navegação

Representação do objeto sonoro. O número é o identificador do objeto sonoro em questão.	
Representação do utilizador.	

### 3.3.3.2 Interface de criação

Todos os comportamentos são controlados nesta interface (ver Figura 39). Podem também ser vistos com mais detalhe na tabela 3. Existem opções de seleção que só estão visíveis quando outras estão seleccionadas. No exemplo mostrado, por causa das opções “Continuous Sound” e “No trajectory” estarem seleccionadas, não existem outras que apareçam. Cada ação efetuada num objeto sonoro é gravada quando o *patch* é gravado. Isto leva a que quem utilize a aplicação possa continuar o seu projeto por diferentes sessões, sem precisar de começar de novo.

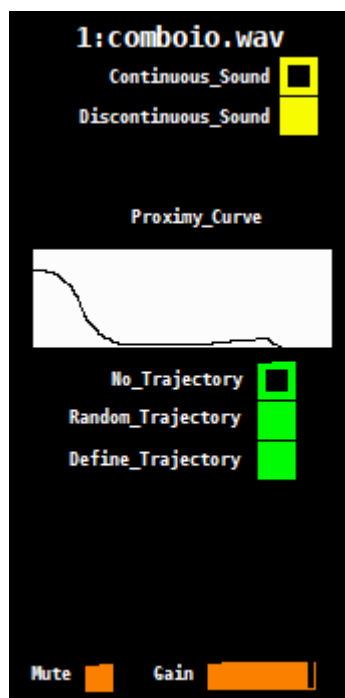
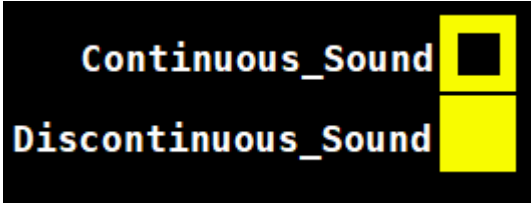
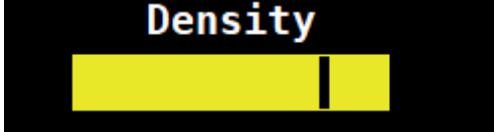
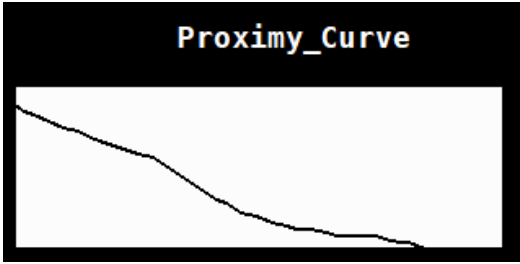
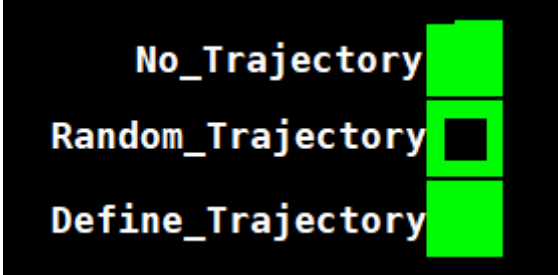
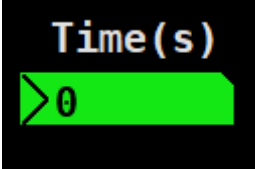
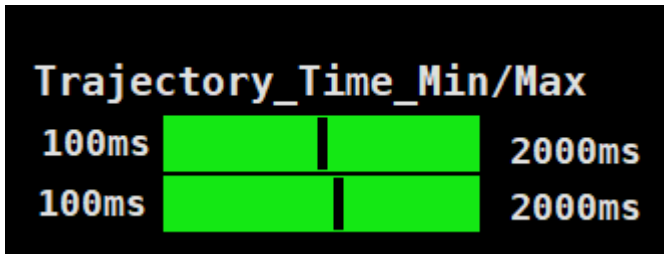
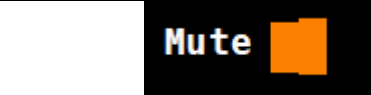



Figura 39: Interface de criação

Tabela 3: Parâmetros da interface de criação

<p><b>Continuous / Discontinuous Sound:</b> Pretende definir o comportamento do objeto sonoro no tempo sendo contínuo ou descontínuo. Método de seleção binário</p>	
<p><b>Density:</b> Pretende controlar a quantidade de vezes que cada objeto sonoro é ouvido no tempo, medido em segundos</p>	
<p><b>Proximity Curve:</b> Este gráfico permite ao utilizador desenhar o volume do objeto sonoro em relação à sua distância. O eixo do Y representa o volume enquanto que o eixo X representa a distância do utilizador ao objeto sonoro. Com isto, o utilizador pode escolher o alcance de cada objeto sonoro</p>	
<p><b>No Trajectory / Random Trajectory / Define Trajectory:</b> Pretende controlar o tipo de movimento do objeto sonoro no espaço</p>	
<p><b>Time:</b> Controla a rapidez da trajetória da definida pelo utilizador (<i>define trajectory</i>), simulando a rapidez com que o objeto sonoro completa a sua trajetória</p>	

<p><b>Trajectory Time Min/Max:</b>          Controla a velocidade da trajetória aleatória (<i>random trajectory</i>). O valor da velocidade vai ser aleatório entre o mínimo e o máximo selecionados</p>	
<p><b>Mute:</b> Desliga o som</p>	
<p><b>Gain:</b> Regula o volume</p>	

### 3.4 Planificação de Sessões

Neste subcapítulo são descritas as planificações de três sessões que hipoteticamente seriam trabalhadas. As planificações podem ser encontradas nos anexos. As atividades teriam a duração aproximada de 45 minutos. Para todas as sessões, seria necessário o uso de computador com o *Pure Data* instalado, colunas de som e se possível, um projetor.

Os alunos irão poder esclarecer dúvidas sempre que elas existirem. Apesar disso, irá existir um momento específico na terceira sessão, mais direcionado para dúvidas gerais, isto é, curiosidades sobre o tema. Se houver muitas perguntas sobre curiosidades da área, pode significar que aplicação foi um sucesso, motivando os alunos a quererem descobrir mais sobre o tema.

Caso as sessões fossem efetuadas, na terceira sessão seria feito um pequeno questionário para avaliar a motivação dos alunos. Seria também efetuada uma entrevista ao professor, para perceber se a aplicação teve impacto na turma.

### 3.4.1 Sessão 1

Os conteúdos a serem trabalhados recaem nos comportamentos temporais da aplicação.

A primeira sessão tem os seguintes objetivos:

1. Conhecer as duas partes principais da aplicação;
2. Distinguir o som do silêncio através da aplicação;
3. Interpretar as diferentes densidades temporais do som;
4. Reconhecer os diferentes modos de audição e conceito de objeto sonoro de Schaeffer;
5. Explorar os diferentes comportamentos temporais da aplicação.

Para que tal aconteça, irá ser realizado o seguinte plano metodológico:

1. Apresentação da aplicação. É mostrado como ela funciona, desde o controlo dos objetos sonoros e os parâmetros do comportamento dos mesmos;
2. Explicação do parâmetro *Continuous Sound*: Audição da continuidade do som enquanto existe interação com o objeto sonoro seguido de explicação;
3. Explicação do parâmetro *Discontinuous Sound*: Audição das alterações resultantes, mesmo existindo interação com o objeto sonoro, seguido de explicação;
4. Explicação do parâmetro *density*: Audição das alterações resultantes e explicação da sua ligação ao parâmetro *discontinuous sound*;
5. Noção de objeto sonoro: Ensino da definição de Schaeffer e explicação dos modos de audição;
6. É dada liberdade aos alunos para testarem a aplicação, com maior foco nos conceitos aprendidos na sessão.

### 3.4.2 Sessão 2

Nesta sessão, os conteúdos a serem trabalhados são o comportamento espacial da aplicação, a nível de trajetórias e também noções de *Soundscape*, ensinando a taxonomia de Schafer.

Os objetivos desta sessão são:

1. Identificar a posição do objeto sonoro;
2. Criar trajetórias;
3. Distinguir os elementos constituintes da *soundscape*;
4. Identificar os *soundmarks* presentes;

5. Explorar os diferentes comportamentos espaciais da aplicação.

Para responder a estes objetivos, vai ser seguido o seguinte plano metodológico:

1. Explicação do objeto sonoro, mostrando a sua representação na aplicação;
2. Explicação das trajetórias. Neste ponto é também explicado como a trajetória é afetada pela velocidade, definida pelos alunos;
3. Ensino dos elementos que constituem a *soundscape* de um certo sítio, seguindo a taxonomia de Schafer;
4. Este ponto acaba por estar ligado ao ponto 5, pois envolve exploração. Os alunos, ao explorarem, são convidados a apontar quais os *soundmarks* presentes. Este conceito foi já ensinado no ponto anterior.
5. Exploração livre, aplicando os conceitos aprendidos até à data.

### 3.4.3 Sessão 3

A última sessão aborda a adição de um novo objeto sonoro e da criação de narrativas sonoras.

Os objetivos da sessão são:

1. Acrescentar um novo objeto sonoro;
2. Utilizar todas as funcionalidades da aplicação;
3. Criar narrativas sonoras.

Para responder aos objetivos propostos, vai seguir-se o seguinte plano metodológico:

1. Demonstração de como adicionar um novo objeto sonoro, deixando também os alunos experimentarem essa funcionalidade;
2. Exploração livre da aplicação;
3. Registo de narrativas sonoras em papel e passar para a aplicação e vice-versa.

De notar que antes do plano metodológico começar, haverá um espaço para que os alunos possam colocar questões sobre dúvidas que tenham sobre qualquer assunto relacionado com aplicação.

Após análise dos objetivos das aprendizagens essenciais (Direção-Geral de Ensino, 2018), encontra-se uma referência a tecnologias, dentro do organizador de Apropriação e Reflexão, em que um dos objetivos do aluno passa pela produção de material escrito, audiovisual e multimédia ou outro, utilizando vocabulário apropriado, reconhecendo a música como construção social. Ora isto não significa que é utilizada uma abordagem tecnológica, apenas que pode ser um dos meios

utilizados para chegar ao fim desejado. No entanto, a estratégia de ensino parte do professor, empregando as ações estratégicas que sejam sugeridas ou delineadas aquando o início de um novo ano letivo.

Dentro das ações estratégicas orientadas para o perfil dos alunos é sugerido que existam metodologias que promovam a imaginação de soluções diversificadas para a criação de novos ambientes sonoros ou musicais. Este ponto vai completamente ao encontro do objetivo pretendido para a Soundin'Place, visto que utiliza tecnologia para que os alunos criem ambientes sonoros com sons pré-gravados, e que sejam facilmente manipuláveis, ajudando na aprendizagem de conceitos relacionados com o tempo e espaço de um objeto sonoro. Isto faz com que sejam possíveis novas estratégias de ensino para o desenvolvimento de uma escuta crítica ao nível de análise, avaliação e interpretação de sons.

Assim, pode concluir-se que a Soundin'Place faria sentido como uma expansão na área do ensino musical, mais concretamente no treino auditivo a um nível percetual.

# 4. Avaliação Heurística

Neste capítulo é descrita a avaliação da Soundin'Place usando um protocolo de avaliação heurística. Foi feito um convite a peritos da área das tecnologias, referenciados pelo orientador desta dissertação.

O objetivo desta avaliação é perceber se a interface está acessível a um público exterior e se a sua capacidade de promoção de uma escuta crítica é possível. Esta avaliação servirá também para perceber se os diferentes parâmetros dos objetos sonoros ajudam a atingir o objetivo da dissertação.

Consoante a avaliação, serão feitas as alterações necessárias à aplicação. A lista de dimensões heurísticas conjuga a lista criada por Nielsen (2005) e algumas das dimensões mais direcionadas para o *e-learning*, mas que se enquadravam bem no caso (Daramola et al. 2017). O documento modelo, com a lista de heurísticas pode ser visto na secção dos anexos. Os documentos completos das avaliações realizadas podem ser encontrados nos anexos.

## 4.1 Aplicação

O método de avaliação escolhido foi a avaliação heurística por dois motivos principais. O primeiro tem que ver com a impossibilidade da realização de testes no terreno. De acordo com as normas estabelecidas pelo governo de Portugal, face aos tempos pandémicos atuais, as aulas do 1.º ao 9.º ano são lecionadas à distância (Notícias, 2020), impossibilitando não só o objetivo anterior como um eventual acompanhamento para explicação de informação.

O segundo motivo está relacionado com a popularidade do método de Nielsen, e pela sua eficiência na identificação de problemas nas interfaces.

O documento de avaliação está estruturado com os seguintes pontos:

1. Descrição: Apresentação breve da Soundin'Place e o público alvo;
2. Estratégias: Explicação dos diferentes parâmetros controláveis e dos seus efeitos;
3. Lista de tarefas: Aqui o avaliador segue uma lista de tarefas e verifica se todas são possíveis de realizar. Pretende-se que a aplicação seja de fácil compreensão e que através da lista, os avaliadores consigam perceber o que estão a fazer, como lá chegaram e o porquê de o estarem a fazer. Estas são tarefas que seriam realizadas em contexto de sala de aula.

4. Lista de Heurísticas: Esta lista foi compilada com recurso à lista de heurísticas de Nielsen (2005) e de uma lista de heurísticas relacionadas com o e-learning (Daramola et al. 2017). Compete aos avaliadores verificarem se todas as heurísticas são atendidas. Nesta secção está também presente um sistema de classificação que avalia os problemas de 0 a 4, sendo que o 0 é um erro que não levanta problemas à utilização, maioritariamente estético e o 4 é um problema gravíssimo que impede a aplicação de correr de forma correta. Os avaliadores vão poder registar os erros encontrados numa tabela fornecida no documento, no final desta secção.
5. Esta secção serve para o avaliador colocar observações que queira fazer e que podem ou não estar relacionadas diretamente com erros de sistema.

A lista de heurísticas utilizada é a seguinte:

**H1 - Visibilidade e reconhecimento do estado do sistema:** O sistema deve manter o utilizador informado, através de feedback apropriado dentro de um tempo razoável.

**H2 - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real:** O sistema deve usar linguagem familiar com o utilizador alvo. A informação deve aparecer de forma natural e lógica.

**H3 - Controlo e liberdade do usuário:** Por vezes, o utilizador escolhe funções por engano. O sistema deve oferecer uma forma fácil de sair da situação indesejada.

**H4 - Consistência e padrões:** O sistema deve ser consistente, mantendo as palavras, situações e ações, para que o utilizador tenha facilidade no seu reconhecimento.

**H5 - Prevenção de erros:** Evitar que o sistema tenha ações propensas a erros ou que, ao poder haver essa possibilidade, haja uma opção de confirmação antes de o utilizador poder realizar essa ação.

**H6 - Reconhecimento ao invés de memorização:** O utilizador não deve ter de se lembrar de informação. As instruções para o uso do sistema devem ser visíveis e de fácil acesso.

**H7 - Flexibilidade e eficiência de uso:** Deve poder ser usado tanto por utilizadores principiantes como utilizadores avançados, permitindo que cada utilizador possa criar as suas experiências.

**H8 - Projeto estético minimalista:** O sistema deve incluir apenas a informação necessária para facilitar o seu entendimento. Informação irrelevante ou que raramente é necessária deve ser descartada para não ocupar espaço à informação relevante.


**H9 - Ajuda e documentação:** Idealmente, o sistema não necessitará de documentação de ajuda. No entanto, caso seja preciso, essa informação deve ser de fácil acesso, focada nas tarefas do utilizador.

**H10 – Motivação para aprendizagem:** Medição de recursos inovadores que estimulam a aprendizagem. Determinar se existe mistura entre diversão e aprendizagem.

**H11 – Aprendizagem interativa:** De que forma o sistema usa interações baseadas no utilizador como jogos, simulações e como essas diferentes aplicações podem manter motivação.

**H12 – Aprendizagem personalizada:** Mede quão bem o utilizador pode personalizar o sistema para que este se adequa mais à sua estratégia de aprendizagem ou ensino, desenvolvendo o seu próprio ritmo.

Estas heurísticas tinham de ser relacionadas com uma lista de tarefas. Estas tarefas pretendem explorar as capacidades da aplicação e detetar possíveis erros do sistema. A lista contém as seguintes tarefas:

1. Verificar a consola do programa *Pure Data* aquando a abertura do patch, caso haja algum elemento que dê erro (mensagem a vermelho), reportar imediatamente;
  2. Selecionar *Continuous Sound* e *Discontinuous Sound* do objeto sonoro “comboio”.
  3. Jogar com os diferentes parâmetros de volume presentes: *Master Volume*; *Mute*; *Gain*.
  4. Para ouvir o som do objeto sonoro, mexer com o objeto que simboliza o utilizador e aproximar do número corresponde ao objeto sonoro em questão. Este objeto tem também outra funcionalidade, se carregar no Shift e arrastar para cima e para baixo, a linha move-se para a esquerda e para a direita, simulando a orientação do utilizador.
- 
5. Colocar diferentes valores para o parâmetro *density*, para os diferentes objetos sonoros.
  6. Desenhar no parâmetro *proximity curve* que simbolize um som que se oiça longe e outro que se oiça apenas muito perto. Os objetos sonoros ficam à consideração do avaliador.
  7. Definir trajetórias para objetos sonoros que se adequem. ATENÇÃO, para desenhar uma trajetória tem de clicar na tecla “Shift” do lado esquerdo (Shift L) e arrastar o objeto sonoro desejado (*Define Trajectory*).
  8. Escolher um objeto sonoro para ter trajetórias aleatórias (*Random Trajectory*), e escolher dois pares diferentes de velocidade mínima/máxima.
  9. Ordenar os diferentes objetos sonoros pelo espaço.

10. Testar se ao fechar e abrir o programa, as posições e parâmetros são os mesmos aquando o momento de fechar. ATENÇÃO, para gravar esses dados, é preciso gravar o patch (FILE → SAVE) ou (control + s).
11. Adicionar um novo objeto sonoro. Para adicionar um objeto sonoro, tem de estar no modo de edição. Para isso acontecer (Edit → Edit Mode) ou (control + e). Depois, selecionar (Put → Object) ou (control + 1). Irá aparecer uma caixa azul que vai seguir o rato. Coloque num sítio apropriado e escreva o seguinte (sound\_object nome.wav x). O nome corresponde ao nome do ficheiro, é aconselhado usar nomes curtos, e sem espaços entre palavras, caso o nome seja composto por mais que uma palavra. O x corresponde ao próximo objeto sonoro, ou seja, se já existirem 9 objetos sonoros, no lugar do x é colocado 10. De seguida deverá aparecer uma caixa como as outras já existentes. (Exemplo: sound\_object autocarro\_noite.wav 10)
12. Explorar a aplicação livremente.

Já em relação à classificação, as tarefas ou outros problemas encontrados foram avaliados com o seguinte sistema de avaliação:

- 0 - Não considerado um problema de usabilidade;
- 1 - Problema estético, de baixa prioridade, pode ser resolvido se houver tempo;
- 2 - Pequeno problema de usabilidade, a resolução deve ser de baixa prioridade;
- 3 - Principal problema de usabilidade sendo importante corrigir. Alta prioridade;
- 4 - Catástrofe de usabilidade, imperativo corrigir.

## 4.2 Avaliação

Neste ponto é mostrada a tabela preenchida pelos avaliadores e também as suas observações. O modelo completo pode ser encontrado nos anexos. A informação extra que o documento contém pode ser encontrada também no ponto 4.1.

Ambos avaliadores possuem anos de experiência nas suas áreas. O primeiro avaliador possui conhecimentos na área de design de som e tecnologias musicais. O segundo avaliador possui conhecimentos na área de tecnologias educativas e composição musical.

## 4.2.1 Avaliação Heurística 1

### 4.2.1.1 Tabela da Avaliação Heurística 1

Tabela 4: Avaliação heurística 1

Problema			Análise		Proposta de Solução
Nº problema	Localização do problema	Descrição do problema	Heurística não atendida	Estimativa de seriedade	Descrição da proposta de solução
1	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Density</i> só visível quando em modo descontinuo	H9	0	Correção no texto de documentação
2	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Proximity Curve</i> medida em que unidade (m, cm, mm)?	H9	0	Correção no texto de documentação
3	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Trajectory</i> do espaço sonoro. Stereo, multicanal, 3D?	H9	0	Correção no texto de documentação
4	Tarefa 4	Dificuldade em perceber a relação entre o número que identifica o objecto sonoro e a sua relação com o elemento de interface volume	H1	1	Feedback visual do <i>meter</i> calado de forma a corresponder melhor às variações de volume.
5	Tarefa 5	Variação do parâmetro <i>Density</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
6	Tarefa 6	Variação do parâmetro <i>Proximity</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
7	Tarefa 8	Variação do parâmetro <i>Random Trajectories</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
8	Tarefa 9	Variação do objecto sonoro do campo virtual stereo (?) sem efeito	H2	3	Fazer refletir o movimento do objecto sonoro no espaço

					virtual com o espaço de escuta entre canal esquerdo e direito
9	Tarefa 10	Parametrização é memorizada pelo programa, no entanto o playback so acontece quando o utilizador clica no espaço virtual	H1	2	Correção no texto de documentação
10	Tarefa 11	Após a criação de um novo objecto sonoro o espaço virtual não é actualizado com o ID do novo evento	H1	3	Actualizar no LCD o ID do novo objecto sonoro
11	Tarefa 11	Novo objecto sonoro fica <i>linkado</i> ao som anterior. E.g., criei um novo objecto / identifiquei “sound_object caes.wav” / novo objecto sonoro “\$2.caes.wav” / ouço cães+avião	H1	3	Programar uma forma de quando o utilizador cria um novo evento dissociar do som anterior
12	Tarefa 12	Sendo uma aplicação para contexto de ensino o autor deveria considerar a utilização de informação em <i>bubbles</i> de forma a que o utilizador pudesse ser actualizado sobre qualquer acção no programa	H9	0 / 1	Associar a cada elemento do interface uma ajuda em <i>bubble</i>
13	Tarefa 12	Dado que algumas funcionalidades não consegui testar a eficiência da aplicação perdeu-se um pouco	H7	3	Resolvendo as propostas de solução para as Tarefas 6, 8 e 9 contribuirão para a solução da presente heurística

#### 4.2.1.2 Observações da Avaliação Heurística 1

“Considero uma aplicação com bastante utilidade em contexto de ensino. O facto de o utilizador poder compor uma paisagem sonora parametrização a aplicação proposta pelo autor permite uma exploração do fenómeno da escuta de forma interativa e personalizada. Pena que alguns parâmetros fundamentais ao funcionamento da aplicação não pudesse ser testados. Terei total interesse assim que estes problemas estiverem resolvidos em fazer uma nova avaliação.”

#### 4.2.2 Avaliação Heurística 2

##### 4.2.2.1 Tabela da Avaliação Heurística 2

Tabela 5: Avaliação Heurística 2

Problema			Análise		Proposta de Solução
Nº problema	Localização do problema	Descrição do problema	Heurística não atendida	Estimativa de seriedade	Descrição da proposta de solução
1	Master Volume	Barra Não é visível o suficiente para perceber que lá está	H1	2	Alterar Cor de fundo, talvez também com contornos para se perceber que está lá uma “caixa”
2	Ícone de “Pessoa”	Ao utilizar sem ler o “Help”, dada também a localização aproximada ao “Master Volume”, deu a entender que esse ícone era um Knob que controlava o volume. A minha primeira percepção foi de que era um bug , sendo que não dava para controlar o volume com esse knob, e de que estava móvel e não fixo.	H1	2	Talvez alterar o ícone para algo menos semelhante a algo reconhecido por utilizadores frequentes deste tipo de software - p.e. um ícone da parte superior de uma pessoa (cabeça e ombros) com algum indicativo de onde estaria a olhar (solução simples, uma seta, solução mais complexa, o ícone varia conforme a direção).

#### 4.2.2.2 Observações da Avaliação Heurística 2

“A aplicação está bastante interessante. Com o contínuo desenvolvimento, antevio uma ferramenta bastante interessante também para outras aplicações, instalações interativas e até mesmo composição de obras ou design de som!”

### 4.3 Análise

Após análise da tabela preenchida pelo avaliador 1, podemos observar que existem três erros com estimativa de seriedade 4. Vendo as funções que não funcionam como era suposto, que são parâmetros de controlo de comportamento, vemos que a experiência pretendida está comprometida.

Estes erros podem ter surgido de um *bug*<sup>14</sup> do programa, e não ter sido corrigido de forma correta. Outra explicação pode ser o facto da multiplataforma não estar feita da melhor forma, isto é, não ter as bibliotecas corretas / código correto para o seu funcionamento. A aplicação foi feita num computador com o sistema operativo *Windows* e testada noutros dois, sendo o funcionamento correto.

No entanto, o intuito da aplicação é a implementação numa sala de aula, e nesse contexto, o professor não pode encontrar estes erros. A aplicação precisa de estar correta para as possíveis plataformas a serem usadas.

Existem também vários erros com nível 3 de seriedade que podem ser explicados com erros de código que não foram testados antes de enviar para a avaliação ser feita. Erros como associação de dois sons ao mesmo objeto sonoro ou não haver uma indicação de novo objeto sonoro quando este é adicionado.

No entanto, analisando a avaliação heurística do avaliador 2, podemos encontrar apenas dois erros, contrastando com os treze encontrados pelo avaliador 1. Uma explicação possível é a incompatibilidade da *Soundin'Place* no computador do avaliador 1, com o código presente. Isto é reforçado pelo facto dos erros reportados pelo avaliador 2 serem de natureza estética.

Os erros reportados pelo avaliador 2 podem ser facilmente corrigidos. Em relação ao segundo erro, o *patch* usado não permite a troca do ícone. Uma forma de contornar é colocar um aviso mais destacado de forma a que o utilizador perceba a sua função no momento de abertura do *patch*.

Com estes erros, podemos concluir que é preciso investir mais tempo na programação e na testagem em diferentes plataformas para que funcione corretamente.

Ainda assim, o avaliador 1 considera uma aplicação com bastante utilidade em termos de ensino pela possibilidade de construção de paisagem sonora com parametrização, permitindo uma

---

<sup>14</sup> Erro informático a nível de programação

exploração do fenômeno da escuta de forma interativa e personalizada. O avaliador 2 antevê uma ferramenta bastante interessante também para outros propósitos, como instalações interativas ou design de som, para além dos propósitos pedagógicos.

Na tabela 5 pode ser encontrada uma análise em relação às heurísticas que não foram atendidas e consequente sistema de classificação. A ordem respeita aquelas que não foram atendidas mais vezes. A heurística que mostrou ser menos atendida foi a heurística 1, que aborda o tema da visibilidade e reconhecimento do sistema. A percentagem de heurísticas menos atendidas pode ser vista na Figura 40. A percentagem de estimativas de seriedade dos erros pode ser vista na Figura 41.

Tabela 6: Análise das Heurísticas

Nº da Heurística	Nº de ocorrências	Divisão de ocorrências por estimativa de seriedade				
		0	1	2	3	4
H1	9	0	1	3	2	3
H9	4	4	0	0	0	0
H2	1	0	0	0	1	0
H7	1	0	0	0	1	0

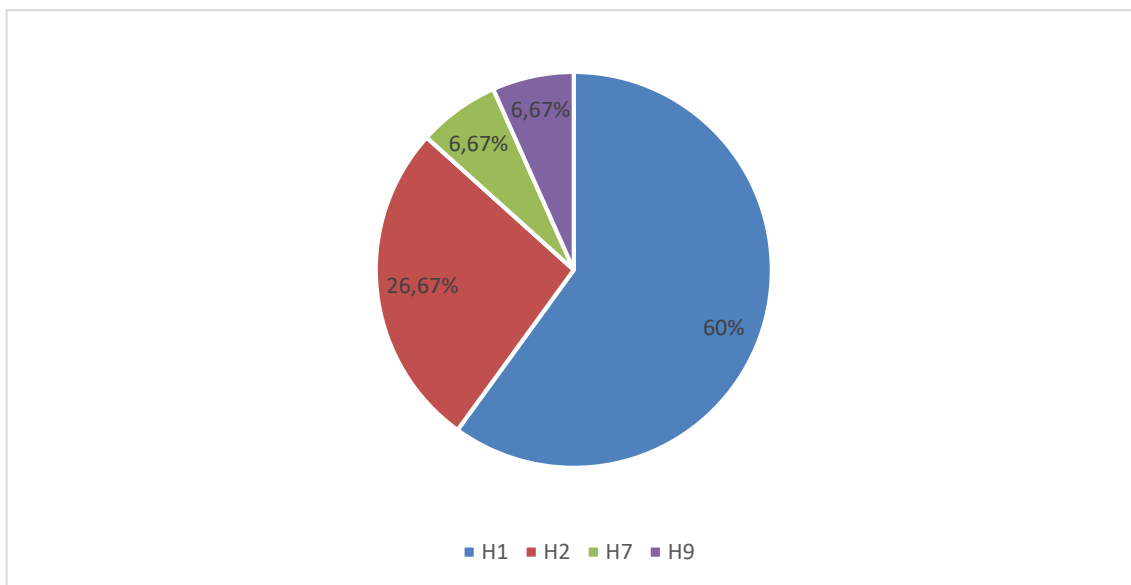


Figura 40: Percentagens de heurísticas não correspondidas

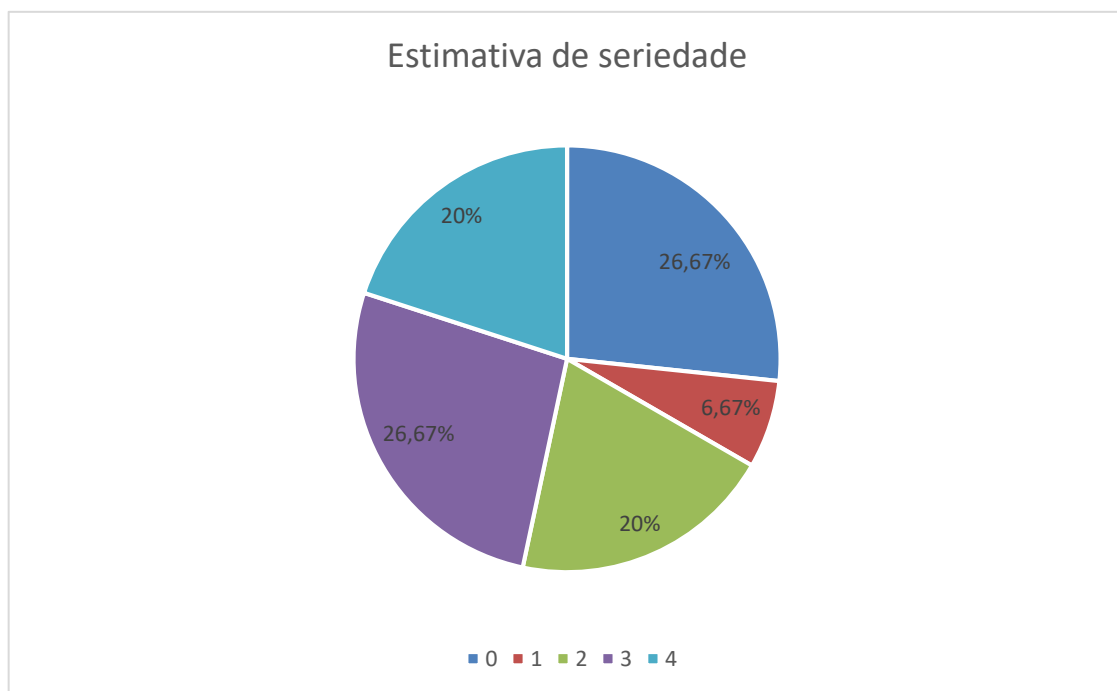


Figura 41: Percentagens das estimativas de seriedade

# 5. Conclusões e Trabalho Futuro

Este capítulo apresenta uma reflexão final sobre a dissertação e propõe aspetos que poderão ser trabalhos no futuro.

## 5.1 Conclusões

Fazendo uma reflexão final, penso que a Soundin'Place poderá ser implementada em AEC. A Soundin'Place é uma aplicação que oferece formas de manipulação e exploração de objetos sonoros dentro de um espaço definido. Como nas Oficinas de Música das AEC do concelho de Matosinhos são ensinados assuntos relacionados com a computação musical e com músicas e sons locais, o professor pode servir-se desta ferramenta para criar uma forma de ensino dinâmica que responda aos objetivos propostos. Estes objetivos passam pelo reconhecimento dos sons, canções e danças do meio envolvente local e utilização de novas tecnologias para compreender e criar música. Pode ser visto como uma expansão na oferta pedagógica para o ensino dos conteúdos programáticos, porque une diversos temas abordados, havendo potencialidade de criação de projetos que envolvam mais que uma oficina. Como os sons podem ser alterados, a criação de diferentes *soundscape*s e/ou cenários musicais, a sua utilização pode ser adaptada para esses cenários. Por exemplo, nas Oficinas de Música são lecionadas oficinas sobre diferentes instrumentos e também sobre diferentes estilos de música. Uma das formas que a Soundin'Place poderia ser adaptada era na utilização de material sonoro que representasse os diferentes instrumentos / estilos musicais. Exemplo de atividade seria um jogo com diferentes técnicas na prática de violino posicionadas pelo espaço e o aluno teria de encontrar uma específica. A escuta crítica seria sempre trabalhada.

Isto, aliado às observações dos peritos, pode sugerir que uma possível utilização a nível pedagógico seja benéfica na exploração de fenómenos de escuta, expondo a criatividade dos alunos dentro das opções de interação e personalização oferecidos.

No entanto, para ser aplicado, será necessário programar a aplicação de forma a ter uma compreensão mais fácil.

Dada a natureza do modo da realização desta dissertação, penso que ficaram objetivos por cumprir. O facto de a partir de fevereiro de 2020 se começar a viver tempos de isolamento social por causa da pandemia que assolou o mundo teve grande importância. A pesquisa inicial recaía muito sobre tangibilidade e esta era uma aplicação que pretendia jogar com isso também. Isto fez

com que a forma de trabalhar fosse alterada, desde toda a interação envolvente com a interface como também nas reuniões com o orientador.

No entanto, posso afirmar que o primeiro objetivo, da construção de uma interface foi atingido. A interface, mesmo que seja imperfeita, foi construída e funciona, necessitando de algumas alterações. É preciso notar que ainda está numa fase inicial. Contudo, o segundo e terceiro objetivos não foram cumpridos da forma que inicialmente estavam pensados. O segundo objetivo visava a fomentação de uma escuta crítica e o terceiro procurava perceber a contribuição ao nível da motivação de alunos e do cumprimento das aprendizagens essenciais. Pode apenas ficar-se com uma ideia do potencial, analisando as avaliações heurísticas.

Outro dos aspetos que teve mudança foi a oferta sonora. Inicialmente, a componente sonora iria incidir mais sobre os *soundmarks* e os sons *keynote* da cidade de Matosinhos, visto que existia a parceria com a Câmara de Matosinhos. Este ponto foi adaptado pois o país esteve em Estado de Emergência até ao dia 2 de maio (Euronews, 2020), sendo as saídas à rua apenas para fins urgentes. Por sua vez, os sons utilizados são também património sonoro do Porto, apenas de uma área maior, não confinadas ao espaço geográfico de Matosinhos. Para contrariar este aspeto, é oferecido uma forma de o utilizador introduzir os sons que desejar, dando um aspeto ainda mais interativo.

## 5.2 Trabalho Futuro

Para além das alterações óbvias a nível de programação, que terão de ser feitas para atender aos problemas levantados com a avaliação heurística, vejo potencial na aplicação, não só a nível pedagógico como a nível performativo.

A nível pedagógico, esta aplicação pode ganhar bastante se se tornar tangível, visto que era esse o objetivo inicial. Stigler (1984) afirma que as imagens mentais das manipulações físicas podem guiar e ajudar na resolução de problemas. Juntando também o facto de que existe já um longo historial de uso de objetos físicos no ensino (O'Malley, 2004), tornar a aplicação tangível é a continuação lógica do trabalho já realizado.

A nível performativo, vejo bastante potencial também. Para isto, os parâmetros teriam de ser mudados. Estes parâmetros seriam mais parecidos com aqueles que podemos ver num sintetizador, como ADSR<sup>15</sup> e outros filtros. Não envolveriam movimento de trajetórias. Seria visto como uma ferramenta de performance para eletroacústica.

Aliando estas linhas de pensamento, a interface pode ser usada com criatividade para diversas aplicações, com diferentes fins, dependendo da criatividade de cada um.

---

<sup>15</sup> Attack Decay Sustain Release

## 6. Referências

- Almukadi, W., Aljojo, N., & Munshi, A. (2019). The Use Of Tangible User Interface In Interactive System To Learn About Countries. *International Journal of Emerging Technologies in Learning* , 142-150.
- Bernardes, G., Aly, L., & Davies, M. (2016). SEED: Resynthesizing Environmental Sounds from Examples. *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference* (pp. 55-62). Hamburg: SMC.
- Bevilacqua, F., Guédy, F., Schnell, N., Fléty, E., & Leroy, N. (2007). Wireless sensor interface and gesture-follower for music pedagogy. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* (pp. 124-129). Nova Iorque: NIME.
- Blanco, E., & Silva, B. (1993). Tecnologia Educativa Em Portugal: Conceito, Orígens, Evolução, Áreas de Intervenção e Investeigação. *Revista Portuguesa de Educação*, 37-55.
- Bongers, B. (1999). Exploring Novel Ways Of Interaction In Musical Performance. *C&C '99: Proceedings of the 3rd conference on Creativity & cognition* (pp. 76-81). Loughborough: ACM Press.
- Câmara Municipal de Matosinhos. (14 de setembro de 2018). *Ano letivo cheio de novidades nas AEC*. Obtido de [https://www.cm-matosinhos.pt/pages/242?news\\_id=5760](https://www.cm-matosinhos.pt/pages/242?news_id=5760)
- Câmara Municipal de Matosinhos. (2019). Oficinas de Música.
- Chassol. (3 de Novembro de 2016). What does a star sound like? Chassol | Interview with the king of Ultrascore. (J. Affricot, Entrevistador) Obtido de <http://griotmag.com/en/what-does-a-star-sound-like-chassol-interview-with-the-king-of-ultrascore/>
- Chion, M. (1983). *Guide des Objects Sonores*. Paris: Buchet/Chastel.
- Chion, M. (1994). *Audio-Vision*. Chichester: Columbia University Press.
- Cuendet, S., Dehler-Zufferey, J., Ortoleva, G., & Dillenbourg, P. (2015). An integrated way of using a tangible user interface. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 183-208.
- Daramola, O., Oladipupo, O., Afolabi, I., & Olopade, A. (2017). Heuristic Evaluation of an Institutional E-learning System: A Nigerian Case. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 26-42.
- Devi, S., & Deb, S. (2017). Exploring the potential of Tangible User Interface in Classroom Teaching - Learning. *3rd International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)* (pp. 1-7). Ghaziabad: IEEE.
- Digitópia*. (s.d.). Obtido de Casa da Música: <http://www.casadamusica.com/digitopia>
- Direção-Geral da Educação. (19 de Julho de 2018). *Aprendizagens Essenciais - Ensino Básico* . Obtido de Direção-Geral da Educação:

- [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/1\\_ciclo/1c\\_musica.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/1c_musica.pdf)
- Direção-Geral da Educação. (n.d.). *Enquadramento*. Obtido de <https://www.dge.mec.pt/enquadramento-7>
- Drummond, J. (2009). Understanding Interactive Systems. *Organised Sounds*, 124-133.
- Duker, S. (1962). Basics in Critical Listening. *The English Journal*, 565-567.
- Euronews. (28 de Abril de 2020). *Portugal*. Obtido de Euronews: <https://pt.euronews.com/2020/04/28/fim-do-estado-de-emergencia-em-portugal-no-dia-2>
- Fishkin, K. P. (2004). A Taxonomy For And Analysis Of Tangible Interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing*, 347-358.
- Gardner, W. G., & Martin, K. D. (1995). HRTF measurements of a KEMAR. *The Journal of the Acoustic Society of America*, 3907-3908.
- Ishii, H. (2008). Tagible Bits: Beyond Pixels. *TEI '08: Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 15-25). Bonn: ACM Press.
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms. *Proceedings of the ACM CHI 97 Human Factors in Computing Systems Conference* (pp. 234-241). Atlanta: ACM Press.
- Jordà, S., Kaltenbrunner, M., Geiger, G., & Bencina, R. (2005). The reacTable. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (pp. 579-582). Barcelona: Michigan Publishing.
- KEMAR. (s.d.). Obtido de <http://kemar.us/>
- Kountouras, S., & Zannos, I. (2017). Gestus: Teaching Soundscape Composition And Performance With A Tangible Interface. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* (pp. 336-341). Copenhaga: NIME.
- Krause, B. (2008). Anatomy of the Soundscape: Evolving Perspectives. *Journal of the Audio Engineering Society*, 73-80.
- Lopes, F., & Rodrigues, P. (2014). POLISphone: Creating And Performing with A Flexible Soundmap. *Music Technology meets Philosophy - From Digital Echos to Virtual Ethos: Joint Proceedings of the 40th International Computer Music Conference and the 11th Sound Computing Conference* (pp. 1719-1724). Grécia: Michigan Publishing.
- Lundsteen, S. (1966). Critical Listening: An experiment. *The Elementary School Journal*, 311-315.
- MacLean, A., & Smith, G. (2017). *Soundscape Generator*. Obtido de freesound labs: <https://labs.freesound.org/apps/soundscape-generator.html>
- Martin, K., & Bencina, R. (2007). reacTIVision: A Computer-Vision Framework for Table-Based Tangible Interaction. *TEI '07: Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 69-74). Baton Rouge: ACM Press.

- Murray-Browne, T. (2012). *Interactive Music: Balancing Creative Freedom With Musical Development*. (Doctoral Dissertation). Obtido de [http://timmb.com/pdf/murray-browne\\_phd\\_2012.pdf](http://timmb.com/pdf/murray-browne_phd_2012.pdf)
- Newton-Dunn, H., Nakano, H., & Gibson, J. (2003). Block Jam: A Tangible Interface for Interactive Music. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* (pp. 170-177). Montreal: NIME.
- Nielsen, J. (2005). *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Obtido de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Notícias. (9 de Abril de 2020). Obtido de República Portuguesa: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/noticia?i=terceiro-periodo-escolar-comeca-a-14-de-abril-sem-aulas-presenciais>
- Oliveros, P. (2005). *Deep Listening: A composer's Sound Practice*. Lincoln: Deep Listening Publications.
- O'Malley, C., & Fraser, D. S. (2004). *Literature Review in Learning*. Slough: Futurelab.
- Pessoa, M., Parauta, C., Luís, P., Corintha, I., & Bernardes, G. (2020). Examining Temporal Trends and Design Goals of Digital Music Instruments for Education in NIME: A Proposed Taxonomy. *Proceedings of the International Conference on the New Interfaces for Musical Expression*. Birmingham: NIME.
- Princic, L. (2008). *Abstractions*. Obtido de FLOSS Manuals: <http://write.flossmanuals.net/pure-data/abstractions/>
- Puckette, M. (1997). Pure Data. *International Computer Music Conference Proceedings*, 224-227.
- Puckette, M. (23 de Março de 2020). *Pure Data*. Obtido de Pure Data: <https://puredata.info/downloads/pure-data>
- Rowe, R. (1993). *Interactive Music Systems: Machine Listening and Composing*. Massachusetts: MIT Press.
- Sartori, I. (2013). *Barceloneta Sonora*. Obtido de freesound labs: <https://labs.freesound.org/educational/barceloneta-sonora.html>
- Schaeffer, P. (1966). *Traité Des Objects Musicaux*. Paris: SEUIL.
- Schafer, R. M. (1969). *The New Soundscape*. Ontario: Berandol Music Limited.
- Schafer, R. M. (1977). *Five Villages Soundscapes*. Vancouver: ARC Publications.
- Schafer, R. M. (1993). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Rochester: Destiny Books.
- Smalley, D. (1997). Spectromorphology: explaining sound-shapes. *Organised Sound*, 107-126.
- Sonoscopia Associação Cultural. (2012). *Ficha Técnica*. Obtido de PortoSonoro: <http://www.portosonoro.pt/projecto/ficha-tecnica/>
- Stigler, J. W. (1984). "Mental Abacus": The Effect of Abacus Training on Chinese Children's Mental Calculation. *Cognitive Psychology*, 145-176.

- Teixeira, P., Bernardes, G., & Davies, M. (2020). Fostering the database in audio production by affect soundscape retrieval. *Hidden Archives, Hidden Practices: Debates about Music-Making*. Aveiro: Universidade de Aveiro Editora.
- Truax, B. (2002). Genres and techniques of soundscape composition as developed at. *Organised Sounds*, 5-14.
- Truax, B. (2008). Soundscape Composition as Global Music: Electroacoustic Music as Soundscape. *Organised Sounds*, 103-109.
- Truax, B. (s.d.). *Soundscape Composition*. Obtido em 6 de Janeiro de 2020, de Simon Fraser University: <https://www.sfu.ca/~truax/scomp.html>
- Vogel, S. (2015). Tuning-In. *Contemporary Music Review*, 327-334.
- Westerkamp, H. (1974). Soundwalking. *Sound Heritage*.
- Wrightson, K. (1999). An Introduction to Acoustic Ecology. *Journal of Electroacoustic Music*, 10-13.

# 7. Anexos

## 7.1 Planificações

### 7.1.1 Sessão 1

#### PLANO DE SESSÃO

<b>Escola:</b> Escola básica <b>Avaliador:</b> Pedro Luís <b>Ano:</b> 4.º ano
<b>Nº da sessão:</b> 1   <b>Data:</b> Por definir   <b>Carga horária:</b> 45 minutos
<b>Tema:</b> Apresentação da aplicação e noções temporais
<b>Objetivos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Conhecer as duas partes principais da aplicação;</li><li>2. Distinguir o som do silêncio na aplicação;</li><li>3. Interpretar as diferentes densidades temporais do som;</li><li>4. Reconhecer os diferentes modos de audição e conceito de objeto sonoro de Schaeffer;</li><li>5. Explorar os diferentes comportamentos temporais da aplicação.</li></ol>
<b>Conteúdos a serem trabalhados:</b> Comportamentos temporais da aplicação
<b>Procedimento metodológico:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Apresentação: explicação do projeto, apresentação da aplicação e dos diferentes componentes, demonstração rápida;</li><li>2. Explicação do parâmetro <i>Continuous Sound</i>: Audição da continuidade do som enquanto existe interação com o objeto sonoro seguido de explicação;</li><li>3. Explicação do parâmetro <i>Discontinuous Sound</i>: Audição das alterações resultantes, mesmo existindo interação com o objeto sonoro, seguido de explicação;</li><li>4. Explicação do parâmetro <i>density</i>: Audição das alterações resultantes e explicação da sua ligação ao parâmetro <i>discontinuous sound</i>;</li><li>5. Noção de objeto sonoro: Ensino da definição de Schaeffer e explicação dos modos de audição;</li><li>6. Exploração: Alunos são convidados a explorar a aplicação, focando-se nas questões temporais;</li></ol>
<b>Estratégias/Recursos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exposição de conteúdos, atividade didática;</li><li>• Computador, <i>Pure Data</i>, projetor (se possível), colunas.</li></ul>
<b>Avaliação:</b> Observação direta

## 7.1.2 Sessão 2

### PLANO DE SESSÃO

<b>Escola:</b> Escola básica <b>Avaliador:</b> Pedro Luís <b>Ano:</b> 4.º ano
<b>Nº da sessão:</b> 2   <b>Data:</b> Por definir   <b>Carga horária:</b> 45 minutos
<b>Tema:</b> Noções espaciais e <i>soundscapes</i>
<b>Objetivos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar a posição do objeto sonoro;</li><li>2. Criar trajetórias;</li><li>3. Distinguir os elementos constituintes da <i>soundscape</i>;</li><li>4. Identificar os <i>soundmarks</i> presentes;</li><li>5. Explorar os diferentes comportamentos espaciais da aplicação.</li></ol>
<b>Conteúdos a serem trabalhados:</b> Comportamentos espaciais da aplicação, <i>soundscapes</i>
<b>Procedimento metodológico:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Explicação do objeto sonoro: Mostrar a representação do objeto sonoro escolhido na interface;</li><li>2. Explicação dos parâmetros das trajetórias: Visualização das alterações resultantes dos diferentes tipos de trajetória presentes na aplicação;</li><li>3. Explicação dos parâmetros de velocidade de trajetória: Visualização das alterações resultantes das mudanças de velocidade da trajetória;</li><li>4. Noção de <i>Soundscape</i>: Ensino dos elementos que a representam, segundo Schafer.</li><li>5. Exploração: Alunos são convidados a explorar a aplicação, focando-se nas questões espaciais, misturando-as com as noções temporais;</li></ol>
<b>Estratégias/Recursos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exposição de conteúdos, atividade didática;</li><li>• Computador, <i>Pure Data</i>, projetor (se possível), colunas.</li></ul>
<b>Avaliação:</b> Observação direta

### 7.1.3 Sessão 3

#### PLANO DE SESSÃO

<b>Escola:</b> Escola básica <b>Avaliador:</b> Pedro Luís <b>Ano:</b> 4.º ano
<b>Nº da sessão:</b> 3   <b>Data:</b> Por definir   <b>Carga horária:</b> 45 minutos
<b>Tema:</b> Questões e exploração da aplicação
<b>Objetivos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Acrescentar um novo objeto sonoro;</li><li>2. Utilizar todas as funcionalidades da aplicação;</li><li>3. Criar narrativas sonoras.</li></ol>
<b>Conteúdos a serem trabalhados:</b> Adição de novo objeto sonoro, criação de narrativas sonoras
<b>Procedimento metodológico:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Questões: Espaço reservado para que os alunos possam colocar questões que queiram sobre o projeto;</li><li>2. Acrescentar um novo objeto sonoro: Demonstração da adição de um objeto sonoro à escolha dos participantes;</li><li>3. Exploração: Alunos são convidados a explorar a aplicação na sua totalidade.</li><li>4. Registo de narrativa sonora: Os alunos registam as narrativas em papel e reproduzem na aplicação e vice-versa.</li></ol>
<b>Estratégias/Recursos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exposição de conteúdos, atividade didática;</li><li>• Computador, <i>Pure Data</i>, projetor (se possível), colunas; papel.</li></ul>
<b>Avaliação:</b> Observação direta

## 7.2 Modelo de avaliação heurística

### Avaliação Heurística da Soundin'Place

#### Requisitos:

Funciona com a versão 0.50 e mais recentes da versão *vanilla* do *Pure Data* que pode ser encontra em:

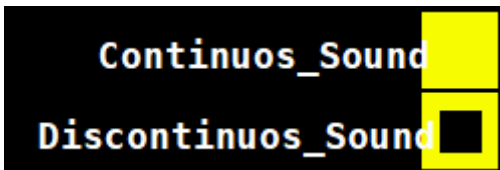
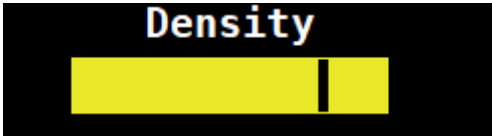
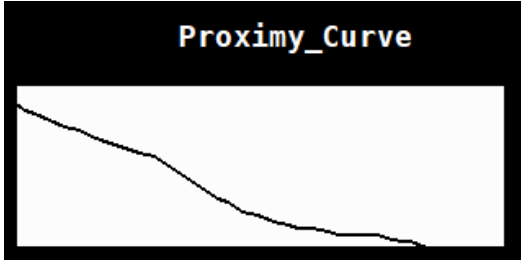
<https://puredata.info/downloads/pure-data>

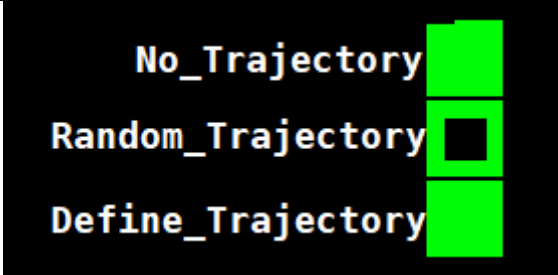
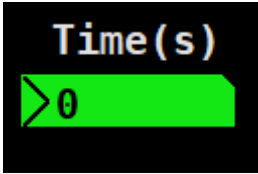
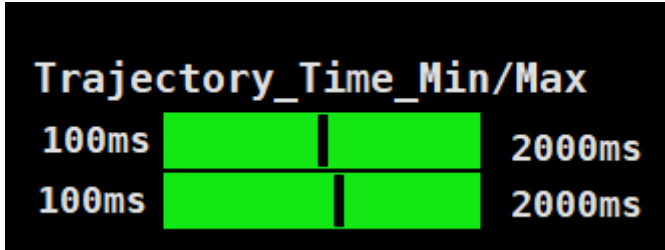


#### 1 - Descrição

A Soundin'Place é uma interface musical para criação de narrativas sonoras em contexto de aprendizagem, destinando-se entre os 8-10 anos (1.º ciclo), sendo a sua utilização em sala de aula. O seu objetivo é promover o desenvolvimento de uma escuta crítica e competências criativas em narrativas sonoras, a partir de aprendizagens (dizer quais são) de vários termos e conceitos relacionados com a aprendizagem musical.

#### 2 - Estratégias

Na interface, o utilizador encontrará diferentes formas de controlar cada objeto sonoro. Estes objetos sonoros são definidos previamente. Os parâmetros de cada objeto sonoro a ser controlados incluem:


<p><b>Continuous / Discontinuous Sound:</b> Pretende definir o comportamento do objeto sonoro no tempo sendo contínuo ou descontínuo. Método de seleção binário</p>	
<p><b>Density:</b> Pretende controlar o comportamento de cada objeto sonoro no tempo, medido em segundos</p>	
<p><b>Proximity Curve:</b> Este gráfico permite ao utilizador desenhar o volume do objeto sonoro em relação à sua distância. O eixo do Y representa o volume enquanto que o eixo X representa a distância do utilizador ao objeto sonoro. Com isto, o utilizador pode escolher o alcance de cada objeto sonoro</p>	

<p><b>No Trajectory / Random Trajectory / Define Trajectory:</b> Pretende controlar o tipo de movimento do objeto sonoro no espaço</p>	
<p><b>Time:</b> Controla a rapidez da trajetória da definida pelo utilizador (<i>define trajectory</i>), simulando a rapidez com que o objeto sonoro completa a sua trajetória</p>	
<p><b>Trajectory Time Min/Max:</b> Controla a velocidade da trajetória aleatória (<i>random trajectory</i>). O valor da velocidade vai ser aleatório entre o mínimo e o máximo selecionados</p>	
<p><b>Mute:</b> Desliga o som</p>	
<p><b>Gain:</b> Regula o volume</p>	

No geral, a interface pretende fomentar uma escuta crítica, desde interpretação, avaliação e resposta aos objetos sonoros e conceitos relacionados à criação de ambientes sonoros com sons pré-gravados.

### 3 – Lista de Tarefas

1. Verificar a consola do programa *Pure Data* aquando a abertura do patch, caso haja algum elemento que dê erro (mensagem a vermelho), reportar imediatamente;
2. Selecionar *Continuous Sound* e *Discontinuous Sound* do objeto sonoro “comboio”.
3. Jogar com os diferentes parâmetros de volume presentes: *Master Volume*; *Mute*; *Gain*.

4. Para ouvir o som do objeto sonoro, mexer com o objeto que simboliza o utilizador (ver figura 1) e aproximar do número corresponde ao objeto sonoro em questão. Este objeto tem também outra funcionalidade, se carregar no Shift e arrastar para cima e para baixo, a linha move-se para a esquerda e para a direita, simulando a orientação do utilizador.
- 
5. Colocar diferentes valores para o parâmetro *density*, para os diferentes objetos sonoros.
  6. Desenhar no parâmetro *proximity curve* que simbolize um som que se oiça longe e outro que se oiça apenas muito perto. Os objetos sonoros ficam à consideração do avaliador.
  7. Definir trajetórias para objetos sonoros que se adequem. ATENÇÃO, para desenhar uma trajetória tem de clicar na tecla “Shift” do lado esquerdo (Shift L) e arrastar o objeto sonoro desejado (*Define Trajectory*).
  8. Escolher um objeto sonoro para ter trajetórias aleatórias (*Random Trajectory*), e escolher dois pares diferentes de velocidade mínima/máxima.
  9. Ordenar os diferentes objetos sonoros pelo espaço.
  10. Testar se ao fechar e abrir o programa, as posições e parâmetros são os mesmos aquando o momento de fechar. ATENÇÃO, para gravar esses dados, é preciso gravar o patch (FILE → SAVE) ou (control + s).
  11. Adicionar um novo objeto sonoro. Para adicionar um objeto sonoro, tem de estar no modo de edição. Para isso acontecer (Edit → Edit Mode) ou (control + e). Depois, seleccionar (Put → Object) ou (control + 1). Irá aparecer uma caixa azul que vai seguir o rato. Coloque num sítio apropriado e escreva o seguinte (sound\_object nome.wav x). O nome corresponde ao nome do ficheiro, é aconselhado usar nomes curtos, e sem espaços entre palavras, caso o nome seja composto por mais que uma palavra. O x corresponde ao próximo objeto sonoro, ou seja, se já existirem 9 objetos sonoros, no lugar do x é colocado 10. De seguida deverá aparecer uma caixa como as outras já existentes. (Exemplo: sound\_object autocarro\_noite.wav 10)
  12. Explorar a aplicação livremente.

#### 4 - Lista de Heurísticas e Avaliação

### **H1 - Visibilidade e reconhecimento do estado do sistema:**

O sistema deve manter o utilizador informado, através de feedback apropriado dentro de um tempo razoável.

### **H2 - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real:**

O sistema deve usar linguagem familiares com o utilizador alvo. A informação deve aparecer de forma natural e lógica.

### **H3 - Controlo e liberdade do usuário:**

Por vezes, o utilizador escolhe funções por engano. O sistema deve oferecer uma forma fácil de sair da situação indesejada.

### **H4 - Consistência e padrões:**

O sistema deve ser consistente, mantendo as palavras, situações e ações, para que o utilizador tenha facilidade no seu reconhecimento.

### **H5 - Prevenção de erros:**

Evitar que o sistema tenha ações propensas a erros ou que, ao poder haver essa possibilidade, haja uma opção de confirmação antes de o utilizador poder realizar essa ação.

### **H6 - Reconhecimento ao invés de memorização:**

O utilizador não deve ter de se lembrar de informação. As instruções para o uso do sistema devem visíveis e de fácil acesso.

### **H7 - Flexibilidade e eficiência de uso:**

Deve poder ser usado tanto por utilizadores principiantes como utilizadores avançados, permitindo que cada utilizador possa criar as suas experiências.

### **H8 - Projeto estético minimalista:**

O sistema deve incluir apenas a informação necessária para facilitar o seu entendimento. Informação irrelevante ou que raramente é necessária deve ser descartada para não ocupar espaço à informação relevante.

### **H9 - Ajuda e documentação:**

Idealmente, o sistema não necessitará de documentação de ajuda. No entanto, caso seja preciso, essa informação deve ser de fácil acesso, focada nas tarefas do utilizador.

### **H10 – Motivação para aprendizagem:**

Medição de recursos inovadores que estimulam a aprendizagem. Determinar se existe mistura entre diversão e aprendizagem.

### H11 – Aprendizagem interativa:

De que forma o sistema usa interações baseadas no utilizador como jogos, simulações e como essas diferentes aplicações podem manter motivação.

### H12 – Aprendizagem personalizada:

Mede quão bem o utilizador pode personalizar o sistema para que este se adequa mais à sua estratégia de aprendizagem ou ensino, desenvolvendo o seu próprio ritmo.

### Sistema de classificação:

- 0 - Não considerado um problema de usabilidade;
- 1 - Problema estético, de baixa prioridade, pode ser **resolvido se houver tempo**;
- 2 - Pequeno problema de usabilidade, a resolução deve ser de **baixa prioridade**;
- 3 - Principal problema de usabilidade sendo importante corrigir. **Alta prioridade**;
- 4 - Catástrofe de usabilidade, **imperativo corrigir**.

Problema			Análise		Proposta de Solução
Nº problema	Localização do problema	Descrição do problema	Heurística não atendida	Estimativa de seriedade	Descrição da proposta de solução
1	Ex.: <i>density</i>	Ex.: Muita densidade para o espaço de tempo	Ex.: H2	Ex.:2	Ex.: Aumentar valor máximo
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

11					
12					
13					
14					

Nota: Acrescentar mais espaços, caso seja necessário

## 5 – Observações

Neste ponto, o avaliador pode elaborar de forma mais extensa algum assunto que tenha a acrescentar. Caso queira continuar algum ponto da tabela, pode colocar o número identificador e colocar um asterisco (\*) no ponto que vai ser continuado.

## 7.3 Avaliações Heurísticas

### 7.3.1 Avaliação Heurística 1

#### Avaliação Heurística da Soundin'Place

##### Requisitos:

Funciona com a versão 0.50 e mais recentes da versão *vanilla* do *Pure Data* que pode ser encontra em:

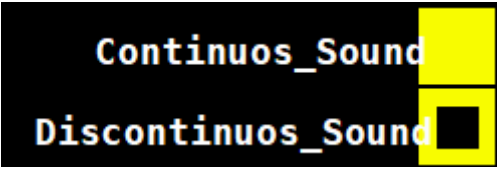
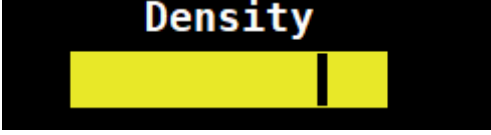
<https://puredata.info/downloads/pure-data>

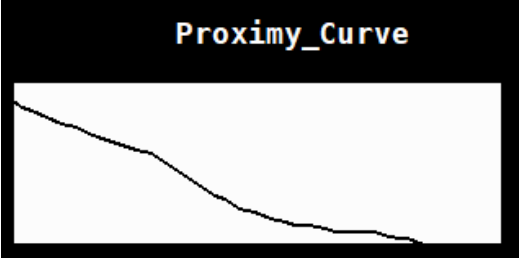
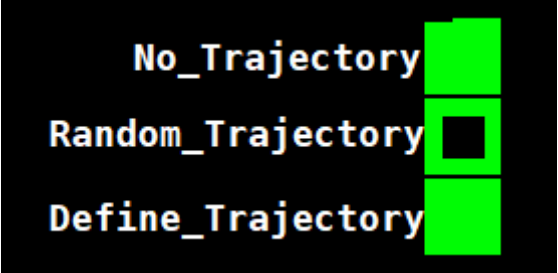
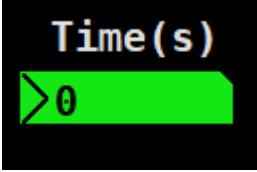
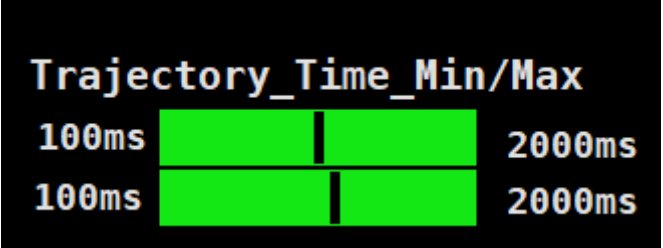


##### 1 - Descrição

A Soundin'Place é uma interface musical para criação de narrativas sonoras em contexto de aprendizagem, destinando-se entre os 8-10 anos (1.º ciclo), sendo a sua utilização em sala de aula. O seu objetivo é promover o desenvolvimento de uma escuta crítica e competências criativas em narrativas sonoras, a partir de aprendizagens (dizer quais são) de vários termos e conceitos relacionados com a aprendizagem musical.

##### 2 - Estratégias


Na interface, o utilizador encontrará diferentes formas de controlar cada objeto sonoro. Estes objetos sonoros são definidos previamente. Os parâmetros de cada objeto sonoro a ser controlados incluem:

<p><b>Continuous / Discontinuous</b> <b>Sound:</b> Pretende definir o comportamento do objeto sonoro no tempo sendo contínuo ou descontínuo. Método de seleção binário</p>	
<p><b>Density:</b> Pretende controlar o comportamento de cada objeto sonoro no tempo, medido em segundos</p>	

<p><b>Proximity Curve:</b> Este gráfico permite ao utilizador desenhar o volume do objeto sonoro em relação à sua distância. O eixo do Y representa o volume enquanto que o eixo X representa a distância do utilizador ao objeto sonoro. Com isto, o utilizador pode escolher o alcance de cada objeto sonoro</p>	
<p><b>No Trajectory / Random Trajectory / Define Trajectory:</b> Pretende controlar o tipo de movimento do objeto sonoro no espaço</p>	
<p><b>Time:</b> Controla a rapidez da trajetória da definida pelo utilizador (<i>define trajectory</i>), simulando a rapidez com que o objeto sonoro completa a sua trajetória</p>	
<p><b>Trajectory Time Min/Max:</b> Controla a velocidade da trajetória aleatória (<i>random trajectory</i>). O valor da velocidade vai ser aleatório entre o mínimo e o máximo seleccionados</p>	
<p><b>Mute:</b> Desliga o som</p>	
<p><b>Gain:</b> Regula o volume</p>	

No geral, a interface pretende fomentar uma escuta crítica, desde interpretação, avaliação e resposta aos objetos sonoros e conceitos relacionados à criação de ambientes sonoros com sons pré-gravados.

### 3 – Lista de Tarefas

1. Verificar a consola do programa *Pure Data* aquando a abertura do patch, caso haja algum elemento que dê erro (mensagem a vermelho), reportar imediatamente;
  2. Selecionar *Continuous Sound* e *Discontinuous Sound* do objeto sonoro “comboio”.
  3. Jogar com os diferentes parâmetros de volume presentes: *Master Volume*; *Mute*; *Gain*.
  4. Para ouvir o som do objeto sonoro, mexer com o objeto que simboliza o utilizador (ver figura 1) e aproximar do número corresponde ao objeto sonoro em questão. Este objeto tem também outra funcionalidade, se carregar no Shift e arrastar para cima e para baixo, a linha move-se para a esquerda e para a direita, simulando a orientação do utilizador.
- 
5. Colocar diferentes valores para o parâmetro *density*, para os diferentes objetos sonoros.
  6. Desenhar no parâmetro *proximity curve* que simbolize um som que se oiça longe e outro que se oiça apenas muito perto. Os objetos sonoros ficam à consideração do avaliador.
  7. Definir trajetórias para objetos sonoros que se adequem. ATENÇÃO, para desenhar uma trajetória tem de clicar na tecla “Shift” do lado esquerdo (Shift L) e arrastar o objeto sonoro desejado (*Define Trajectory*).
  8. Escolher um objeto sonoro para ter trajetórias aleatórias (*Random Trajectory*), e escolher dois pares diferentes de velocidade mínima/máxima.
  9. Ordenar os diferentes objetos sonoros pelo espaço.
  10. Testar se ao fechar e abrir o programa, as posições e parâmetros são os mesmos aquando o momento de fechar. ATENÇÃO, para gravar esses dados, é preciso gravar o patch (FILE → SAVE) ou (control + s).
  11. Adicionar um novo objeto sonoro. Para adicionar um objeto sonoro, tem de estar no modo de edição. Para isso acontecer (Edit → Edit Mode) ou (control +

e). Depois, selecionar (Put → Object) ou (control + 1). Irá aparecer uma caixa azul que vai seguir o rato. Coloque num sítio apropriado e escreva o seguinte (sound\_object nome.wav x). O nome corresponde ao nome do ficheiro, é aconselhado usar nomes curtos, e sem espaços entre palavras, caso o nome seja composto por mais que uma palavra. O x corresponde ao próximo objeto sonoro, ou seja, se já existirem 9 objetos sonoros, no lugar do x é colocado 10. De seguida deverá aparecer uma caixa como as outras já existentes. (Exemplo: sound\_object autocarro\_noite.wav 10)

**12. Explorar a aplicação livremente.**

#### **4 - Lista de Heurísticas e Avaliação**

##### **H1 - Visibilidade e reconhecimento do estado do sistema:**

O sistema deve manter o utilizador informado, através de feedback apropriado dentro de um tempo razoável.

##### **H2 - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real:**

O sistema deve usar linguagem familiares com o utilizador alvo. A informação deve aparecer de forma natural e lógica.

##### **H3 - Controlo e liberdade do usuário:**

Por vezes, o utilizador escolhe funções por engano. O sistema deve oferecer uma forma fácil de sair da situação indesejada.

##### **H4 - Consistência e padrões:**

O sistema deve ser consistente, mantendo as palavras, situações e ações, para que o utilizador tenha facilidade no seu reconhecimento.

##### **H5 - Prevenção de erros:**

Evitar que o sistema tenha ações propensas a erros ou que, ao poder haver essa possibilidade, haja uma opção de confirmação antes de o utilizador poder realizar essa ação.

##### **H6 - Reconhecimento ao invés de memorização:**

O utilizador não deve ter de se lembrar de informação. As instruções para o uso do sistema devem visíveis e de fácil acesso.

##### **H7 - Flexibilidade e eficiência de uso:**

Deve poder ser usado tanto por utilizadores principiantes como utilizadores avançados, permitindo que cada utilizador possa criar as suas experiências.

#### **H8 - Projeto estético minimalista:**

O sistema deve incluir apenas a informação necessária para facilitar o seu entendimento. Informação irrelevante ou que raramente é necessária deve ser descartada para não ocupar espaço à informação relevante.

#### **H9 - Ajuda e documentação:**

Idealmente, o sistema não necessitará de documentação de ajuda. No entanto, caso seja preciso, essa informação deve ser de fácil acesso, focada nas tarefas do utilizador.

#### **H10 – Motivação para aprendizagem:**

Medição de recursos inovadores que estimulam a aprendizagem. Determinar se existe mistura entre diversão e aprendizagem.

#### **H11 – Aprendizagem interativa:**

De que forma o sistema usa interações baseadas no utilizador como jogos, simulações e como essas diferentes aplicações podem manter motivação.

#### **H12 – Aprendizagem personalizada:**

Mede quão bem o utilizador pode personalizar o sistema para que este se adeque mais à sua estratégia de aprendizagem ou ensino, desenvolvendo o seu próprio ritmo.

#### **Sistema de classificação:**

- 0** - Não considerado um problema de usabilidade;
- 1** - Problema estético, de baixa prioridade, pode ser **resolvido se houver tempo**;
- 2** - Pequeno problema de usabilidade, a resolução deve ser de **baixa prioridade**;
- 3** - Principal problema de usabilidade sendo importante corrigir. **Alta prioridade**;
- 4** - Catástrofe de usabilidade, **imperativo corrigir**.

Problema			Análise		Proposta de Solução
Nº problema	Localização do problema	Descrição do problema	Heurística não atendida	Estimativa de seriedade	Descrição da proposta de solução
1	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Density</i> só visível quando em modo descontínuo	H9	0	Correção no texto de documentação
2	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Proximity Curve</i>	H9	0	Correção no texto de documentação

		medida em que unidade (m, cm, mm)?			
3	Secção 2 Estratégias	Clarificação do parâmetro <i>Trajectory</i> do espaço sonoro. Stereo, multicanal, 3D?	H9	0	Correção no texto de documentação
4	4 Tarefa	Dificuldade em perceber a relação entre o número que identifica o objecto sonoro e a sua relação com o elemento de interface volume	H1	1	Feedback visual do <i>meter</i> calado de forma a corresponder melhor às variações de volume.
5	5 Tarefa	Variação do parâmetro <i>Density</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
6	6 Tarefa	Variação do parâmetro <i>Proximity</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
7	8 Tarefa	Variação do parâmetro <i>Random Trajectories</i> sem efeito	H1	4	<i>bug</i> no programa? Falta de informação ao utilizador sobre o correcto procedimento?
8	9 Tarefa	Variação do objecto sonoro do campo virtual stereo (?) sem efeito	H2	3	Fazer refletir o movimento do objecto sonoro no espaço virtual com o espaço de escuta entre canal esquerdo e direito
9	10 Tarefa	Parametrização é memorizada pelo programa, no entanto o playback só acontece quando o utilizador clica no espaço virtual	H1	2	Correção no texto de documentação

10	Tarefa 11	Após a criação de um novo objecto sonoro o espaço virtual não é actualizado com o ID do novo evento	H1	3	Actualizar no LCD o ID do novo objecto sonoro
11	Tarefa 11	Novo objecto sonoro fica <i>linkado</i> ao som anterior. E.g., criei um novo objecto / identifiquei “sound_object caes.wav” / novo objecto sonoro “\$2.caes.wav” / ouço cães+avião	H1	3	Programar uma forma de quando o utilizador cria um novo evento dissociar do som anterior
12	Tarefa 12	Sendo uma aplicação para contexto de ensino o autor deveria considerar a utilização de informação em <i>bubbles</i> de forma a que o utilizador pudesse ser actualizado sobre qualquer acção no programa	H9	0 / 1	Associar a cada elemento do interface uma ajuda em <i>bubble</i>
13	Tarefa 12	Dado que algumas funcionalidades não consegui testar a eficiência da aplicação perdeu-se um pouco	H7	3	Resolvendo as propostas de solução para as Tarefas 6, 8 e 9 contribuirão para a solução da presente heurística
14					

Nota: Acrescentar mais espaços, caso seja necessário

## 5 – Observações

Neste ponto, o avaliador pode elaborar de forma mais extensa algum assunto que tenha a acrescentar. Caso queira continuar algum ponto da tabela, pode colocar o número identificador e colocar um asterisco (\*) no ponto que vai ser continuado.

Considero uma aplicação com bastante utilidade em contexto de ensino. O facto de o utilizador poder compor uma paisagem sonora parametrização a aplicação proposta pelo autor permite uma exploração do fenómeno da escuta de forma interativa e personalizada. Pena que alguns parâmetros fundamentais ao funcionamento da aplicação não pudesse ser testados. Terei total interesse assim que estes problemas estiverem resolvidos em fazer uma nova avaliação.

### 7.3.2 Avaliação Heurística 2

#### Avaliação Heurística da Soundin'Place

##### Requisitos:

Funciona com a versão 0.50 e mais recentes da versão *vanilla* do *Pure Data* que pode ser encontra em:

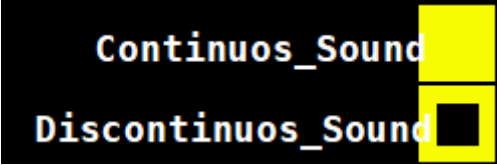
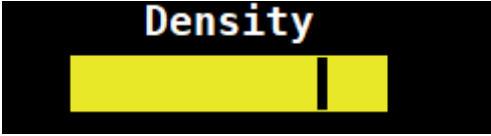
<https://puredata.info/downloads/pure-data>

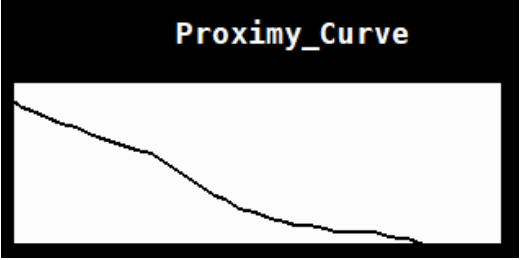
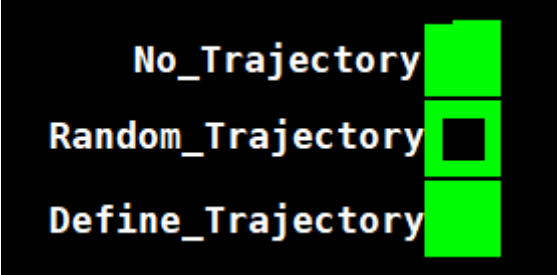
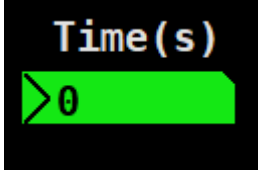
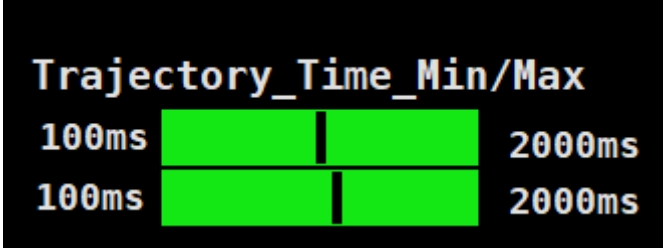


##### 1 - Descrição

A Soundin'Place é uma interface musical para criação de narrativas sonoras em contexto de aprendizagem, destinando-se entre os 8-10 anos (1.º ciclo), sendo a sua utilização em sala de aula. O seu objetivo é promover o desenvolvimento de uma escuta crítica e competências criativas em narrativas sonoras, a partir de aprendizagens (dizer quais são) de vários termos e conceitos relacionados com a aprendizagem musical.

##### 2 - Estratégias


Na interface, o utilizador encontrará diferentes formas de controlar cada objeto sonoro. Estes objetos sonoros são definidos previamente. Os parâmetros de cada objeto sonoro a ser controlados incluem:

<p><b>Continuous / Discontinuous Sound:</b> Pretende definir o comportamento do objeto sonoro no tempo sendo contínuo ou descontínuo. Método de seleção binário</p>	 <p>O diagrama mostra dois controles deslizantes em uma interface. O primeiro, rotulado 'Continuous_Sound', possui um botão amarelo na extremidade direita. O segundo, rotulado 'Discontinuous_Sound', possui um botão preto na extremidade direita.</p>
<p><b>Density:</b> Pretende controlar o comportamento de cada objeto sonoro no tempo, medido em segundos</p>	 <p>O diagrama mostra um controle deslizante horizontal em uma interface. O rótulo 'Density' está acima do controle. O controle consiste em uma barra amarela com uma linha vertical preta no meio, permitindo ajustar o valor.</p>

<p><b>Proximity Curve:</b> Este gráfico permite ao utilizador desenhar o volume do objeto sonoro em relação à sua distância. O eixo do Y representa o volume enquanto que o eixo X representa a distância do utilizador ao objeto sonoro. Com isto, o utilizador pode escolher o alcance de cada objeto sonoro</p>	
<p><b>No Trajectory / Random Trajectory / Define Trajectory:</b> Pretende controlar o tipo de movimento do objeto sonoro no espaço</p>	
<p><b>Time:</b> Controla a rapidez da trajetória da definida pelo utilizador (<i>define trajectory</i>), simulando a rapidez com que o objeto sonoro completa a sua trajetória</p>	
<p><b>Trajectory Time Min/Max:</b> Controla a velocidade da trajetória aleatória (<i>random trajectory</i>). O valor da velocidade vai ser aleatório entre o mínimo e o máximo seleccionados</p>	
<p><b>Mute:</b> Desliga o som</p>	
<p><b>Gain:</b> Regula o volume</p>	

No geral, a interface pretende fomentar uma escuta crítica, desde interpretação, avaliação e resposta aos objetos sonoros e conceitos relacionados à criação de ambientes sonoros com sons pré-gravados.

### 3 – Lista de Tarefas

13. Verificar a consola do programa *Pure Data* aquando a abertura do patch, caso haja algum elemento que dê erro (mensagem a vermelho), reportar imediatamente;
14. Selecionar *Continuous Sound* e *Discontinuous Sound* do objeto sonoro “comboio”.
15. Jogar com os diferentes parâmetros de volume presentes: *Master Volume*; *Mute*; *Gain*.
16. Para ouvir o som do objeto sonoro, mexer com o objeto que simboliza o utilizador (ver figura 1) e aproximar do número corresponde ao objeto sonoro em questão. Este objeto tem também outra funcionalidade, se carregar no Shift e arrastar para cima e para baixo, a linha move-se para a esquerda e para a direita, simulando a orientação do utilizador.
17. Colocar diferentes valores para o parâmetro *density*, para os diferentes objetos sonoros.
18. Desenhar no parâmetro *proximity curve* que simbolize um som que se oiça longe e outro que se oiça apenas muito perto. Os objetos sonoros ficam à consideração do avaliador.
19. Definir trajetórias para objetos sonoros que se adequem. ATENÇÃO, para desenhar uma trajetória tem de clicar na tecla “Shift” do lado esquerdo (Shift L) e arrastar o objeto sonoro desejado (*Define Trajectory*).
20. Escolher um objeto sonoro para ter trajetórias aleatórias (*Random Trajectory*), e escolher dois pares diferentes de velocidade mínima/máxima.
21. Ordenar os diferentes objetos sonoros pelo espaço.
22. Testar se ao fechar e abrir o programa, as posições e parâmetros são os mesmos aquando o momento de fechar. ATENÇÃO, para gravar esses dados, é preciso gravar o patch (FILE → SAVE) ou (control + s).
23. Adicionar um novo objeto sonoro. Para adicionar um objeto sonoro, tem de estar no modo de edição. Para isso acontecer (Edit → Edit Mode) ou (control +

e). Depois, selecionar (Put → Object) ou (control + 1). Irá aparecer uma caixa azul que vai seguir o rato. Coloque num sítio apropriado e escreva o seguinte (sound\_object nome.wav x). O nome corresponde ao nome do ficheiro, é aconselhado usar nomes curtos, e sem espaços entre palavras, caso o nome seja composto por mais que uma palavra. O x corresponde ao próximo objeto sonoro, ou seja, se já existirem 9 objetos sonoros, no lugar do x é colocado 10. De seguida deverá aparecer uma caixa como as outras já existentes. (Exemplo: sound\_object autocarro\_noite.wav 10)

**24.** Explorar a aplicação livremente.

#### **4 - Lista de Heurísticas e Avaliação**

##### **H1 - Visibilidade e reconhecimento do estado do sistema:**

O sistema deve manter o utilizador informado, através de feedback apropriado dentro de um tempo razoável.

##### **H2 - Compatibilidade entre o sistema e o mundo real:**

O sistema deve usar linguagem familiares com o utilizador alvo. A informação deve aparecer de forma natural e lógica.

##### **H3 - Controlo e liberdade do usuário:**

Por vezes, o utilizador escolhe funções por engano. O sistema deve oferecer uma forma fácil de sair da situação indesejada.

##### **H4 - Consistência e padrões:**

O sistema deve ser consistente, mantendo as palavras, situações e ações, para que o utilizador tenha facilidade no seu reconhecimento.

##### **H5 - Prevenção de erros:**

Evitar que o sistema tenha ações propensas a erros ou que, ao poder haver essa possibilidade, haja uma opção de confirmação antes de o utilizador poder realizar essa ação.

##### **H6 - Reconhecimento ao invés de memorização:**

O utilizador não deve ter de se lembrar de informação. As instruções para o uso do sistema devem visíveis e de fácil acesso.

##### **H7 - Flexibilidade e eficiência de uso:**

Deve poder ser usado tanto por utilizadores principiantes como utilizadores avançados, permitindo que cada utilizador possa criar as suas experiências.

#### **H8 - Projeto estético minimalista:**

O sistema deve incluir apenas a informação necessária para facilitar o seu entendimento. Informação irrelevante ou que raramente é necessária deve ser descartada para não ocupar espaço à informação relevante.

#### **H9 - Ajuda e documentação:**

Idealmente, o sistema não necessitará de documentação de ajuda. No entanto, caso seja preciso, essa informação deve ser de fácil acesso, focada nas tarefas do utilizador.

#### **H10 – Motivação para aprendizagem:**

Medição de recursos inovadores que estimulam a aprendizagem. Determinar se existe mistura entre diversão e aprendizagem.

#### **H11 – Aprendizagem interativa:**

De que forma o sistema usa interações baseadas no utilizador como jogos, simulações e como essas diferentes aplicações podem manter motivação.

#### **H12 – Aprendizagem personalizada:**

Mede quão bem o utilizador pode personalizar o sistema para que este se adeque mais à sua estratégia de aprendizagem ou ensino, desenvolvendo o seu próprio ritmo.

#### **Sistema de classificação:**

- 0** - Não considerado um problema de usabilidade;
- 1** - Problema estético, de baixa prioridade, pode ser **resolvido se houver tempo**;
- 2** - Pequeno problema de usabilidade, a resolução deve ser de **baixa prioridade**;
- 3** - Principal problema de usabilidade sendo importante corrigir. **Alta prioridade**;
- 4** - Catástrofe de usabilidade, **imperativo corrigir**.

Problema			Análise		Proposta de Solução
Nº problema	Localização do problema	Descrição do problema	Heurística não atendida	Estimativa de seriedade	Descrição da proposta de solução
1	Ex.: <i>density</i>	Ex.: Muita densidade para o espaço de tempo	Ex.: H2	Ex.:2	Ex.: Aumentar valor máximo
2	Master Volume	Barra Não é visível o suficiente para perceber que lá está	H1	2	Alterar Cor de fundo, talvez também com contornos para se perceber que está lá uma "caixa"

3	Ícone de "Pessoa"	Ao utilizar sem ler o "Help", dada também a localização aproximada ao "Master Volume", deu a entender que esse ícone era um Knob que controlava o volume. A minha primeira percepção foi de que era um bug , sendo que não dava para controlar o volume com esse knob, e de que estava móvel e não fixo.	H1	2	Talvez alterar o ícone para algo menos semelhante a algo reconhecido por utilizadores frequentes deste tipo de software - p.e. um ícone da parte superior de uma pessoa (cabeça e ombros) com algum indicativo de onde estaria a olhar (solução simples, uma seta, solução mais complexa, o ícone varia conforme a direção).
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Nota: Acrescentar mais espaços, caso seja necessário

## **5 – Observações**

Neste ponto, o avaliador pode elaborar de forma mais extensa algum assunto que tenha a acrescentar. Caso queira continuar algum ponto da tabela, pode colocar o número identificador e colocar um asterisco (\*) no ponto que vai ser continuado.

A aplicação está bastante interessante. Com o contínuo desenvolvimento, antevejo uma ferramenta bastante interessante também para outras aplicações, instalações interativas e até mesmo composição de obras ou design de som!