

UNIVERSIDADE ABERTA

UNIVERSIDADE DO ALGARVE



**MUNDOS VIRTUAIS E REALIDADE AUMENTADA – DESENVOLVIMENTO
E IMPLEMENTAÇÃO DE ARTEFACTOS DE MÉDIA-ARTE DIGITAL PARA O
ENSINO DE EDUCAÇÃO MUSICAL NO ENSINO BÁSICO**

José Duarte Cardoso Gomes

Doutoramento em Média-Arte Digital
(doutoramento em associação)



2016

UNIVERSIDADE ABERTA

UNIVERSIDADE DO ALGARVE



**MUNDOS VIRTUAIS E REALIDADE AUMENTADA – DESENVOLVIMENTO
E IMPLEMENTAÇÃO DE ARTEFACTOS DE MÉDIA-ARTE DIGITAL PARA O
ENSINO DE EDUCAÇÃO MUSICAL NO ENSINO BÁSICO**

José Duarte Cardoso Gomes

Doutoramento em Média-Arte Digital
(doutoramento em associação)



Tese orientada pelo Doutor Mauro Jorge Guerreiro Figueiredo e coorientada pela
Doutora Lúcia da Graça Domingues Amante

2016

Resumo

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), omnipresentes nas sociedades atuais, permitiram o alargamento dos contextos e momentos de aprendizagem, os quais se associaram às múltiplas fontes e recursos de aprendizagem, conduzindo a uma rede alargada de aprendizagens. Nos últimos anos adquiriram grande importância a internet e a *Web 2.0*. Neste contexto, as tecnologias de Mundos Virtuais (MV) e Realidade Aumentada (RA), apresentam-se como novos paradigmas de interação, envolvendo desafios e oportunidades únicas para os processos de ensino-aprendizagem

Este trabalho descreve uma investigação realizada no campo educacional, e pretende contribuir para uma melhor perceção dos contributos destas tecnologias na área disciplinar de Educação Musical (EM) no 2.º Ciclo do Ensino Básico, através do desenvolvimento e implementação de protótipos de recursos educativos baseados em MV e RA.

A modalidade de investigação seguiu os princípios da *Development Research* (DR), uma metodologia que determina a obtenção de dados empíricos sobre a efetividade dos protótipos, em conjunto com a filosofia preconizada no *Design Centrado no Utilizador* (DCU), através da qual se procura envolver os utilizadores no processo de desenvolvimento. A presente investigação é na sua essência um estudo descritivo, de natureza mista, envolvendo abordagens qualitativas e quantitativas, focando o desenvolvimento de recursos educativos digitais.

A partir dos resultados da investigação foi possível constatar que os professores de EM estão recetivos à utilização de recursos educativos baseados em MV e RA, que os alunos utilizam e valorizam computadores e dispositivos móveis, que os protótipos desenvolvidos cumprem com requisitos de usabilidade e têm um efeito positivo na aprendizagem. Finalmente, constata-se que os utilizadores percebem os recursos educativos como complementos simples e fáceis de aprender que gostariam de utilizar mais no futuro.

Palavras-chave: Mundos Virtuais, Realidade Aumentada, Educação Musical, Tecnologia Educativa, Ensino-aprendizagem.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICT), ubiquitous in today's societies, allowed the extension of the contexts and moments of learning, which are associated with multiple sources and learning resources, leading to an extensive network of learning. In recent years, the Web 2.0 and the internet acquired great importance. In this context, Virtual Worlds (VW) and Augmented Reality (AR) present not only challenges but unique opportunities for teaching and learning.

This dissertation describes an investigation in the educational field, and aims to contribute to a better perception of the contributions of these technologies in the Musical Education (ME) area, focusing the 2nd Cycle of basic education, by developing and implementing educational resources based in VW and AR technologies.

The research followed the principles of the Development Research (DR), a methodology that determines to obtain empirical data on the effectiveness of the prototypes, supported by a User-Centered Design (UCD) approach, a philosophy seeking to involve users in the development process. This research is, essentially, a descriptive mixed-nature study, involving qualitative and quantitative approaches focusing on the development of digital educational resources.

The results show that ME teachers are receptive to the use of artifacts based on VW and AR technologies, that students widely use and value computers and mobile devices, that the prototypes meet usability requirements and have positive effects on learning. Finally, users see the prototypes as resources easy to use and learn that they would like to use more in the future.

Keywords: Virtual worlds; augmented reality; music education; educational technology; learning and teaching

Dedicatória

Dedico este trabalho à Conceição e à minha família pelo incansável apoio e pelas horas não partilhadas.

Agradecimentos

Aos meus professores, por partilharem o seu saber e experiência.

Aos meus orientadores, Doutor Mauro Figueiredo e Doutora Lúcia Amante.

À Cristina, pela partilha dos projetos.

A todos os professores e alunos envolvidos neste projeto.

Índice Geral

Resumo	i
Abstract.....	ii
Dedicatória.....	iii
Agradecimentos	iv
Índice Geral	v
Índice de Figuras	x
Índice de Quadros.....	xv
Lista de Acrónimos e Abreviaturas	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Questões de investigação	6
1.2. Estrutura da investigação.....	7
2. Tecnologias e aprendizagem	11
2.1. <i>Software</i> educativo	11
2.2. Tecnologias educativas	12
2.2.1. Ensino Assistido por Computador.....	14
2.2.2. Micromundos.....	14
2.2.3. Simulações	15
2.2.4. Jogos.....	15
2.2.5. <i>Gamification</i>	18
2.2.6. Multimédia e hipermédia	20
2.2.7. Educação a distância.....	20
2.2.8. Mobile Learning	21
2.3. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia.....	22
2.4. Aprendizagem motivada	27

2.5.	Oportunidades	31
3.	Mundos Virtuais.....	37
3.1.	Introdução	37
3.2.	Mundos Virtuais	40
3.3.	Aplicações.....	42
3.4.	Plataformas	43
3.4.1.	Second Life	44
3.4.2.	Open Simulator	48
3.5.	Trabalho relacionado	50
3.6.	Oportunidades	64
4.	Realidade Aumentada.....	71
4.1.	Introdução	71
4.2.	Evolução e características	72
4.3.	Aplicações.....	74
4.4.	Trabalho relacionado	76
4.5.	Oportunidades	87
5.	Metodologia.....	93
5.1.	Opções metodológicas	93
5.2.	<i>Development Research</i>	95
5.3.	<i>Design</i> Centrado no Utilizador	100
5.4.	Descrição geral da população-alvo	103
5.5.	Etapas da investigação	103
5.6.	Etapa 1 - Investigação preliminar.....	103
5.6.1.	Objetivos gerais.....	103
5.7.	Investigação preliminar – professores	104
5.7.1.	Objetivos do estudo.....	104

5.7.2.	Métodos e técnicas de recolha de dados	104
5.7.3.	Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados	106
5.7.4.	Participantes	107
5.7.5.	Equipamento e material necessário	107
5.7.6.	Procedimentos	108
5.8.	Investigação preliminar – alunos	108
5.8.1.	Objetivos do estudo	108
5.8.2.	Métodos e técnicas de recolha de dados	110
5.8.3.	Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados	111
5.8.4.	Participantes	112
5.8.5.	Equipamento e material necessário	112
5.8.6.	Procedimentos	112
5.9.	Etapa 2 - Estudo de usabilidade	113
5.9.1.	Objetivos do estudo	113
5.9.2.	Métodos e técnicas de recolha de dados	113
5.9.3.	Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados	117
5.9.4.	Participantes	118
5.9.5.	Equipamento e material necessário	118
5.9.6.	Procedimentos	119
5.10.	Etapa 3 - Estudo Experimental	120
5.10.1.	Objetivos do Estudo	120
5.10.2.	Métodos e técnicas de recolha de dados	120
5.10.3.	Descrição dos métodos utilizados para o tratamento de dados	130
5.10.4.	Participantes.....	130
5.10.5.	Equipamento e material necessário	130
5.10.6.	Procedimentos	132

6.	Desenvolvimento dos protótipos	133
6.1.	Introdução	133
6.2.	Abordagem de desenvolvimento	136
6.3.	Mundo Virtual	139
6.3.1.	Introdução.....	139
6.3.2.	Conteúdos	140
6.3.3.	Estrutura	187
6.3.4.	Interações	189
6.4.	Experiências de Realidade Aumentada.....	192
6.4.1.	Introdução.....	192
6.4.2.	Abordagem de desenvolvimento.....	192
6.4.3.	Exposição interativa	193
6.4.4.	Peddy-paper.....	200
6.5.	Ferramentas de desenvolvimento	202
6.5.1.	Vivaty Studio	202
6.5.2.	Plataforma Aurasma	207
7.	Apresentação e Discussão de Resultados.....	213
7.1.	Investigação Preliminar - Professores.....	213
7.1.1.	Síntese dos Resultados	213
7.1.2.	Discussão dos Resultados	215
7.2.	Investigação Preliminar - Alunos.....	217
7.2.1.	Síntese dos Resultados	217
7.2.2.	Discussão dos Resultados	236
7.3.	Estudo de Usabilidade.....	239
7.3.1.	Síntese dos Resultados - Questionário	239
7.3.2.	Discussão dos Resultados - Questionário	246

7.3.3. Síntese dos Resultados – Observação	247
7.3.4. Discussão dos Resultados - Observação	248
7.4. Estudo Experimental	249
8. Conclusões	255
Bibliografia	263
Anexo I	275
Anexo II	281
Anexo III	289
Anexo IV	301
Anexo V	305
Anexo VI	311
Anexo VII	319
Anexo VIII	325
Anexo IX	329
Anexo X	333
Anexo XI	339
Anexo XII	343
Anexo XIII	349
Anexo XIV	353

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Tendências no desempenho em matemática e número de computadores nas escolas.....	4
Figura 2.1 - Princípio da Representação Múltipla: Os alunos aprendem melhor a partir da combinação de palavras e imagens do que apenas de palavras.....	24
Figura 2.2 - Princípio da Proximidade Espacial: Os alunos constroem melhores ligações quando o texto, narração ou imagem estão próximos.....	25
Figura 2.3 - Princípio das Diferenças Individuais - Alunos diferentes aprendem o mesmo conteúdo de modo diferente.....	26
Figura 3.1 - Sensorama, Head-mounted Display e Sketchpad de Ivan Sutherland	38
Figura 3.2 - Continuum realidade-virtualidade.....	39
Figura 3.3 - World of Warcraft.....	43
Figura 3.4 - SL, representação de um ambiente de ensino-aprendizagem virtual.....	45
Figura 3.5 - Características únicas e oportunidades de ambientes de aprendizagem 3-D.....	65
Figura 4.1 - “They Live”, de John Carpenter, 1988	71
Figura 5.1 - Pesquisa preditiva e de desenvolvimento, abordagens num ambiente de aprendizagem colaborativo	99
Figura 5.2 - Desenho experimental comparativo	122
Figura 5.3 - Seleção aleatória dos participantes num estudo	124
Figura 5.4 - Seleção aleatória do grupo de controlo e experimental	124
Figura 5.5 - Informação disponibilizada nas diferentes abordagens de ensino	126
Figura 5.6 - Recursos educativos tradicionais, manual escolar 100% Música, 5.º ano, Texto Editora.....	127
Figura 5.7 - Recursos educativos digitais, interface 3-D, Galeria Virtual.....	128
Figura 6.1 - Literacia em artes.....	134
Figura 6.2 - Idade Média, Adam de la Halle	145
Figura 6.3 - Idade Média, Afonso X.....	145
Figura 6.4 - Idade Média, Guillaume Dufay	146
Figura 6.5 - Idade Média, Guillaume de Machaut	146
Figura 6.6 - Idade Média, friso cronológico	147
Figura 6.7 - Idade Média, friso cronológico de instrumentos musicais.....	147

Figura 6.8 - Idade Média, tapeçaria de Bayeux e arte de falcoaria	148
Figura 6.9 - Idade Média, expositores	149
Figura 6.10 - Renascimento, Andrea Gabrielli	153
Figura 6.11 - Renascimento, Josquin des Prés.....	154
Figura 6.12 - Renascimento, Orlande de Lassus	154
Figura 6.13 - Renascimento, Giovanni Palestrina	154
Figura 6.14 - Renascimento, friso cronológico de compositores	155
Figura 6.15 - Renascimento, friso cronológico de instrumentos musicais.....	156
Figura 6.16 - Renascimento, pintura.....	156
Figura 6.17 - Renascimento, expositores.....	157
Figura 6.18 - Barroco, Tomaso Albinoni.....	161
Figura 6.19 - Barroco, Johann Sebastian Bach.....	162
Figura 6.20 - Barroco, Georg Friederich Haendel	162
Figura 6.21 - Barroco, Antonio Vivaldi	162
Figura 6.22 - Barroco, friso cronológico de compositores.....	163
Figura 6.23 - Barroco, friso cronológico de instrumentos musicais	164
Figura 6.24 - Barroco, pintura	164
Figura 6.25 - Barroco, expositores	165
Figura 6.26 - Clássico, Carl Philip Emanuel Bach.....	170
Figura 6.27 - Clássico, Ludwig van Beethoven	170
Figura 6.28 - Clássico, Franz Joseph Haydn.....	171
Figura 6.29 - Clássico, Wolfgang Amadeus Mozart	171
Figura 6.30 - Clássico, friso cronológico de compositores.....	172
Figura 6.31 - Clássico, friso cronológico de instrumentos musicais	172
Figura 6.32 - Clássico, pintura	173
Figura 6.33 - Clássico, expositores	174
Figura 6.34 - Romântico, Frédéric Chopin	177
Figura 6.35 - Romântico, Gaetano Donizzetti.....	178
Figura 6.36 - Romântico, Gioachino Rossini	178
Figura 6.37 - Romântico, Franz Schubert.....	178
Figura 6.38 - Romântico, friso cronológico de compositores.....	179
Figura 6.39 - Romântico, pintura	180

Figura 6.40 - Romântico, expositores	181
Figura 6.41 - Século XX, Alban Berg	184
Figura 6.42 - Século XX, Manuel de Falla	184
Figura 6.43 - Século XX, Carl Orff	185
Figura 6.44 - Século XX, Maurice Ravel.....	185
Figura 6.45 - Século XX, friso cronológico de compositores.....	186
Figura 6.46 - Século XX, pintura	187
Figura 6.47 - Galeria Virtual, planta do espaço virtual	188
Figura 6.48 - Galeria Virtual, expositores e zonas de exploração.....	189
Figura 6.49 - Interação: Abrir portas.....	190
Figura 6.50 - Interação, expositor central.....	190
Figura 6.51 - Interação, friso cronológico de compositores	190
Figura 6.52 - Interação, pinturas.....	191
Figura 6.53 - Interação, friso cronológico de instrumentos musicais.....	191
Figura 6.54 - Interação, visualização de um modelo 3-D de um instrumento musical	191
Figura 6.55 - Auras: Violino, interface	196
Figura 6.56 - Auras: Piano, interface.....	196
Figura 6.57 - Auras: Trompete, interface.....	196
Figura 6.58 - Auras: Compositores - friso cronológico, interface	197
Figura 6.59 - Auras: Benjamin Britten, interface	197
Figura 6.60 - Auras: Manuel de Falla, interface.....	197
Figura 6.61 - Auras: Carl Orff, interface	198
Figura 6.62 - Auras: Maurice Ravel, interface.....	198
Figura 6.63 - Interface da plataforma Hoppala	200
Figura 6.64 - Interface de navegação por georreferenciação suportada por realidade aumentada	201
Figura 6.65 - Interface do programa Vivaty Studio.....	205
Figura 7.1 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1, idade	217
Figura 7.2 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1.1, sexo	218
Figura 7.3 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1.2, ano de escolaridade	218
Figura 7.4 - Utilização do computador, Grupo 2, pergunta 2.1, local de acesso ao computador	219

Figura 7.5 - Utilização do computador, Grupo 3, pergunta 3, computador usado com mais frequência	220
Figura 7.6 - Utilização do computador, Grupo 3, pergunta 3.1, características	220
Figura 7.7 - Utilização do computador, Grupo 4, pergunta 4, atividades realizadas	221
Figura 7.8 - Utilização do computador, Grupo 4, pergunta 4.1, atividade favorita	222
Figura 7.9 - Utilização do computador, Grupo 5, pergunta 5, realização de trabalho escolar	222
Figura 7.10 - Utilização do computador, Grupo 5, pergunta 5.1, realização de outras atividades	223
Figura 7.11 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.1, interesse/satisfação	224
Figura 7.12 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.2, interesse/satisfação	224
Figura 7.13 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.3, interesse/satisfação	225
Figura 7.14 - Utilização do computador, declaração 6.4, valor/utilidade	225
Figura 7.15 - Utilização do computador, declaração 6.5, valor/utilidade	226
Figura 7.16 - Utilização do computador, declaração 6.6, valor/utilidade	226
Figura 7.17 - Utilização de dispositivos móveis, pergunta 7, locais de acesso	227
Figura 7.18 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 8, pergunta 8, dispositivos móveis utilizados com maior frequência	228
Figura 7.19 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 8, pergunta 8.1, características dos dispositivos móveis	228
Figura 7.20 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 9, pergunta 9, atividades realizadas nos dispositivos móveis	229
Figura 7.21 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 9, pergunta 9.1, atividades favoritas	230
Figura 7.22 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 10, pergunta 10, frequência de utilização para trabalho escolar	230
Figura 7.23 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 10, pergunta 10.1, frequência de utilização para outras atividades	231
Figura 7.24 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.1, interesse/satisfação	232
Figura 7.25 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.2, interesse/satisfação	232

Figura 7.26 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.3, interesse/satisfação	233
Figura 7.27 - Utilização de dispositivos móveis, declaração 11.4, valor/utilidade.....	233
Figura 7.28 - Utilização de dispositivos móveis, declaração 11.5, valor/utilidade.....	234
Figura 7.29 - Utilização do computador, declaração 6.6, valor/utilidade	235
Figura 7.30 - Utilização do computador e dispositivos móveis, comparação	235
Figura 7.31 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 1	239
Figura 7.32 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 2	240
Figura 7.33 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 4	241
Figura 7.34 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 8	241
Figura 7.35 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 3	242
Figura 7.36 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 7	243
Figura 7.37 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 10.....	243
Figura 7.38 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 5	244
Figura 7.39 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 6	244
Figura 7.40 - System Usability Scale, Galeria Virtual, declaração 9.....	245
Figura 7.41 - Usabilidade do MV e das experiências de RA, comparação das percepções dos alunos relativamente a satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem na utilização do recurso, funcionalidade/consistência e confiança	246
Figura 7.42 - Comparação dos pré-testes e pós-testes (ME - manual escolar), (MV - mundo virtual) e (RA - experiências de realidade aumentada)	251

Índice de Quadros

Quadro 1.1 - Comunicações e artigos de carater científico, publicadas entre 2013 e 2015.....	5
Quadro 1.2 - Questões de investigação e técnicas utilizadas para a recolha de dados.....	7
Quadro 2.1 - Classificação de Tecnologias Educativas (Means, 1993)	13
Quadro 2.2 - Modelo da Aprendizagem Motivada (Schunk, 2012, p. 357).....	29
Quadro 3.1 – Second Life, caraterísticas	45
Quadro 3.2 - Caraterísticas dos mundos virtuais Second Life e Open Simulator	49
Quadro 3.3 - Oportunidades e constrangimentos identificados nos MV 3-D enquanto suportes a processos de ensino-aprendizagem.....	65
Quadro 4.1 - Oportunidades e constrangimentos identificados relativamente à tecnologia de RA em contextos de ensino-aprendizagem	88
Quadro 5.1 - Questionário sobre a utilização de computadores e dispositivos móveis, grupos e itens.....	109
Quadro 5.2 - System Usability Scale, relação entre parâmetros avaliados e questões	117
Quadro 5.3 - Tipos de aleatorização	123
Quadro 5.4 - Síntese do estudo experimental.....	125
Quadro 5.5 – Método de ensino A	126
Quadro 5.6 – Recursos educativos baseados em MV.....	128
Quadro 5.7 - Recursos educativos baseados em RA	129
Quadro 5.8 - Estudo experimental, grupos e abordagens.....	130
Quadro 6.1 - Fases de desenvolvimento de um projeto multimédia (Vaughan, 2011)	137
Quadro 6.2 - Idade Média, conteúdos digitais	142
Quadro 6.3 - Renascimento, conteúdos digitais.....	149
Quadro 6.4 - Barroco, conteúdos digitais	158
Quadro 6.5 - Clássico, conteúdos digitais	166
Quadro 6.6 - Romântico, conteúdos digitais	174
Quadro 6.7 - Século XX, conteúdos digitais	181
Quadro 6.8 - Programas e ferramentas utilizados no desenvolvimento das experiências de realidade aumentada.....	193
Quadro 6.9 - Auras: Temas e conteúdos digitais	194
Quadro 6.10 - Ícones utilizados na interface das experiências de realidade aumentada.....	198

Quadro 6.11 - Programas de modelação 3-D de acesso livre.....	202
Quadro 6.12 - Programas de modelação 3-D comerciais	203
Quadro 6.13 - Plataformas de RA: Requisitos, ferramentas, potencial e constrangimentos	208
Quadro 7.1 - Participantes no estudo experimental	250
Quadro 7.2 - Descrição dos resultados dos pré-testes e dos pós-testes.....	250
Quadro 7.3 - Retorno dos participantes relativamente à experiência no mundo virtual Galeria Virtual.....	252
Quadro 7.4 - Retorno dos participantes relativamente às experiências de realidade aumentada	252

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

- 2-D - Bidimensional
- 3-D - Tridimensional
- CAD - *Computer-aided Drafting*
- CAVE - *Cave Automatic Virtual Environment*
- DM - Dispositivos de Computação Móvel
- DCU - *Design Centrado no Utilizador*
- DR - *Development Research*
- EM - Educação Musical
- HMD - *Head-mounted Display*
- IHC - Interação Homem-computador
- MV - Mundos Virtuais
- NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
- OS - Open Simulator
- RA - Realidade Aumentada
- RV - Realidade Virtual
- SL - Second Life
- TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação
- VIEW - *Virtual Interface Environment Workstation*
- WAN - *Wide Area Networks*

1. Introdução

Tradicionalmente, o ensino tem contado com o apoio de inúmeros materiais de suporte aos processos de ensino-aprendizagem. Estes artefactos são vulgarmente designados como recursos educativos, recursos didáticos ou didático-pedagógicos¹. Atualmente, no contexto do sistema educativo português, no que concerne ao 2.º Ciclo do Ensino Básico, o principal recurso de aprendizagem, quer em contexto de ensino formal ou informal, é o manual escolar.

O manual escolar, elaborado de acordo com as metas curriculares da disciplina é geralmente acompanhado por um caderno de atividades para os alunos e um CD² ou DVD-ROM³ com recursos digitais multimédia para o professor. A maioria das editoras facultam o acesso a conteúdos digitais *online* a professores ou alunos, denotando um investimento considerável no desenvolvimento deste tipo de recursos.

No caso específico da disciplina de Educação Musical (EM) os conteúdos e metas curriculares definidos pelo Ministério da Educação requerem uma abordagem teórico-prática: O processo de ensino-aprendizagem envolve, não só o domínio de conceitos teóricos, mas também o desenvolvimento de competências auditivas, estéticas e práticas para as quais os recursos multimédia são fundamentais.

Sendo o ensino da música um campo educacional com características bem definidas importa refletir sobre a aplicação das tecnologias como suportes ao ensino de EM.

Schramm (2009) sugere que uma discussão sobre os objetivos que podem nortear o processo de ensino da música pode começar pelo próprio adjetivo empregado: Educação Musical refere-se a educar por meio da música ou educar em música? O que se entende e o que se pretende com esta educação musical são aspetos decisivos do tipo de tecnologia a ser utilizada. Neste contexto, deparamo-nos com dicotomias típicas de toda a literatura da área, discutida por autores desde Platão, passando por Rousseau e chegando a contemporâneos como Gardner (1995) e Swanwick (2003). Da leitura das suas ideias pode inferir-se que para

¹ No âmbito desta investigação utilizaremos o termo “recursos educativos”.

² *Compact Disc* (CD).

³ *Digital Versatile Disc – Read Only Memory* (DVD-ROM)

esses e outros autores, os processos de ensinar e aprender Música se debatem entre focos como:

(a) Performance (habilidade de tocar, compor cantar, improvisar) versus Consumo ou Apreciação (conhecer e compreender sobre música: história, análise, estilos, teoria, conceitos, relações culturais).

(b) Ludicidade versus Cognição versus Formação do caráter.

(c) Modalidade presencial versus modalidade a distância.

(d) Fase ideal na infância versus formação tardia e continuada.

Na caso concreto da EM, tal como em outras áreas curriculares, os processos de ensino-aprendizagem debatem-se na atualidade com mudanças decorrentes da infusão de tecnologia no ensino, pelo que urge encontrar novas formas, meios e suportes educativos adequados a estes processos, nos quais a tecnologia adquire um papel cada vez mais significativo. Aspera e Hernández (2011) sugerem que o desenvolvimento de recursos pedagógicos que integrem as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) poderá contribuir para implementar formas inovadoras de comunicação multissensorial efetivas em ambientes de aprendizagem.

Paralelamente, os alunos atuais, enquanto atores fundamentais no sistema educativo, encaram a tecnologia de computadores como parte do seu quotidiano. A massificação do uso da internet, dos computadores, dos dispositivos de computação móvel (DCM), a interatividade e a linguagem digital são apenas alguns dos exemplos desta revolução, que se alarga a todos os setores da sociedade, muito em particular no campo educacional. Estas mudanças sentem-se com especial intensidade nas novas gerações, já que, para elas, esta é a forma de comunicação mais natural, pois nunca conheceram um mundo sem este progresso (Martín, 2012).

No início dos anos de 1990, van den Akker, Keursten, e Plomp (1992) constatavam que, apesar de inúmeras iniciativas locais e nacionais, a utilização do computador nas práticas educacionais era escassa. Segundos os autores, apesar de o número de computadores ter aumentado consideravelmente não se verificavam progressos visíveis: poucos professores

utilizavam, o *software* era frequentemente limitado a exercícios de *drill and practice* e o enquadramento com os currículos era pobre.

Após mais de duas décadas entre esta constatação e a atualidade, o relatório *Students, Computers and Learning* (2015, pp. 3–4) propõe-se a descobrir como os alunos do século XXI acedem e usam as TIC e os dispositivos computacionais atuais.

No prefácio do relatório, constata-se que as TIC revolucionaram todos os aspetos da nossa vida e trabalho. Neste quadro, os alunos incapazes de navegarem através de uma complexa paisagem digital, não serão capazes de participarem plenamente na vida económica, social e cultural que os rodeia. Assim, os responsáveis pela educação dos atuais alunos “ligados” são confrontados com inúmeros desafios, desde a sobrecarga de informação, a plágios e a necessidade de protegerem as crianças dos riscos que podem ocorrer *online*, como fraudes, violações de privacidade, *bulliying*, mantendo uma dieta apropriada de *medias*.

O relatório apresenta uma investigação realizada a nível internacional sobre competências digitais e ambientes de aprendizagem. A análise dos resultados revela que a realidade nas escolas não acompanhou as promessas da tecnologia. Em 2012, 96% dos alunos com 15 anos nos países da OCDE declararam ter um computador em casa, mas apenas 72% utilizavam na escola o computador, o computador portátil ou o *tablet*, e em alguns países menos do que um em cada dois utilizam estes dispositivos. Por outro lado, mesmo quando os computadores são utilizados em contexto de sala de aula, o seu impacto na *performance* dos alunos é modesto, na melhor das hipóteses: alunos que utilizam moderadamente o computador na escola têm resultados ligeiramente melhores do que os que usam os computadores raramente. Contudo, alunos que utilizam o computador com muita frequência na escola apresentam resultados piores na maior parte das aprendizagens, independentemente do meio social e aspetos demográficos. Os resultados mostram ainda que não se verificam melhorias significativas na leitura, matemática, ou ciência nos países que investiram fortemente nas TIC para a educação. Simultaneamente, constata-se que a tecnologia é de pouco valor no nivelamento entre alunos favorecidos e desfavorecidos.

A Figura 1.1 ilustra as tendências no desempenho em matemática e o número de computadores nas escolas de todos os países e economias e dos países da OCDE. No caso

concreto de Portugal, verifica-se que se posiciona dentro do número expectável de computadores por aluno, revelando uma tendência positiva relativamente aos resultados no desempenho de matemática.

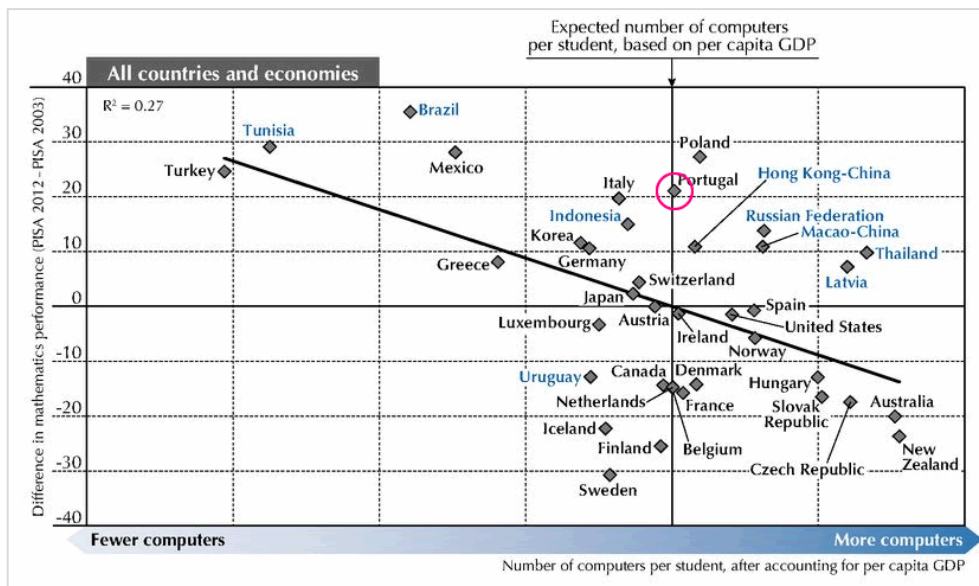


Figura 1.1 - Tendências no desempenho em matemática e número de computadores nas escolas⁴

Uma das interpretações destes resultados decepcionantes é que a construção de compreensão de conceitos e processos cognitivos de ordem superior requerem intensas interações professor-aluno e a tecnologia pode distrair desta valiosa interação humana. Outra interpretação é que ainda não são utilizadas adequadamente as pedagogias que aproveitam o melhor das tecnologias. Utilizar tecnologias do século XXI para implementar práticas do século XX apenas contribuirá para diluir a eficácia da tecnologia.

O prefácio do relatório refere:

Se os alunos utilizam os *smartphones* para copiar e colar respostas pré-fabricadas às perguntas, é muito improvável que os ajude a ficar mais espertos. Se queremos que os alunos fiquem mais espertos ao utilizar um *smartphone*, é necessário pensar melhor sobre as pedagogias que estamos a utilizar

⁴ Fonte: Figura transcrita de OECD (2015, p. 151).

para os ensinar. A tecnologia pode amplificar um excelente ensino, mas uma excelente tecnologia não pode substituir um ensino pobre ”.

(OECD, 2015, p. 15)

No âmbito deste enquadramento, julga-se relevante saber “como os mecanismos de aprendizagem podem ser potenciados pela tecnologia, como as práticas educacionais básicas podem ser alteradas, ou como conceber programas educativos para contextos pedagógicos específicos” (Tchounikine, 2011, p. 3).

Os protótipos de MV e RA são uma evolução do CD-ROM Musicalis⁵, publicado em 2005 pela Porto Editora e utilizam a extensa base de conhecimento desenvolvida para a aplicação na área da História da Música, da musicologia e dos conteúdos curriculares de EM.

A presente investigação é na sua essência um estudo descritivo, de natureza mista, envolvendo abordagens qualitativas e quantitativas, focando o desenvolvimento e implementação de protótipos de recursos educativos digitais baseados nas tecnologias de MV e RA.

O trabalho envolveu um conjunto de experiências e abordagens que foram descritas em publicações de carácter científico.

O Quadro 1.1 enumera as publicações segundo uma sequência cronológica.

Quadro 1.1 - *Comunicações e artigos de caráter científico, publicadas entre 2013 e 2015*

Comunicações e artigos publicados entre 2013 e 2015

Figueiredo, M. J. G., Gomes, J. D. C., & Gomes, C. M. C. (2013). Creating learning activities using Augmented Reality tools. *2nd Experiment@International Conference - Online Experimentation*. University of Coimbra.

Figueiredo, M., Gomes, J., Gomes, C., & Lopes, J. (2014). Augmented Reality tools and learning practice in mobile-learning. *HCI International 2014 16th International Conference on Human-Computer Interaction*. Creta Maris, Heraklion, Crete, Greece.

(continua)

⁵ Autores da publicação: José Duarte Gomes e Cristina Cardoso Gomes.

Quadro 1.1 (continuação)

Comunicações e artigos publicados entre 2013 e 2015

Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., & Amante, L. da G. C. D. (2014a). Musical Journey: A virtual world gamification experience for music learning. (E. Journal, Ed.) *EduRE'14 Virtual Conference*.

Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., & Amante, L. da G. D. (2014). *Projeto Galeria Musical Virtual: Um mundo virtual focando os Períodos Estéticos da História da Música*. INVISIBILIDADES – Revista Ibero-Americana de Pesquisa em Educação, Cultura e Artes.

Gomes, J. D. C., & Figueiredo, M. J. G. (2014). Desenvolvimento de recursos educativos em Mundos virtuais. *WCCA 2014 World Congress on Communication and Arts*. Vila Real, Portugal.

Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., Amante, L. da G. D., & Gomes, C. M. C. (2014). Musical peddy-paper: a collaborative learning activity supported by Augmented Reality. *CELDA 2014 – 11th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*. Vila Nova de Gaia, Portugal.

Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., Amante, L. da G. D., & Gomes, C. M. C. (2015). Augmented Reality Exhibition Depicting the Aesthetic Periods of Music History. *Artech 2015*. Óbidos.

1.1. Questões de investigação

A presente investigação, focando o desenvolvimento e implementação de recursos educativos digitais baseados nas tecnologias de MV e RA visa conhecer o nível de utilização destes artefactos e efeitos da sua aplicação em contexto educativo formal, na disciplina de Educação Musical, ao nível do 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Em função destes objetivos foram elaboradas as questões de investigação às quais se procurou responder a partir de uma revisão de literatura de um estudo empírico.

As questões de investigação às quais se procurará dar resposta são as seguintes:

1. Quais as atitudes dos professores de EM perante recursos educativos baseados em MV e RA?

2. Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os computadores e os dispositivos de computação móvel, e quais são as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos?
3. Como reagem os alunos aos protótipos no que concerne a parâmetros de usabilidade?
4. Que efeitos decorrem da utilização de recursos educativos baseados nas tecnologias de MV e RA na aprendizagem, a nível da aquisição e retenção de conhecimento?

O Quadro 1.2 sintetiza as questões de investigação as técnicas utilizadas para a recolha de dados:

Quadro 1.2 - *Questões de investigação e técnicas utilizadas para a recolha de dados*

Questões de investigação	Técnica
1. Quais as atitudes dos professores de EM perante recursos educativos baseados em MV e RA?	Entrevista semiestruturada.
2. Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os computadores e os dispositivos de computação móvel, e quais são as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos?	Questionário.
3. Como reagem os alunos aos protótipos no que concerne a parâmetros de usabilidade?	Questionário/Observação direta.
4. Que efeitos decorrem da utilização de recursos educativos baseados nas tecnologias de MV e RA na aprendizagem, a nível da aquisição e retenção de conhecimento?	Estudo experimental.

1.2. Estrutura da investigação

A tese organiza-se em duas partes, respetivamente, Enquadramento Teórico e Estudo Empírico, ao longo de oito capítulos, subdivididos por subcapítulos e seções. O enquadramento teórico compreende os capítulos um a quatro, respetivamente: Introdução,

Tecnologias e aprendizagem, Mundos Virtuais e Realidade Aumentada. O estudo empírico compreende os capítulos cinco a oito, respetivamente: Metodologia, Desenvolvimento dos Protótipos, Apresentação e Discussão de Resultados e Conclusões.

No primeiro capítulo, - Introdução -, apresentam-se argumentos relacionados com o interesse e a pertinência da investigação, as questões de investigação, os métodos e técnicas utilizados para a recolha de dados e, finalmente, a estrutura da tese.

O segundo capítulo, - Tecnologia e aprendizagem -, apresenta os conceitos relacionados com a utilização de tecnologias educativas e aborda os seus efeitos nos processos de ensino aprendizagem, focando a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM) e o conceito de aprendizagem motivada.

No terceiro capítulo, - Mundos Virtuais -, introduz-se a tecnologia de MV, focando a sua origem, evolução e características, bem como as suas potencialidades de aplicação em contextos educativos. Finalizamos com a apresentação de um conjunto de estudos focando a aplicação desta tecnologia em contextos de ensino-aprendizagem e uma síntese das oportunidades e constrangimentos inerentes à utilização de MV com finalidade educacional.

No quarto capítulo, - Realidade Aumentada -, introduz-se a tecnologia de RA, focando a sua evolução, características e as suas potencialidades de aplicação em contextos educativos. O capítulo apresenta estudos relevantes focando a aplicação de RA em situações de ensino-aprendizagem e uma síntese das oportunidades e constrangimentos relativamente à utilização da tecnologia.

No quinto capítulo, - Metodologia -, apresentam-se as opções metodológicas sob as quais a investigação se orientou, nomeadamente a DR e o DCU. Caracteriza-se a população-alvo e apresentam-se as etapas da investigação, concretamente, a investigação preliminar, o estudo de usabilidade e o estudo experimental.

No sexto capítulo, - Desenvolvimento dos protótipos -, descreve-se o desenvolvimento dos protótipos elaborados para a corrente investigação bem como os conteúdos e recursos educativos elaborados para esse fim. São apresentadas as ferramentas de desenvolvimento utilizadas na criação dos protótipos.

O sétimo capítulo, - Apresentação e Discussão de Resultados -, apresenta os resultados obtidos bem como a sua análise e discussão relativamente à revisão de literatura.

Finalmente, no capítulo oito, - Conclusões -, apresenta-se a síntese da investigação, as conclusões e as reflexões finais, focando ainda as limitações do estudo e as possibilidades de trabalho futuro.

2. Tecnologias e aprendizagem

No capítulo 2 – Tecnologias e aprendizagens -, aborda-se o conceito de *software*⁶ educativo, as tecnologias educativas, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM) e a noção de aprendizagem motivada. O capítulo encerra com uma introdução ao conceito de *affordances* e uma síntese das oportunidades proporcionadas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nos contextos de ensino-aprendizagem.

O subcapítulo 2.1 introduz a noção de *software* educativo e algumas das suas funções. O subcapítulo 2.2 apresenta algumas das principais tecnologias educativas e ambientes de aprendizagem subjacentes, desde o Ensino Assistido por Computador (EAC) ao *Mobile Learning*. O subcapítulo 2.3 introduz a TCAM e sintetiza o seu potencial para o ensino-aprendizagem. No subcapítulo 2.4 contextualiza-se a importância das aprendizagens motivadas e, finalmente, no subcapítulo 2.5 são sintetizadas as principais oportunidades proporcionadas pelas TIC para os processos de ensino-aprendizagem.

2.1. *Software* educativo

A utilização de recursos didático-pedagógicos visa preencher as lacunas do ensino tradicional, expor os conteúdos curriculares de formas diferenciadas e simultaneamente envolver os alunos nos processos de ensino-aprendizagem (Castoldi & Polinarski, 2009).

O *software* educativo é uma das vertentes das tecnologias educativas e funciona como um interface homem-máquina. É através dele que se disponibilizam os recursos educativos a utilizar nos contextos de ensino aprendizagem mediados por tecnologia de computadores. De acordo com Ortega e Sierra (2010, pp. 106–107) o *software* educativo tem uma estrutura geral comum, com as seguintes características básicas:

- Têm uma finalidade didática;
- Utilizam o computador como suporte onde os utilizadores realizam as atividades propostas;

⁶ O termo refere-se a programas ou aplicações que gerem o computador.

- São interativos: Permitem um diálogo e um intercâmbio de informações entre o computador e os utilizadores;
- Individualizam o trabalho dos utilizadores;
- São amigáveis: Podem utilizar-se tendo apenas conhecimentos básicos e são fáceis de usar.

No contexto atual, Ramos (2011, p. 12) observa que a noção de conteúdo educativo continua em mutação, decorrente não só dos avanços dos saberes científicos, mas também pelo impulso do desenvolvimento tecnológico. Segundo o autor, a “consequência mais importante será talvez a emergência de novos territórios nos domínios dos conteúdos e recursos educativos digitais, novos conceitos, novas ferramentas de produção e novos produtores”.

2.2. Tecnologias educativas

As tecnologias educativas não são unicamente tecnologias, mas combinações complexas de *hardware*⁷ e *software*. Estas tecnologias podem utilizar combinações de áudio, dados, gráficos, vídeo ou texto (multimédia) e envolver programação. Embora as aplicações de tecnologia em contextos educativos sejam frequentemente caracterizadas pela componente de *hardware* mais evidente (por exemplo, computador/*smartphone*⁸/*tablet*), de um ponto de vista educacional, a natureza do ensino é mais importante que o dispositivo que a facilita. De acordo com Means (1993), as várias aplicações da tecnologia em contextos de ensino-aprendizagem, podem ser categorizadas de acordo com a sua utilização, nomeadamente: tutoriais, exploratórias, aplicações e comunicação.

O Quadro 2.1 sintetiza esta classificação de tecnologias educativas:

⁷ O termo *hardware* refere-se à componente física do computador.

⁸ Termo associado à tradução livre do inglês como “telefone inteligente”. Designa um dispositivo de comunicações com funcionalidades avançadas e possibilidade de executar programas baseados num sistema operativo.

Quadro 2.1 - *Classificação de Tecnologias Educativas* (Means, 1993)

Categoria	Definição	Exemplos
Tutoriais	Sistemas desenhados para ensinar, proporcionando informação, demonstrações ou simulações numa sequência determinada pelo sistema.	Ensino Assistido por Computador (EAC) EAC inteligente Televisão (programas educativos) Alguns vídeo-discos/sistemas multimédia.
Exploratórias	Sistemas desenhados para facilitar a aprendizagem, proporcionando informação, demonstrações ou simulações, quando solicitadas pelo aluno.	Laboratórios baseados em computadores Micromundos/simulações Alguns vídeo-discos/sistemas multimédia.
Aplicações	Ferramentas de uso geral para a realização de tarefas como composição, Armazenamento de dados ou análise de dados.	<i>Software</i> de processamento de texto <i>Software de folha de cálculo</i> Software de bases de dados Sistemas de <i>desktop publishing</i> Equipamento para gravação e edição de vídeo.
Comunicação	Sistemas que permitem a grupos de professores e alunos enviar/receber informação e dados através de redes e outras tecnologias.	Redes de dados locais Redes de dados remotas Ensino a distância interativo.

2.2.1. Ensino Assistido por Computador

De acordo com Jonassen, Gonçalves, Fradão, e Soares (2007), o Ensino Assistido por Computador (EAC) remonta às décadas de 1970/1980 e, até ser suplantado pela internet, foi a aplicação mais comum da aprendizagem da informática nas escolas, apoiado em programas de repetição e treino (*drill and practice*). O EAC é frequentemente utilizado para exercícios e tutoriais, os quais dão um retorno aos alunos baseado nas suas respostas. O EAC incorporou formas mais sofisticadas, como os tutoriais e os tutoriais inteligentes. As aplicações baseadas nestas formas procuravam dar resposta às diferenças individuais nas aprendizagens e personalizar o processo de ensino, incluindo, por exemplo, estratégias de orientação (objetivos, organizadores avançados, perspetivas gerais, sumários) e personalização (por exemplo, identificar o aluno pelo nome).

Contudo, Jonassen et al. (2007, p. 17) notam que o princípio behaviorista no qual estes exercícios se baseiam “não apoia e muito menos proporciona o pensamento complexo necessário para uma aprendizagem significativa”. Apesar das suas limitações, segundo Schunk (2012), algumas das suas características enraizaram-se profundamente na teoria e pesquisa de aprendizagem. A possibilidade de personalização, uma vantagem reconhecida do EAC, pode gerar um rendimento acrescido e uma melhor perceção dos significados para os alunos.

2.2.2. Micromundos

O termo micromundo remonta a Papert (1980) que o utilizou para descrever ambientes de aprendizagem exploratórios que utilizavam tartarugas LOGO para aprender princípios de geometria. Jonassen et al. (2007) sugerem que os micromundos, enquanto espaços de exploração e experimentação representam oportunidades importantes nos contextos de ensino-aprendizagem. Nem todos os micromundos permitem que os alunos construam os seus próprios espaços exploratórios como o LOGO, contudo, permitem que os alunos representem o seu próprio pensamento explorando, manipulando e experimentando o ambiente. Os micromundos podem assumir diferentes formas em diferentes áreas do conhecimento e são encarados como ambientes exploratórios de aprendizagem, espaços de

descobertas e simulações delimitadas do mundo real, nos quais os alunos podem navegar, manipular/criar objetos e testar os seus efeitos.

2.2.3. Simulações

As simulações representam situações reais ou imaginárias que não podem ser trazidas para o ambiente de aprendizagem tradicional, como por exemplo, programas que simulam o voo de um avião, uma expedição subaquática ou a vida numa cidade fictícia. Os alunos podem aprender melhor quando têm referências tangíveis durante a aprendizagem. As simulações, enquanto ambientes de aprendizagem baseados no computador, parecem ser particularmente adequadas para uma aprendizagem baseada na descoberta (Schunk, 2012).

As simulações podem assumir diferentes formatos, mas apesar de diferenças na sua mecânica, a abordagem básica é a mesma, ancorando-se em elementos do mundo real. Uma possível definição, proposta por Kapp, Blair, e Mesch (2014, p. 155) sugere que “simulação é um ambiente realista, isento de riscos, onde os alunos podem praticar comportamentos e experienciar os impactos das suas decisões”. Os significados desta definição podem ser decompostos nos seguintes termos:

1. Realismo: - As simulações pretendem retratar a realidade. Uma certa dose de realismo (apesar das limitações tecnológicas) é um elemento-chave de qualquer simulação;
2. Risco controlado: - O risco inerente a pilotar uma aeronave sem experiência é extremamente alto. Comparativamente, o risco de pilotar um simulador de voo é muito baixo.
3. Experimentação dos impactos das decisões: - O que acontece se fizer isto bem? O que acontece se fizer mal? Estas são aprendizagens comuns nas simulações.

2.2.4. Jogos

Na área das tecnologias educativas exploratórias, os jogos surgem como meios de criar experiências de aprendizagem agradáveis, estabelecendo normalmente uma ligação a

temáticas associadas ao desporto, aventura, ou fantasia. Lepper e Hodell (1989) sugerem que os jogos podem influenciar as aprendizagens pelo aumento da motivação.

Dempsey, Haynes, Lucassen, e Casey (2002) definem jogo como uma atividade envolvendo um ou mais jogadores, com objetivos, penalizações, recompensas e consequências, orientada por regras, com elementos de competição e artificial em inúmeros aspetos.

Prensky (2003) acrescenta que os jogos são compostos por seis elementos estruturantes, nomeadamente: regras, objetivos, resultados e retorno, competição ou desafio, interação e representação ou história. Num sentido alargado, esta definição parece pertinente, mas não fornece indicação relativamente aos vários tipos de jogos que podem ser utilizados para atingir objetivos educacionais.

Kapp et al. (2014) avançam uma definição para o termo jogo nos seguintes moldes: - Um sistema no qual os jogadores se envolvem em desafios abstratos, definidos por regras, interatividade e retorno que derivam num resultado quantificável, frequentemente associado a uma reação emocional.

Classificar os jogos não é uma tarefa fácil devido às suas variações e ao facto de muitos jogos conterem elementos de outros jogos. De acordo com Kapp et al. (2014), se jogarmos um jogo de vídeo no qual encarnamos o papel de um super-herói, podemos resolver puzzles dentro do jogo, lutar contra os vilões e procurar um cientista ou um componente perdido de uma nave espacial. Ao realizarmos estas atividades, estamos a cobrir vários tipos de jogos diferentes: jogos de puzzles, jogos de luta e jogos de exploração. Outra perspetiva poderia incidir nos conteúdos abordados, jogos de guerra, jogos de puzzles ou jogos de ficção-científica. Se tivermos em conta a interface, podemos encontrar jogos de *side-scrolling*, plataformas, primeira-pessoa ou de estratégia e *role-playing* por turnos

As atividades que podem ocorrer no interior de um jogo podem ajudar a definir e conduzir a diversos tipos de aprendizagem, especialmente quando estão ligadas a uma taxonomia de aprendizagem. Kapp et al. (2014, p. 130) enumeram estas atividades do seguinte modo:

- Comparação: - No jogo de comparação, o jogador tem fazer corresponder um objeto com outro. O objeto pode estar dentro do espaço de jogo e apresentar-se como uma

carta que pode ser virada e comparada com o mesmo item. O processo de comparação também pode ocorrer entre um item presente no espaço de jogo e outro que não está presente. Um jogo de trívia é uma forma de jogo de comparação. No jogo de trívia o jogador deve comparar o seu conhecimento prévio com o conhecimento solicitado pelo jogo.

- **Colecionar/capturar:** - Neste tipo de jogo é necessário recolher um determinado número de objetos. Um exemplo clássico é o *Pac-man* onde o objetivo era recolher um número de pontos e alguns frutos que surgiam ocasionalmente. Neste caso o jogador não guarda aquilo que recolhe, já que o objetivo era acumular pontos e deslocar-se pelo espaço de jogo recolhendo cada vez mais pontos. Noutros jogos, como por exemplo em *Go Fishing*, está presente a possibilidade de capturar os itens de outros jogadores, sendo que, nesse caso, o jogador que acumular mais itens ganha o jogo.
- **Alocação de Recursos:** - Em jogos como *SimCity* (ao jogar no papel de presidente da câmara), é necessário equilibrar variáveis enquanto constrói a sua cidade. Equilibrar a necessidade de construir estruturas básicas com a necessidade de ter educação, saúde, parques e entretenimento é um dos objetivos do jogo, no sentido de manter a população feliz.
- **Estratégia:** - Num jogo de estratégia, o jogador está a distribuir recursos e a determinar os passos seguintes de uma forma semelhante a um jogo de alocação de recursos. A diferença é que, num jogo de estratégia, o jogador está a competir contra outra pessoa (ou contra o computador) por recursos como terra, influência cultural ou outros itens de valor.
- **Construção:** - Nos jogos de construção os jogadores tentam criar objetos a partir de determinados materiais. Uma versão bastante conhecida de um jogo de construção é o *Minecraft*.
- **Resolução de puzzles:** - Neste tipo de jogos, os jogadores estão a tentar resolver um qualquer tipo de problema. Podem precisar de pistas para resolver o puzzle, ou podem ter as peças todas na sua frente enquanto tentam perceber o que têm que fazer ou como cada peça se relaciona com outra. Um bom exemplo deste tipo de jogo é *Clue*.

- Exploração: - Em jogos com o foco na exploração, os jogadores interagem com o ambiente procurando por itens de valor. Estes itens poder ser utilizados para resolver um puzzle, ou colecionados para obter pontos.
- Ajuda: - A atividade de ajuda envolve ajudar outro jogador (ou NPC) a concretizar uma determinada tarefa ou mesmo salvar outra personagem de um fim eminente. Um exemplo é o jogo de 1991 “*Lemmings*”, em que o objetivo do jogo é conduzir um conjunto de pequenas criaturinhas através de uma série de obstáculos até à saída.
- *Role playing*: Nos jogos *role-playing*, o jogador assume o papel de outra pessoa. Neste tipo de jogos, a escolha de um personagem determina como o termina e, em alguns casos, as atividades que ocorrem durante o jogo.

Um dos métodos para determinar quando usar um tipo de jogo é comparar as atividades do jogo com o desejável resultado educacional. Comparar as atividades dos jogos com uma taxonomia educacional é uma das maneiras de assegurar que as aprendizagens irão ocorrer. A taxonomia dos objetivos educacionais é uma estrutura para classificar o que é esperado ou previsto de alunos como resultado da instrução. Uma das taxonomias educacionais mais conhecidas é a Taxonomia de Bloom e é utilizada para classificar tipos de aprendizagem em três domínios: - Cognitivo, afetivo e psicomotor.

2.2.5. Gamification

O conceito de *gamification*⁹ está intimamente relacionado com o conceito de jogo. É vulgarmente entendida como a utilização de elementos dos jogos em recursos educativos, como processo para motivar os alunos.

Kapp et al. (2014, p. 149) propõem que a *gamification* “é a utilização de elementos de mecânica, estética e pensamentos derivados dos jogos para envolver as pessoas, motivar ações, promover aprendizagens e resolver problemas”. Os autores sugerem que se devem considerar dois tipos distintos de *gamification*: - Uma corresponde à *gamification* da estrutura

⁹ Livremente traduzido por gamificação ou gameficação.

e outra à *gamification* do conteúdo. Ambos os tipos não são mutuamente exclusivos e podem coexistir na mesma atividade e se tal ocorrer, o seu impacto será maximizado:

- *Gamification* da estrutura: - A *gamification* da estrutura é a aplicação de elementos de jogo para impelir um aluno através dos conteúdos sem qualquer alteração ou modificação nesses conteúdos. O conteúdo não se torna como um jogo, mas a estrutura que envolve o conteúdo sim. O principal foco deste tipo de abordagem é motivar os alunos para percorrerem os conteúdos envolvendo-os no processo de aprendizagem através de recompensas. Um exemplo deste tipo de *gamification* seria o de atribuir pontos a um aluno por visualizar um vídeo ou completar uma tarefa quando o visionamento do vídeo fosse concluído. Aqui o único aspeto do jogo seria o de receber pontos. Os elementos mais comuns neste tipo de *gamification* são pontos, crachás, realizações, e níveis. Este tipo tem, tradicionalmente, um quadro de classificações e métodos para registar os progressos de aprendizagem, bem como uma componente social em que os alunos podem partilhar e comparar os progressos. Embora seja possível adicionar elementos de narrativa, personagens e outros tipos de elementos derivados dos jogos, o conteúdo não se altera.
- *Gamification* dos conteúdos: - Este tipo de *gamification* consiste na aplicação de pensamento e elementos dos jogos para alterar os conteúdos, tornando-os mais semelhantes aos presentes nos jogos. Por exemplo, começar uma atividade com um desafio ao invés de uma lista de objetivos. Adicionar estes elementos tornam os conteúdos mais semelhante aos de um jogo, mas não os transforma num jogo. Apenas proporciona um contexto ou atividades que são usadas em jogos e adiciona-os aos conteúdos a ensinar.

A *gamification* pode ser utilizada para atingir um número de metas relacionadas com a aprendizagem. Como com qualquer intervenção de aprendizagem, a *gamification* pode não ser a resposta correta para todas as situações, mas parece ser particularmente eficaz quando é utilizada para encorajar os alunos a progredirem na aquisição de conteúdos, motivar ação, influenciar comportamentos e introduzir inovação. O desenvolvimento de competências e aquisição de conhecimentos são outras das potenciais vantagens da *gamification* de conteúdos (Kapp et al., 2014).

2.2.6. Multimédia e hipermédia

O termo multimédia reporta à tecnologia que combina as capacidades de diferentes tipos de *media*, tais como filme, vídeo, som, música e texto. Hipermédia refere-se a *media* com hiperligações ou interativa. Os sistemas e aplicações multimédia combinam, na grande maioria dos casos, pelo menos, um *media* estático e um *media* dinâmico. Esta imposição, de acordo com Ribeiro (2007, p. 10) permite definir multimédia do seguinte modo:

“Combinação controlada por computador de textos, gráficos, imagens, vídeo, áudio, animação e qualquer outro meio pelo qual a informação possa ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital, em que existe pelo menos um *media* estático (texto, gráficos ou imagens) e um *media* dinâmico (vídeo, áudio ou animação).”

A aprendizagem através da multimédia ocorre quando os alunos interagem com informação apresentada em mais do que um modo (por exemplo, palavras e imagens). A multimédia e a hipermédia têm implicações para os processos de ensino-aprendizagem devido ao seu potencial de imbuir tecnologia na instrução. De acordo com Schunk (2012) inúmeros estudos apontam os benefícios da multimédia para as aprendizagens:

- Melhoria da capacidade de resolução de problemas e de transferência. Contudo, os efeitos eram mais notórios em alunos com menores conhecimentos prévios e grande capacidade de perceção espacial (Mayer, 1997).
- Vantagens para tarefas específicas que requerem uma pesquisa rápida da informação. Contudo, os efeitos da multimédia dependem em parte da capacidade dos alunos tendo-se observado que alunos com capacidades mais baixas revelaram maiores dificuldades em aprender com a multimédia. Por outro lado, o estilo de aprendizagem dos alunos também desempenha um papel importante, pois alunos com tendência para explorar, obtiveram os melhores resultados (Dillon & Gabbard, 1998).

2.2.7. Educação a distância

A educação a distância ocorre quando o ensino originado em determinado local é transmitido aos alunos em um ou mais sítios remotos. Moore, Dickson-Deane, e Galyen (2011)

sugerem que o termo “educação a distância” reporta aos cenários de acesso à aprendizagem para alunos que estão fisicamente distantes, não implicando a presença física de professores e alunos. A ubiquidade da internet criou condições para que a educação a distância se tornasse uma referência em contextos de ensino-aprendizagem e deu lugar ao aparecimento de novas terminologias, como *e-learning*, *online learning*, *Web-based learning*, entre outras.

O *e-learning*, segundo Garrison (2011), pode ser definido como um sistema de comunicação síncrono ou assíncrono com o propósito de construir e disseminar o conhecimento. A base tecnológica do *e-learning* é a internet e as tecnologias de comunicação associadas. Para além da descrição geral do termo, o *e-learning* é constituído por dois tipos de aplicações distintos: o *online learning* e o *blended learning*.

O conceito de *online learning* não é consensual. De acordo com Monteiro, Moreira, e Lencastre (2015, pp. 19–20) alguns autores usam-no como sinónimo de *e-learning*, descrevendo a educação *online* como aprender totalmente *online* (Oblinger & Oblinger, 2005). Outros referem-se à tecnologia ou ao contexto com o qual a tecnologia é utilizada (Lowental, Wilson & Parrish, 2009). Contudo, a maioria dos autores, descrevem a educação *online* como experiências de aprendizagem, geralmente em contexto de sala de aula, com acesso aos recursos disponíveis na internet (Benson, 2002; Conrad, 2002).

O conceito de *blended learning* (*b-learning*) emergiu como um dos conceitos pedagógicos mais populares no início do século XXI e as experiências pedagógicas de educação e investigação aumentaram paralelamente aos desenvolvimentos tecnológicos. Monteiro et al. (2015, p. 17) constatam que no Ensino Superior, as abordagens assentes em *b-learning*, permitem aos professores propor soluções variadas de ensino-aprendizagem com uso das TIC, indo ao encontro de desenhos didáticos centrados no aluno (*user-centered design*).

2.2.8. Mobile Learning

Inúmeras tentativas para conceptualizar e avaliar o termo *mobile learning* reconhecem que é essencialmente pessoal, contextual e situado. Para além disso, para uma tentativa de definição do conceito, importa enfatizar que o *mobile learning* se posiciona sobretudo na área

do ensino informal. Este atributo, de acordo com Traxler (2009), coloca dificuldades à integração do *mobile learning* em ambientes formais de ensino-aprendizagem caracterizados por monitorização regular e regimes de avaliação. Contudo, num contexto mais amplo, importa reconhecer que o imparável desenvolvimento de dispositivos móveis, pessoais e permanentemente ligados à rede estão a transformar radicalmente as noções sociais de discurso e conhecimento, e são responsáveis, não só por novas formas de arte, emprego, linguagem, comércio, isolamento e crime, mas também por novas abordagens nos processos de ensino-aprendizagem.

A aprendizagem móvel recorre presentemente a dispositivos de computação móvel (computadores portáteis, híbridos, *tablets* e *smartphones*) e fundamenta-se na teoria e prática de pedagogias utilizadas na aprendizagem mediada por tecnologia.

2.3. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia

A vasta pesquisa realizada sobre tecnologias educativas, desde o filme aos sistemas tutoriais baseados em computador, documenta uma história de previsões entusiásticas de utilização em larga escala e fracassos na implementação efetiva das mesmas.

Cuban (1986, pp. 9–17) cita a afirmação do famoso inventor Thomas Edison, em 1922, na qual afirma que “o filme cinematográfico está destinado a revolucionar o nosso sistema educativo” e “no espaço de alguns anos irá suplantar a utilização de livros de texto”. Contudo, de acordo com Cuban (1986), a investigação demonstrou que o filme cinematográfico tem sido raramente utilizado em sala de aula. Nos anos de 1970, o EAC foi apresentado como o futuro da educação, mas a investigação não encontrou evidências relevantes que a sua eficácia fosse significativamente maior que a do ensino tradicional.

Neste contexto, Mayer e Moreno (1998), no seu trabalho *Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles* abordaram o potencial de ambientes de aprendizagem multimédia. Os autores sugerem que é possível conhecer os potenciais benefícios de novas tecnologias educativas recorrendo a fundamentos teóricos suportados em pesquisa focando o modo como os alunos aprendem. A Teoria Cognitiva da Aprendizagem

Multimédia (TCAM) deriva da Teoria de Codificação Dual de Paivio (Paivio, 1986; Clark & Paivio, 1991). Segundo Mayer e Moreno (1998), na aprendizagem multimédia os alunos envolve-se em três processos cognitivos fundamentais:

- Seleção: Aplica-se à informação verbal recebida para se obter uma base textual e à informação visual recebida para se obter uma base de imagem.
- Organização: Aplica-se à palavra de base para criar um modelo verbal do sistema a ser explicado e à imagem de base para criar uma modelo visual do sistema a ser explicado.
- Integração: Ocorre quando o aluno constrói conexões entre acontecimentos correspondentes (estados ou partes) no modelo verbal e no modelo visual.

Uma série de experiências baseadas nestes processos geraram cinco princípios relativamente ao modo como a multimédia pode ajudar os alunos a compreender uma explicação científica:

1. Princípio de Representação Múltipla (*Multiple Representation Principle*): É melhor apresentar uma explicação em palavras e imagens do que unicamente em palavras, ou seja, é melhor utilizar dois métodos de representação do que apenas um. Verificou-se que alunos que ouviram uma narração explicando o funcionamento de uma bomba de ar de uma bicicleta, simultaneamente com uma animação, geraram o dobro de soluções relativamente a questões de resolução de problemas colocadas posteriormente que alunos que ouviram a mesma narração sem ver qualquer animação (Mayer & Anderson, 1991, 1992). De modo semelhante, alunos que leram um texto contendo ilustrações legendadas colocadas perto das palavras correspondentes geraram 65% mais soluções num teste posterior do que alunos que apenas leram o texto. Mayer e Moreno (1998) identificam este fenómeno como um efeito multimédia, o qual é consistente com a TCAM, pois os alunos que receberam explicações multimédia podem construir duas representações mentais diferentes – um modelo verbal e um modelo visual -, e construir ligações entre eles, Figura 2.1.

História da Música - A Orquestra, Violino

O violino é o instrumento mais pequeno da família das cordas e o que tem o registo mais agudo. Enquanto um dos instrumentos mais importantes da orquestra, é o que nela aparece em maior número. Constrói-se a partir de setenta e duas partes diferentes: tem uma caixa de ressonância oca, com as partes frontal e anterior ligeiramente arqueadas; as costilhas incrustam-se quase em ângulo reto no braço, sobre o qual se esticam quatro cordas afinadas em Sol, Ré, Lá e Mi.

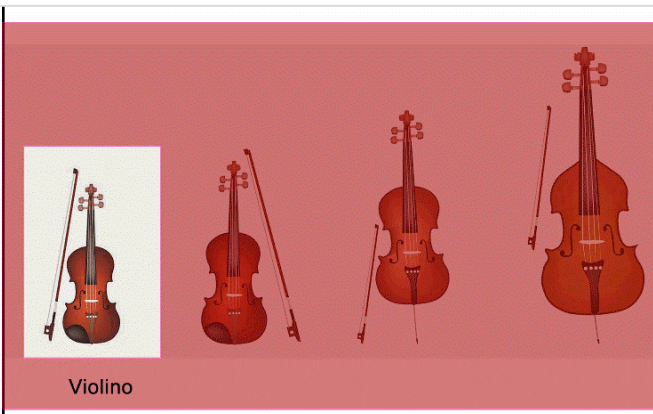


Figura 2.1 - Princípio da Representação Múltipla: Os alunos aprendem melhor a partir da combinação de palavras e imagens do que apenas de palavras¹⁰

2. Princípio da Proximidade Espacial (*Contiguity Principle*): Ao apresentar uma explicação multimédia é melhor apresentar as palavras e as imagens correspondentes juntas (próximas/contíguas) do que separadas. O princípio aplica-se em termos espaciais e temporais. Relativamente a este princípio, verificou-se que alunos que ouviram uma narração explicando como uma bomba de ar de uma bicicleta funciona simultaneamente com uma animação, geraram 50% mais soluções úteis em questões de resolução de problemas posteriores do que alunos que viram a animação antes ou depois de ouvirem a narração. De um modo semelhante, alunos que leram um texto explicando como a bomba de ar funciona que incluía ilustrações legendadas próximas do texto, geraram 50% mais soluções úteis que alunos que leram o mesmo texto e ilustrações em páginas separadas (Mayer, Steinhoff, Bower, & Mars, 1995). Este efeito é consistente com a TCAM porque palavras e imagens correspondentes devem ser colocadas na memória funcional ao mesmo tempo para facilitar a construção de ligações referenciais entre elas, Figura 2.2.

¹⁰ Fonte: Autor

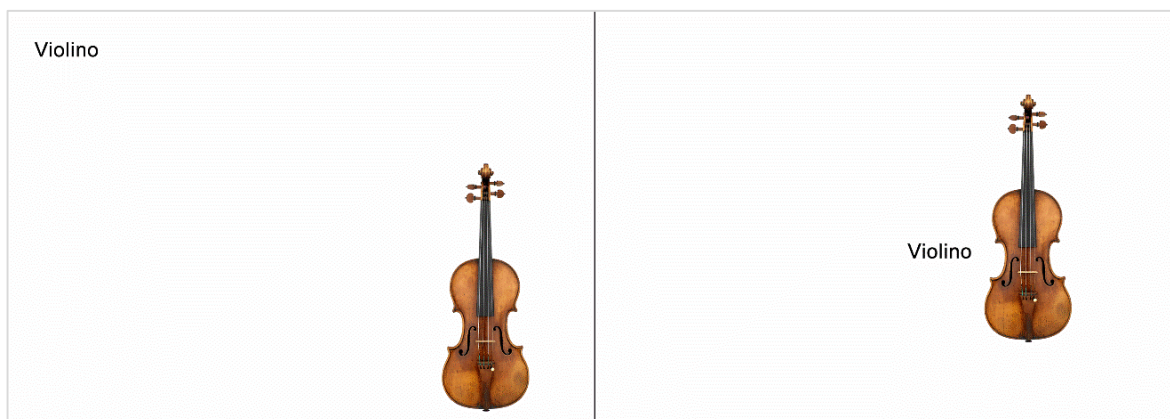


Figura 2.2 - Princípio da Proximidade Espacial: Os alunos constroem melhores ligações quando o texto, narração ou imagem estão próximos¹¹

3. Princípio da Não Divisão (*Split-attention Principle*): Sugere que, ao dar uma explicação multimédia, se devem apresentar as palavras como uma narração audível alternativamente à representação visual das palavras (legendas). O terceiro princípio refere que as palavras devem ser apresentadas preferencialmente auditivamente do que visualmente. Por exemplo, alunos que viram uma animação retratando a formação de relâmpagos enquanto ouviam uma narração geraram mais 50% de soluções em resolução de problemas posteriores do que alunos que viram a mesma animação com o texto da narração sobreposto à animação. O resultado deste efeito, denominado por Sweller et al. (Chandler & Sweller, 1991; Mousavi, Low & Sweller, 1995; Sweller, Chandler, Tierney & Cooper, 1990) como efeito da atenção dividida, é consistente com a TCAM porque a sobreposição no ecrã do texto e animação pode sobrecarregar o sistema de processamento de informação visual, enquanto a narração é processada no sistema de processamento de informação verbal e a animação é processada no sistema de processamento da informação visual.

4. Princípio das Diferenças Individuais (*Individual Differences Principle*): Os princípios seguintes são mais importantes para alunos com baixos conhecimentos do que para alunos com conhecimentos elevados e mais importantes para alunos com elevadas capacidades de perceção espacial do que para alunos com baixas capacidades de perceção espacial. O quarto princípio enunciado propõe que os efeitos multimédia – Representação Múltipla, Proximidade

¹¹ Fonte: Autor

e Não Divisão -, dependem de diferenças individuais dos alunos. Por exemplo, alunos com baixo nível de conhecimentos tendem a revelar efeitos multimédia mais altos do que alunos com elevado nível de conhecimentos (Mayer & Gallini, 1991; Mayer, Steinhoff, Bower & Mars, 1995). De acordo com a TCAM, alunos com maior conhecimento anterior são capazes de gerar as suas próprias imagens mentais enquanto ouvem uma animação ou leem um texto verbal, pelo que ter uma representação visual associada não é necessário. Por outro lado, alunos com valores altos em testes de percepção espacial mostraram maiores efeitos multimédia do que alunos com baixos resultados. De acordo com a TCAM, alunos com capacidade de percepção espacial elevada são capazes de manter a imagem visual na memória e consequentemente são mais propensos a beneficiar da representação próxima de palavras e imagens, Figura 2.3.

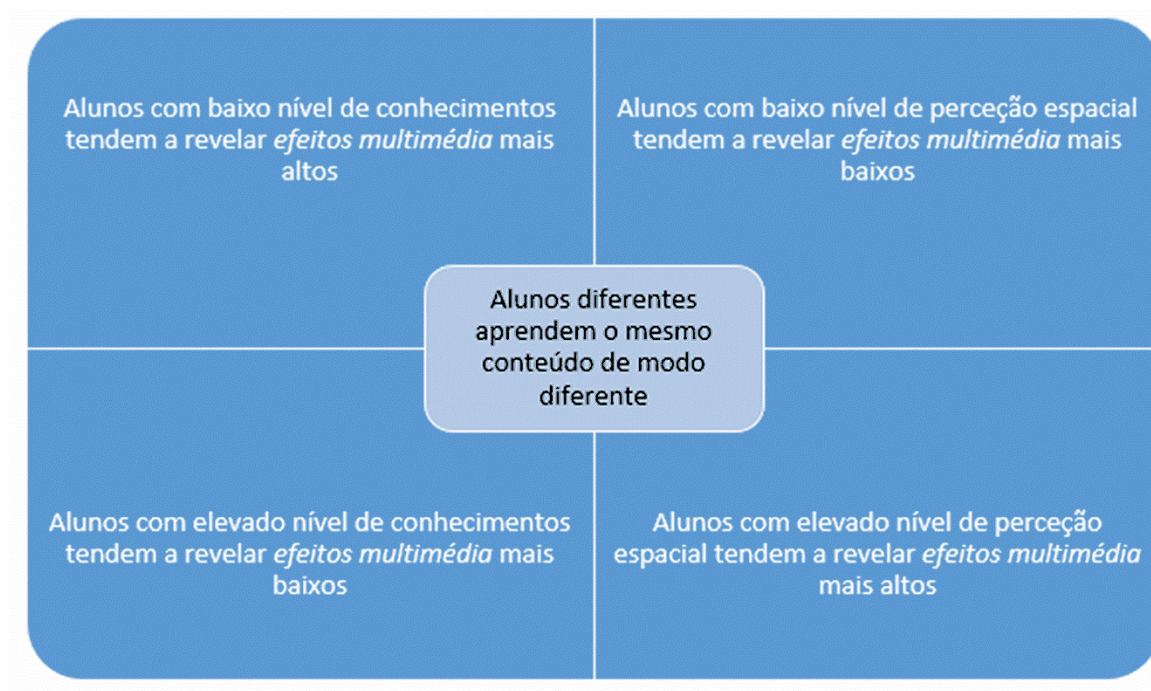


Figura 2.3 - Princípio das Diferenças Individuais - Alunos diferentes aprendem o mesmo conteúdo de modo diferente¹²

5. Princípio da Coerência (*Coherence Principle*): O princípio sugere que, ao dar uma explicação multimédia, é preferível utilizar menos palavras e imagens supérfluas. Nesse

¹² Fonte: Autor

sentido, o quinto princípio sugere que os alunos aprendem melhor a partir de um resumo coerente, que assinala as palavras e imagens relevantes, do que a partir de versões estendidas. Por exemplo, alunos que leram uma passagem explicando os passos sobre a formação de relâmpagos acompanhado de ilustrações correspondentes, geraram 50% mais soluções em resolução de problemas posteriores, do que alunos que leram a mesma informação com detalhes adicionais inseridos nos materiais (Mayer, Bove, Bryman, Mars & Tapangco, 1996; Harp & Mayer, 1997). Sweller et al. Identificam este efeito como efeito de redundância (*redundancy effect*) e encontraram padrões de resultados idênticos (Bobis, Sweller & Cooper, 1993; Chandler & Sweller, 1991). Este princípio é consistente com a TCAM, segundo a qual, uma apresentação mais curta, proporciona ao aluno melhores condições para selecionar informação relevante e organizá-la (Mayer & Moreno, 1998, pp. 1–6).

Em síntese, a TCAM sugere:

- Os alunos aprendem melhor com a combinação de palavras e imagens do que apenas palavras;
- Os alunos organizam melhor a informação quando existe proximidade espacial/temporal de texto e imagem;
- A apresentação simultânea de texto e imagem no mesmo ecrã pode dividir a atenção dos alunos e sobrecarregar o sistema de processamento de informação;
- Os alunos aprendem de modo diferente;
- Conteúdos irrelevantes ou desnecessários causam uma sobrecarga cognitiva nos alunos, pelo que devem ser excluídos.

2.4. Aprendizagem motivada

A investigação sobre a motivação para aprender em contextos educativos reflete inúmeras tradições e uma variedade de abordagens e construções. De acordo com Wentzel e Wigfield (2009), inicialmente, os teóricos da motivação focaram-se em pulsões e necessidades como a base da motivação, juntamente com padrões de recompensas e punições recebidas na escola. Ao longo dos últimos trinta anos, as teorias sociais cognitivas têm dominado o campo da

motivação. Por exemplo, as perspectivas teóricas focaram o significado motivacional das crenças dos indivíduos sobre as suas capacidades, auto regulação e expectativas de sucesso, crenças sobre inteligência e sentido de controlo sobre os resultados educacionais dos alunos, bem como o seu esforço e persistência.

Keller (1983) sugere que as condições de motivação incluem a atenção, relevância, confiança e auto satisfação. Para o autor as expectativas e valores dos alunos são parte integrante da motivação e implicam que estes devem acreditar que podem ter sucesso e que a aprendizagem lhes será benéfica.

Embora alguns tipos simples de aprendizagem possam ocorrer com pouca ou nenhuma motivação, de acordo com Schunk (2012), a maior parte da aprendizagem é motivada. Os alunos motivados para aprender envolvem-se nas aulas, realizam atividades de pesquisa e relacionam com experiência e conhecimentos anteriores, colocando questões. Ao contrário de desistirem perante situações difíceis, alunos motivados esforçam-se para vencer as dificuldades. Trabalham em tarefas que não foram solicitadas pelos professores, leem livros de acordo com os seus interesses, resolvem problemas e puzzles, trabalham em projetos no computador. Em suma, a motivação envolve os alunos em atividades que facilitam as aprendizagens. Os professores compreendem a importância da motivação para a aprendizagem e procuram novos processos para aumentar a motivação dos alunos.

Neste sentido, a motivação está intimamente associada à aprendizagem, num ciclo em que ambas se afetam mutuamente: A motivação do aprendente pode influenciar o que aprende e como aprende. À medida que o aluno aprende e percebe que sabe mais, fica igualmente mais motivado para continuar a aprender. Schunk (2012) propõe o modelo de aprendizagem motivada como um modelo cognitivo em que a motivação deriva em larga escala de pensamentos e crenças. Este modelo prevê três fases, retratadas no Quadro 2.2, respetivamente: Pré-tarefa; durante a tarefa e pós-tarefa.

Quadro 2.2 - *Modelo da Aprendizagem Motivada* (Schunk, 2012, p. 357)

Pré-tarefa	Durante a tarefa	Após a tarefa
Objetivos	Variáveis de ensino	Atribuições
Expectativas	Professor	Objetivos
Autoeficácia	Retorno	Expectativas
Resultado	Materiais	Afetos
	Equipamento	Valores
Valores	Variáveis de contexto	Necessidades
Afetos	Pares	Suporte social
Necessidades	Ambiente	
Suporte social	Variáveis pessoais	
	Construção de conhecimento	
	Aquisição de competências	
	Autorregulação	
	Escolha de atividades	
	Esforço e persistência	

- Fase pré-tarefa: Várias variáveis influenciam a motivação inicial dos alunos para as aprendizagens. Iniciam uma tarefa com vários objetivos, como por exemplo aprender os conteúdos, ter um bom desempenho, acabar em primeiro lugar, etc. Nem todos os objetivos são académicos. Por outro lado, também iniciam a tarefa com diferentes expectativas que podem envolver capacidades de aprendizagem (autoeficácia) e percepções das consequências da aprendizagem (expectativas de aprendizagem). Os alunos têm diferentes percepções do valor, ou importância percebida, das aprendizagens. Os afetos também são diferentes no que concerne às aprendizagens: Os alunos podem sentir-se excitados, ansiosos ou não sentirem nenhuma emoção em particular. Finalmente, o apoio social nas vidas dos alunos é variável. Este apoio inclui as ajudas obtidas na escola por professores e pares e o encorajamento dos pais.
- Fase durante a tarefa: A aprendizagem envolve variáveis de instrução, contextuais (sociais/ambientais) e pessoais. As variáveis de instrução incluem os professores, tipos

de retorno, materiais e equipamento. Embora estas variáveis sejam vistas como influenciadoras das aprendizagens, elas também afetam a motivação. Por exemplo, o retorno do professor pode encorajar ou desencorajar, o ensino pode esclarecer ou confundir e os materiais podem proporcionar muito ou pouco sucesso. As variáveis de contexto incluem recursos sociais e ambientais, como localizações, hora do dia, distrações, temperatura, acontecimentos em curso, os quais podem melhorar ou prejudicar a motivação. As variáveis pessoais estão associadas à aprendizagem, como a construção do conhecimento e aquisição de competências. As percepções dos alunos sobre a qualidade das suas aprendizagens e os efeitos das variáveis de instrução, contextuais e ambientais influenciam a motivação para uma aprendizagem continuada.

- Fase pós-tarefa: Esta fase compreende os períodos de reflexão que acontecem quando os alunos interrompem a tarefa de aprendizagem e avaliam o seu trabalho. Os alunos que acreditam que estão a progredir ao encontro dos seus objetivos estão aptos a manter a sua autoeficácia na aprendizagem. Fatores relacionados com o ensino, como o retorno dos professores, proporcionam informação sobre os progressos realizados e expectativas de sucesso. Assim, alunos que esperam ter sucesso e recebem informações positivas relativamente ao seu progresso estão aptos a serem motivados para continuar a aprender (Schunk, 2012, pp. 357–358).

A motivação para a aprendizagem em contextos educacionais é, segundo Karsenti (1997), um conceito hipotético que representa processos fisiológicos ou psicológicos, mas também é um processo dinâmico envolvendo comportamentos ou atitudes. Quando a motivação está presente, o aluno mostra vontade em participar nas aulas e de se aplicar nos trabalhos escolares. De acordo com Karsenti, estas são as condições para um maior sucesso e eficácia nas aprendizagens.

Esta linha de pensamento é reforçada por Asgari e Kaufman (2009, p. 1167) no seu trabalho *Motivation, Learning and Game Design*. Segundo os autores, a motivação desempenha um papel determinante no envolvimento dos alunos com as atividades e aumenta as suas aprendizagens. A motivação dos alunos para as aprendizagens é um princípio psicológico baseado em evidências descritas pela *American Psychological Association* (APA,

1997). A motivação influencia tanto o que é aprendido, como a quantidade do que é aprendido. De acordo com a APA, as emoções positivas, tais como a curiosidade, podem aumentar a motivação e facilitar a aprendizagem. Tarefas que são relevantes, significativas, interessantes, apropriadas em termos de complexidade e dificuldade ao nível e competências dos alunos, proporcionam oportunidades de escolhas pessoais e de controlo. Tarefas nas quais os utilizadores acreditam que podem ter sucesso podem estimular a motivação intrínseca. Neste contexto, a motivação tem um efeito direto nos resultados da aprendizagem e no desejo de continuar a aprender.

No que concerne a jovens alunos, Schunk (2012) acrescenta que a motivação para a aprendizagem pode derivar igualmente de fatores externos ao aluno, a motivação extrínseca. O objetivo de obter boas notas ou o retorno e incentivo de um professor funcionam como motivadores extrínsecos que ajudam a desenvolver a motivação intrínseca à medida que o aluno sente confiança e orgulho nas aprendizagens realizadas.

2.5. Oportunidades

No que concerne à enumeração das vantagens e desvantagens da utilização de tecnologias educativas, a literatura refere frequentemente o termo *affordances*. A utilização do termo remonta a Gibson (1977) e ao seu trabalho "*The Theory of Affordances*". Gibson definiu *affordances* como um conceito que relaciona a perceção de um organismo com as suas ações. Posteriormente, no seu trabalho "*The Ecological Approach to visual Perception*", Gibson propõe que as "*affordances* do ambiente são aquilo que este oferece a um animal, ou seja, aquilo que proporciona ou fornece, seja para o bem ou para o mal" (Gibson, 2014, p. 177). Embora a aprendizagem seja um aspeto importante das *affordances*, não foi estudada por Gibson.

Norman (1999) sugere que *affordances* são relações que existem naturalmente, pelo que não têm que ser visíveis, conhecidas ou desejáveis. Este conjunto de características físicas, positivas ou negativas, imbuídas no ambiente físico, provocam interações entre sujeitos e objetos sobretudo de teor comportamental. Neste contexto, Gaver (1991) acrescenta que, as

affordances são propriedades do mundo, compatíveis e relevantes para as interações das pessoas, e, quando são perceptíveis, oferecem uma ligação direta entre percepção e ação.

O termo *affordance* tem sido utilizado em contextos educativos para descrever as relações entre as propriedades de uma abordagem educativa e as características dos alunos que permitem a ocorrência de aprendizagens, e, nesse contexto, o conceito de *affordance* é uma ferramenta relevante em contextos de ensino-aprendizagem, sobretudo nos estudos de tecnologia centrados no utilizador (Gaver, 1991). No contexto do presente trabalho, utilizaremos o termo “oportunidades” para identificar *affordances* positivas e “constrangimentos” para identificar *affordances* negativas relativamente ao impacto das tecnologias nos processos de ensino-aprendizagem.

Desde o início dos anos 1980 emergiram inúmeros estudos sobre o impacto das tecnologias na aprendizagem. Destes estudos, as meta-investigações empreendidas por Kulik, Kulik, e Cohen (1980), envolvendo pré e pós-testes, grupos experimentais e grupos de controlo, constataram existir uma ligeira vantagem nas aprendizagens de grupos que utilizavam determinadas tecnologias no ensino. Estes resultados, contudo, foram prontamente questionados por autores como Clark (1983), ao sugerir que, se o método fosse mantido exatamente igual no grupo experimental e no grupo de controlo, os efeitos da utilização de ferramentas tecnológicas dissipar-se-iam. Interrogou-se igualmente sobre a adequação dos pré-testes/pós-testes, no sentido de perceber se eram capazes de avaliar os efeitos reais das ferramentas tecnológicas.

Já nos anos de 1990, a investigação alterou o seu foco dos conhecimentos/saberes para outras formas de saber, abordando mais comportamentos, atitudes e valores como referência da avaliação das ferramentas tecnológicas.

O trabalho de Sivin-Kachala e Bialo (1994), “*Report on the Effectiveness of Technology in Schools 1990-1994*” sugere que os alunos ao utilizarem ferramentas tecnológicas se sentem mais motivados para a aprendizagem, aplicam-se mais na tarefa, revelam atitudes mais positivas em relação à escola e têm maior autoestima. Estes resultados são coerentes com a investigação empreendida por Kulik (1994) a qual sugere que a infusão de tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem pode contribuir para que os alunos aprendam mais na sala

de aula, dominem os conhecimentos em menos tempo, gostem mais de ir às aulas, gostem mais de aprender e desenvolvam atitudes positivas em relação ao seu trabalho.

Peck e Dorricott (1994) identificam também determinadas oportunidades que as tecnologias aportam ao processo de ensino e sugerem que estas proporcionam ao aluno:

1. Aprender e desenvolver-se no seu próprio ritmo;
2. Aceder à informação, avaliando e comunicando;
3. Aumentar a quantidade e qualidade do seu raciocínio;
4. Resolver problemas complexos;
5. Desenvolver formas de expressão variadas e artísticas;
6. Adquirir capacidade de utilizar recursos de aprendizagem fora da escola;
7. Aceder a ensino de alto nível;
8. Utilizar as ferramentas digitais;
9. Aumentar a sua produtividade e eficácia.

Numa abordagem mais ligada aos conteúdos, autores como Phillips (1996) sugerem que as tecnologias podem igualmente contribuir para os processos de ensino-aprendizagem, nomeadamente:

1. Proporcionar acesso a materiais ou recursos difíceis de visualizar, como objetos ou processos microscópicos;
2. Visualizar materiais ou recursos, que pela sua natureza tridimensional não podem ser representadas eficazmente em suportes como livros ou quadros;
3. Descrever processos dinâmicos cuja compreensão necessita de observação das relações entre os objetos em interação;
4. Contextualizar materiais ou recursos que focam contextos latos, que carecem de diversos conceitos para os explicar;

5. Simulações de processos dispendiosos ou complexos, para os quais não é viável recorrer a uma situação real.

Outra abordagem sobre os efeitos da tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem é avançado por Jonassen, Peck, e Wilson (1999) ao sugerirem que a tecnologia, ao facilitar os processos de pensamento e de construção de conhecimento, é relevante para as aprendizagens nas seguintes aplicações:

1. Ferramenta para suporte e aplicação de conhecimento;
2. Veículo de informação para explorar o conhecimento e apoiar as aprendizagens;
3. Contexto para as aprendizagens, fazendo;
4. Meio social para as aprendizagens, conversando;
5. Parceiro intelectual para apoiar a aprendizagem, refletindo.

Os pressupostos inerentes ao Ensino Assistido por Computador (EAC) e à literacia informática deram na atualidade lugar a um novo conceito segundo o qual as tecnologias se constituem como parceiras no processo educativo, promovendo a construção de significados e aprendizagens, não a partir das tecnologias *per se*, mas das atividades que estas podem proporcionar. Jonassen, Gonçalves, Fradão, e Soares (2007) sugerem que os alunos aprendem com as tecnologias e computadores quando estes:

1. Apoiam a construção do conhecimento: - Ao permitirem representar as ideias, perceções e convicções dos próprios alunos e ao potencial para produzir bases de conhecimento multimédia organizadas pelos próprios alunos;
2. Apoiam a exploração: - Facilitando o acesso à informação e permitindo comparar perspetivas;
3. Apoiam a aprendizagem pela prática: - Possibilitando a simulação de problemas, situações e contextos significativos do mundo real, simulação de perspetivas, proporcionando um espaço seguro, controlado e estimulante para o pensamento aluno;

4. Apoiam a aprendizagem pela conversação: - Permitindo colaborar com os outros, discutir, defender ideias e construir consensos, construir o conhecimento em comunidade;

5. São parceiros intelectuais que apoiam a aprendizagem pela reflexão: - Possibilitando a articulação e representação do conhecimento dos alunos, a reflexão sobre as aprendizagens e os processos inerentes, a construção de significados e o desenvolvimento do pensamento cognitivo.

Neste contexto, as oportunidades proporcionadas pelas tecnologias sugerem inúmeras possibilidades para implementação de abordagens de ensino-aprendizagem inovadoras.

3. Mundos Virtuais

No capítulo 3 – Mundos Virtuais –, apresenta-se a origem dos Mundos Virtuais (MV), a sua evolução, características e áreas de utilização. Introduzem-se as plataformas Second Life (SL) e *Open Simulator* (OS) comparando algumas das suas características. O capítulo encerra com a apresentação de trabalhos de investigação relevantes, de teor nacional e internacional, focando a utilização de MV em contextos de ensino-aprendizagem e a síntese das oportunidades para os processos de ensino-aprendizagem proporcionadas por esta tecnologia.

O subcapítulo 3.1 introduz a origem dos MV. O subcapítulo 3.2 sintetiza a evolução e características dos MV. O subcapítulo 3.3 aborda áreas de utilização dos MV. O subcapítulo 3.4 apresenta as plataformas SL e OS. No subcapítulo 3.5 enumeram-se estudos relevantes focando a utilização de MV em contextos de ensino-aprendizagem. O subcapítulo 3.6 sintetiza as oportunidades dos MV para os processos de ensino-aprendizagem.

3.1. Introdução

A história da Realidade Virtual (RV), enquanto simulação multissensorial do mundo real, remonta aos anos 1960. O Sensorama, considerado o primeiro sistema de RV, foi criado pelo cineasta Morton Heilig em 1962 e apresentava-se como um simulador que permitia aos utilizadores escolherem diferentes corridas pré-gravadas, usando motos, bicicletas e até um helicóptero. Esta simulação usava um amplo campo de visão ótica para visualizar fotografias tridimensionais (3-D), incorporava som estéreo, gerador de vento e cheiro. O sistema não permitia interação, o utilizador era um observador passivo, Figura 3.1-A.

Em 1965, Ivan Sutherland descreveu, no seu artigo “*The Ultimate Display*” um futuro em que o computador seria uma janela de acesso a mundos virtuais (MV). Em 1968 construiu um *Head-mounted Display* (HMD) que permitia ao utilizador ver uma cena 3-D gerada por computador, Figura 3.1-C. O sistema utilizava gráficos extremamente simples, mas proporcionava a ilusão de imersão num MV. Sutherland também desenvolveu o *Sketchpad*, Figura 3.1-B, considerado o antepassado dos modernos programas de *Computer-aided*

Drafting (CAD). Sutherland é considerado o pai dos sistemas de RV (Gutierrez, Vexo, & Thalmann, 2008).



Figura 3.1 - Sensorama, Head-mounted Display e Sketchpad de Ivan Sutherland¹³

Em 1978 A. Lippman, Scott Fisher e outros investigadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) desenvolveram o *Aspen Movie Map*. A aplicação permitia aos utilizadores uma viagem simulada através da cidade de Aspen, Colorado.

No início dos anos 1970, Myron Krueger realizou experiências com ambientes gerados por computador e desenvolveu vários projetos de arte computacional. Os utilizadores não podiam tocar e interagir com as suas silhuetas. O sistema foi designado “*Videoplace*” e usado para gerar o que Krueger chamou “realidade artificial”.

Em meados dos anos 1980, diferentes tecnologias convergiram para criar os primeiros verdadeiros sistemas de RV. Investigadores do *Ames Research Center* no *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) trabalharam no desenvolvimento de um sistema de treino de baixo custo para astronautas. O trabalho conduziu ao desenvolvimento do *Virtual Interface Environment Workstation* (VIEW). O sistema incluía uma unidade de visualização estereoscópica de campo largo, dispositivos semelhantes a luvas para *input* tátil, tecnologia de reconhecimento de voz, dispositivos de rastreamento de gestos, áudio tridimensional (3-

¹³ Fonte: Figura transcrita de Gutierrez et al. (2008, p. 5).

D), análise de voz, gráficos gerados por computador e equipamento de geração de imagens. Contudo, a tecnologia dos anos 80 não estava suficientemente desenvolvida. Os capacetes (HMD) eram muito pesados e os sistemas de retorno ao toque pouco fiáveis.

No início dos anos 1990, o desenvolvimento dos *Cave Automatic Virtual Environment* (CAVE) levou a uma mudança no paradigma dos interfaces de RV. Em síntese, uma CAVE é uma sala em que os gráficos são projetados por trás das paredes. O conceito foi desenvolvido no *Electronic Visualization Laboratory*, na Universidade de Illinois, Chicago, em 1992. Numa CAVE, o utilizador está rodeado de imagens projetadas, usufruindo de um campo de visão mais largo que o proporcionado por um HMD. Nas CAVE os utilizadores podem perceber as suas próprias mãos e corpos como parte do MV, melhorando o sentido de presença/imersão.

Na atualidade, os sistemas de RV continuam a utilizar HMD, mais leves, com campos de visão mais largos e melhor resolução. Contudo, a utilização de múltiplos campos de projeção com imagens estereoscópicas tem ganho uma popularidade crescente (Gutierrez et al., 2008).

No sentido de compreender e classificar diferentes tecnologias de visualização, Milgram, Takemura, Utsumi, e Kishino (1995) avançaram a ideia de um *continuum* realidade-virtualidade como uma forma de classificar simulações de RV de acordo com diferentes graus de fidelidade de reprodução, presença e interatividade, Figura 3.2.

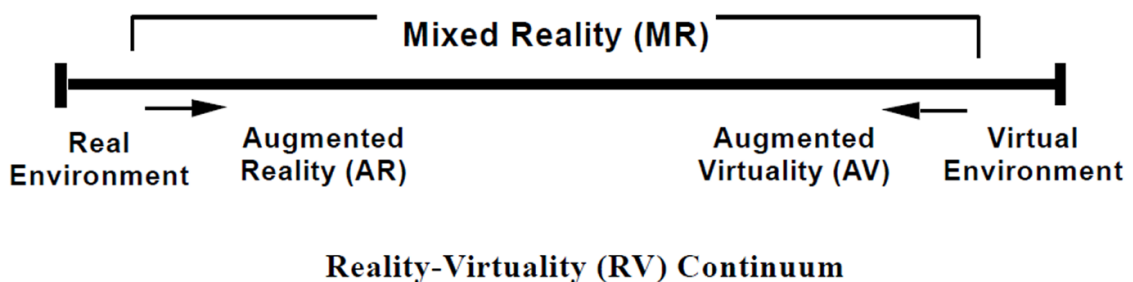


Figura 3.2 - Continuum realidade-virtualidade¹⁴

¹⁴ Fonte: Figura adaptada de Milgram et al. (1995, p. 283).

Num dos extremos do contínuo está a RV pura: Tudo o que podemos perceber é artificial, o utilizador está isolado do mundo real. No outro extremo está a realidade-real, onde não existem estímulos gerados por computador. No centro, podemos encontrar a realidade mista (*mixed-reality*) na qual se combinam imagens reais e virtuais com diferentes preponderâncias. Na realidade aumentada (RA), grande parte das imagens são reais, na virtualidade aumentada, a maior parte das imagens são geradas por computador.

Uma das características chave da RV é a interação permitida entre o utilizador e o MV isto é, o retorno imediato entre as ações do utilizador e os eventos no MV, criando uma noção de realismo tão próximo do real quanto possível (Johannes, Joachim, & Ulrike, 2010). A interação pode ser obtida através da utilização de dispositivos comuns, como um rato e teclado, ou através de dispositivos avançados como luvas, fatos equipados com múltiplos sensores.

3.2. Mundos Virtuais

Os MVs tiveram uma evolução significativa desde a era dos *Multi-user Dungeons* (MUDs). De um início humilde baseado em texto, evoluíram para espaços digitais 3-D frequentados por milhões de utilizadores, caracterizados por sistemas complexos, comportamentos sociais e uma grande diversidade de utilizadores (Peachey, Gillen, Livingstone, & Smith-Robbins, 2010).

Makzan (2010) propõe que um MV é um ambiente digital semelhante ao mundo real. Os utilizadores podem entrar no mundo virtual e caminhar numa cidade, voar num jato de combate, conquistar um planeta ou apenas interagir entre si. As interações estabelecidas são de diferentes tipos, desde a construção de uma relação de colaboração, conversar sobre qualquer tema ou jogar juntos.

Esta aproximação ao conceito é igualmente abordada por Boulos, Hetherington, e Wheeler (2007) que definem o MV como um ambiente multimédia simulado, gerado por computador, cujo funcionamento geralmente recorre à internet e concebido para que os utilizadores possam “habitar” e interagir com o ambiente através das suas representações virtuais, conhecidas como avatares.

Bell e Robbins-Bell (2008) sugerem que os MV são caracterizados por um conjunto de características únicas, nomeadamente:

- São persistentes: Eles continuam a existir independentemente de um utilizador estar *online* ou não. Nestes mundos, de um modo geral, existem aspetos como o tempo e a economia que avançam numa escala de tempo real ou simulada, independentemente da presença do utilizador.
- Existem em *Wide Area Networks* (WAN): Para atingir a escala de mundo e não apenas de “ambiente” ou “espaço”, um MV tem de ser acessível em larga escala e não estar contido por uma *firewall* ou outra limitação semelhante.
- São massivos e multiutilizador: Esta é uma distinção fundamental entre espaços virtuais construídos para apenas alguns utilizadores e mundos que podem acomodar utilizadores a uma escala global.
- Utilizam avatares para representar os utilizadores: Os avatares são agentes semiautónomos representados no espaço digital e, capazes de realizar ações quando comandados por um utilizador. O avatar diferencia-se de um ícone ou perfil, na medida em que estes representam o utilizador, mas não podem realizar ações.

De acordo com Bartle (2003), os MV, embora tenham na atualidade uma grande variedade de utilizações, começaram como jogos de computador, os quais, devido ao grande investimento e rendimento da indústria de jogos, continuam a representar o estado-da-arte no desenvolvimento de MV. Segundo o autor, a maior parte dos MV adere a um conjunto de convenções, nomeadamente:

- Possuem regras automatizadas que permitem aos jogadores introduzirem alterações no mesmo. Estas regras são conhecidas como *the world's physics*.
- Os jogadores representam entidades que existem no MV. Todas as interações e ações que ocorrem no MV são efetuadas pelas personagens que as representam, os avatares.
- A interação com o MV ocorre em tempo real. O retorno a uma dada ação é imediato.
- O mundo é partilhado.
- O mundo é persistente.

Os MV têm despertado uma curiosidade relevante na comunidade educativa nos anos mais recentes. De acordo com Thackray, Good, e Howland (2010) a natureza 3-D dos MV permite atividades e interações que não são possíveis em ambientes virtuais bidimensionais (2-D) e podem proporcionar uma plataforma para atividade que não facilmente acomodadas em ambientes de sala de aula tradicionais

3.3. Aplicações

Os MV têm sido utilizados em diferentes áreas e contextos, desde o comércio ao turismo e dos jogos à educação, entre outros.

Na área comercial, os MV permitem que os utilizadores se liguem em tempo real e possam conviver no ambiente digital. É possível estabelecer interações em conferências em-linha ou em ambientes de trabalho virtual. A comunicação é assegurada por *voice-over-ip* ou *whiteboarding*. O MPK20 (<http://research.sun.com/projects/mc/mpk20.html>) é um dos espaços virtuais da Oracle¹⁵ que oferece um conjunto de funcionalidades a empresários de diferentes áreas. Os utilizadores deste mundo virtual podem aceder a um conjunto de instruções através de uma apresentação, reunirem-se com um grupo de discussão ou arrastar documentos entre os computadores dos utilizadores.

Uma das áreas privilegiadas de aplicação dos MV é a indústria dos jogos. Inúmeros jogos permitem que os utilizadores possam jogar com outros jogadores em-linha. As interações incluem jogos *player vs player*, equipas contra equipas ou fações contra fações em eventos que ocorrem em tempo real, decorrendo em ambientes/mundos temporários ou persistentes. É possível trocar ou adquirir bens e estabelecer relações, tal como no mundo real. A Figura 3.3 representa *World of Warcraft* (WoW), um dos jogos em-linha mais divulgados na atualidade. Os MV dedicados a jogos remontam aos anos 70 e aos *Multi-user Dungeon* (MUD). O MUD é um MV baseado em texto no qual os jogadores se ligavam e interagiam através de comandos de texto, numa ligação assegurada pela Telnet. O retorno e a informação era assegurada por uma descrição textual. Mais tarde, nos anos 1980, surgiram vários MV gráficos

¹⁵ Previamente denominada Sun

baseados no modelo MUD. Estes mundos inseriram duas alterações fundamentais: O texto descritivo foi substituído pelos gráficos e a linha de comandos substituída pelo *Graphical User Interface (GUI) input*. Nos anos mais recentes, Ultima Online¹⁶ e EverQuest¹⁷ trouxeram os MV multijogador a um novo nível.



Figura 3.3 - World of Warcraft¹⁸

De acordo com Makzan (2010), *World of Warcraft*¹⁹ e *Second Life*²⁰ (SL) marcam as novas tendências dos jogos em-linha e dos mundos virtuais.

3.4. Plataformas

Em aplicações educacionais, no ambiente 3-D proporcionado por um MV, os alunos podem assumir a realização e concretização de determinadas tarefas relacionadas com as aprendizagens que se pretendem veicular. Estes ambientes virtuais permitem o

¹⁶ <http://www.uoherald.com/>

¹⁷ <http://www.everquest.com/>

¹⁸ Fonte: Figura obtida em <http://i.ytimg.com/vi/GnY2hzn7oU/maxresdefault.jpg> [13 de agosto de 2015].

¹⁹ <http://www.worldofwarcraft.com>

²⁰ <http://secondlife.com/>

desenvolvimento de trabalho colaborativo com outros alunos e a aprendizagem imersiva decorrente da realização e conclusão de determinadas tarefas atribuídas pelos professores dentro do MV.

A utilização de MV enquanto espaços de ensino-aprendizagem envolve a criação de um espaço virtual através de ferramentas de programação e *software*, ou a utilização de plataformas como o Second Life ou OpenSim.

3.4.1. Second Life

O SL é um MV 3-D lançado em 2003, pela companhia Linden Lab, sediada em San Francisco. Neste MV, é possível criar avatares e mundos, tão elaborados quanto se queira bem como construir negócios reais, envolvendo moeda real; é possível adquirir direitos de propriedade de terrenos, construções e comércio e trocar os rendimentos virtuais por moeda corrente.

De acordo com Robbins e Bell (2007) o SL, em menos de um ano, cresceu de alguns milhares de utilizadores para vários milhões. De outubro de 2006 a setembro de 2007, a população de SL aumentou 900%, ou seja, de cerca de um milhão de contas para novecentos milhões. A origem do SL remonta vagamente ao livro de Neal Stephenson, *Snow Crash*, de 1992. No livro, o personagem principal liga-se a um sítio digital chamado *metaverse*, um local onde as pessoas viajam, convivem e fazem negócios virtuais. Cerca de dez anos mais tarde, Philip Rosedale e a sua companhia criaram o mundo Linden, o qual se viria a tornar SL. Em homenagem às suas raízes, o ambiente de SL, retratado na Figura 3.4, continua a chamar-se metaverso.

O ambiente de SL caracteriza-se pela presença de avatares e paisagens virtuais.

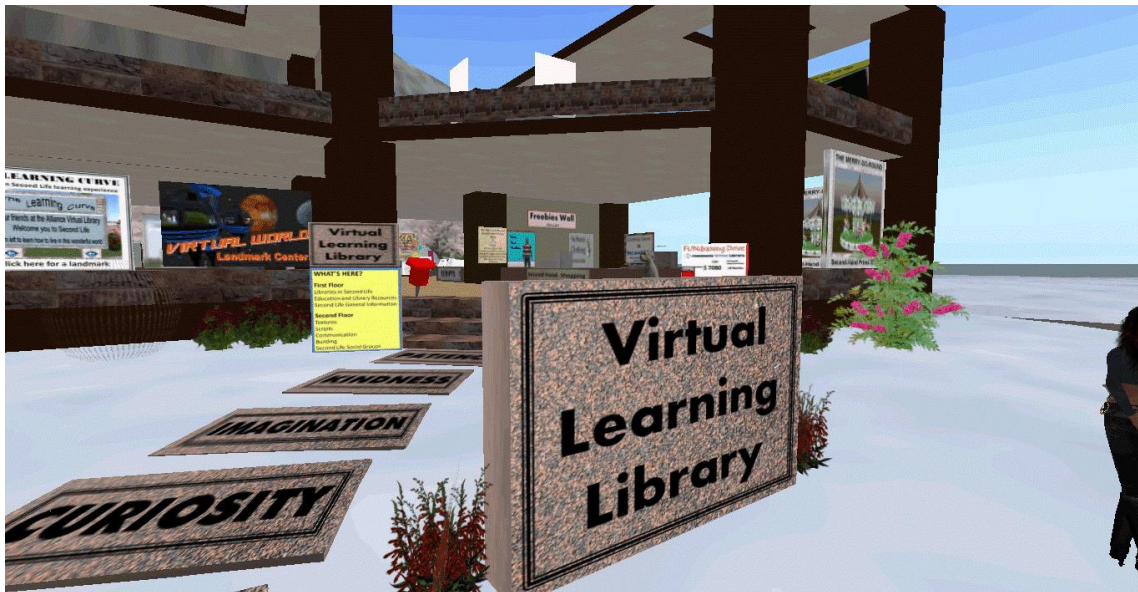


Figura 3.4 - SL, representação de um ambiente de ensino-aprendizagem virtual²¹

Seja o utilizador um aluno a frequentar uma classe virtual, um *designer* de moda à procura de uma oportunidade para mostrar o seu trabalho, ou apenas alguém que pretende dar um passo de dança sem o incómodo dos saltos altos, no SL, existe algo à medida do utilizador.

Robbins e Bell (2007) no seu trabalho *Second Life for Dummies*, enumeram um conjunto de características e especificações do SL. Estas características são descritas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – *Second Life*, características

Caraterísticas	Descrição
Tipos de conta	Existem dois tipos de conta: verificadas e não verificadas. A conta tem o estatuto de verificada caso exista uma conta Paypal associada ao utilizador. Existem contas Básicas e <i>Premium</i> , sendo as contas básicas isentas de custos. As contas <i>premium</i> implicam um pagamento regular.

(continua)

²¹ Fonte: Figura obtida em <http://alongerb.umwblogs.org/2012/11/04/virtual-educational-environments/> [13 de agosto de 2015]

Quadro 3.1 (continuação)

Caraterísticas	Descrição
Avatares	Um avatar é o corpo virtual do utilizador no SL. É possível adquirir qualquer tipo de aparência, o limite é apenas a imaginação, o tempo, ou o tamanho da carteira (os modelos mais sofisticados não são gratuitos).
Movimento	O SL permite ao utilizador a deslocação de inúmeras maneiras: voar, correr, caminhar, conduzir um automóvel ou utilizar um teletransporte para qualquer lado.
Dinheiro virtual	Em SL, existe um sistema económico que recorre a uma moeda própria, o Linden. É possível comprar dinheiro virtual para comerciar com os outros residentes, ou adquirir bens, tal como no mundo real.

Warburton, García, e Russell (2009), no seu trabalho *3D design and collaboration in massively multi-user virtual environments*, identificam áreas onde os componentes do SL podem facilitar inovações pedagógicas:

- Interação: Oportunidades para interação social entre indivíduos ou comunidades, interações humanas-objeto e interações inteligentes entre artefactos;
- Visualização e contextualização: A produção e reprodução de conteúdos inacessíveis, historicamente perdidos, muito distantes, muito onerosos, imaginários, futurísticos ou impossíveis de ver pelo olho humano;
- Imersão num ambiente 3-D onde o sentido de presença, através da personificação do avatar e alargados modos de comunicação podem influenciar os aspetos afetivos, empáticos e motivacionais da experiência de aprendizagem;
- Simulação: Reprodução de contextos que podem ser muito onerosos de reproduzir e eliminação de constrangimentos físicos;
- Comunidade: Promoção de um sentido de pertença que contribui para a coesão de grupos, subculturas ou áreas geográficas;
- Produção de conteúdos: Oportunidades para a criação do ambiente de aprendizagem.

No que concerne ao tipo de atividades que o SL pode proporcionar, Kay e FitzGerald (2008) sugerem um conjunto de categorias, nomeadamente:

- Tutoriais rápidos;
- Mostras e exposições;
- Exposições interativas;
- Personificações (*role plays*) e simulações;
- Visualizações de dados;
- Recreações históricas;
- Arqueologia vívida e imersiva;
- Criação de machinimas;
- Caça ao tesouro e pesquisas;
- Imersão cultural e linguística;
- Escrita criativa.

Contudo, a complexidade de ambientes imersivos como o SL pode envolver uma série de constrangimentos técnicos e sociais, os quais podem criar sérios impedimentos a professores e *designers* que queiram desenvolver e implementar atividades educacionais (Warburton, 2009, pp. 422–423). Estes constrangimentos podem ser identificados e agrupados de acordo com a seguinte lista:

- **Técnicos:** Abrangem problemas relacionados com a largura de banda disponível, o *hardware*, latência e interface, bem como a aquisição e desenvolvimento de competências no MV, como a manipulação do avatar e a navegação.
- **Identidade:** A fluidez e jogabilidade inerentes ao SL podem ser confusas para o utilizador. A construção de relações sociais pode ser problemática devido à liberdade de manipular entidades no MV;
- **Culturais:** O SL pode ser uma experiência de isolamento no sentido em que, comunidades não são fáceis de encontrar. O SL tem o seu próprio conjunto de regras e etiqueta, que nem sempre são fáceis de assimilar (Meadows, 2008). O SL pode ser um lugar sem limites ou restrições ou fronteiras;

- Colaboração: A construção de uma comunicação efetiva envolve um conjunto mínimo de ferramentas de rede como wikis, blogues ou um ambiente virtual de aprendizagem como suporte às atividades dos avatares;
- Temporais: Mesmo coisas simples podem envolver largos períodos de tempo. Desenhar, validar e executar atividades de ensino requer tempo para lidar com questões de direitos de autor, propriedade intelectual e acessibilidade. O desenho, implementação e prática de uma atividade ensino no SL requerem frequentemente que os professores dominem ou adquiram um conjunto de competências alargado;
- Económicos: No SL o motor de jogo é alojado e disponibilizado pelos Linden Labs. O *software* cliente é *open source* e disponível por descarregamento gratuito. Contudo, tudo o que vai além de uma conta básica envolve custos: comprar terra para criar espaços de aprendizagem, carregar imagens e texturas ou comprar ferramentas virtuais para utilizar no MV.
- Normativos: Não existe um padrão no que concerne à interoperabilidade e portabilidade entre as plataformas de mundos virtuais, pelo que o investimento, em tempo e custos, não poderá ser transferido entre plataformas;
- Persistência e descobertas sociais: Os perfis associados a cada avatar dispõem de um mecanismo limitado para a descoberta social de outros – cada avatar permanece fechado no centro da sua própria comunidade. Por outro lado, o MV é persistente em si, mas a persistência para os avatares só existe quando estão presentes no mundo.

As oportunidades técnicas, imersivas e sociais dos MV, tal como SL, oferecem inúmeras potencialidades para os processos de ensino-aprendizagem, mas estas devem ser ponderadas contra as barreiras de dominar um novo ambiente tecnológico.

3.4.2. Open Simulator

Como alternativa ao SL, muitos educadores têm vindo a migrar para o Open Simulator, ou simplesmente OpenSim. Esta plataforma teve o seu início em 2007 com o objetivo de proporcionar uma plataforma flexível e modular para a criação de ambientes virtuais

personalizados. É distribuído sobre a licença *Berkeley Software Distribution* (BSD) sendo um programa de código aberto (*open source*).

Tal como o SL, o OpenSim possui um número de funcionalidades como comunicação entre residentes, modelação gráfica de objetos tridimensionais e possibilidade de interação com o ambiente virtual (Gomes & Figueiredo, 2014). De acordo com Freire, Rolim, e Bessa (2010), entre essas funcionalidades destacam-se:

- Comunicação entre residentes através de *chat*, mensagens instantâneas ou áudio conferência;
- Modelagem gráfica de objetos 3-D, utilizada na criação de objetos tridimensionais;
- Interação com o ambiente, tornada possível pela atribuição de comportamentos aos objetos presentes no ambiente, ação realizada através de scripts, com linguagem de programação própria;
- Importação de arquivos multimédia, nomeadamente áudio, vídeo e animações;
- Captura de ecrãs, permitindo captar imagens do ambiente virtual;
- Teletransporte, através do qual os residentes se podem deslocar para diversas localidades do ambiente apenas com um clique.

Sendo o OpenSim um produto de engenharia reversa do SL (Warburton, 2009) partilha de algumas das suas características. O Quadro 3.2 sintetiza as principais características do SL e do OpenSim.

Quadro 3.2 - *Caraterísticas dos mundos virtuais Second Life e Open Simulator*

Caraterísticas	Mundos Virtuais	
	Second Life	Open simulator
Licença	Proprietária	<i>Open source</i>
Linguagem de programação do servidor	C#	C#

(continua)

Quadro 3.2 (continuação)

Caraterísticas	Mundos Virtuais	
	Second Life	Open simulator
Linguagens de programação de <i>scripts</i> suportadas	LSL	LSL; OSSL; C#; JavaScript e VB.NET
Criação de objetos	Limitado	Livre
Ocupação de terrenos	Limitado	Livre
Chats e mensagens instantâneas	Sim	Sim
Áudio-conferência	Sim	Sim

Apesar das semelhanças entre o SL e o OpenSim, o facto de a linguagem de programação do servidor do *Open Simulator* ter uma licença *open source*, suportar uma maior variedade de linguagens de programação de *scripts* e possibilitar a criação livre de objetos e ocupação de terrenos, contribui para que seja uma alternativa mais adequada à criação de ambientes de ensino-aprendizagem.

3.5. Trabalho relacionado

No sentido de conhecer algumas das aplicações recentes de MV em processos de ensino-aprendizagem, procurou-se identificar estudos e trabalhos de investigação relacionados com esta área. Para esse efeito foi conduzida uma pesquisa documental nas bases de dados Scopus²² e *Web of Science*^{TM23}

No sentido de identificar experiências envolvendo MV no contexto educativo em Portugal, foram conduzidas pesquisas nos repositórios da Universidade de Aveiro²⁴ e da Universidade

²² www.scopus.com

²³ <http://apps.webofknowledge.com/>

²⁴ <http://ria.ua.pt>

Aberta²⁵, no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP) e no Repositório da Universidade do Minho²⁶.

Os resultados foram filtrados por temas (educação/ensino) e datas (2000 a 2015). Os trabalhos de investigação considerados relevantes foram organizados na sequência cronológica que abaixo se apresenta.

Dickey (2005) no seu trabalho *“Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education”*, constata que os MV 3-D em linha são tecnologias emergentes que oferecem oportunidades únicas para ambientes de ensino tradicionais e a distância. No seu estudo apresenta dois estudos de caso exploratórios descrevendo atividades educativas envolvendo MV em contextos de ensino formais e informais. O objetivo de cada um dos estudos de caso é a perceção de como os MV estão a ser usados no ensino a distância e determinar o tipo de oportunidades proporcionadas por este tipo de ambientes virtuais 3-D. Os resultados da investigação sugerem que os MV proporcionam oportunidades para experiências de ensino experimental e aprendizagens situadas em ambientes colaborativos de aprendizagem. A autora reforça a necessidade de trabalho de investigação adicional no sentido de descobrir o pleno potencial de MV em contextos de ensino-aprendizagem.

Moura e Carvalho (2007) abordam a temática do ensino de línguas estrangeiras no seu artigo *“Aprender Línguas Estrangeiras no Second Life: Reações dos alunos ao ambiente”*. As autoras sugerem que o SL pode tornar-se um recurso pedagógico a rentabilizar. No estudo, descrevem uma experiência de aprendizagem no SL através de uma *WebQuest* realizada no ensino secundário na aula de língua estrangeira. O objetivo era levar os alunos a descobrir a potencialidade de um MV 3-D e ajudá-los a desenvolver competências linguísticas através de uma aprendizagem significativa. O estudo vem reforçar a convicção que o SL pode ser utilizado com sucesso no ensino e em diferentes níveis de ensino e que pode contribuir para ajudar os alunos a expandir a sua aprendizagem além dos limites imediatos da aprendizagem curricular, promovendo novos conceitos de aprendizagem. Os dados recolhidos sugerem ainda que os

²⁵ <http://repositorioaberto.uab.pt>

²⁶ <http://repositorium.sdum.uminho.pt>

alunos têm uma atitude favorável para com a plataforma, reconhecendo-lhe utilidade e interesse. Apesar de os dados não poderem ser generalizáveis, estes sugerem que o à-vontade demonstrado pelos alunos nestes ambientes tridimensionais pode ser revelador de uma tendência futura de utilização.

Boulos et al. (2007) no seu trabalho *“Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education”* introduzem os MV e o seu potencial educacional na área da medicina/saúde, bibliotecas e educação. Os autores sugerem que o SL é uma das mais populares plataformas atuais na qual se enfatiza a interação social e descrevem experiências educacionais conduzidas no SL, respetivamente *“Second Life Medical and Consumer Health Libraries (Health info Island - funded by a grant from the US National Library of Medicine), e Virtual Neurological Education Centre (VNEC) - developed at the University of Plymouth, UK”*. Estas experiências constituem dois estudos de caso que visam a discussão dos potenciais pedagógicos derivados da utilização de MV. O estudo sugere que MV 3-D oferecem um grande potencial para aplicações educacionais criativas. Contudo, salientam que mais investigação é necessária para conhecer plenamente, não só o potencial mas também eventuais constrangimentos desta tecnologia antes de a utilizar extensivamente em atividades diárias de ensino-aprendizagem.

Bettencourt e Abade (2008) no seu trabalho *“Mundos Virtuais de Aprendizagem e de Ensino - uma caracterização inicial”* descrevem um estudo exploratório, de índole qualitativa relatando uma experiência conduzida no MV SL. O estudo visa compreender como as interações sociais estabelecidas em ambientes de aprendizagem virtuais se desenrolam, permitindo perspetivar novas abordagens de ensino e aprendizagem. Os resultados sugerem que existem grandes diferenças entre as interações sociais estabelecidas no SL e na vida real, onde o carácter imersivo e a informalidade dos espaços do SL se destacam. Os autores recomendam a necessidade de mais investigação, no sentido de perceber como os novos horizontes proporcionados pelo SL podem ser compreendidos e explorados.

Pita (2008, p. 176) na sua tese de mestrado intitulada *“Análise das interações no Second Life em contexto educativo: um estudo de caso com os alunos do MMEdU”* aborda o carácter social e colaborativo proporcionado pelo SL. O objetivo da tese é compreender as

potencialidades reais do SL e analisar as interações geradas em encontros de alunos do Curso de Mestrado em Multimédia. Os dados, recolhidos a partir de vários critérios de observação, sugerem que a tipologia de interação predominante é a comunicação verbal. A tese encerra com a seguinte recomendação: - “Porque os mundos virtuais não são mais ambientes marginais, é importante introduzi-los no ensino tentando, desta forma, dar um novo alento a um sistema de ensino profundamente desgastado” e acrescenta um excerto do *Horizon Project*²⁷ focando a utilização de MV em contextos de ensino-aprendizagem:

“Virtual worlds can be used to create very effective learning spaces. Since they are generalized rather than contextual, they are applicable to almost all disciplines. Settings can be created to pertain to any subject or area of study; locations and artifacts can be as realistic and detailed, or as generic and undefined as desired. 3D construction tools allow easy visualization of physical objects and materials, even those normally occurring at cosmic or nano scales”.

(Pita, 2008, p. 176)

Fishwick e Park (2009), no seu trabalho “*A 3D Environment for Exploring Algebraic Structure and Behavior*”, sugerem que o ambiente 3-D do SL se apresenta como uma tecnologia emergente e com possibilidades para a criação de novos ambientes educacionais. Os autores exploraram as suas oportunidades para a construção de expressões matemáticas simples, envolvendo um grupo de alunos no processo. Os resultados sugerem que, apesar de a tecnologia apresentar alguns desafios relativamente ao interface tridimensional e à interação homem-máquina, estes ambientes podem ser utilizados com sucesso para construir expressões matemáticas em moldes não concretizáveis com outras tecnologias. Acrescentam ainda que, estes ambientes proporcionam comunicação a distância em tempo real, a possibilidade de vários utilizadores realizarem trabalho colaborativo simultaneamente, imersão sensorial e cognitiva e a possibilidade de personalizar representações em moldes difíceis de igualar por ambientes bidimensionais.

Garcia-Murillo e MacInnes (2009), no seu estudo, “*A Policy Game in a Virtual World*” apresentam um jogo em ambiente 3-D. Os benefícios do jogo foram analisados segundo os princípios de aprendizagem de Gee. Os dados sugerem que, como não existem conseqüências

²⁷ <http://www.nmc.org/horizonproject/2007/virtual-worlds>

perceptíveis no mundo real, os participantes se dispõem a correr riscos, dar ou receber ajuda a outros alunos e aplicar o conhecimento obtido em situações do mundo real.

Warburton (2009) no seu trabalho *“Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching”* aborda a evolução dos MV e descreve as tendências atuais no desenvolvimento de espaços 3-D imersivos. Aborda ainda o SL e os seus componentes técnicos, imersivos e sociais. O trabalho conclui com uma análise crítica das barreiras a uma implementação do SL como ferramenta educativa sugerindo abordagens para a superação das mesmas.

Baker, Wentz, e Woods (2009) abordam o MV SL e os seus potenciais usos em contextos educativos. No seu trabalho *“Using Virtual Worlds in Education: Second Life as an Educational Tool”*, sugerem que o SL oferece um enorme potencial criativo através do qual os utilizadores podem criar conteúdos no MV, incluindo edifícios, ambientes e objetos. Neste contexto, o SL pode ser usado como um espaço de aprendizagem, onde os objetos de aprendizagem podem ser criados e utilizados por professores e alunos. Os autores apontam constrangimentos ligados ao tempo de aprendizagem e a aspetos técnicos inerentes ao programa. Finalmente, recomendam a professores e educadores que pretendam utilizar o SL como espaço de ensino-aprendizagem, que formulem objetivos claros e comecem com atividades simples para envolverem os alunos no desenho e no acesso às atividades de aprendizagem.

Harris e Rea (2009), abordam a *Web 2.0* e as tecnologias de MV. No seu trabalho *“Web 2.0 and Virtual World Technologies: A Growing Impact on IS Education”* constataam que, em alguns aspetos, os alunos conhecem melhor as aplicações de tecnologia que os seus professores. O estudo introduz a discussão sobre estas tecnologias, como são usadas em contextos de ensino-aprendizagem e quais as suas vantagens e desvantagens em contexto de sala de aula. Os autores constataam que os alunos atuais, designados por Geração Y ou do milénio (nascidos entre 1980 e 1990), usam as tecnologias intensamente, do Facebook a jogos de computador (onde interagem com pessoas que nunca conheceram). Neste contexto de alunos acostumados a uma vida virtual e física, os educadores precisam de encontrar maneiras de utilizar estas tecnologias nos processos de ensino-aprendizagem, no sentido de manter um ensino relevante e aplicável ao mundo em que os alunos vivem e continuarão a habitar depois

de concluírem os seus estudos. Contudo, advertem que, a simples adoção de uma tecnologia sem o conhecimento das suas possibilidades poderá não ser suficiente. Segundo os autores, é necessário continuar a investigação nesta área, de modo a conhecer não só as oportunidades das tecnologias, mas também os processos de as utilizar como suportes a aprendizagens ativas e motivadoras.

Na sua tese de mestrado "*Using 3D Virtual Worlds in new educational contexts*", Oliveira (2009) constata o aparecimento de novas tendências na Web, marcadas por novos paradigmas como os MV 3-D. A investigação, procura compreender como desenhar e construir espaços e ferramentas no MV *OpenSim* que sejam adequadas às novas necessidades educativas e sociais. Simultaneamente, procura que este conhecimento seja usado na criação de uma presença no *OpenSim* para o *Eesti Infotehnoloogia Kolledž*, uma instituição de Ensino Superior estoniana. O autor conclui, sugerindo que a transposição de ambientes reais para ambientes virtuais de aprendizagem é uma possibilidade concreta.

Cação (2009), na sua tese de mestrado "*Construção de comunidades virtuais com o Second Life*" constata que os ambientes virtuais 3-D são encarados como poderosas ferramentas ao serviço da aprendizagem e refere a escassez de estudos e investigações sobre a sua integração em processos de ensino-aprendizagem. Neste contexto, apresenta um estudo de caso envolvendo alunos do Mestrado em Multimédia em Educação da Universidade de Aveiro e a construção e desenvolvimento de uma comunidade virtual de aprendizagem suportada pelo SL. A análise dos dados sugere que o desenvolvimento da comunidade virtual se caracterizou por fatores como a colaboração, a participação e o espírito de partilha. Em síntese, o estudo permitiu concluir positivamente sobre a utilização do SL para criação de comunidades virtuais de aprendizagem ao nível do Ensino a Distância.

Hew e Cheung (2010) apresentam uma revisão de estudos empíricos focando a utilização de MV 3-D imersivos em ambientes de ensino, desde o ensino preparatório ao ensino superior. Segundo o seu trabalho, "*Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research*" a maioria dos estudos realizados nesta área foram conduzidos em níveis universitários e politécnicos (69%), seguidos por estudos conduzidos em escolas secundárias (19%) e primárias (12%). Adicionalmente, os

autores constataram que esta pesquisa incidiu em oito áreas diferentes, nomeadamente: média-arte digital (por exemplo, modelação 3-D); educação (liderança, estudos educacionais, tecnologia educativa); saúde e ambiente (por exemplo, nutrição); comércio (por exemplo, comércio eletrónico); línguas (por exemplo, inglês como língua estrangeira); computação (por exemplo tecnologias de informação e comunicação, engenharia informática) e biblioteconomia (por exemplo, estudo de temas multidisciplinares). Os dados recolhidos permitiram constatar que a maioria dos estudos incidia sobretudo nas áreas de média-arte digital (18,8%) e saúde/ambiente (18,8%). Os restantes estudos abordavam a área educacional (12,5%), comércio (12,5%), computação (12,5%), outros (12,5%), línguas (6,3%) e biblioteconomia (6.3%).

Na sua tese de mestrado “A Integração em grupos no *Second Life* e o processo de aprendizagem”, Santos (2010) constata que as possibilidades educacionais no SL são intermináveis e que os interesses na pesquisa e avaliação de possíveis impactos nos processos de ensino-aprendizagem estão a crescer exponencialmente. A investigação visa perceber a razão que gera a necessidade dos indivíduos pertencerem a comunidades, para promover a integração social e o sucesso de vivências e aprendizagens no SL. Os dados recolhidos sugerem a confirmação da importância da integração em grupos para o sucesso das aprendizagens e para o desenvolvimento pessoal dos indivíduos, uma necessidade particularmente relevante, quando os indivíduos frequentam o SL por razões profissionais ou por motivos educativos.

A temática do ensino no SL é abordada por Mateus (2010) na sua tese de mestrado “As Aprendizagens em Ambientes Virtuais - procura de uma definição no *Second Life*”. No seu trabalho propõe a exploração do SL como plataforma educativa em contextos de ensino formais e informais. A investigação assentou em metodologia de levantamento de dados e visava recolher a opinião de professores frequentadores do SL sobre as aprendizagens formais e informais que podem ocorrer neste ambiente. A autora conclui que os conceitos de aprendizagem formal e aprendizagem informal associados ao ensino presencial são aplicáveis ao ensino em ambientes virtuais.

Ribeiro (2010), na sua tese de mestrado “Integração de um espaço virtual 3D num contexto de formação profissional a distância: um estudo de caso” aborda as tecnologias

educativas. O estudo tem como objeto de estudo o contexto pedagógico específico de um curso de formação a distância envolvendo o Formare LMS da PT Inovação e um espaço virtual 3-D no SL. O foco da investigação é colocado nas atividades *role-play* no espaço virtual e no valor que podem acrescentar ao contexto pedagógico de um curso de educação a distância. Nas suas conclusões sugere que a integração do espaço virtual 3-D no SL pode contribuir para:

- Introduzir a possibilidade de verificar competências profissionais importantes;
- Incrementar a motivação, a interação e a colaboração, características facilitadoras das aprendizagens;

Finalmente, constata que as necessidades de aprendizagem da utilização da ferramenta não se sobrepõem ou não limitam os objetivos de aprendizagem inerentes ao curso de formação em causa.

Na sua tese de mestrado “*O Second Life e o ensino-aprendizagem de Inglês*”, Silva (2010) constata a necessidade de adaptação das práticas de lecionação à integração das novas ferramentas decorrentes da geração *Web 2.0*. Estas ferramentas, segundo a autora, cada vez mais, afiguram-se como essenciais na prossecução de um ensino de sucesso. O estudo decorre da escassez de estudos e investigações sobre a integração de ambientes virtuais 3-D em contexto de sala de aula e visa compreender e analisar o impacto da integração de uma ferramenta desta natureza, o SL, para a lecionação de uma unidade didática do programa do 11.º ano, numa escola pública. A análise dos dados sugere que a utilização do SL, enquanto ferramenta complementar, promoveu maior motivação para a realização das tarefas e igualmente para uma maior motivação para a utilização da Língua Inglesa. Em síntese, o estudo permitiu concluir positivamente sobre a utilização de ambientes virtuais 3-D, como o SL, no desenvolvimento de aprendizagens significativas, especialmente ao nível do desenvolvimento de competências linguísticas e comunicacionais.

Ibáñez et al. (2011), no seu estudo “*Design and Implementation of a 3D Multi-User Virtual World for Language Learning*” constata que MV 3-D multiutilizadores têm sido vistos como ferramentas úteis para os processos de ensino-aprendizagem e que a sua exploração neste sentido está cada vez mais ativa, decorrente de ferramentas de desenvolvimento *open source*. O estudo visa perceber se é possível criar uma experiência de ensino-aprendizagem

motivadora dentro de um ambiente virtual, com o mínimo apoio dos professores. Para esse efeito recorreu à combinação de duas estratégias de aprendizagem de índole construtivista: a aprendizagem situada e a aprendizagem cooperativa/colaborativa. Concluem constatando que os MV 3-D abrem a porta a novas possibilidades de aprender. Para os autores, estas plataformas permitem a implementação de modelos de ensino sofisticados num quadro pleno de informação e comunicação.

Marques (2011), na sua tese de mestrado “O uso do *Second Life* no ensino da religião: Um estudo de caso no ensino das religiões monoteístas” constata que o advento das tecnologias e o seu impacto na sociedade criaram nos sistemas de ensino uma necessidade de distanciamento entre o modelo tradicional de ensino e a adaptação dos currículos a uma nova geração de alunos que já se encontram plenamente inseridos no mundo digital. Neste contexto, o estudo visa compreender se o SL pode ser usado em contexto educativo, quais as suas vantagens e desvantagens e compreender se existem vantagens da utilização para o ensino das religiões. Os resultados, bastante promissores, abrem caminho a novas abordagens no uso de SL no ensino das religiões.

Rufer e Adams (2012), no seu estudo “*Adapting Three-Dimensional - Virtual World to Reach Diverse Learners in an MBA Program*” focam a adaptação de estratégias de ensino ao MV SL de forma a responderem às necessidades de alunos com diferentes estilos de aprendizagem. O estudo sugere que o sucesso dos alunos pode ser relacionado com a pedagogia utilizada, a qual pode ser modificada de modo a adequar-se a alunos diferentes. O estudo encerra com sugestões para a adaptação de processos cognitivos combinados com princípios de *design* multimédia num MV.

Stoerger (2012) no estudo “*Breaking Away: How Virtual Worlds Impact Pedagogical Practices*” constata que a rápida evolução da tecnologia tem contribuído para que a informação seja uma das facetas mais importantes das sociedades atuais. Neste contexto, defensores da tecnologia educativa, defendem que os MV encerram potencial para promover ambientes de aprendizagem centrados nos alunos. O estudo envolveu a observação e análise de dados relativos a três cursos com diferentes níveis, iniciante, intermédio e avançado, no SL. As conclusões decorrentes da análise dos dados foram complementadas por entrevistas

não estruturadas a professores e alunos. Os resultados do estudo sugerem que a utilização de abordagens centradas nos alunos num MV - derivadas das epistemologias construtivistas -, têm potencial para criar uma situação de aprendizagem mais eficaz para os alunos.

Baek e Kim (2012), no seu estudo *“Designing and Developing the Virtual English Adventure in Second Life”* descrevem o processo de *design* e desenvolvimento do *Virtual English Adventure in second Life*, um ambiente de aprendizagem direcionado para o ensino-aprendizagem de inglês. As configurações do MV foram associadas a teorias de aprendizagem e à pedagogia associada ao ensino de inglês. A partir dos resultados obtidos, os autores apresentam um conjunto de recomendações para aqueles que pretendem desenvolver e implementar um ambiente de ensino-aprendizagem num MV.

Cruz-Lara et al. (2012) no seu estudo *“Enabling Multilingual Social Interactions and Fostering Language Learning in Virtual Worlds”* constatam que os MV são uma nova forma para as pessoas comunicarem, se encontrarem e socializarem. No estudo os autores abordam as interações sociais em MV e apresentam algumas pistas para as facilitar descrevendo ainda o suporte empírico que desenvolveram para sustentar estas teorias. Concluem com a apresentação de alguns métodos para promover a aprendizagem de línguas em MV, explicando como implementaram algumas delas.

Slater e Burden (2012) no seu estudo *“Enhancing Characters for Virtual Worlds and Interactive Environments through Human-Like Enhancements”* sugerem a adição de atributos humanos (emoções) a personagens de jogos e MV para melhorar a experiência do utilizador. O trabalho apresenta uma definição dos personagens controlados por computador e uma discussão sobre os aspetos humanos que estes integram. A investigação aborda um estudo de caso no qual atributos emocionais foram adicionados a uma personagem no MV SL. Os resultados sugerem que os utilizadores preferem interagir com personagens caracterizados por emoções humanas.

Warren e Lin (2012) no seu estudo *“Ethical Considerations for Learning Game, Simulation, and Virtual World Design and Development”* procuram identificar questões de ética às quais os *designers* devem estar atentos no processo de desenhar e desenvolver jogos educativos, simulações e MV. O estudo proporciona exemplos retirados de jogos, simulações e MV do

passado e atuais que tenham seguido estes princípios ou que necessitem da revisão de aspetos éticos em desenvolvimentos futuros.

Chaka (2012), no seu trabalho *“Second Life and World of Warcraft: Harnessing Presence Learning”* explora o potencial do MV SL e de *World of Warcraft (WoW)*, enquanto exemplos de um MV e de um *massively multi-player online role-playing game*, têm para alavancagem de aprendizagens situadas. O estudo introduz o SL, o WoW e a aprendizagem situada. Apresenta e discute sete estudos de caso demonstrando como, quer o SL quer o WoW, ajudam a estabelecer aprendizagens situadas e conclui com a síntese das futuras tendências da aprendizagem situada no SL e WoW.

Chou e Hart (2012), no seu trabalho *“The Pedagogical Considerations in the Design of Virtual Worlds for Organization Learning”* constata que um número crescente de organizações estão a utilizar o SL e MV para processos de ensino-aprendizagem. O trabalho aborda literatura relevante sobre a forma como MV como o SL são utilizados e introduz as *affordances* dos MV para as aprendizagens. O estudo analisa as perspetivas de alunos envolvidos num curso imersivo no SL a partir das quais os autores sintetizam seis vertentes: aprendizagem informativa e desafiante; envolvimento; estruturas ativas; transformação; participação colaborativa e democrática e novas oportunidades.

Barker (2012), no seu trabalho *“Usability and Affordances for Teaching and Learning in Second Life”* apresenta uma investigação sobre a usabilidade e *affordances* de ambientes virtuais 3-D utilizados em processos de ensino e aprendizagem. Dois estudos envolvendo alunos de ensino intermédio abordaram, respetivamente, as *affordances* do SL em contexto de trabalho de grupo e ensino, e o desenvolvimento de jogos adaptados ao SL. O trabalho conclui com um conjunto de recomendações, baseadas nestes estudos, relacionadas com a utilização de ambientes de aprendizagem 3-D em processos de ensino-aprendizagem.

Park (2012) constata que a utilização generalizada da tecnologia de computadores na sociedade moderna conduziu a um aumento na utilização dos computadores nos processos de ensino-aprendizagem. No seu estudo *“Virtual Worlds as a Learner Centered Environment for Spatial Reasoning”* sugere que a capacidade de compreender informação visual é uma função fundamental para melhores aquisições nos processos de aprendizagem. O estudo visa

demonstrar a aplicação prática de utilizações de MV para atividades de aprendizagens centradas nos alunos, os quais podem contribuir para melhorar as capacidades cognitivas dos mesmos e o pensamento de ordem superior, tal como raciocínio espacial, aprendendo fazendo. Em síntese, o estudo introduz uma nova abordagem à utilização de MV enquanto ambientes de aprendizagem.

Pessoa (2013), na sua tese de mestrado “Aprendizagem imersiva em mundos virtuais”, aborda a temática do ensino a distância. Nesse contexto, apresenta um processo para a criação de um ambiente imersivo - um laboratório virtual – no SL e uma atividade conduzida nesse ambiente. Os resultados sugerem que o laboratório virtual imersivo, construído a partir do processo descrito, contribuiu para o aumento da motivação dos alunos.

Carmo (2013), na sua tese de mestrado “Mundo Virtual 3D em Plataforma Aberta como Interface para Ambientes de Aprendizagem”, apresenta um estudo de viabilidade e desenvolvimento de interface baseado num MV 3-D para ambientes de aprendizagem. O foco do trabalho consistiu no desenvolvimento de uma interface 2-D e 3-D. A interface 2-D foi baseada numa plataforma *Learning Management System* (LMS) e a interface 3-D no *OpenSim*. O estudo teve como linha orientadora a preocupação de oferecer a professores e alunos a possibilidade de utilizarem indistintamente a interface 2-D ou 3-D. O autor conclui com propostas de implementação deste tipo de recursos em contextos educativos e sugere que os professores se devem apropriar da fluência tecnológica para potencializar o seu trabalho.

Loureiro (2013), na sua dissertação de doutoramento, “CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM AMBIENTES VIRTUAIS - influência das relações interpessoais”, descreve uma investigação conduzida no ambiente virtual imersivo SL, com o suporte de ferramentas Web 2.0 como complemento a aulas presenciais, numa lógica de sala de aula estendida. A investigação de caráter exploratório envolveu turmas do ensino superior. As conclusões sugerem que os alunos tendem a sentir-se mais confiantes, abertos, participativos, criativos, compreensivos e aparentemente interessados em aprender. O ambiente virtual permite chegar a um maior número de alunos, proporcionando acessos livres das restrições de tempo e distância, permitindo uma participação mais efetiva dos alunos.

Reis (2014), na sua dissertação de doutoramento “Modelação de Mundos Virtuais 3D Análise Comparativa e Avaliação da Qualidade de Mundos Virtuais”, constata que a sociedade atual vive imersa em tecnologia, a qual tem aplicabilidade na comunicação, comércio, entretenimento e educação. No que concerne ao contexto escolar, as TIC são usadas para apoio aos processos de ensino-aprendizagem. Contudo, alguns dos ambientes que visam a promoção de aprendizagens são concebidos através de diferentes modelos, sendo que, alguns dos quais não contemplam a natureza da interação ou os desafios de usabilidade. Nesse contexto, o objetivo da investigação é a apresentação de um modelo iterativo de desenvolvimento de ambientes de aprendizagem virtuais, aplicando métodos e técnicas da Engenharia de *Software*. Foram realizados dois estudos de caso recorrendo à plataforma OpenSim. Um dos estudos de caso foi apresentado ao utilizador final para avaliação, concretamente, alunos de uma turma do 5.º ano. Os resultados sugerem que os ambientes virtuais colaborativos para ambientes educacionais contribuem para a satisfação dos alunos e proporcionam uma melhor colaboração, favorecendo o estreitamento da relação entre eles.

Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt, e Davis (2014), no seu trabalho “*Effectiveness of virtual reality-based instruction on students’ learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis*” apresentaram um estudo de estudos (meta-análise) focando a análise dos efeitos e impactos de *designs* educativos baseados em jogos, simulações e MV, em níveis de ensino desde o básico até ao ensino superior. Os resultados sugerem que, de um modo geral, o ensino baseado nesta tecnologia é bastante eficaz, e pode contribuir para melhores resultados de aprendizagem. O estudo finaliza com recomendações para melhorar a eficácia destes ambientes de aprendizagem e a recomendação da necessidade de prosseguir a investigação nesta área.

Rocha (2014), na sua tese de mestrado “*OpenSim: um recurso didático no ensino do Desenho*” apresenta uma investigação realizada numa Escola de Ensino Artístico Especializado no Porto, na disciplina de Desenho A. Tendo em conta as dificuldades evidenciadas pelos alunos na disciplina e aproveitando o facto de a escola ter uma presença no *OpenSim*, estabeleceu-se a utilização desta plataforma como recurso didático com interesse pedagógico. A investigação visava conhecer as potencialidades educativas do MV *OpenSim* para a compreensão da perspetiva e da sua representação no âmbito da disciplina de

Desenho. Os resultados sugerem que a utilização do *OpenSim* contribuiu positivamente para o processo do ensino e da aprendizagem.

Webster (2015), no seu estudo “*Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments*” investigou o efeito da interação num MV imersivo em contexto de sala de aula. O propósito do estudo era comparar um sistema de ensino baseado em aulas expositivas e num ambiente de aprendizagem imersivo multimédia baseado em 3-D em termos de aprendizagem efetiva (*declarative learning*). Os resultados sugerem que ambas as abordagens proporcionam aumento das aprendizagens. Contudo, a abordagem baseada no ambiente de aprendizagem imersivo foi associada a pontuações mais altas e a uma interação mais significativa.

Hachaj e Baraniewicz (2015), no seu estudo “*Knowledge Bricks - Educational immersive reality environment*” apresentam um sistema educacional, a aplicação “*Knowledge Bricks*”. A arquitetura do MV baseada em tarefas permite uma definição clara dos objetivos de interação. Por outro lado, o processo de implementação mostrou que a introdução deste tipo de aplicação nas escolas não requer *hardware* dispendioso ou salas de aulas dedicadas. A abordagem foi avaliada com um grupo de crianças de diferentes idades, desde a pré-escola à primária. Os dados sugerem que a interface do MV é adequada a todos estes grupos, embora o grupo de alunos com idades entre os seis e os nove anos seja o melhor grupo-alvo para a aplicação.

Fernandes (2015), na sua tese de mestrado “*eCOArt, Realidade Virtual na Educação A História da Arte e Design através de percursos e desafios virtuais*”, aborda a análise, conceção e avaliação de um protótipo de ambientes virtuais 3-D aplicados à exploração das Artes e *Design* sob a forma de um ambiente virtual com percursos pedagógicos, atividades e desafios lúdicos. Os resultados sugerem que o protótipo oferece vantagens e benefícios para os processos de ensino-aprendizagem e que é possível, na prática desenvolver projetos de RV baseados em recursos gratuitos.

Finalmente, Cruz (2015), na sua dissertação de doutoramento “*Mundos Virtuais no Ensino Superior*”, identifica as formas de utilização e exploração que as organizações de ensino superior dão aos espaços criados nos MV. Os resultados demonstram que são os professores

os impulsionadores da presença das instituições de ensino superior nos MV, com o objetivo de potencializarem o ensino a distância. No que concerne às mais-valias, verifica-se que a utilização destes recursos reduz custos para utilizadores e para as instituições de ensino superior, facilitam a participação e a pontualidade, a criação de comunidades de prática e de simulações que são impossíveis de realizar na vida real. Nesse sentido, complementam o ensino e desenvolvem novas competências. O estudo conclui com a enumeração de alguns constrangimentos, nomeadamente a necessidade de aquisição de novas competências dos utilizadores, a inevitabilidade de algum investimento por parte das instituições e participantes, a segurança das redes que coloca entraves ao funcionamento do MV e a sobrecarga de dados que o 3-D exige das redes e computadores participantes.

3.6. Oportunidades

Embora as tecnologias não causem diretamente a ocorrência de aprendizagens podem suportar um conjunto de tarefas e atividades, as quais podem proporcionar aprendizagens ou acrescentar benefícios aos processos de ensino-aprendizagem, facilitando-os. Dalgarno e Lee (2010) identificam as seguintes oportunidades dos ambientes de aprendizagem 3-D:

- Facilitar tarefas de aprendizagem que conduzem a um melhor conhecimento espacial do domínio explorado;
- Facilitar tarefas de aprendizagem experimental, impraticáveis ou impossíveis de realizar no mundo real;
- Facilitar tarefas de aprendizagem que promovem o aumento da motivação e do envolvimento;
- Facilitar aprendizagens que envolvem transferência de conhecimentos e competências para situações do mundo real, através da contextualização da aprendizagem;
- Facilitar tarefas que promovem atividades colaborativas mais ricas do que as suportadas por ambientes de aprendizagem 2-D.

A Figura 3.5 sintetiza algumas das oportunidades inerentes a ambientes de aprendizagem 3-D.

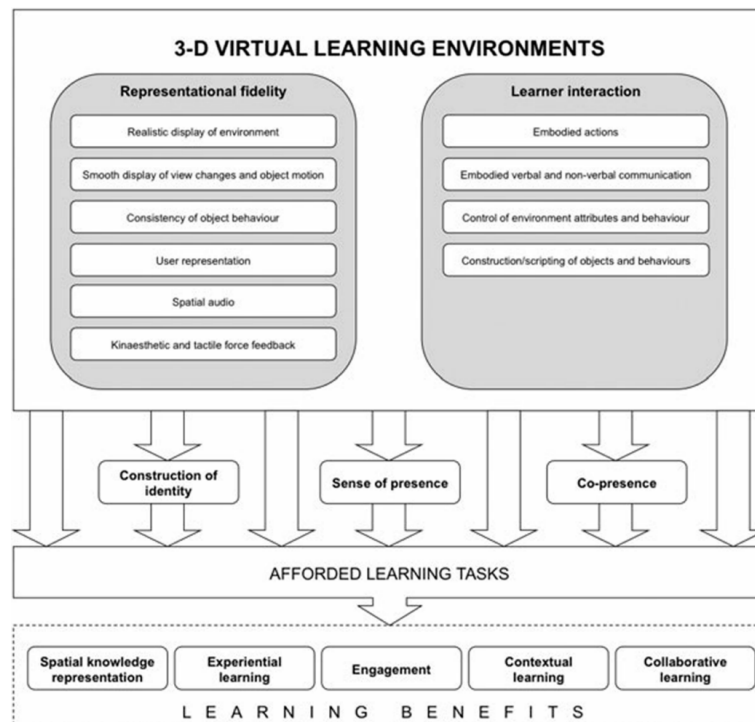


Figura 3.5 - Características únicas e oportunidades de ambientes de aprendizagem 3-D²⁸

O Quadro 3.3 enumera as oportunidades e constrangimentos associados à utilização de MV 3-D em contextos de ensino-aprendizagem identificadas nos estudos analisados.

Quadro 3.3 - Oportunidades e constrangimentos identificados nos MV 3-D enquanto suportes a processos de ensino-aprendizagem

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: Ensino a distância; ensino tradicional; contextos de ensino formais/informais; ensino experimental; aprendizagens situadas; ambientes colaborativos de aprendizagem (Dickey, 2003).	Observados: Necessidade de aprofundar a investigação nesta área.

(continua)

²⁸ Fonte: Figura transcrita de Dalgarno e Lee (2010, p. 24).

Quadro 3.3 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: Aprendizagem significativa; novos conceitos de aprendizagem; expansão das aprendizagens para além dos limites imediatos da aprendizagem curricular; atitudes favoráveis dos alunos (Moura & Carvalho, 2007).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Aplicações educacionais criativas (Boulos et al., 2007).	Observados: Necessidade de aprofundar a investigação nesta área e conhecer constrangimentos à utilização desta tecnologia numa base regular.
Os MV 3-D podem facilitar: Novas modalidades de interação social (Bettencourt & Abade, 2008).	Observados: Necessidade de mais investigação no sentido de perceber como os MV 3-D podem ser explorados e utilizados.
Os MV 3-D podem facilitar: A comunicação verbal e refrescar um sistema de ensino profundamente desgastado (Pita, 2008).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Construção de expressões matemáticas em moldes não concretizáveis com outras tecnologias; comunicação a distância em tempo real; trabalho colaborativo simultâneo; imersão sensorial e cognitiva; representações únicas de realidades difíceis de descrever em ambientes 2-D (Fishwick & Park, 2009).	Observados: Desafios relativamente à interface 3-D e à interação homem-máquina.

(continua)

Quadro 3.3 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: Correr riscos, dar e receber ajuda; aplicar o conhecimento em situações do mundo real (Garcia-Murillo & MacInnes, 2009).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Interações alargadas; visualização e contextualização de conteúdos inacessíveis; exposição a conteúdos e culturas autênticos; imersão num ambiente virtual 3-D com um sentido de presença alargado; simulação; presença em comunidade; produção de conteúdos; aprendizagem experimental; aprendizagem cooperativa; aprendizagem gamificada (Warburton, 2009).	Observados: Problemas técnicos (derivados da complexidade destes ambientes); de identidade (as identidades dos utilizadores não são fixas); culturais (as comunidades podem ser difíceis de encontrar; existem normas e etiquetas complexas); de colaboração (verifica-se a necessidade de serviços externos como <i>wikis</i> , blogues ou ambientes virtuais de aprendizagem); de tempo (desenhar, validar e realizar atividades), económicos (variam entre plataformas); padrões (dificultam a transição e interoperabilidade de projetos entre plataformas).
Os MV 3-D podem facilitar: A criação e utilização de objetos de aprendizagem produzidos por professores e alunos (Baker et al., 2009).	Observados: Necessidade de um tempo de aprendizagem e aspetos/problemas técnicos relacionados com o programa.
Os MV 3-D podem facilitar: A implementação de abordagens de ensino à qual os alunos da Geração Y estão habituados e recetivos, aprendizagens ativas e inovadoras (Harris & Rea, 2009).	Observados: Necessidade de aprofundar o conhecimento das potencialidades desta tecnologia.

(continuação)

Quadro 3.3 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: A transposição de ambientes reais para ambientes virtuais de aprendizagem (Oliveira, 2009).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A criação de comunidades virtuais de aprendizagem; colaboração; participação e partilha; aprendizagem a distância (Cação, 2009).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A integração em grupos e comunidades (Santos, 2010).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Aprendizagens em contextos de ensino formais e informais (Mateus, 2010).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: O incremento de motivação, interação, e colaboração (Ribeiro, 2010)	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Uma maior motivação para a realização de tarefas de ensino-aprendizagem e maior motivação para a utilização da língua Inglesa; a indução de aprendizagens significativas (Silva, 2010).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A implementação de modelos de ensino sofisticados num quadro pleno de informação e comunicação (Ibáñez et al., 2011)	Não observados.

(continua)

Quadro 3.3 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: A implementação de novas abordagens no ensino das religiões (Marques, 2011).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A adaptação de estratégias de ensino de acordo com as necessidades de alunos com diferentes estilos de aprendizagem (Rufer & Adams, 2012).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A promoção de ambientes de aprendizagem centrados nos alunos, derivadas das epistemologias construtivistas (Stoerger, 2012)	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: A adição de atributos humanos a personagens de jogos e MV para melhorar a experiência de utilizador (Slater & Burden, 2012).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Aprendizagens situadas (Chaka, 2012).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Aprendizagens informativas e desafiantes; envolvimento; implementação de estruturas ativas: participação colaborativa e novas oportunidades de abordagens inovadoras (Barker, 2012).	Não observados.

(continua)

Quadro 3.3 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
Os MV 3-D podem facilitar: Aprendizagens centradas nos alunos; melhoria da capacidades cognitivas dos alunos e o pensamento superior, como o raciocínio espacial, aprender fazendo; criação de novos ambientes de aprendizagem (Park, 2012).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Incremento na motivação dos alunos (Pessoa, 2013).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: Acesso a um maior número de alunos, acessos livres de restrições como tempo e distância; participações mais efetivas (Loureiro, 2013).	Não observados.
Os MV 3-D podem facilitar: O ensino a distância, redução de custos, participação e pontualidade; comunidades de prática e simulações impossíveis de realizar no mundo real (Cruz, 2015).	Observados: Necessidade de aquisição de novas competências pelos utilizadores; investimento por parte das instituições e participantes; segurança das redes; sobrecarga de dados que o 3-D exige a redes e computadores dos participantes.

Em síntese, a pesquisa sugere que os MV podem contribuir para um vasto conjunto de abordagens de ensino-aprendizagem. Contudo, permanece a necessidade de aprofundar a investigação nesta área, no sentido de compreender como melhor explorar o potencial dos MV e superar inúmeros constrangimentos associados à tecnologia.

4. Realidade Aumentada

No capítulo 4 – Realidade Aumentada -, apresenta-se a origem da Realidade Aumentada (RA), a sua evolução, características e áreas de utilização. O capítulo encerra com a apresentação de trabalhos de investigação, de origem nacional e internacional, focando a utilização de RA em contextos de ensino-aprendizagem e a síntese das oportunidades para o ensino proporcionadas por esta tecnologia.

O subcapítulo 4.1 introduz a RA. O subcapítulo 4.2 sintetiza a evolução e características da RA. O subcapítulo 4.3 aborda áreas de utilização da RA. No subcapítulo 4.4 enumeram-se estudos relevantes focando a utilização de RA em contextos de ensino-aprendizagem. O subcapítulo 4.5 sintetiza as oportunidades da RA para os processos de ensino-aprendizagem.

4.1. Introdução

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) tem, ao longo das últimas décadas, sido amplamente descrita em filmes de ficção-científica, e representado o imaginário de possíveis futuros da tecnologia, Figura 4.1.



Figura 4.1 - “They Live”, de John Carpenter, 1988²⁹

²⁹ Fonte: Figura obtida em <https://hammyreviews.wordpress.com/2015/08/11/review-they-live-1998-ive-come-here-to-chew-bubblegum-and-watch-a-great-film/> [20-12-2015]

Embora o conceito de RA tenha sido gradualmente introduzido pela ficção científica na nossa consciencia coletiva, até muito recentemente, era vista como uma tecnologia utilizável pelas massas apenas num futuro distante. Harrison Hao e Steve Chi-Yin (2012) sugerem que o atual pico evolutivo da tecnologia de computadores permitiu que a RA esteja ao alcance do consumidor comum e prestes a tornar-se, talvez para muitos, uma parte inseparável da vida quotidiana. Esta tese é partilhada por Roche (2011), ao propor que a emergência e ubiquidade de dispositivos de computação móveis pessoais (*smartphones/tablets*), e plataformas como a Layar³⁰, Metaio³¹ e Wikitude³² (entre outras) colocaram a RA ao alcance do consumidor comum.

4.2. Evolução e características

A RA remonta aos primeiros protótipos criados por Ivan Sutherland e os seus alunos na Universidade de Harvard e na Universidade de Utah, nos anos 1960.

A evolução da tecnologia nos anos 1970 e 1980 levou ao aparecimento de dispositivos portáteis como o Sony Walkman (1979), relógios digitais e assistentes digitais pessoais. Estes dispositivos introduziram o conceito de *wearable computing*, e nos anos 90 os computadores pessoais tornaram-se portáteis. Na atualidade estes computadores pessoais identificam-se sobretudo com *smartphones*, *tablets* e computadores híbridos caracterizados por ecrãs táteis, sensores de geo-posicionamento, sensores de posição, câmaras de alta definição e ligações de banda larga à internet (Van Krevelen & Poelman, 2010).

Ao longo dos últimos anos as aplicações de RA tornaram-se largamente disponíveis em dispositivos móveis. A RA tem adquirido gradualmente visibilidade nos *media* audiovisuais (notícias, entretenimento, desportos) e está a começar a entrar em outros aspetos das nossas vidas (como no comércio eletrónico, viagens, marketing) de modo tangível e excitante.

³⁰ www.layar.com

³¹ <http://www.metaio.com/>

³² <http://www.wikitude.com/>

No campo educacional, a RA tem contribuído para tornar as aprendizagens ubíquas e caracteriza-se por permitir aos alunos o acesso instantâneo a informação específica e localizada, compilada e facilitada através de numerosas fontes.

Azuma (1997) no seu trabalho "*A Survey of Augmented Reality*" define a RA como uma tecnologia que permite que o utilizador veja o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou misturados. Nesse sentido, de acordo com Azuma, a RA suplementa o mundo real e não o procura substituir.

Num sentido mais lato, Ward (2012), propõe que o termo RA é geralmente usado para descrever o aprimoramento de objetos ou imagens do mundo real através de ações geradas por computador. Uma aplicação de RA pode conter várias funções, sejam dedicadas a interações ou à exibição de conteúdos.

Redondo, Fonseca, Sánchez, e Navarro (2013) acrescentam que a RA é, na sua essência, uma cena composta, na qual, por exemplo, se pode sobrepor um objeto virtual (dados gerados por computador, como texto, vídeo, gráficos, imagens, animações, entre outros) a um objeto real, visualizando a cena através de um ecrã de computador.

De acordo com Cai, Wang, e Chiang (2014) a RA oferece uma interface em que os utilizadores combinam o mundo real com o mundo virtual. Nesta interface, os utilizadores podem interagir com objetos virtuais que são sobrepostos a cenas reais que os rodeiam, permitindo obter uma experiência natural e genuína de interação homem-computador.

Neste contexto, a vista do mundo real é geralmente captada pela câmara de um computador, de um *smartphone*/tablet ou outro dispositivo. A sobreposição dos dados gerados por computador (objetos virtuais) na vista captada pela câmara do dispositivo aumenta a perceção e interação do utilizador com o mundo real. Um computador e uma câmara suficientes para construir uma experiência de RA: A câmara do dispositivo deteta marcadores dentro do seu campo de visão e apresenta a cena do mundo real e os conteúdos virtuais simultaneamente no ecrã do computador (Chen, 2014).

As aplicações de RA partilham algumas características comuns. Azuma (1997) indentifica três características fundamentais, nomeadamente:

- Combinam o mundo real e o virtual, sendo o mundo real o elemento preponderante;
- Permitem interações em tempo real;
- Permitem visualizar objetos em três dimensões.

Madden (2011) aprofunda este conjunto de características e sugere que as aplicações de RA permitem:

- Combinar o mundo real com gráficos gerados por computador;
- Proporcionar interação com objetos em tempo real;
- Seguir/acompanhar objetos em tempo real;
- Proporcionar a identificação/reconhecimento de imagens ou objetos;
- Disponibilizar contextos ou dados em tempo real.

4.3. Aplicações

De acordo com Ward (2012), um museu pode ser um bom exemplo do que a RA pode fazer pelo utilizador. Neste ambiente, um pequeno código de barras na base de um determinado objeto pode ser lido por um dispositivo de computação móvel portátil, devolvendo uma descrição completa e interativa desse mesmo objeto. Poderia explicar como e quando foi feito, bem como a possibilidade de ver outras obras do artista. Esta interação poderia facilmente estender-se a um mapa do museu, assinalando onde essas obras estão localizadas, permitindo seguir o mapa até essas localizações. Estas possibilidades podem alargar-se facilmente a outros ambientes, atividades ou locais, desde um restaurante a uma biblioteca. Estas ações implicam a utilização da câmara do dispositivo de computação móvel como *scanner* dessa área, exibindo em sobreposição virtual as localizações das mesmas. Estes elementos digitais sobrepostos ao mundo real permitem diversos tipos de interação. Na realidade, o tipo de aplicações da RA está apenas limitado pela imaginação do *designer* e pelas capacidades do dispositivo de computação móvel.

Azuma (1997) identificou áreas de aplicação da RA, nomeadamente a visualização médica, manutenção e reparação, anotação, planificação de percursos para robots, entretenimento e aplicações militares de navegação e tiro. Chen (2014) reconhece as áreas de aplicação

propostas por Azuma (1997) e acrescenta duas novas: o turismo e a educação. Segundo o autor, a RA também tem sido utilizada no turismo para melhorar as experiências de lazer. As aplicações de RA proporcionam não só informação prática, como informação relativa a alojamento, atrações, museus e monumentos. Pode proporcionar igualmente informação personalizada baseada nas preferências do utilizador e contexto. Com o aumento da popularidade dos dispositivos de computação móvel (*smartphones/tablets*), as aplicações móveis de RA baseadas em georreferenciação começaram a desempenhar um papel importante na indústria do turismo.

Na atualidade, a RA tem alargado o seu campo de ação a áreas como a publicidade, transações imobiliárias, indústria automóvel e produtos de consumo. Roche (2011) enumera algumas das aplicações da RA na área do comércio e consumo, nomeadamente:

- Caixa Digital Lego: Uma instalação de RA, disponível nas lojas Lego, permite que as crianças visualizem o puzzle construído. As crianças podem rodar, virar e avaliar como a resultado final será, permitindo ponderar o interesse na sua aquisição;
- Zugara: A loja Zugara utiliza um “espelho mágico” que permite aos compradores que se colocam em frente a uma *webcam* experimentar diferentes estilos de roupa. Em adição à possibilidade de visualizar as roupas do catálogo, a interface permite que o utilizador, através de gestos, interaja com diversas opções de um menu, inclusive a partilha do seu novo look numa rede social;
- *FoodTracer*: Este projeto, desenvolvido por Giuseppe Costana, utiliza a tecnologia de reconhecimento de imagem em RA para dar aos compradores de mercearia informações adicionais sobre os géneros que pretendem adquirir.

Segundo o autor, existem vantagens e atrativos bastante evidentes na tecnologia de RA. A grande parte dos conteúdos virtuais disponibilizados está alojado na nuvem. Os processos de cálculo (algoritmos) para reconhecimento de imagens correm no dispositivo móvel, estabelecendo a ponte entre dados, informação contextual e outros conteúdos dinâmicos ligados e a localização centralizada na nuvem, onde os conteúdos podem ser atualizados com um mínimo de esforço.

Estas possibilidades tornam a RA atrativa para um vasto conjunto de aplicações. Sood (2012) sugere que, embora seja um campo tecnológico recente, é possível delinear categorias entre as aplicações (*apps*) disponíveis no mundo de RA. Existem centenas de aplicações destinadas a uso generalizado por parte dos utilizadores, desde jogos, *world browsers*, e aplicações de navegação. Utilizam geralmente o acelerómetro e o GPS para obterem a localização e o estado físico do objeto. A maioria destas aplicações visa o entretenimento e a utilidade.

No contexto educacional, a RA tem sido utilizada com sucesso num conjunto de abordagens educacionais diferenciadas. Kesim e Ozarslan (2012) sugerem que através da RA, imagens impressas ou livros de textos adquirem o potencial de se tornarem fontes de informação dinâmicas, interativas e atualizáveis. No campo educacional, a RA pode contribuir para uma aprendizagem ubíqua (Harrison Hao & Steve Chi-Yin, 2012) e para o desenvolvimento de aplicações específicas em áreas como o ensino da matemática, geometria ou visualização de modelos 3-D (Redondo et al., 2013).

4.4. Trabalho relacionado

Para conhecer algumas das aplicações recentes de RA em processos de ensino-aprendizagem, procurou-se identificar estudos e trabalhos de investigação recentes realizados nesta área. Para esse efeito foi conduzida uma pesquisa documental nas bases de dados Scopus e *Web of Science*TM.

No sentido de identificar experiências envolvendo a tecnologia de RA no contexto educativo em Portugal, foram conduzidas pesquisas nos repositórios da Universidade de Aveiro e da Universidade Aberta, no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP) e no Repositório da Universidade do Minho.

Os resultados foram filtrados por temas (educação/ensino) e datas (2000 a 2015). Os trabalhos de investigação considerados mais relevantes foram organizados na sequência cronológica que abaixo se apresenta.

Billinghamurst (2002), no seu trabalho *“Augmented Reality in Education”*, sugere que a RA, enquanto uma tecnologia avançada, permite a criação de experiências educacionais significativas e realça o potencial inerente à RA de melhorar a experiência do mundo real, por oposição a outras interfaces de computador que procuram captar a atenção do utilizador para o ecrã. O autor constata que a RA tem sido utilizada com sucesso para melhorar tarefas colaborativas. Num ambiente educacional, os alunos trabalham melhor se estiverem focados num espaço de trabalho comum. A interface da RA oferece aos alunos a possibilidade de visualizarem um objeto virtual simultaneamente mantendo o sentido de presença no mundo real, uma característica que contribui para um comportamento colaborativo muito próximo ao das interações face-a-face. Constata ainda que, num ambiente de aprendizagem mediado por RA, se desenvolve uma relação entre os objetos virtuais e físicos, enriquecendo-os. Neste contexto, as aplicações de RA, permitem manipular informação virtual de uma maneira intuitiva, proporcionando experiências e interações significativas. Nas suas conclusões, reconhece na RA o potencial para criar interfaces que proporcionam interações contínuas entre o mundo real e os mundos virtuais e reforça a necessidade de um trabalho conjunto entre educadores e investigadores no sentido de explorar as melhores formas de aplicação desta tecnologia em contextos de ensino-aprendizagem.

Kaufmann e Schmalstieg (2003), no seu trabalho *“Collaborative Augmented Reality in Education”* constata que os recentes avanços da tecnologia tornaram possíveis a utilização de ferramentas de aprendizagem inovadoras em contextos de ensino-aprendizagem. Os autores apresentam uma breve abordagem aos potenciais e desafios inerentes à utilização de um ambiente de aprendizagem colaborativo, visando a aprendizagem de matemática e geometria, suportado por RA. Os resultados do estudo sugerem que o protótipo *Construct3D* se caracteriza por uma aprendizagem fácil, encoraja experiências com construções geométricas e melhora as competências espaciais.

Zorzal, Buccioli, e Kirner (2005) demonstram a utilização de RA na aprendizagem de música no seu trabalho *“O uso da Realidade Aumentada no Aprendizado Musical”* recorrendo à utilização de técnicas de visão computacional e *software* apropriados. Os resultados do estudo sugerem que a utilização da RA, tendo em conta as suas características, garante um elevado potencial para o desenvolvimento de *software* específico para a aprendizagem musical.

Sugerem ainda que, concluindo que a RA contribui para tornar a aprendizagem nesta área atrativa e eficiente, permitindo uma imersão natural e motivadora do utilizador, aumentando a sua perceção dos conteúdos e garantindo uma melhor aprendizagem.

Kerawalla, Luckin, Seljeflot, e Woolard (2006), no seu trabalho “*Making it real*”: *Exploring the potential of Augmented Reality for teaching primary school science*” constataam que a utilização de RA em ambientes formais de educação se apresenta como um elemento-chave em futuros ambientes de aprendizagem, mediados por uma combinação de *hardware* e aplicações. Os autores alertam para a necessidade de aprofundar a pesquisa nesta área, considerando o pouco que se conhece sobre o potencial desta tecnologia como suporte aos processos de ensino-aprendizagem com grupos de crianças em ambiente de sala de aula. A análise dos diálogos professor-criança, num estudo comparativo envolvendo RA e métodos tradicionais de ensino, revelou que as crianças que usaram RA se envolveram menos que as que utilizaram recursos tradicionais. Na sequência do estudo, sugerem quatro requisitos de *design* a considerar de modo a implementar com sucesso a RA em contexto de sala de aula, nomeadamente: conteúdos flexíveis que os professores possam adaptar às necessidades das crianças; exploração guiada para maximizar as oportunidades de aprendizagem com imposição de limites de tempo e atenção às necessidades institucionais e curriculares.

Figueiredo (2007), na sua tese de mestrado “Realidade Virtual no Ensino e na Aprendizagem de Geometria Descritiva” aborda o estudo de novas metodologias apoiadas em técnicas de RA que auxiliem os alunos na aprendizagem dos conceitos básicos de Geometria Descritiva. A investigação descreve uma experiência realizada com uma amostra de alunos do 11.º ano do ensino secundário português, tendo os modelos sido construídos com base em exercícios propostos pela docente da disciplina. Os modelos foram traduzidos para VRML e associados à aplicação de RA *ARToolkit*. Os resultados, obtidos por meio de inquéritos e observação direta, sugerem que a resposta dos alunos foi positiva, apesar de tal não se ter traduzido nas avaliações dos alunos. Os autores referem a necessidade de aprofundar a pesquisa nesta área.

Dunleavy, Dede, e Mitchell (2009), no seu estudo “*Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning*” visam

documentar como professores e alunos compreendem de que modo a participação numa experiência de RA ajuda ou constrange os processos de ensino-aprendizagem. Para esse efeito foram conduzidos vários estudos de natureza qualitativa em duas escolas do ensino médio (6.º e 7.º ano) nos Estados Unidos da América, no sentido de delimitar as oportunidades e constrangimentos da RA na perspetiva de professores e alunos. Os resultados, obtidos por entrevistas, observação direta e documentos, sugerem que os professores alunos encaram a narrativa mediada por tecnologia, a aprendizagem situada, interativa e colaborativa como oportunidades únicas da RA, consideradas particularmente apelativas em alunos com problemas comportamentais e de aprendizagem. Contudo, verificaram-se desafios e constrangimentos relativamente aos aspetos tecnológicos, de gestão e cognitivos decorrentes da aplicação da RA aos processos de ensino-aprendizagem.

Cavanaugh (2009), no seu trabalho *“Augmented Reality Gaming in Education for Engaged Learning”* aborda os jogos suportados por RA. Se acordo com a autora, este tipo de jogos podem transportar os alunos/jogadores para situações de aprendizagem efetivas. A aprendizagem situada experienciada pelos jogadores em jogos de RA contribui para aprendizagens profundas, frequentemente em contextos sociais. Os resultados do estudo sugerem áreas e potencialidades para um desenvolvimento continuado na área dos jogos de RA para crianças e adultos, em contextos de ensino formais e informais.

Van Krevelen e Poelman (2010), no seu estudo *“A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations”* constatam que a tecnologia de RA, através da sua potencialidade de melhorar a nossa perceção (ver melhor, ouvir melhor), tem um papel importante a desempenhar em inúmeras áreas, nomeadamente a educação. O estudo apresenta aplicações recentes da tecnologia de RA bem como algumas limitações conhecidas relativamente a fatores humanos.

Cruz-Cunha et al. (2010), no seu estudo *“Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação”* sugerem que a RA, com a sua potencialidade para combinar objetos reais e virtuais, interactivamente e em tempo real, tem um alto nível de aplicabilidade em ambientes de ensino-aprendizagem. O trabalho explora a RA enquanto ferramenta de suporte à

aprendizagem e propõe um modelo de suporte às aprendizagens, associado a conteúdos multimédia interativos, em dispositivos de computação móvel.

El Sayed, Zayed, e Sharawy (2011), no seu estudo “*ARSC: Augmented reality student card An augmented reality solution for the education field*” apresentam uma aplicação de RA de baixo custo na área da educação. A aplicação pode apresentar lições em formato 3-D, o que pode ajudar à visualização de diferentes objetos de aprendizagem, interagindo com os conteúdos apresentados de uma maneira inovadora e eficaz. Os resultados do estudo, realizado em alunos com idades compreendidas entre os dez e os dezassete anos, de ambos os géneros, apontam para um significativo nível de aceitação da aplicação.

Yuen, Yaoyuneyong, e Johnson (2011), no seu trabalho “*Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education*” constataam que a tecnologia de RA é uma experiência em que o mundo real pode ser complementado e melhorado por conteúdos gerados por computador, focando localizações ou atividades específicas. Segundo aos autores, a RA facilita as aprendizagens ubíquas, dando acesso aos alunos a informação específica compilada e fornecida por várias fontes. Referem ainda os *Horizon Report* de 2011 e 2012, segundo os quais se previa a rápida expansão da RA nas faculdades dos Estados Unidos da América. O trabalho apresenta a tecnologia de RA, examina desenvolvimentos recentes e explora o impacto da RA na sociedade, avaliando as implicações da tecnologia em contextos de ensino-aprendizagem.

Veloso (2011), na sua tese de mestrado “*Realidade Aumentada no Ensino: Prototipagem com um manual escolar*” apresenta o processo de desenvolvimento e utilização de aplicações de RA no ensino através de prototipagem de duas soluções. Os protótipos focam os conteúdos do sistema solar, lecionados no 7.º ano de escolaridade na disciplina de ciências Físico-Químicas. Os protótipos foram desenvolvidos com recursos *open source* e testados por alunos. Os resultados sugerem que os alunos manifestam vontade em utilizar a tecnologia de RA nos seus processos de aprendizagem.

Costa, Cunha, Landau, Ribeiro, e Lopes (2012), no seu estudo “*A Utilização da Realidade Aumentada para Melhoria no Aprendizado Escolar*”, propõem, a partir dos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa, demonstrar a utilização da RA como auxílio a processos

de aquisição e retenção de conhecimento pelos alunos. A partir de um estudo de caso, observou-se que a atenção e participação dos alunos, em contexto de sala de aula, superaram as expectativas. Os dados permitiram também constatar uma melhoria nas avaliações trimestrais.

Kesim e Ozarslan (2012), no seu trabalho *“Augmented reality in education: current technologies and the potential for education”* sugerem que a combinação da tecnologia de RA com conteúdos educacionais permite criar um conjunto de aplicações para melhorar a eficácia e atração dos processos de ensino-aprendizagem. Segundo os autores, a RA oferece oportunidades únicas combinando mundos físicos e virtuais, nos quais o utilizador controla o ponto de vista e a interatividade. O trabalho introduz a tecnologia de RA e apresenta uma discussão sobre as suas possibilidades no campo educacional.

Corrêa, Lima, Melo, e Santos (2012), no seu estudo *“Desenvolvimento de um Livro Interativo em Realidade Aumentada para Ensino e Aprendizagem Musical”* apresentam o desenvolvimento de um sistema interativo em RA para apoio ao processo de iniciação musical infantil, o *MusicandoRA*. A aplicação oferece opções para o trabalho de iniciação musical com crianças e adolescentes até aos quinze anos de idade. Os dados recolhidos a partir de avaliações feitas com alunos e especialistas sugerem um conjunto de benefícios que este tipo de ferramentas aporta para o ensino e aprendizagem musical nas escolas.

Lee (2012), no seu estudo *“The Future of Learning and Training in Augmented Reality”* constata que, numa abordagem tradicional, os alunos adquirem conhecimento e competências através de diferentes métodos de ensino, os quais incluem aulas formais com manuais escolares, computadores e outros recursos. A disponibilidade e escolha de abordagens inovadoras de ensino depende do acesso a tecnologias e infraestruturas da comunidade envolvente. Segundo o autor, a RA é uma tecnologia que muda dramaticamente o tempo e a localização da aprendizagem. O estudo descreve a tecnologia de RA, como se aplica às aprendizagens e o seu potencial impacto no futuro da educação.

Imbert, Vignat, Kaewrat, e Boonbrahm (2013) constatarem que a RA tem sido utilizada em áreas como a publicidade, *edutainment*, educação, engenharia, medicina e processos de fabrico industrial. No seu estudo *“Adding Physical Properties to 3D Models in Augmented*

Reality for Realistic Interactions Experiments” os autores recorrem ao *Unity 3D game engine* e à plataforma *Vuforia* para criar uma aplicação nativa que pode ser executada em quase todos os *smartphones* e *tablets*. Esta aplicação recorre às leis da física para criar interações realísticas entre objetos. Com esta experiência, os utilizadores obtêm uma sensação de realismo ao montar um modelo virtual. De acordo com os autores, o conceito pode ser implementado em experiências que são perigosas ou onerosas, tendo por campo de aplicação as áreas de engenharia e medicina.

Kose, Koc, e Yucesoy (2013), no seu trabalho *“An Augmented Reality Based Mobile Software to Support Learning Experiences in Computer Science Courses”*, visam melhorar processos educativos através da implementação de uma ferramenta de RA. A ferramenta permite aos alunos visualizarem animações de modelos 3-D e vídeos relacionados com os conteúdos a abordar e cuja função é proporcionar um melhor conhecimento e compreensão dos tópicos de estudo. Os alunos foram autorizados a utilizar a câmara dos seus dispositivos móveis para interagirem com símbolos (marcadores) colocados em livros e outros materiais de aprendizagem ou objetos físicos do mundo real. Neste contexto a ferramenta procurou proporcionar uma experiência efetiva de aprendizagem utilizando as vantagens dos dispositivos móveis e estabelecendo sessões formativas entre ambientes reais e virtuais.

Tomi e Rambli (2013), no seu estudo *“An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number With The Thirsty Crow”* apresentam o desenvolvimento de uma aplicação interativa baseada em RA, para alunos do nível pré-escolar, visando a aprendizagem dos números. A tecnologia de RA é aplicada a um objeto do mundo real – um livro de histórias -, o qual é melhorado com pela adição de modelos 3-D, animações e sons. A experiência de RA é visualizada através de um dispositivo de computação móvel. O trabalho incide no desenvolvimento inovador de interfaces mediados por RA com o intuito melhorar a experiência de leitura das crianças. O estudo apresenta os dados recolhidos a partir de observações sobre a implementação do protótipo.

Lin, Duh, Li, Wang, e Tsai (2013), no seu trabalho *“An investigation of learners’ collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system”* investigam como uma simulação interativa/colaborativa baseada

em RA afeta a construção de conhecimento, comportamentos e resultados de aprendizagem de alunos do ensino médio. Os resultados indicam que os alunos que aprenderam com o sistema de RA mostraram uma aprendizagem mais significativa do que aqueles que aprenderam com o sistema de simulação 2D tradicional. Os padrões comportamentais sugerem que o sistema de RA pode ser utilizado como suporte a trabalho colaborativo, suportando a construção de conhecimento para a obtenção de resultados positivos de aprendizagem.

FitzGerald et al. (2013), no seu estudo *“Augmented Reality and Mobile Learning: The State of the Art”* examinam o estado-da-arte da RA para *mobile-learning*. Os autores apresentam uma definição funcional de RA e examinam como pode ser integrada em contextos de aprendizagem informais. Apresentam ainda uma discussão sobre os desafios técnicos e pedagógicos apresentados pela RA na procura de maneiras de a utilizar eficazmente em processos de ensino-aprendizagem.

Wojciechowski e Cellary (2013), no seu trabalho *“Evaluation of learners’ attitude toward learning in ARIES augmented reality environments”* apresentam um sistema de aprendizagem baseado em RA para visualizar imagens 3-D. Para avaliar as atitudes dos alunos, foi utilizado um questionário baseado no *Technology Acceptance Model (TAM)*. O estudo empírico envolveu a criação de um cenário de uma lição experimental de química e contemplou alunos do nível inicial de uma escola secundária. Os dados sugerem que a aprendizagem baseada em ambientes de RA pode ser particularmente atrativa para jovens alunos, para quem é melhor percebida como *edutainment* do que aprendizagem pura.

Matcha e Rambli (2013), no seu estudo experimental *“Exploratory study on collaborative interaction through the use of Augmented Reality in science learning”* abordam os comportamentos dos participantes ao interagirem com um Sistema baseado em RA num ambiente de aprendizagem cooperativa. Os resultados sugerem que a RA pode ser uma ferramenta eficaz em situações de trabalho colaborativo.

Di Serio, Ibáñez, e Kloos (2013) mostram que a tecnologia de RA tem um impacto positivo na motivação de alunos do ensino básico. No seu trabalho *“Impact of an augmented reality system on students’ motivation for a visual art course”* os autores recorreram ao modelo ARCS

de motivação para recolher dados. Este modelo recorre a quatro fatores motivacionais; atenção, relevância, confiança e satisfação. Os dados mostram que os fatores motivacionais de atenção e satisfação são melhores num ambiente de aprendizagem baseado em RA, comparativamente com um ambiente baseado em diapositivos. A análise do impacto do sistema isolado de RA demonstra que os fatores atenção e confiança foram os melhores cotados. Finalmente, o estudo de usabilidade mostrou que o entusiasmo dos alunos minimizou a maioria dos constrangimentos encontrados.

Redondo et al. (2013), no seu trabalho *“New Strategies Using Handheld Augmented Reality and Mobile Learning-teaching Methodologies, in Architecture and Building Engineering degrees”* apresentam uma alternativa a metodologias de ensino tradicionais, recorrendo à tecnologia de RA para visualizar modelos virtuais. Os resultados, obtidos através da comparação de grupos experimentais e grupos de controlo, sugerem que os alunos do grupo experimental mostraram maior motivação e empenho e confirma a hipótese inicial, no sentido em que se verificou melhoria nos processos de aprendizagem, sem envolver requisitos prévios de experiência e a um baixo custo. Segundo os autores, a utilização de RA pode contribuir para a criação de um novo paradigma de suporte a aprendizagens continuadas bem como suportar processos de auto-aprendizagem.

Salinas et al. (2013), no seu trabalho *“The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality”* aplicam a tecnologia de RA aos processos de ensino-aprendizagem através de um protótipo didático que promove a aprendizagem de conteúdos relacionados com a matemática. Um dos objetivos do estudo foi a identificação dos conteúdos transversais a desenvolver no ambiente de RA. Os resultados do estudo, obtidos a partir de um teste experimental, sugerem que a aplicação de RA em contextos educativos aumenta a motivação para aprender dos alunos.

Noval (2013), na sua tese de mestrado *“Realidade Aumentada no ensino da Matemática: um caso de estudo”*, constata que no ensino da geometria, os alunos revelam, tradicionalmente, dificuldade na perceção da tridimensionalidade, quando esta é representada em duas dimensões. A autora sugere que o recurso a RA para a visualização 3-D poderá ajudar a ultrapassar esta dificuldade. A aplicação – *Easy Math* -, foi testada em

alunos do 3.º ciclo. Os resultados sugerem que o progresso de aprendizagem dos jovens que utilizaram a aplicação de RA foi superior aos que utilizaram o método tradicional demonstrativo, recorrendo a sólidos de madeira e plástico.

Cai et al. (2014), no seu estudo *“A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course”*, abordam a visualização de microestruturas no âmbito da aprendizagem de química, constatando que os alunos de níveis médios, evidenciam dificuldades na visualização destas estruturas microscópicas. O estudo envolveu o desenho e desenvolvimento de um conjunto de ferramentas baseadas em RA. Os dados sugerem que a ferramenta de RA tem um efeito significativo enquanto complemento de aprendizagem baseado no computador, é mais eficaz para alunos com maus resultados e induz atitudes positivas relativamente às aprendizagens nos utilizadores.

Sommerauer e Müller (2014), no seu trabalho *“Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition”* constatam a acessibilidade da tecnologia de RA ao grande público e identificam uma lacuna relativamente a estudos de índole quantitativa relativamente às oportunidades e constrangimentos da RA em contextos de ensino-aprendizagem. O estudo experimental visa analisar o efeito de uma exposição na aquisição de conhecimento matemático num ambiente informal. Os resultados, apoiados nos princípios subjacentes à TCAM sugerem que os participantes que utilizaram a exposição aumentada com RA tiveram melhores resultados na aquisição de conhecimentos e nos testes de retenção, comparativamente com a exposição não aumentada. Verificou-se também, que os participantes percecionaram a RA como uma melhoria desejável para exposições.

Dunleavy (2014), no seu trabalho *“Design Principles for Augmented Reality Learning”* constata que a RA é uma tecnologia emergente que recorre a dispositivos sensíveis ao contexto (*smartphones/tablets*) permitindo interação com informação digital incorporada no ambiente físico. O autor apresenta uma visão geral de princípios de *design* para o desenvolvimento de experiências de aprendizagem. Segundo o autor, a literatura propõe três princípios de design: (1) habilitar e, em seguida, desafiar (desafio); (2) motivação pela gamificação dos conteúdos/história (fantasia) e (3) Ver o invisível (curiosidade). A observação

destes princípios pode contribuir para nivelar as oportunidades únicas da RA, minimizando simultaneamente os seus constrangimentos.

Ibáñez, Di Serio, Villarán, e Kloos (2014), no seu trabalho *“Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness”* constataam que a RA tem sido reconhecida como uma tecnologia com grande potencial para influenciar aspetos afetivos e cognitivos relacionados com as aprendizagens. O objetivo do estudo é compreender como uma aplicação de RA afeta perceções de satisfação e resultados de aprendizagem. O estudo sugere que a RA pode ser explorada como um ambiente de aprendizagem para aprender os princípios básicos do electromagnetismo, desde que seja imposto um equilíbrio cuidado entre o suporte proporcionado pela RA e a dificuldade da tarefa.

Yoon e Wang (2014), no seu trabalho *“Making the Invisible Visible in Science Museums Through Augmented Reality Devices”*, constataam que, apesar do potencial da RA para ajudar os alunos a construir novo conhecimento, pouco se sabe como os processos e interações com a multimédia contribuem para o aumento da aprendizagem. O estudo visa explorar as oportunidades da RA para a aprendizagem e foca o estudo de campos magnéticos envolvendo alunos entre o quinto e o sétimo graus. Os resultados, obtidos a partir de grupos de controlo (sem RA) e experimentais (com RA) demonstram que os alunos do grupo experimental evidenciaram maior trabalho de equipa. Foram ainda identificadas cinco oportunidades da RA para a aprendizagem, relacionadas com a visualização dinâmica suportada pela RA e consistentes com a literatura na área.

Órfão (2014), na sua tese de mestrado *“Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino Pré-escolar”* aborda o tema da RA e a sua aplicação no ensino de crianças em idade pré-escolar. O objetivo do trabalho foi verificar a capacidade da *framework* YVision em produzir jogos que recorressem à RA e validar a sua utilização na educação de crianças com idades compreendidas entre os cinco e os seis anos. Os resultados comprovam a capacidade da *framework* e demonstram que a RA pode ser um bom complemento para as técnicas de ensino clássicas.

Figueiredo, Amado, Bidarra, e Carreira (2015), no seu trabalho “A realidade aumentada na aprendizagem da matemática no ensino secundário” constataam que os alunos que beneficiam de aulas em regime presencial e a distância (*b-learning*) têm estatisticamente revelado melhores resultados do que aqueles que apenas frequentam aulas presenciais. De acordo com os autores, os dispositivos móveis têm ganho popularidade como ferramentas educativas e muitas escolas já os usam frequentemente para melhorar os processos de ensino-aprendizagem. A comunicação apresenta o uso de RA para proporcionar atividades que os alunos podem fazer em casa e aumentar o tempo que passam a aprender e praticar a resolução de tarefas matemáticas.

Ibanez, Di-Serio, Villaran-Molina, e Delgado-Kloos (2015), no seu trabalho “*Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study*”, apresentam uma simulação – AR-SaBEr -, baseada em RA, visando a descoberta dos princípios básicos da eletricidade. O estudo sugere que simuladores de RA podem ser explorados como ambientes de aprendizagem eficazes na aprendizagem dos princípios básicos da eletricidade. Contudo, os autores sugerem a adoção de um processo por etapas no sentido de melhorar a eficácia de simulações baseadas em RA quando utilizadas com alunos que têm baixos níveis de motivação e autorregulação.

Finalmente, Lin e Chang (2015), no seu trabalho “*Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities*” descrevem um jogo, desenvolvido no Scratch 2.0, para desenvolver as capacidades motoras de crianças com incapacidades. O estudo segue uma metodologia de caso único, utilizando uma estrutura ABAB, em que A é a linha de base e B é a intervenção. Os resultados do estudo sugerem que as pontuações das crianças participantes com incapacidades físicas melhoraram consideravelmente durante a fase de intervenção.

4.5. Oportunidades

A aplicação da tecnologia de RA, tal como as tecnologias educativas ou os MV, em contextos de ensino aprendizagem pode concorrer para um conjunto de benefícios nestes processos. Contudo, as oportunidades proporcionadas pela RA em contextos educacionais

podem envolver alguns constrangimentos, que importa considerar no desenho e implementação de recursos didáticos baseados nesta tecnologia.

O Quadro 4.1 sintetiza um conjunto de oportunidades e constrangimentos associados à utilização da RA em contexto educativo.

Quadro 4.1 - *Oportunidades e constrangimentos identificados relativamente à tecnologia de RA em contextos de ensino-aprendizagem*

Oportunidades	Constrangimentos
A tecnologia de RA pode facilitar: Interação perfeita entre o mundo real e os mundos virtuais; uma metáfora de interface tangível; a transição entre os mundos real e virtual (Billingham, 2002).	Observados: Necessidade dos educadores trabalharem com pesquisadores no sentido de descobrir como as características da RA podem ser melhor aproveitadas em ambientes escolares.
A tecnologia de RA pode facilitar: A criação de programas específicos para a aprendizagem de música; imersão natural e motivadora do utilizador; o aumento da perceção e uma melhor aprendizagem (Zorzal et al., 2005).	Não observados.
A tecnologia de RA pode facilitar: A criação de ambientes de aprendizagem híbridos, combinando objetos físicos e virtuais; o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação (Dunleavy et al., 2009).	Observados: Complexidade inerente à implementação de conteúdos pedagógicos através da RA.

(continua)

Quadro 4.1 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: A aprendizagem em contexto formal ou informal; a disponibilização de conteúdos educacionais em qualquer hora e qualquer lugar (enriquecendo o meio ambiente do estudante pela adição de conteúdos virtuais); a transformação de qualquer contexto de aprendizagem numa experiência de aprendizagem multimédia rica (recorrendo a um dispositivo do quotidiano) (Cruz-Cunha et al., 2010).</p>	<p>Observados: O modelo de ensino-aprendizagem terá que evoluir, abraçando e aproveitando as conquistas tecnológicas das TIC, utilizando o seu potencial para enriquecer a experiência de aprendizagem.</p>
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: A criação de salas de aula imersivas; visitas de estudo motivadoras para os alunos (Yuen et al., 2011).</p>	<p>Observados: Necessidade de ferramentas de criação de conteúdos de RA fáceis de utilizar por educadores.</p>
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: A compreensão de conteúdos presentes em manuais escolares (Velooso, 2011).</p>	<p>Observados: Instabilidade na deteção de marcadores.</p>
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: A transformação de qualquer livro numa edição aumentada por RA, mesmo após a sua publicação, transformando-o numa fonte dinâmica de informação; a interação entre ambientes reais e virtuais (Kesim & Ozarslan, 2012).</p>	<p>Observados: A necessidade de coordenação entre especialistas e educadores para desenvolverem interfaces de RA.</p>

(continua)

Quadro 4.1 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: A criação de uma nova forma de manipulação de objetos de aprendizagem; a interação com o objeto de aprendizagem de forma natural; a visualização de objetos de aprendizagem de maneira uniforme (Corrêa et al., 2012).</p>	<p>Não observados.</p>
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: O envolvimento dos alunos nas aprendizagens; curvas de aprendizagem adequadas a diferentes perfis, interatividade; imersão em ambientes e modelos 3-D; abordagens construtivistas; ambientes de aprendizagem seguros, motivadores, atrativos e estimulantes (Lee, 2012).</p>	<p>Não observados.</p>
<p>A tecnologia de RA pode facilitar: O sentido de presença dos alunos, imediatismo e imersão; aprendizagens omnipresentes, colaborativas e situadas; transição entre ambientes de aprendizagem formais e informais; aprendizagem de conteúdos através de perspectivas 3-D; visualização do “invisível” (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013).</p>	<p>Observados: A necessidade de desenvolvimento de conteúdos educativos em áreas diversificadas (a maioria dos sistemas de RA foi desenhada para o ensino nas áreas de ciências e matemática).</p>

(continua)

Quadro 4.1 (continuação)

Oportunidades	Constrangimentos
A tecnologia de RA pode facilitar: A melhoria da concentração e capacidade memorização dos alunos; melhores níveis de envolvimento nas atividades de aprendizagem com menos esforço cognitivo (Di Serio et al., 2013).	Observados: Necessidade de pesquisa adicional.

No contexto referido supra, vislumbram-se inúmeras oportunidades para os processos de ensino-aprendizagem decorrentes da utilização de RA. Contudo, tal como se verifica relativamente aos MV, permanece a necessidade de continuar a investigação nesta área, no sentido de compreender como melhor explorar o potencial da RA e simultaneamente superar os constrangimentos inerentes à tecnologia.

5. Metodologia

No capítulo 5 – Metodologia -, são apresentadas as opções metodológicas utilizadas no contexto da investigação. Apresenta-se a metodologia de *Development Research* (DR) e os princípios inerentes ao *Design* Centrado no Utilizador (DCU), uma filosofia e um conjunto de métodos que visam o desenvolvimento de sistemas baseados no computador, colocando o utilizador no centro do processo de criação. Finalmente, caracteriza-se a população-alvo e apresentam-se as etapas da investigação.

O subcapítulo 5.1 apresenta e discute as opções metodológicas utilizadas no âmbito da investigação. O subcapítulo 5.2 introduz a DR e as suas principais características com especial ênfase em questões de usabilidade. O subcapítulo 5.3 sintetiza os processos e princípios inerentes ao DCU. O subcapítulo 5.4 apresenta a caracterização da população-alvo. O subcapítulo 5.5 descreve as etapas da investigação. O subcapítulo 5.6 sintetiza os objetivos da investigação preliminar. O subcapítulo 5.7 introduz a investigação preliminar conduzida junto dos professores de Educação Musical (EM), o subcapítulo 5.8 introduz a investigação preliminar conduzida junto dos alunos. O subcapítulo 5.9 apresenta o estudo de usabilidade e o subcapítulo 5.10 apresenta o estudo experimental.

5.1. Opções metodológicas

Enfoque de investigação

Na fase inicial do presente projeto foram consideradas as várias opções relativamente à metodologia a utilizar. Na área das ciências sociais as abordagens mais comuns são os métodos quantitativos e os métodos qualitativos.

Segundo Neves e Guerra (2015), os métodos quantitativos normalmente procuram estudar fenómenos sobre os quais já existem modelos teóricos e utilizam uma maior quantidade de respostas tendo uma maior capacidade de generalização dos dados encontrados. Os métodos qualitativos utilizam uma abordagem indutiva e costumam relacionar-se com estudos exploratórios em que o objetivo é descrever e aumentar a

compreensão de fenômenos, procurando qualidade e não quantidade, tendo por isso uma generalização inferior à das abordagens quantitativas.

No quadro da investigação em tecnologia educativa, Reeves (2000), no seu trabalho, *Enhancing the Worth of Instructional Technology Research through "Design Experiments" and other Development Research Strategies*, sugere que um dos problemas recorrentes da investigação na área é a correta definição de objetivos e métodos de pesquisa. O autor identifica seis tipos de objetivos e seis tipos de métodos de pesquisa vulgarmente utilizados por investigadores na área da tecnologia educativa, respetivamente:

Tipos de objetivos de pesquisa

- Teóricos: Investigadores com objetivos teóricos focam a explicação de fenômenos através de análise lógica e síntese de teorias, princípios e os resultados de outros tipos de investigação, tais como estudos empíricos.
- Empíricos: Os investigadores com objetivos empíricos estão focados em determinar como a educação funciona, testando conclusões relacionadas com teorias de ensino, aprendizagem, desempenho, interação social, etc. Os investigadores com este tipo de objetivo utilizam geralmente métodos experimentais (ou quasi-experimentais) para determinar os efeitos de uma forma de inovação tecnológica, em condições controladas. Este tipo de pesquisa dominou a tecnologia educativa durante décadas.
- Interpretativos: Investigadores com objetivos interpretativos visam a descrição do funcionamento da educação, descrevendo e interpretando fenômenos relacionados com ensino, aprendizagem, desempenho, avaliação, interação social, inovação, etc.
- Pós-modernos: Investigadores com este tipo de objetivos focam a análise de suposições englobando programas e práticas educacionais contemporâneas, sendo o seu objetivo principal a revelação de agendas ocultas e/ou o favorecimento de minorias marginalizadas.
- Desenvolvimento: Os investigadores com objetivos de desenvolvimento focam o objetivo dual de, simultaneamente, desenvolverem abordagens criativas para a resolução de problemas na área do ensino, aprendizagem e desempenho, e construir um conjunto de princípios de *design* que possam orientar futuros

esforços de desenvolvimento. Neste contexto a *Development Research* é frequentemente referida como *design experiments* ou *formative research*.

- Ação: Investigadores com objetivos de empreender uma ação focam um programa específico, produto ou método, geralmente em contexto concreto, com o objetivo de o descrever, melhorá-lo ou avaliar a sua eficácia e valor.

Tendo em conta a natureza e objetivos da presente investigação, optou-se pela metodologia de DR, um processo altamente reflexivo e avaliativo que tem como finalidade o desenvolvimento de protótipos, testar a sua eficácia e implementar reformulações num processo iterativo (Lencastre, 2012).

A investigação envolveu abordagens quantitativas e qualitativas. Os dados quantitativos, mensuráveis, foram considerados necessários para o estabelecimento de correlações e generalizações. Os dados qualitativos, subjetivos, foram considerados necessários para conhecer perceções pessoais e atitudes dos utilizadores. No sentido de envolver os utilizadores no desenvolvimento do projeto, foi adotada uma abordagem de desenvolvimento baseada nos princípios e processos inerentes ao DCU, uma filosofia e uma variedade de métodos que procuram assegurar que um produto é fácil de aprender e utilizar (Weinschenk, 2011), pressupostos partilhados com os requisitos de usabilidade pedagógica de *medias* pedagógicos (Hersh & Leporini, 2013).

A presente investigação é na sua essência um estudo descritivo, de natureza mista, envolvendo abordagens qualitativas e quantitativas, focando o desenvolvimento e implementação de protótipos de recursos educativos digitais baseados nas tecnologias de MV e RA.

5.2. *Development Research*

O termo *Development Research*³³ (DR) é vulgarmente utilizado para referenciar diversos tipos de pesquisa relacionada com processos de *design* e desenvolvimento.

³³ Livremente traduzido por “Pesquisa de desenvolvimento”

Segundo Van den Akker (1999), é comum encontrar designações alternativas para esta metodologia, nomeadamente:

- *Design Studies*;
- *Design Experiments*;
- *Design Research*;
- *Formative Research*;
- *Formative Inquiry*;
- *Formative Experiments*;
- *Formative Evaluation*;
- *Action Research*
- *Engineering Research*.

Esta variedade de terminologias, de acordo com o autor, é passível de suscitar uma certa confusão. Termos como “*Action Research*” ou “*Formative Evaluation*” estão associados a tradições tanto na literatura como na prática profissional. Outros dos termos alternativos são mais recentes, contudo, partilham a proliferação de terminologia e uma falta de consenso relativamente às suas definições.

A metodologia de DR tem sido aplicada e utilizada em diversas áreas do conhecimento. Contudo, de acordo com Van den Akker (1999) o seu papel é encarado de forma diversa em diferentes subdomínios, nomeadamente:

- **Currículo:** Relativamente à discussão de metodologias na investigação de currículo, Walker utilizou termos como “*formative research*” (Walker, 1992) e “*development research*” (Walker & Bresler, 1993). O principal objetivo deste tipo de pesquisa é informar os processos de decisão durante o desenvolvimento de um produto/programa, para o melhorar, bem como as capacidades dos próprios *designers*. Propostas semelhantes foram formuladas por Van den Akker e Plomp (1993) que definiram DR pela sua dupla finalidade: (i) suporte de protótipos de produtos (incluindo a prova empírica da sua eficácia) e (ii) gerar orientações metodológicas para o *design* e avaliação desses produtos. Nesta abordagem, a

contribuição científica (aumento de conhecimento) é vista como sendo de igual importância à contribuição prática (melhoria do produto).

- *Media* e Tecnologia: No mundo da educação, uma área de rápido crescimento em termos de *media* digital, a DR tem um lugar de destaque. Richey e Nelson (1993) identificam o principal objetivo da DR como a melhoria do processo de desenho de tecnologia educativa, desenvolvimento e avaliação, baseado em problemas e situações específicas ou procedimentos generalizados de inquérito.
- Aprendizagem e Instrução: São frequentes as solicitações de DR no amplo subdomínio do ensino-aprendizagem. Greeno, Collins e Resnick (1996), reportando ao trabalho de Brown (1992) e Collins (1992), sublinham uma mudança significativa na relação entre trabalho prático e teórico na psicologia educativa. Para os autores, a DR é um tipo de pesquisa que envolve trabalho de desenvolvimento no *design* de ambientes de aprendizagem, formulação de currículo e avaliação de melhorias na cognição e aprendizagem e também visa contribuir para o alargamento do conhecimento científico.
- Formação de professores e Didática: Relativamente à formação de professores, o termo “*action research*” é bastante comum e refere-se a inquéritos de ordem prática através dos quais os professores refletem nos seus processos de ensino e nas aprendizagens dos seus alunos. No que concerne à didática, a DR é encarada como um processo cíclico e interativo de desenvolvimento e pesquisa, através do qual as ideias dos *designers* promovem o desenvolvimento de produtos para aplicar em contextos de ensino-aprendizagem.

Os quatro subdomínios enumerados supra, todos eles relacionados com o desenvolvimento de um produto/programa, ilustram o papel mais visível da DR em contextos educacionais.

Em síntese, enquanto metodologia de investigação, a DR, procura contribuir, quer de um ponto de vista científico, quer de um ponto de vista prático, para a criação de uma intervenção relativamente a um problema específico. Nesse sentido, a DR, envolve a criação e análise de um determinado processo ou produto. De um ponto de vista pedagógico, a DR enfatiza o processo cíclico, interativo, envolvendo pesquisa e desenvolvimento na qual as ideias teóricas

do *designer* contribuem para a criação de produtos testados em contexto escolar, os quais, eventualmente, podem conduzir à criação de recursos com fundamentação empírica, a uma aprendizagem dos criadores e a teorias de aprendizagem em contexto (Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, & Nieveen, 2006).

Reeves (2000, pp. 8–9) recorre ao trabalho de Ann Brown (1992) e Allan Collins (1992) para enunciar algumas características e oportunidades fundamentais da DR:

- Potencial para a abordagem de problemas complexos, em contextos reais, em colaboração com os profissionais.
- Possibilidade de integração de princípios de *design* conhecidos e hipotéticos com *affordances* tecnológicas para obter soluções plausíveis para estes problemas complexos;
- Potencial para a realização de investigação rigorosa e reflexiva para testar e refinar ambientes de aprendizagem inovadores, ou para redefinir novos princípios de *design*.

A DR recorre a metodologias utilizadas em outras abordagens de investigação. Embora tal se verifique frequentemente, existem diferenças chave entre os quadros filosóficos e objetivos das diferentes abordagens.

A Figura 5.1 ilustra as diferenças entre investigações conduzidas com objetivos preditivos e investigações pautadas por objetivos de desenvolvimento.

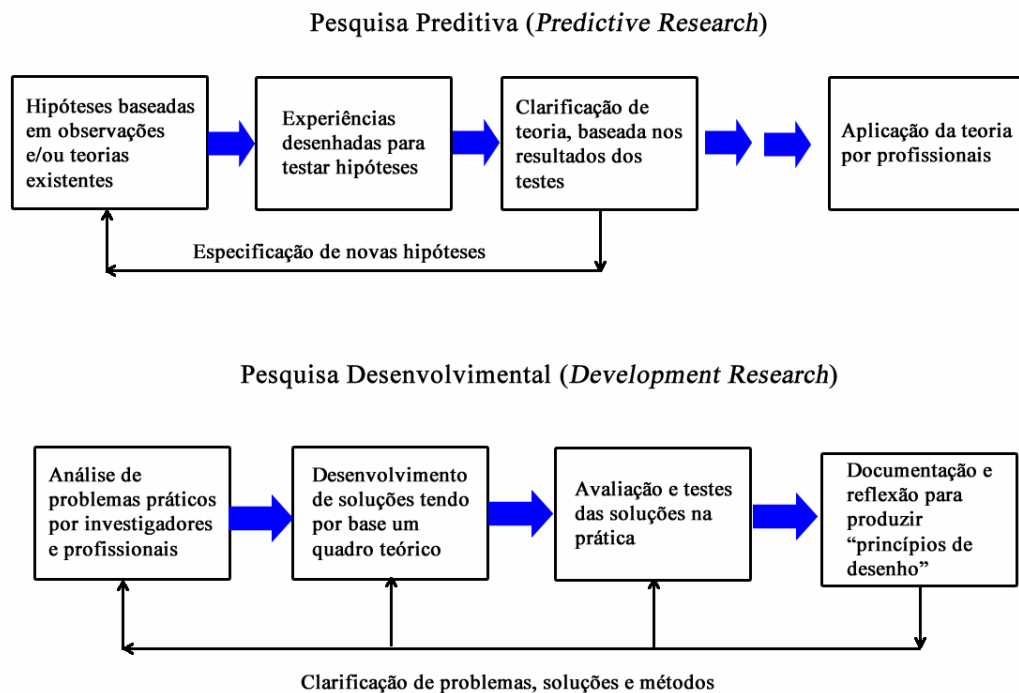


Figura 5.1 - Pesquisa preditiva e de desenvolvimento, abordagens num ambiente de aprendizagem colaborativo³⁴

Van den Akker (1999) nota que o objetivo da DR não é conceber, criar e implementar soluções completas. Segundo o autor, a DR visa o desenvolvimento de protótipos, sucessivos e aperfeiçoados em iterações, cíclicas ou espirais, que gradualmente correspondem às necessidades e requisitos de inovação, até que se atinja o equilíbrio entre os objetivos desejados e atingidos. Segundo o autor, a DR distingue-se de outras modalidades de investigação, por um conjunto de elementos proeminentes, nomeadamente:

- Investigação preliminar.
- Incorporação teórica.
- Testes empíricos.
- Documentação, análise e reflexão focando processos e resultados.

³⁴ Fonte: Figura adaptada de Reeves, Herrington, & Oliver (2004)

Em síntese, a DR visa a melhoria da qualidade de um dado serviço ou produto, sendo utilizada com frequência para identificar áreas problemáticas, desenvolver e testar alternativas ou experimentar novas abordagens.

A presente investigação, focando o desenvolvimento e implementação de recursos educativos digitais, em fase de protótipo, enquadra-se nos princípios enunciados pela DR.

5.3. Design Centrado no Utilizador

O termo DCU é vulgarmente utilizado para descrever processos relacionados com projetos de desenvolvimento em que os utilizadores influenciam a forma como estes são conduzidos. O objetivo do DCU é estabelecer uma compreensão completa dos utilizadores e das suas necessidades.

Numa perspetiva alargada, o DCU é simultaneamente uma filosofia e uma variedade de métodos, tarefas e atividades através das quais, *designers* e especialistas se asseguram que um determinado produto é fácil de aprender e utilizar (Weinschenk, 2011).

O DCU visa a integração das expectativas e necessidades dos utilizadores num contexto de desenvolvimento tecnológico, mudando o eixo de desenvolvimento de sistemas puramente tecnológicos, para sistemas que suportam necessidades particulares dos utilizadores, em moldes acessíveis e utilizáveis, reconhecendo a importância do impacto emocional e de satisfação gerado nos utilizadores pelo produto (Navarro-Prieto & Berbegal, 2008).

Segundo Svanæs e Gulliksen (2008), as normas ISO 13407 (1999) – *Human Centered Design Process for Interactive Systems* e ISO/TR 18529 (2000) – *Ergonomics of Human-System Interaction* descrevem o DCU em situações ideais, nas quais, não existem quaisquer obstáculos à implementação dos seus pressupostos. De acordo com a norma 13407 (1999) os projetos baseados no DCU são orientados por um conjunto de princípios, nomeadamente:

- A constituição de uma equipa multidisciplinar.
- Interação entre utilizador e sistema.
- Envolvimento ativo dos utilizadores no projeto.

- A iteração de soluções e melhorias do projeto.

Estes princípios não são vinculativos a qualquer fase do ciclo de desenvolvimento de um programa ou recurso. Em linhas gerais, o DCU combina a participação do utilizador e a avaliação formativa dos protótipos (Facer & Williamson, 2004).

Existem várias maneiras de envolver os utilizadores, mas o conceito base do DCU é que os utilizadores estão envolvidos no desenho de qualquer forma. De acordo com Abras, Maloney-Krichmar, e Preece (2004), em algumas situações os utilizadores são consultados sobre as suas necessidades e envolvidos repetidamente ao longo do processo de desenho, tipicamente durante a fase de elaboração de requisitos e nos testes de usabilidade. Por outro lado, existem métodos em que os utilizadores têm um impacto profundo no *design* e são envolvidos como colaboradores dos *designers* durante o processo de desenvolvimento.

Um dos processos mais comuns de envolver os utilizadores é a realização de testes de usabilidade. O DCU, enquanto metodologia intimamente ligada a fatores humanos e tecnológicos está associado à usabilidade, embora não deva ser confundido com este conceito, pois a usabilidade, também referida como “fatores humanos”, é o estudo de como as pessoas se relacionam com qualquer produto (Lowdermilk, 2013).

No caso concreto de processos de desenvolvimento de *software* educativo, as características do público-alvo e as suas necessidades são fatores importantes a considerar. Contudo, Soloway, Guzdial, e Hay (1994) constatam que a sua participação pode ocorrer apenas em fases avançadas de desenvolvimento, nas quais, se observam os utilizadores a utilizar os protótipos para obter informações sobre efeitos nas aprendizagens, comportamentos, perceções e usabilidade do recurso.

No que concerne à usabilidade, importa referir que, de acordo com Hersh e Leporini (2013), os requisitos necessários para que *medias* educacionais suportem os processos de aprendizagem, são a facilidade de uso e eficácia, os quais estão na base do desenvolvimento do conceito de usabilidade pedagógica.

Nielsen (1994) acrescenta que o termo usabilidade não é uma propriedade unidimensional de uma interface de utilizador. Segundo o autor, o termo envolve múltiplos componentes e associa-se normalmente a um conjunto de atributos, nomeadamente:

- Facilidade de aprendizagem: O sistema deve ser fácil de aprender, possibilitando ao utilizador trabalhar com o programa rapidamente.
- Eficácia: O sistema deve ser eficiente em termos de utilização, permitindo um elevado nível de produtividade assim que o utilizador tenha aprendido a utilizar o sistema.
- Facilidade de utilização e memorização: O sistema deve ser fácil de memorizar, de modo que o utilizador ocasional seja capaz de voltar a usar o sistema após um período de interrupção, sem o ter que aprender novamente.
- Erros: O sistema deve ter um número de erros baixo, dos quais o utilizador seja capaz de recuperar e não ter erros catastróficos.
- Satisfação: O sistema deve ser agradável de utilizar, de modo que os utilizadores estejam subjetivamente satisfeitos com a sua utilização.

Em síntese, o DCU é um termo geral para uma filosofia e métodos que visam o desenvolvimento de sistemas baseados no computador, colocando o utilizador no centro do processo de criação, indo ao encontro de desenhos didáticos mais centrados no aluno (Monteiro et al., 2015).

Esta abordagem é particularmente adequada aos objetivos e finalidades da presente investigação, na qual os requisitos de usabilidade/usabilidade pedagógica são parte fundamental do enfoque do presente trabalho de investigação, patente no desenvolvimento dos protótipos, nas fases de elaboração de requisitos e nos testes de usabilidade.

Neste contexto mediando usabilidade e a experiência do utilizador, foi promovido um significativo envolvimento dos utilizadores finais.

5.4. Descrição geral da população-alvo

A investigação aqui apresentada foi realizada num agrupamento de escolas do norte de Portugal, durante o ano letivo de 2014-2015 e incidiu no 2.º Ciclo do Ensino Básico, envolvendo noventa alunos e três professores de Educação Musical (EM).

5.5. Etapas da investigação

A investigação englobou três etapas sequenciais, respetivamente:

- Etapa 1 - Investigação preliminar.
- Etapa 2 - Estudo de usabilidade.
- Etapa 3 - Estudo Experimental.

5.6. Etapa 1 - Investigação preliminar

5.6.1. Objetivos gerais

A investigação preliminar teve como objetivo obter informações sobre as perceções e atitudes dos professores de Educação Musical (EM) relativamente a recursos educativos digitais e conhecer o atual nível de utilização de computadores e dispositivos móveis pelos alunos.

Os dados obtidos visam responder às questões de investigação um e dois, respetivamente:

(i) Quais as atitudes dos professores de EM perante recursos educativos baseados em MV e RA?

(ii) Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os computadores e os dispositivos móveis, e quais são as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos?

No âmbito da questão de investigação três, foram realizadas entrevistas aos professores de EM do agrupamento de escolas onde se realizou a investigação. No que concerne à questão

de investigação quatro, foi implementado um questionário focando a utilização de computadores e de dispositivos móveis.

5.7. Investigação preliminar – professores

5.7.1. Objetivos do estudo

O estudo visava obter informações gerais sobre:

- Dados demográficos (idade, género).
- O percurso académico e profissional.
- O nível de conhecimentos relativamente às TIC.
- O nível de conhecimento relativamente a Mundos Virtuais (MV) e Realidade Aumentada (RA).
- Nível de utilização de recursos educativos digitais.
- Frequência de utilização de recursos educativos digitais.
- Contexto de utilização de recursos educativos digitais.
- Perceções relativamente ao valor/utilidade de recursos educativos digitais.
- Disponibilidade para utilizar recursos inovadores envolvendo MV e RA.
- Disponibilidade para realizar formação sobre MV e RA.
- Intenção de utilizar com regularidade recursos educativos baseados em MV e RA.

Tendo em conta os objetivos gerais da investigação – desenvolvimento e implementação de recursos educativos digitais baseados em MV e RA -, considera-se importante perceber quais as perceções e atitudes dos professores relativamente a este tipo de recursos, tendo em conta que estes atores no processo educativo são os principais responsáveis pela sua implementação e utilização continuada.

5.7.2. Métodos e técnicas de recolha de dados

A entrevista é um dos métodos mais eficazes para obter o conhecimento dos seres humanos e para a obtenção de informações nos mais diversos campos.

De acordo com Campenhoudt e Quivy (1992), em termos gerais, a entrevista pode ser definida como:

- Meio potencial de transferência do informante para o entrevistador de pura informação.
- Transação possuindo eventuais pressupostos que devem ser reconhecidos e controlados, tais como, emoções, necessidades inconscientes ou influências interpessoais.
- Conversa intencional, orientada por objetivos precisos.

As entrevistas tendem a ser classificadas de acordo com a sua estrutura. Amado (2014, p. 209) nota que a entrevista semiestruturada ou semidiretiva, assenta num plano prévio, um guião, onde as questões são definidas e registadas numa ordem lógica para o entrevistador. O guião inclui o essencial do que se pretende obter, embora na prática, seja dada uma grande liberdade de resposta ao entrevistado. Segundo o autor, a bibliografia (Gillham, 2000; Kvale, 1996; Bogdan e Biklen, 1994; Ghiglione e Matalon, 1992, Quivy e Campenhoudt, 1998; Ludke e André, 1986) aponta a entrevista semiestruturada “como um dos principais instrumentos da pesquisa de natureza qualitativa”.

Marconi e Lakatos (2015, p. 83) notam que a entrevista, enquanto técnica de recolha de dados, oferece várias vantagens e limitações:

Vantagens

- Pode ser utilizada com todos os elementos da população, independentemente do seu grau de alfabetização.
- Fornece uma amostragem melhorada da população geral, no sentido em que o entrevistado não precisa de saber ler nem escrever.
- Oferece maior flexibilidade, podendo o entrevistador repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente e especificar significados.
- Proporciona maior oportunidade para avaliar atitudes e reações, podendo o entrevistado ser observado naquilo que diz e como diz (reações, gestos, etc.).

- Proporciona oportunidade para obter dados que não se encontram em fontes documentais.
- Permite que os dados sejam quantificados e submetidos a tratamento estatístico.

Desvantagens

- Dificuldade de expressão e comunicação de ambas as partes (entrevistador e entrevistado).
- Possibilidade de o entrevistado ser influenciado, de forma consciente ou não, pelo entrevistador.
- Disposição do entrevistado.
- Retenção de dados importantes por receio de identificação de identidade.
- Ocupa muito tempo e é difícil de ser realizada.

Foi realizado previamente um teste-ensaio ao guião, o qual consistiu em entrevistas a elementos representativos do universo a estudar, mas que não fazem parte da investigação. Estas entrevistas foram analisadas no sentido de perceber se os objetivos previstos foram ou não alcançados (Amado, 2014).

No contexto da presente investigação, tendo em conta a flexibilidade e a oportunidade de obter dados não disponíveis em fontes documentais, optou-se por uma modalidade de entrevista semiestruturada.

O guião das entrevistas foi elaborado por blocos em função das temáticas que interessava explorar, concretamente o perfil do entrevistado e perceções relativamente à utilização de recursos educativos digitais. Inclui ainda os objetivos de cada bloco, as questões orientadoras e perguntas de recurso e aferição.

5.7.3. Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados

Relativamente à análise dos dados obtidos, Lassarre (1978), refere que “(...) a análise de conteúdo não é senão um instrumento, uma série de operações destinadas a construir uma

grelha de análise cuja finalidade é a *observação do conteúdo*” (Lassarre, 1978 apud Amado, 2014, p. 305)

Bardin (2014, p. 44) sugere que a análise de conteúdo das entrevistas é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”. A análise de conteúdo procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça.

No contexto da presente investigação foi elaborada uma grelha de análise de conteúdo a partir da qual se apresentam os resultados das entrevistas. A grelha foi elaborada em forma de tabela e pretende codificar (salientar, classificar, agregar e categorizar) trechos das entrevistas transcritas. A tabela inclui quatro colunas, respetivamente: categorias; subcategorias; indicadores/unidades de registo e unidades de contexto. Tendo em conta o reduzido número de participantes e de questões, não se considerou necessário elaborar uma tabela de frequência.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.1. Investigação preliminar – professores.

5.7.4. Participantes

Foram entrevistados três professores de um agrupamento de escolas do norte de Portugal. O seu perfil corresponde a docentes profissionalizados para o ensino da disciplina de EM, grupo 250 do Ensino Básico. Estes professores não estão relacionados com a equipa de investigação ou envolvidos no processo de desenvolvimento dos protótipos (Barnum, 2011). Não foram considerados outros pré-requisitos.

5.7.5. Equipamento e material necessário

- Gabinete equipado com mesas e cadeiras.

- Esferográfica e bloco de notas (para registo de comportamentos não verbais).
- *Smartphone* (para a gravação em formato áudio).
- Guião de entrevista (Cf. Anexo I).
- Grelha de análise de conteúdo (Cf. Anexo II).

5.7.6. Procedimentos

Cada entrevista foi realizada numa única sessão, com cerca de trinta minutos, envolvendo um participante por interação. As entrevistas foram realizadas num gabinete do estabelecimento de ensino e tiveram início com o processo de legitimação e informação dos objetivos de investigação. Os dados obtidos foram registados por áudio gravação e posteriormente transcritos. Comportamentos não-verbais (quando significativos) foram registados no bloco de notas. Foram observados todos os procedimentos éticos inerentes à técnica de pesquisa.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.1 Investigação preliminar – Professores.

5.8. Investigação preliminar – alunos

5.8.1. Objetivos do estudo

Tendo em conta que o protótipo do MV foi concebido para utilizar num computador e que os protótipos de RA requerem a utilização de um *smartphone* ou de um *tablet*, julga-se relevante conhecer o atual nível de utilização destes equipamentos e como são percecionados em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade pelos alunos. O estudo foi concretizado através da aplicação de um questionário. O questionário focando a utilização do computador foi organizado em onze grupos e abordou um conjunto de itens, descritos no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - *Questionário sobre a utilização de computadores e dispositivos móveis, grupos e itens*

Grupo/bloco	Itens
Dados demográficos	
(1) Perfil do aluno	1. Idade 1.1 Género 1.2 Nível de ensino.
Utilização do computador	
(2) Condições de acesso ao computador	2. Sim/ Não 2.1 Local de acesso
(3) Caraterísticas do computador	3. Propriedade 3.1 Caraterísticas
(4) Atividades	4. Atividades realizadas 4.1 Atividade preferida
(5) Frequência de utilização	5. Para estudo 5.1 Para outras atividades
(6) Perceções relativamente ao computador	6.1 a 6.3 Interesse/ satisfação 6.4 a 6.6 Valor/ utilidade
Utilização dos dispositivos móveis	
(7) Condições de acesso ao dispositivo móvel	7. Sim/ Não 7.1 Local de acesso
(8) Caraterísticas do dispositivo móvel	8. Propriedade 8.1 Caraterísticas
(9) Atividades	9. Atividade realizadas 9.1 Atividades preferidas
(10) Frequência de utilização	10. Para estudo 10.1 Para outras atividades
(11) Perceções relativamente aos dispositivos móveis	11.1 a 11.3 Interesse/ satisfação 11.4 a 11.6 Valor/ utilidade

A informação recolhida através deste instrumento poderá contribuir para a compreensão de padrões, hábitos e tendências relativamente à utilização e perceção de computadores e dispositivos móveis junto dos alunos, uma condição que se julga essencial para a implementação de recursos educativos que recorrem exclusivamente a estes suportes de *hardware*.

5.8.2. Métodos e técnicas de recolha de dados

De acordo com Marconi e Lakatos (2015, pp. 87–88) o questionário é um instrumento de recolha de dados “constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito” e normalmente sem a presença do investigador. Os autores enumeram algumas das vantagens e desvantagens desta técnica:

Vantagens:

- Permite economizar tempo e obter um grande número de dados.
- Atinge um maior número de pessoas, simultaneamente.
- Obtém respostas rápidas e precisas.
- O anonimato contribui para uma maior liberdade nas respostas.
- Permite ter mais tempo para responder e em períodos mais favoráveis.
- A natureza impessoal do instrumento contribui para maior uniformidade na avaliação.
- Permite obter respostas que seriam, inacessíveis materialmente.

Desvantagens:

- Percentagem pequena dos questionários preenchidos.
- Grande percentagem de perguntas sem respostas.
- Não pode ser aplicado a pessoas analfabetas.
- Não é possível ajudar o informante relativamente a questões mal compreendidas.
- A devolução tardia prejudica o calendário ou a sua utilização.

Os autores notam que o questionário deve ser limitado em extensão e ser acompanhado de instruções claras e notas explicativas.

O questionário pode ser construído em função dos objetivos do estudo, ou alternativamente, adaptado a partir de questionários prontos. Estes questionários padrão podem ser melhorados: Vieira (2009, p. 16), nota que o “conhecimento não avança por meio de grandes descobertas, mas também por pequenas contribuições e algum aprimoramento no que já foi feito”.

Importa salientar que, depois de ser elaborado, o questionário precisa de ser testado antes da sua aplicação definitiva, aplicando-o a uma pequena amostra do público-alvo. A análise dos dados permitirá detetar falhas relativamente aos objetivos. A fase seguinte é a reformulação do questionário, que pode voltar a ser aplicado mais uma vez, em situação de pré-teste. Marconi e Lakatos (2015) frisam que a população onde se realizam os pré-testes nunca deverá ser aquela que será alvo do estudo.

Em síntese, o pré-teste poderá contribuir para verificar se o questionário apresenta os seguintes elementos:

- Fidedignidade: Qualquer pessoa que o utilize obterá sempre os mesmos resultados.
- Validade: Os dados recolhidos são necessários à pesquisa.
- Operatividade: Vocabulário acessível e significado claro.

No contexto do presente estudo, foi elaborado um questionário envolvendo perguntas fechadas, de escolha múltipla e escalonadas (declarações tipo Likert com cinco entradas em que um corresponde a “Discordo Completamente” e cinco a “Concordo Completamente”).

O instrumento foi desenvolvido observando as normas de elaboração de questionários (Vieira, 2009), tendo sido sujeito a um pré-teste, após o qual se reformularam algumas questões.

5.8.3. Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados

Os dados foram tratados com o recurso à estatística descritiva.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.2. Investigação preliminar – alunos.

5.8.4. Participantes

Para a aplicação do questionário foram selecionadas aleatoriamente³⁵, a partir do universo de turmas do agrupamento, uma turma do 5.º ano e uma turma do 6º ano, consideradas representativas da população-alvo em estudo. A turma do 5.º ano era constituída por vinte e um alunos, a turma do sexto ano era constituída por vinte e nove alunos.

5.8.5. Equipamento e material necessário

- Sala equipada com mesas e cadeiras.
- Questionário (Cf. Anexo III).

5.8.6. Procedimentos

Após a informação dos objetivos de investigação os alunos foram convidados a participar no estudo. Todos mostraram total disponibilidade para responder ao questionário utilizando os seus computadores ou dispositivos móveis, em contexto informal. Foi entregue aos alunos um folheto com os objetivos da investigação e a hiperligação para o questionário *online*, tendo sido estabelecido o prazo de uma semana para enviarem as respostas.

Os dados foram tratados com o recurso à estatística descritiva.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.2 Investigação preliminar – Alunos.

³⁵ Recorrendo à função de seleção aleatória do programa Microsoft Excel.

5.9. Etapa 2 - Estudo de usabilidade

5.9.1. Objetivos do estudo

O estudo de usabilidade pretende dar resposta à questão de investigação três, concretamente:

(iii) Como reagem os alunos aos protótipos no que concerne a parâmetros de usabilidade?

O estudo de usabilidade é um teste exploratório centrado no utilizador, e foi concebido para descobrir como os utilizadores respondem ao protótipo do MV e de RA. O estudo pretende recolher e analisar informação sobre o impacto do desenho da interface relativamente a um conjunto de parâmetros, nomeadamente:

- Satisfação.
- Facilidade de utilização.
- Facilidade de aprendizagem.
- Funcionalidade/consistência da interface.
- Confiança.

Com a aplicação do teste pretende-se conhecer aspetos concretos das aplicações que possam ser redefinidos na elaboração de uma versão intermédia dos protótipos, assegurando que estas cumprem com normas de usabilidade/usabilidade pedagógica.

5.9.2. Métodos e técnicas de recolha de dados

5.9.2.1. *System Usability Scale*

Os testes centrados no utilizador são concretizados através da identificação dos utilizadores representativos, das tarefas relevantes e pelo desenvolvimento de um procedimento para observar os problemas que os utilizadores revelam ao utilizar uma aplicação para realizar determinadas tarefas. Estes testes são conduzidos durante o ciclo de desenvolvimento das aplicações e recorrem a avaliações formativas ou sumativas. As avaliações formativas são utilizadas para obter informações de usabilidade sobre o *design* do protótipo no que concerne a eficácia, eficiência e satisfação. As avaliações sumativas são

utilizadas para o mesmo fim, considerando a versão final do ciclo de desenvolvimento de *software* (Scholtz, 2004).

De acordo com Brooke (1996) usabilidade de qualquer ferramenta ou sistema deve ser analisada no contexto de utilização, e na sua adequação a esse contexto. No caso concreto dos sistemas de informação, esta perspetiva de usabilidade é refletida no padrão ISO 9241-11 e no projeto *Measuring Usability of Systems in Context* da Comunidade Europeia. De acordo com o padrão ISO 9241-11 os parâmetros de usabilidade devem abordar questões relacionadas com:

- Eficácia: A capacidade dos utilizadores terminarem tarefas utilizando o sistema, e a qualidade derivada dessas tarefas.
- Eficiência: O nível de recursos gastos na execução das tarefas.
- Satisfação: As reações subjetivas dos utilizadores ao sistema.

A necessidade de obter respostas a estas questões conduziu ao desenvolvimento do *System Usability Scale* (SUS), uma escala simples baseada em dez itens, que visa proporcionar uma visão global de perceções subjetivas relativas à usabilidade. Cada item usa uma declaração que é avaliada numa escala tipo Likert com cinco ou sete pontos, em que um corresponde a “Discordo completamente” e cinco corresponde a “Concordo completamente”.

A escala SUS é geralmente usada imediatamente após o participante ter utilizado o sistema a ser avaliado. Neste instrumento, todos os itens devem ser assinalados. Em caso de dúvida, o participante deve assinalar a opção neutra, no centro da escala.

5.9.2.2. Observação sistemática

A observação é uma técnica de recolha de dados para obter informações, utilizando os sentidos para a obtenção de determinados aspetos da realidade. Segundo Marconi e Lakatos (2015, p. 76) “é um elemento básico de investigação científica, utilizado na pesquisa de campo”.

A observação torna-se científica à medida que:

“(a) Convém a um plano de pesquisa formulado:

(b) É planeada sistematicamente;

(c) É registada metodicamente e está relacionada a proposições mais gerais, em vez de ser apresentada como uma série de curiosidades interessantes;

(d) Está sujeita a verificações e controlos sobre a validade e segurança” (Seltiz, 1965, p.233 *apud* Marconi & Lakatos, 2015, p. 76).

De um ponto de vista científico, segundo Marconi e Lakatos (2015), a observação oferece vantagens e limitações, nomeadamente:

Vantagens

- Possibilita meios diretos para estudar uma ampla variedade de fenómenos.
- Exige menos do observador do que outras técnicas.
- Permite a evidência de dados não presentes em guiões de entrevistas ou questionários.

Limitações

- O observado tende a criar impressões favoráveis ou desfavoráveis no observador.
- Factos imprevistos podem interferir na tarefa do investigador.
- A duração dos acontecimentos é variável: podem ser rápidos ou simultâneos, o que dificulta a recolha dos dados.

Recorrendo à técnica de observação sistemática, durante a exploração dos protótipos do MV e de RA foram observados três aspetos da interação dos utilizadores com as aplicações, respetivamente:

- Sucesso na conclusão das tarefas propostas no guião.
- Tempo gasto na conclusão das tarefas.
- Observações e comentários dos participantes.

Os objetivos das tarefas constantes no guião de exploração do MV eram os seguintes:

- (a) Deslocar o avatar no corredor central e identificar os seis períodos da história da música.
- (b) Deslocar o avatar até à sala do século XX e abrir a porta.
- (c) Localizar o compositor Carl Orff no expositor central e ouvir o excerto musical de uma obra do compositor.
- (d) Procurar o violino no friso cronológico de instrumentos musicais e identificar a que família pertence na orquestra clássica.
- (e) Localizar o piano elétrico e identificar uma característica.
- (f) Localizar e identificar as pinturas do período estético.

O tempo limite determinado para a exploração e conclusão das tarefas foi de quinze minutos.

Os objetivos das tarefas constantes no guião de exploração das experiências de RA eram os seguintes:

- (a) Tocar nos ícones “?” e “Games” para identificar os componentes de um violino e jogar um jogo.
- (b) Observar um modelo 3-D do piano e contar o número de pedais; ouvir os excertos musicais tocando nos ícones identificados “Som”
- (c) Utilizar os botões “play” e “pausa” para iniciar e parar um vídeo.
- (d) Aceder à Wikipédia tocando no ícone “W” e identificar na página o ano de nascimento do compositor.

O tempo limite determinado para a exploração e conclusão das tarefas concedido foi de quinze minutos.

Neste contexto, optou-se pela utilização de uma versão adaptada do SUS para realizar uma avaliação formativa relativamente à usabilidade dos protótipos de MV e RA. Foi utilizada a técnica de observação sistemática para obter informações adicionais sobre as interações dos utilizadores com os protótipos.

5.9.3. Descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos dados

O SUS devolve um número simples representando uma medida composta da usabilidade geral do sistema a ser estudado. As pontuações de cada item não têm significado por si próprios. Para calcular a pontuação do SUS é necessário somar os valores de cada item. A contribuição de cada item varia entre 0 e 4. Para os itens 1, 3, 5, 7, e 9 a contribuição para a pontuação é a posição da escala menos 1. Para os itens 2, 4, 6 e 8 a contribuição é 5 menos a posição assinalada na escala. Finalmente, deve multiplicar-se a soma das pontuações por 2,5 para obter a pontuação do SUS (Brooke, 1996).

Apesar da ampla utilização do SUS existe pouca orientação sobre o processo de interpretar as pontuações. De acordo com Bangor, Kortum, e Miller (2009), o conceito de aplicar uma graduação em letras à usabilidade de um sistema apresenta um ponto de referência fácil de compreender. De acordo com este sistema de classificação, as pontuações ordenam-se da seguinte maneira:

- A – Pontuações acima de 90: Produto/sistema excepcional.
- B – Pontuações entre 80 e 89: Produto/sistema bom.
- C – Pontuações entre 70 e 79: Produto/sistema aceitável.
- Pontuações abaixo de 69: Produto/sistema com problemas de usabilidade.

A análise das respostas às questões colocadas no SUS ilustram a percepções dos participantes relativamente a cada parâmetro. A relação entre os parâmetros e as questões do SUS é apresentada no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - *System Usability Scale, relação entre parâmetros avaliados e questões*

Parâmetros	Questão
Satisfação.	1
Facilidade de utilização.	2, 4, e 8
Facilidade de aprendizagem.	3, 7, 10
Funcionalidade/consistência da interface.	5, 6
Confiança.	9

Os dados foram tratados com o recurso à estatística descritiva.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.3. Estudo de usabilidade.

5.9.4. Participantes

Os participantes foram selecionados entre os alunos do agrupamento de acordo com o seu perfil, nomeadamente, alunos do 5.º ou 6.º ano a frequentar a disciplina de Educação Musical no 2.º Ciclo do Ensino Básico. Não foram estabelecidos pré-requisitos relativamente ao nível de literacia digital. A seleção do grupo-amostra de participantes obedeceu a um conjunto de critérios: Foram escolhidas aleatoriamente³⁶, no universo de turmas do agrupamento, uma turma do 5.º ano e uma turma do 6.º ano. Nessas turmas, recorrendo também a um processo aleatório (idêntico ao da seleção de turmas) foram escolhidos cinco alunos do 5.º ano e cinco alunos do 6.º ano, perfazendo um total de dez participantes³⁷.

5.9.5. Equipamento e material necessário

- Computadores com acesso à internet.
- *Smartphone/tablet*³⁸ com acesso à internet.
- Relógio, esferográfica(s) e bloco de notas.
- Sala equipada com mesas e cadeiras.
- Guião de exploração do MV (Cf. Anexo IV).
- Questionário impresso relativo ao MV (Cf. Anexo V).
- Guião de exploração das experiências de RA (Cf. Anexo VI)
- Questionário impresso relativo às experiências de RA (Cf. Anexo VII).

³⁶ Através da função de seleção aleatória do programa Microsoft Excel.

³⁷ Numa fase inicial de testes aos protótipos, envolver um pequeno número de participantes (cerca de seis) é suficiente para identificar problemas na arquitetura (navegação) e problemas de *design* (Koyani, Bailey, & Nall, 2004).

³⁸ Nos quais foi instalada a *app* Aurasma.

- Grelha de registo de observação (MV) (Cf. Anexo VIII).
- Grelha de registo de observação (experiências de RA) (Cf. Anexo IX).

5.9.6. Procedimentos

No seguimento do processo de seleção aleatório, os alunos foram contactados e convidados a participar no estudo. Todos aceitaram participar. Foi agendada uma data e hora para a realização do teste e foi solicitado aos alunos para trazerem o seu dispositivo móvel (*smartphone* ou *tablet*). O estudo foi realizado numa sala de aula equipada com computadores ligados à internet e decorreu num período de cinquenta minutos, do qual vinte e cinco minutos (primeiro bloco) se destinavam ao MV e os restantes à RA (segundo bloco).

Bloco 1 – Mundo Virtual: No primeiro bloco, os alunos foram direcionados para um computador com o MV pronto a utilizar e receberam: Um guião de exploração, um questionário e uma esferográfica. Foram concedidos cinco minutos para a leitura do guião e orientações, quinze minutos para a exploração do MV e cinco minutos para o preenchimento do questionário.

Bloco 2 - No segundo bloco, os alunos foram direcionados para mesas onde foram colocadas para cada aluno, quatro folhas impressas contendo as experiências de RA, um guião de exploração e um questionário. Os alunos utilizaram o dispositivo móvel para acederem às experiências de RA. Foram observados os mesmos procedimentos descritos no primeiro bloco.

Durante a realização dos testes, o *logger* registou observações e comentários em grelha de registo.

No final do tempo previsto os alunos devolveram os questionários preenchidos e procedeu-se aos agradecimentos pela colaboração.

Os dados foram tratados com o recurso à estatística descritiva.

A apresentação e discussão dos resultados é apresentada no capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados, no subcapítulo 7.3 Estudo de Usabilidade.

5.10. Etapa 3 - Estudo Experimental

5.10.1. Objetivos do Estudo

O estudo experimental pretende dar resposta à questão de investigação quatro, concretamente:

(iv) Que efeitos decorrem da utilização de recursos educativos baseados nas tecnologias de MV e RA na aprendizagem, a nível aquisição e retenção de conhecimento?

O objetivo do estudo é investigar os efeitos na aprendizagem de recursos educativos baseados nas tecnologias de MV e RA, concretamente no que concerne à aquisição e retenção de conhecimentos.

5.10.2. Métodos e técnicas de recolha de dados

Alicerçada no paradigma positivista, a metodologia experimental constitui o modelo clássico da investigação quantitativa em Ciências Sociais e Humanas. Segundo Coutinho (2015, p. 269), a lógica de um plano experimental, na sua versão mais simples, funciona do seguinte modo: o investigador forma dois grupos. Num dos grupos aplica o experimento ou tratamento, no outro aplica um tratamento diferente. O grupo que recebe o experimento é denominado de experimental, o grupo em que acontece algo diferente, chama-se grupo de controlo. Após as intervenções, comparam-se os grupos na variável dependente, com o objetivo de verificar se as diferenças nos resultados são devidas ou causadas pelo tratamento. A autora nota que “a atribuição de causalidade baseia-se no pressuposto da equivalência dos grupos que terão de ser necessariamente semelhantes em tudo, exceto na exposição à variável independente ou tratamento”. Por outras palavras, o facto de os grupos terem recebido tratamentos diferentes, fornece base para o investigador inferir de que as diferenças na variável dependente são causadas pela manipulação/tratamento (Coutinho, 2015, p. 269).

Neste contexto, Kumar (2011) nota que o desenho de investigação experimental comparativo é apropriado para comparar diferentes abordagens de ensino. Tal como com

outros tipos de investigação, o estudo pode ser conduzido como uma experiência ou não-experiência. No desenho de um estudo comparativo experimental, a população é dividida em tantos grupos quantas as abordagens a estudar. Em cada grupo é estabelecida uma linha de base relativamente à variável dependente.

Após a intervenção é realizada uma nova observação para verificar se ocorreram alterações na variável dependente. O grau de mudança é utilizado para estabelecer a eficácia das intervenções. Para ilustrar o conceito imagine-se que se pretende comparar três modelos ou abordagens de ensino (A, B e C) relativamente à aquisição e retenção de conhecimento dos alunos numa turma. Para realizar o estudo divide-se a turma em três grupos (X, Y e Z) aleatoriamente para garantir a sua comparabilidade.

Antes de expor os alunos aos modelos de ensino, deve estabelecer-se uma linha de base relativamente à compreensão dos conteúdos a abordar. De seguida, cada grupo é exposto aos diferentes métodos. Supondo que X_a é o nível de compreensão médio do grupo X e X_a' é o nível de compreensão médio depois da intervenção, a mudança verificada no nível de compreensão $X_a' - X_a$ é atribuída ao modelo A.

O mesmo se aplica relativamente aos modelos B e C. A Figura 5.2 ilustra o desenho de investigação experimental comparativo desenhado para investigar o modelo de ensino recorrendo a recursos educativos tradicionais (Modelo A), baseados em MV (Modelo B) e baseados em RA (Modelo C).

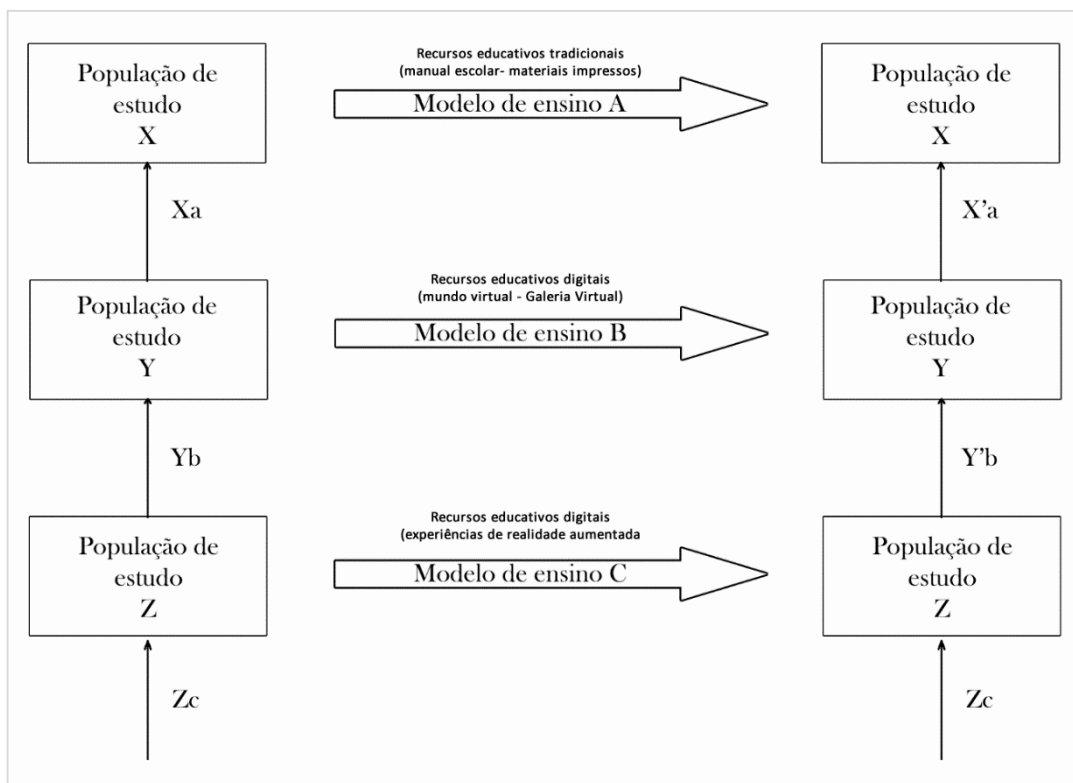


Figura 5.2 - Desenho experimental comparativo³⁹

A validade dos desenhos de investigação experimental reside no pressuposto da semelhança, ou seja, da equivalência dos grupos⁴⁰ que se comparam. Nesse sentido foram aplicados métodos específicos para conseguir esse objetivo (Coutinho, 2015).

No caso concreto do presente estudo, foi utilizada a aleatorização, uma técnica que merece o maior consenso entre os investigadores sociais para atingir o requisito da semelhança de grupos (Coutinho, 2015). Relativamente à aleatorização foram consideradas três situações distintas: A seleção aleatória (*random sampling*), a atribuição aleatória (*random assignment*) e a atribuição aleatória dos grupos para as condições.

O Quadro 5.3 descreve os tipos de seleção aleatória utilizados no presente estudo.

³⁹ Fonte: Adaptado de Kumar (2011, p. 121).

⁴⁰ “Os grupos, normalmente dois nos planos experimentais mais simples, podem ser mais se o objetivo é testar versões diferentes da variável independente ou combinações de diferentes tratamentos experimentais” (Coutinho, 2015, p. 270).

Quadro 5.3 - Tipos de aleatorização

Tipos	Descrição	Exemplos
Seleção aleatória (<i>random sampling</i>)	Ferramenta que permite selecionar os sujeitos para o estudo, assegurando a generalização dos resultados, ou validade externa do estudo.	Por exemplo: Há uma população de alunos de uma escola, e dessa população são selecionados, numa base em que intervém apenas a sorte/acaso (aleatoriamente) os sujeitos que vão participar no estudo (participantes), Figura 5.3.
Designação aleatória (<i>random assignment</i>)	Ferramenta que permite selecionar os sujeitos para os grupos experimentais e de controlo, assegurando a validade interna do desenho.	Por exemplo: Os participantes no estudo são divididos aleatoriamente entre os grupos que vão receber o(s) tratamento(s) experimental(ais) e de controlo, Figura 5.4.
Designação aleatória dos grupos para as condições	Situação em que se determina quais são o grupo de controlo e os grupos experimentais.	

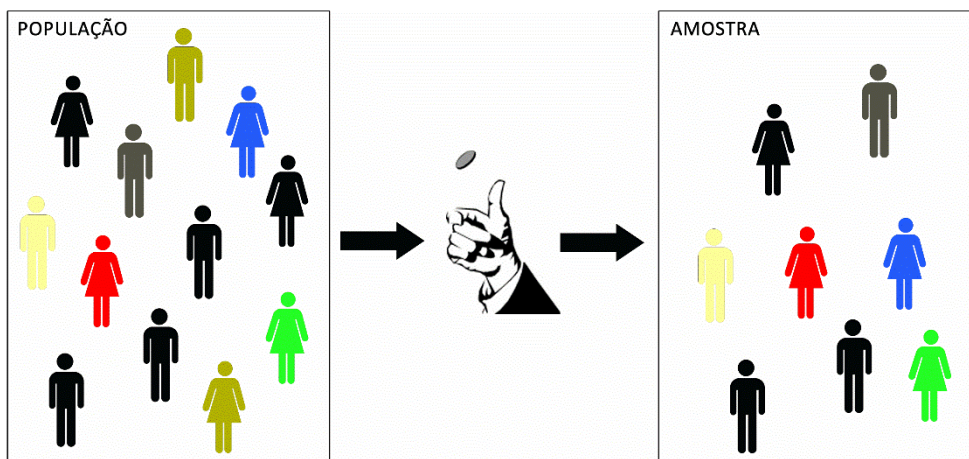


Figura 5.3 - Seleção aleatória dos participantes num estudo⁴¹

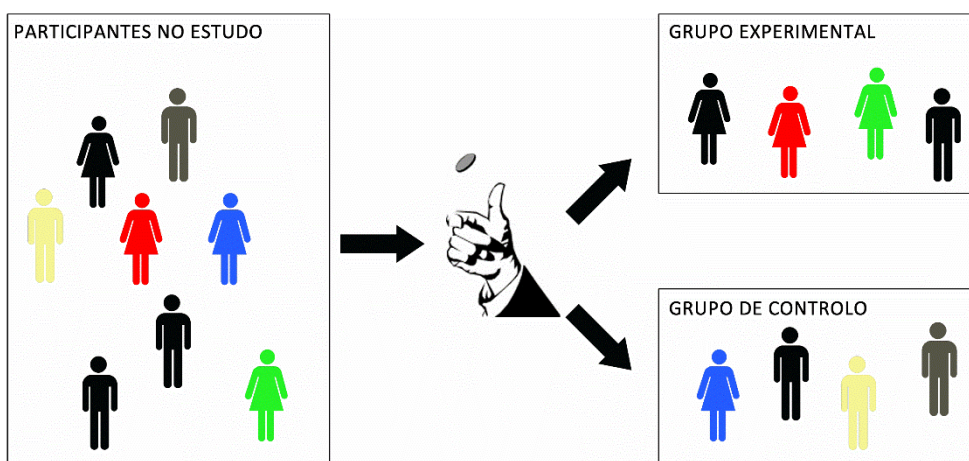


Figura 5.4 - Seleção aleatória do grupo de controlo e experimental⁴²

Todos os desenhos experimentais envolvem um pós-teste, ou seja, uma medição dos grupos intervenientes depois da aplicação do tratamento (Coutinho, 2015). Contudo, frequentemente incluem um pré-teste que mede a variável dependente antes da intervenção experimental, permitindo estabelecer uma linha de base para comparação (Coutinho, 2015; Kumar, 2011). O pré-teste difere do pós-teste no tempo ou momento da sua aplicação.

⁴¹ Fonte: Adaptada de Coutinho (Coutinho, 2015, p. 275).

⁴² Fonte: Adaptada de Coutinho (Coutinho, 2015, p. 275).

No caso concreto do presente estudo, foram utilizados um pré-teste e um pós-teste. O pós-teste era idêntico ao pré-teste, com a diferença de incluir algumas questões sobre dados demográficos (idade, gênero) e sobre a experiência do utilizador.

O Quadro 5.4 sintetiza o desenho do estudo experimental.

Quadro 5.4 - Síntese do estudo experimental

		Medida	Abordagem de ensino	Medida	
Seleção aleatória	Grupo X Modelo de ensino A	Pré-teste	Recursos educativos tradicionais.	Pós-teste	Ganhos nas pontuações
	Grupo Y Modelo de ensino B		Recursos educativos baseados em MV (Galeria Virtual).		
	Grupo Z Modelo de ensino C		Recursos educativos baseados em RA (Experiências de RA).		

Uma das questões relativamente à elaboração de materiais educativos para estudos experimentais, é a equivalência informacional. Segundo Larkin e Simon (1987) duas representações são equivalentes em termos de informação, se toda a informação de uma representação pode ser inferida por outra e *vice-versa*. Contudo, apesar de a equivalência informacional ser claramente desejável neste tipo de experiência, uma transcrição exata de recursos textuais tradicionais poderia subverter as *affordances* dos MV e da RA e os princípios enunciados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. Nesse sentido, apesar de os recursos digitais disponibilizados não serem uma duplicação da abordagem tradicional proposta no manual escolar, foi assegurado que a informação alvo dos testes fosse comum nas três abordagens de ensino.

Assim, de acordo com as linhas orientadoras estabelecidas por Parsons e Cole (2005), os testes foram desenhados para que fosse possível responder a todas as questões corretamente, a partir da informação disponibilizada em qualquer dos recursos educativos.

A figura 5.5 ilustra graficamente esta abordagem.

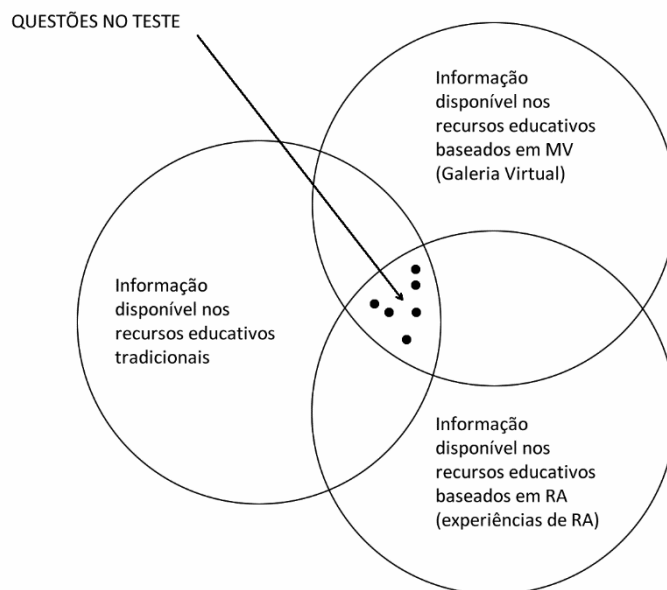


Figura 5.5 - Informação disponibilizada nas diferentes abordagens de ensino

Relativamente ao modelo de ensino A (grupo X - controlo) foi utilizado como recurso educativo o manual escolar 100% Música 5.º Ano da Texto editora. O Quadro 5.5 sintetiza a abordagem de ensino, os tópicos abordados e o tipo de interação do método de ensino A.

Quadro 5.5 – Método de ensino A

Fonte	Abordagem	Tópicos curriculares	Experiência de interação
100% Música 5.º Ano	Baseada em recursos educativos tradicionais (materiais impressos).	Compositores: . Carl Orff (pág. 10 do manual escolar); . Joseph Haydn (pág. 46 do manual); . Johann Sebastian Bach (página 62 do manual escolar).	Texto e imagem (estáticos).

(continua)

Quadro 5.5 (continuação)

Fonte	Abordagem	Tópicos curriculares	Experiência de interação
		. Instrumentos da orquestra clássica (pág. 52, 53 e 55).	

A Figura 5.6 retrata os recursos educativos utilizados no âmbito da experiência (manual escolar 100% Música, 5.º ano).

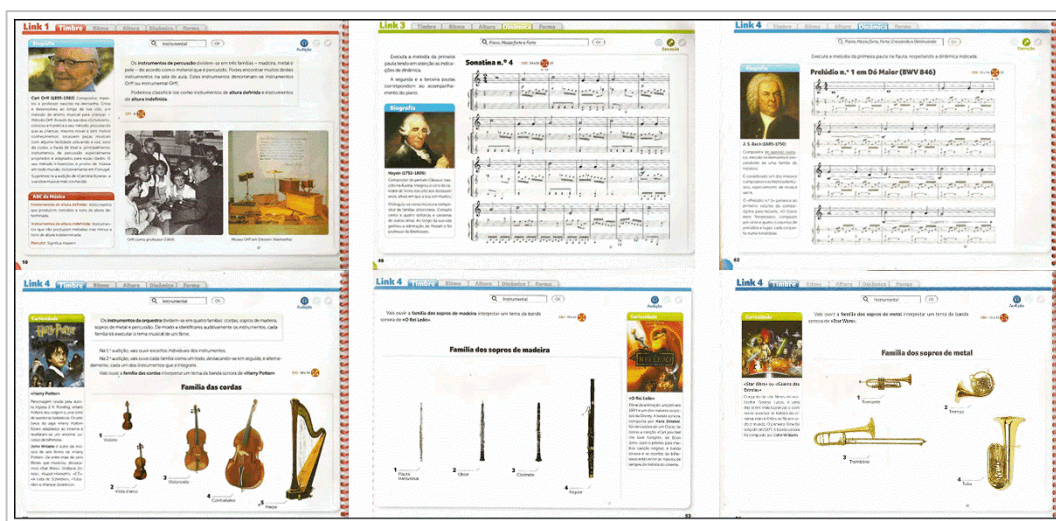


Figura 5.6 - Recursos educativos tradicionais, manual escolar 100% Música, 5.º ano, Texto Editora⁴³

Relativamente modelo de ensino B (grupo Y - experimental) foi utilizado como recurso educativo o protótipo do MV – Galeria Virtual. O Quadro 5.6 sintetiza a abordagem de ensino, os tópicos abordados e o tipo de interação.

⁴³ Fonte: Autor

Quadro 5.6 – Recursos educativos baseados em MV

Fonte	Abordagem	Tópicos curriculares	Experiência de interação
MV	Baseada em	Compositores:	Texto e imagem (estáticos).
Galeria	recursos	. Carl Orff (Sala do século XX,	Vídeo no qual se introduz a
Virtual	educativos	expositor central);	biografia dos compositores
	digitais	. Joseph Haydn (sala do Clássico,	e as suas obras (consistente
	disponibiliz	expositor central);	com os princípios um, dois,
	ados numa	. Johann Sebastian Bach (Sala do	três e cinco da Teoria
	interface	Barroco, expositor central).	Cognitiva da Aprendizagem
	3-D.	. Instrumentos da orquestra	Multimédia).
		clássica (Sala do século XX, friso	Modelos 3-D de
		cronológico de instrumentos).	instrumentos musicais da
			orquestra clássica.

A Figura 5.7 retrata o recurso educativo utilizado no âmbito da experiência (Galeria Virtual), nomeadamente os espaços a explorar no ambiente 3-D.

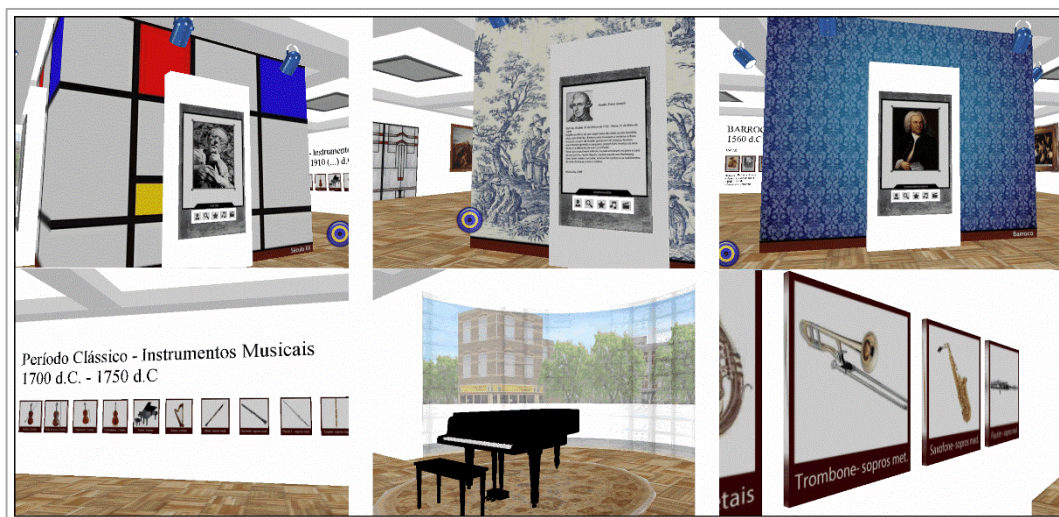


Figura 5.7 - Recursos educativos digitais, interface 3-D, Galeria Virtual

Relativamente à abordagem de ensino C (grupo Z experimental), foi utilizada uma abordagem de ensino recorrendo a experiências de RA, desenvolvidas no âmbito da investigação.

O Quadro 5.7 sintetiza a abordagem de ensino, os tópicos abordados e o tipo de interação.

Quadro 5.7 - Recursos educativos baseados em RA

Fonte	Abordagem	Tópicos curriculares	Experiência de interação
Experiências de RA	Baseada em recursos educativos digitais disponibilizados através da tecnologia de RA.	Compositores: Carl Orff. Joseph Haydn. Johann Sebastian Bach.	Texto e imagem (estáticos).
		Carl Orff. Joseph Haydn. Johann Sebastian Bach.	Vídeo no qual se introduz a biografia dos compositores e as suas obras (consistente com os princípios um, dois, três e cinco da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia).
		Instrumentos da orquestra clássica (família das cordas e dos sopros-metais).	Vídeo no qual se introduz a biografia dos compositores e as suas obras (consistente com os princípios um, dois, três e cinco da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia).

5.10.3. Descrição dos métodos utilizados para o tratamento de dados

Os dados foram tratados com o recurso à estatística descritiva.

5.10.4. Participantes

Foram selecionados por seleção aleatória (*random sampling*) trinta alunos, de entre o universo de turmas do 5.º ano do agrupamento. Foram constituídos três grupos, com dez alunos, por atribuição aleatória (*random assignment*) e posteriormente distribuídos por atribuição aleatória dos grupos pelas diferentes abordagens de ensino.

O quadro 5.8 sintetiza os grupos e as abordagens de ensino.

Quadro 5.8 - *Estudo experimental, grupos e abordagens*

Grupo	Abordagem de ensino	Tipo de recurso educativo
X - Controlo	Recursos educativos tradicionais (manual escolar).	Manual escolar.
Y - Experimental	Recursos educativos digitais.	MV (Galeria Virtual).
Z - Experimental	Recursos educativos digitais.	Experiências de RA.

5.10.5. Equipamento e material necessário

5.10.5.1. Grupo X

- Sala equipada com mesas e cadeiras.
- Manual escolar e caderno de atividades.
- Material de escrita (lápiz, esferográfica).
- Relógio.

- Pré-teste (Cf. Anexo X).
- Guião de exploração dos recursos, 100% Música (Cf. Anexo XI).
- Pós-teste (Cf. Anexo XII).

5.10.5.2. Grupo Y

- Computadores com acesso à internet.
- *Headphones*.
- Relógio.
- Sala equipada com mesas e cadeiras.
- Protótipo do MV.
- Pré-teste (Cf. Anexo X).
- Guião de exploração do MV (Cf. Anexo XIII).
- Pós-teste com questionário sobre a experiência do utilizador e dados demográficos (Cf. Anexo XII).

5.10.5.3. Grupo Z

- *Smartphone/tablet*⁴⁴ com acesso à internet.
- *Headphones*.
- Relógio.
- Sala equipada com mesas e cadeiras.
- Pré-teste (Cf. Anexo X).
- Guião de exploração das experiências de RA (Cf. Anexo XIV).
- Pós-teste e questionário sobre a experiência de utilizador e dados demográficos (Anexo XI).

⁴⁴ Nos quais foi instalada a *app* Aurasma.

5.10.6. Procedimentos

Os participantes dos grupos experimentais receberam, previamente à realização das experiências, uma formação sumária sobre a utilização do MV e das experiências de RA. Solicitou-se aos participantes do grupo Z (experiências de RA) que trouxessem os seus dispositivos móveis (*smartphone/tablet*).

As experiências foram realizadas em três sessões, uma para cada grupo. Cada sessão decorreu num período de 50 minutos, dos quais 10 foram atribuídos para preencher o pré-teste, 30 para explorar os recursos e 10 para a o preenchimento do pós-teste, ao qual se adicionaram questões sobre dados demográficos e experiência do utilizador.

6. Desenvolvimento dos protótipos

Neste capítulo – Desenvolvimento dos protótipos -, apresenta-se o desenvolvimento dos recursos didáticos baseados nas tecnologias de Mundos Virtuais (MV) e Realidade Aumentada (RA).

O subcapítulo 6.1 sintetiza os objetivos dos protótipos no contexto da área de Educação Musical (EM). O subcapítulo 6.2 introduz a metodologia de desenvolvimento. O subcapítulo 6.3 apresenta o MV denominado Galeria Virtual (GV). O subcapítulo 6.4 apresenta as experiências de RA, denominadas Galeria Aumentada (GA) e *Peddy-paper* musical (PPM) e, finalmente, o subcapítulo 6.5 apresenta as ferramentas de desenvolvimento utilizadas na elaboração dos protótipos, nomeadamente o programa Vivaty Studio⁴⁵ e a plataforma Aurasma⁴⁶.

6.1. Introdução

Os protótipos desenvolvidos no contexto do presente projeto de investigação foram elaborados com a finalidade de servirem como suportes adicionais ao estudo no domínio específico da Educação Musical, para alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico em Portugal.

Através da exploração do potencial das tecnologias de MV e RA pretende-se disponibilizar recursos de aprendizagem atrativos, focando temas relevantes para o ensino da música, especialmente adaptados ao público-alvo. Os protótipos foram elaborados tendo por base o programa educativo Musicalis, publicado pela Porto Editora em 2005 e exploram os novos paradigmas de interação oferecidos pelas tecnologias emergentes de MV e RA.

O desenvolvimento dos protótipos assenta em critérios técnicos e pedagógicos inerentes aos programas e metas delineados pelo Ministério da Educação para o ensino da música no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

⁴⁵ <http://www.web3d.org/projects/vivaty-studio>

⁴⁶ <https://www.aurasma.com/>

No que concerne aos requisitos curriculares das aplicações (MV e RA) foram observadas as orientações do Ministério da Educação, o qual, definiu metas de aprendizagem contemplando princípios estruturais e domínios de aprendizagem na área da Educação Musical (EM), as quais se traduzem em experiências pedagógicas e musicais diversificadas, baseadas na vivência e experimentação artística, apoiadas no conhecimento de diferentes épocas e culturas musicais. O desenvolvimento dos protótipos seguiu os critérios didático-pedagógicos preconizados no Decreto-Lei 6/2001 de 18 de janeiro, Art.º 3.º, alínea h (*Decreto-Lei nº 6/2001, de 18 de Janeiro, 2001*) no qual se recomenda a implementação de estratégias e metodologias de ensino diversificadas, recorrendo às TIC, visando favorecer o desenvolvimento de competências numa perspectiva de formação ao longo da vida.

É também expresso no Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais (2001, p. 152) relativamente à música, um conjunto de recomendações e orientações focando o desenvolvimento da literacia musical. Segundo o documento, “a literacia em artes implica as competências consideradas comuns a todas as disciplinas artísticas, as quais se sintetizam em quatro eixos interdependentes, Figura 6.1.

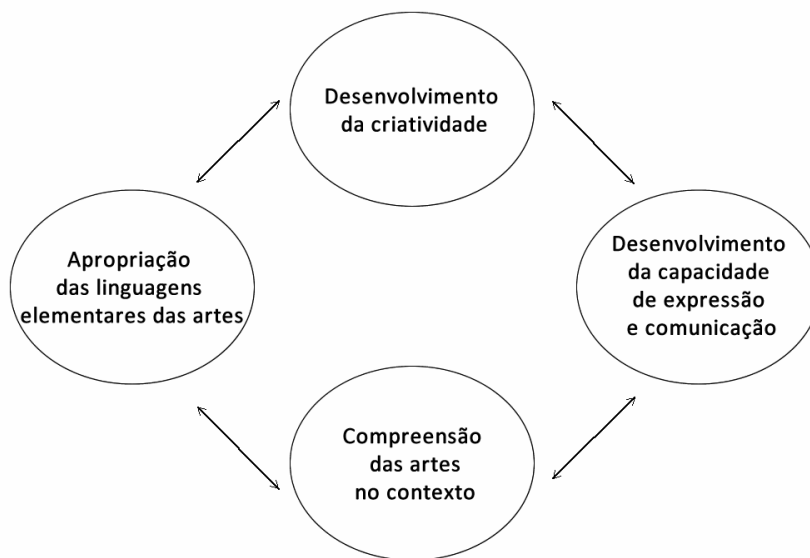


Figura 6.1 - Literacia em artes⁴⁷

⁴⁷ Fonte: Adaptado de Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais (2001, p. 152).

Neste quadro, definem-se um conjunto de competências específicas que os alunos devem desenvolver ao longo do ensino básico. Entre o conjunto proposto, enumeram-se as mais relevantes no contexto do presente projeto, respetivamente:

Apropriação das linguagens elementares das artes

- Adquirir conceitos.
- Identificar conceitos em obras artísticas.
- Aplicar os conhecimentos em novas situações.
- Descodificar diferentes linguagens e códigos das artes.
- Identificar técnicas e instrumentos e ser capaz de os aplicar com correção e oportunidade.
- Compreender o fenómeno artístico segundo a perspetiva científica.
- Mobilizar todos os sentidos na perceção do mundo envolvente.
- Aplicar adequadamente vocabulário específico.

Desenvolvimento da capacidade de expressão e comunicação

- Aplicar as linguagens e códigos de comunicação de ontem e hoje.
- Ser capaz de interagir com os outros (...).
- Ser capaz de se pronunciar criticamente (...).
- Relacionar-se emotivamente com a obra de arte (...).
- Utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na prática artística.

Compreensão das artes no contexto

- Identificar características da arte de diferentes povos, culturas e épocas.
- Comparar diferentes formas de expressão artística.
- Valorizar o património artístico.
- Desenvolver projetos de pesquisa em artes.
- Perceber a evolução das artes em consequência do avanço tecnológico.

Os pressupostos supra enquadram o processo de desenvolvimento dos protótipos, os quais visam facilitar o acesso e exploração dos aspetos musicais relevantes neste nível de

ensino, utilizando um novo paradigma de interação, concretamente os ambientes virtuais 3-D possibilitados pelos MV e a ubiquidade e imersão proporcionada pela RA.

De acordo com a perspetiva preconizada pelo DCU, os utilizadores foram envolvidos no processo de desenvolvimento dos protótipos, concretamente os professores de EM, aos quais foram solicitadas sugestões relativamente às áreas curriculares a abordar nos protótipos. Os alunos, enquanto utilizadores finais, foram convidados a pronunciar-se sobre aspetos de usabilidade.

A contribuição dos utilizadores, professores e alunos, permitiu desenvolver protótipos que pretendem ir ao encontro das necessidades de aprendizagem do público-alvo e, simultaneamente, recolher informações relativas a questões de usabilidade, as quais foram utilizadas para o refinamento dos protótipos na primeira iteração.

6.2. Abordagem de desenvolvimento

Ribeiro (2007, p. 246), na sua obra *Multimédia – Tecnologias Interativas* sugere que um projeto multimédia se pode definir como o “conjunto de atividades que permitem planear, conceber, produzir, testar e distribuir uma aplicação multimédia. De acordo com o autor, a gestão de um projeto desta natureza implica um conjunto de capacidades, nomeadamente:

- Pensamento organizado.
- Capacidade de processar grandes quantidades de informação.
- Capacidade de resolução de problemas.
- Capacidade de composição da informação.

Donaldson e Siegel (2001) notam que não existe apenas uma abordagem relativamente ao desenvolvimento de *software*. Contudo, recomendam a observação de um conjunto de princípios básicos, nomeadamente:

- Planificação do trabalho.
- Definição de papéis e responsabilidades.
- Definição de equipas de trabalho com objetivos claros.

- Estabelecimento de verificações e controlos.
- Monitorização do progresso do projeto.
- Promoção de avaliações intercalares.
- Melhoria do processo de desenvolvimento.

De um modo geral, todas as abordagens de desenvolvimento de projetos multimédia implicam a divisão do trabalho em etapas ou partes, as quais podem ser iterativas e revisitadas sempre que necessário (Donaldson & Siegel, 2001; Gomaa, 2011).

Neste contexto, Vaughan (2011) sugere que todos os projetos multimédia podem ser divididos em etapas ou fases, as quais, de acordo com o autor podem ser reduzidas a quatro, como descrito no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 - *Fases de desenvolvimento de um projeto multimédia (Vaughan, 2011)*

Fases de desenvolvimento do projeto multimédia	Descrição
Fase 1 – Planeamento e análise	<ul style="list-style-type: none"> • Definição das ideias a desenvolver; • Listagem das competências necessárias para o desenvolvimento do projeto (textos, gráficos, imagens, vídeos, áudio); • Desenvolvimento de um interface criativo que permita ao utilizador aceder aos conteúdos (interface, estrutura e navegação); • Preparação de uma estimativa de orçamento; • Desenvolvimento de um protótipo simples que demonstre a exequibilidade do projeto; • Investimento no tempo necessário para o desenvolvimento dos conteúdos antes de iniciar a produção e testar a sua funcionalidade como protótipo.

(continua)

Quadro 6.1 (continuação)

Fases de desenvolvimento do projeto multimédia	Descrição
Fase 2 – Desenhar e produzir	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir a planificação das tarefas no sentido de obter o produto final; • Proceder às alterações que derivam do <i>feedback</i> com o cliente/público-alvo a que se destina o produto.
Fase 3 - Testes	<ul style="list-style-type: none"> • Devem ser conduzidos testes para verificar se o produto cumpre com os objetivos propostos, se vai ao encontro das expectativas do público-alvo e se o desempenho nas plataformas a que se destina é adequado.
Fase 4 - Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir a versão de distribuição no suporte adequado e iniciar o processo de distribuição, preparar eventuais ajustes e <i>upgrades</i> do produto

Um dos modelos de desenvolvimento de projetos multimédia é o designado modelo de protótipos evolutivos (Gomaa, 2011). Este modelo consiste numa abordagem de desenvolvimento incremental, ou seja, o protótipo evolui. O principal objetivo desta abordagem é a possibilidade de disponibilizar versões funcionais dos sistemas, a partir das quais se implementam as inovações ou alterações que se tornem necessárias, tendo em conta o retorno dos utilizadores.

O presente projeto recorreu a uma abordagem de desenvolvimento faseada (Donaldson & Siegel, 2001; Gomaa, 2011; Vaughan, 2011) e utiliza o modelo de protótipos evolutivos (Gomaa, 2011). Os utilizadores finais foram envolvidos durante o processo de desenvolvimento, segundo a filosofia do *Design* Centrado no Utilizador (DCU).

6.3. Mundo Virtual

6.3.1. Introdução

O MV, denominado Galeria Virtual⁴⁸ (GV) recria num espaço 3-D, uma galeria de exposições cujo tema central são os Períodos Estéticos da História da Música. Os utilizadores acedem ao MV recorrendo a um computador com acesso à internet. A área de exposição pode ser explorada virtualmente por meio de um avatar, controlado através do teclado e rato do computador.

O MV foi concebido para computadores com sistema operativo Windows. Para executar a aplicação é necessária a instalação prévia do *player* BS Contact VRML/X3D⁴⁹, ou alternativamente, utilizar o *browser* Internet Explorer no qual deverá ter sido instalado previamente o *plug-in* BS Contact, release 7.2⁵⁰. A versão mais recente do *plug-in* é suportada também por outros *browsers* de internet, como Firefox 2 e 3, Google Chrome, Opera e Apple Safari. Também estão disponíveis versões de teste do *player* BS Contact VRML/X3D para dispositivos Apple (iPhone, iPad) e sistema operativo Android (*tablets* e *smartphones*).

O MV pode ser disponibilizado através da internet, executado a partir de um servidor local, ou em computadores locais sem acesso à internet. Contudo, o acesso multiutilizador requer que seja partilhado a partir de um servidor Web (local ou remoto), como por exemplo o servidor <http://www.odisseia.univ-ab.pt/ABNet2/babel.htm>.

Não foram definidos requisitos mínimos de *hardware*. Contudo recomenda-se um sistema com processador Intel®, 2 GB de RAM, sistema operativo Windows, capacidade multimédia, ligação à internet de banda larga e uma placa gráfica dedicada. O MV foi desenvolvido e testado em computadores com as seguintes configurações:

- Sistema operativo Windows 8/Windows 10; processador Intel® Core™i7-3770K@3.50 GHz, 8 GB de memória RAM, disco rígido SSD com 500 GB, capacidades multimédia e

⁴⁸ O protótipo da GV foi inicialmente identificado pela designação Galeria Musical Virtual. No âmbito deste trabalho será utilizado o termo Galeria Virtual.

⁴⁹ <http://www.bitmanagement.com/products/interactive-3d-clients/bs-contact>.

⁵⁰ <http://www.bitmanagement.com/en/download>.

monitor com resolução de 1920x1200 pixéis; adaptador de vídeo Nvidia Geforce GTX 970.

- Sistema operativo Windows 7; processador Intel® Core™i3-3217U@1.80 GHz, 4 GB de memória RAM, disco rígido SSD com 250 GB, capacidades multimédia e monitor com resolução de 1366x768 pixéis; adaptador de vídeo Intel® HD Graphics 4000.
- Sistema operativo Windows Vista; processador Intel® U2300@1.20 GHz, 3 GB de memória RAM, disco rígido SSD com 128 GB, capacidades multimédia e monitor com resolução de 1366x768 pixéis; adaptador de vídeo Mobile Intel® 4 series Express Chipset Family.
- Sistema operativo Windows XP; processador Intel® T2050@1.60 GHz, 2.5 GB de memória RAM, disco rígido SSD com 64 GB, capacidades multimédia e monitor com resolução de 1280x800 pixéis, adaptador de vídeo Microsoft Intel® Express Chipset Family.

Em todas estas configurações, o MV teve desempenho irrepreensível, mantendo uma taxa de atualização de ecrã superior a trinta *frames* por segundo. Não se verificaram igualmente problemas relativamente ao acesso remoto através da internet.

6.3.2. Conteúdos

A GV apresenta os Períodos Estéticos da História da Música, a partir dos quais enquadra os conceitos mais relevantes do programa de Educação Musical. A vertente mais comum nas várias abordagens à história da música, divide a história em seis períodos estéticos, nomeadamente:

- Idade Média (900 d.C. – Ars Antiqua a 1400 d.C Escola Franco Flamenga).
- Renascimento (1450 d.C a 1580 d.C);
- Barroco (1560 d.C. a 1680 d.C.)
- Clássico (1700 d.C a 1750 d.C)
- Romântico (1780 d.C. a 1860 d.C.)
- Século XX (a partir de 1870 d.C)

Outras abordagens históricas incluem os períodos que correspondem à Antiguidade, respetivamente a Pré-História, o Antigo Egipto e a Antiguidade Greco Romana.

No contexto da GV foram representados os períodos compreendidos entre a Idade Média e o Século XX, relativamente à música ocidental. Contudo, prevê-se a inclusão dos períodos respeitantes à Antiguidade e à música contemporânea em versões futuras do MV.

A GV oferece acesso a seis salas de exposição, uma para cada período estético. Em cada sala o utilizador pode visualizar e interagir com um conjunto de conteúdos digitais focando temas curriculares de educação musical. Estes conteúdos foram criados e otimizados para a visualização no ambiente 3-D e representam:

- Compositores (imagens, excertos áudio e partituras).
- Instrumentos musicais (imagens, modelos 3-D e excertos áudio).
- Obras musicais representativas dos diferentes movimentos estéticos (excertos áudio, partituras).
- Formas de arte contemporânea (pintura, escultura, arquitetura).

São ainda disponibilizadas hiperligações⁵¹ para aprofundamento e consolidação dos conteúdos/aprendizagens, nomeadamente:

- Fichas de trabalho.
- Questionários.
- Jogos.

Para cada período estético/sala, foram desenvolvidos recursos digitais únicos.

Idade Média

Relativamente ao período Idade Média (900 d.C. - *Ars Antiqua* a 1400 d.C - Escola Franco Flamenga) os principais recursos digitais desenvolvidos são sintetizados no Quadro 6.2.

⁵¹ Atividades realizadas fora do MV.

Quadro 6.2 - *Idade Média, conteúdos digitais*

Expositor	Imagens	Excertos áudio e Modelos 3-D	Hiperligações
Expositor central	Guillaume de Machaut	Instrumentale Motette	https://pt.wikipedia.org/wiki/Guillaume_de_Machaut
	Guillaume Dufay	Vergine bella Vergine bella	https://pt.wikipedia.org/wiki/Guillaume_Dufay
	Afonso X	Strela do Dia (Cantigas de Santa Maria)	https://pt.wikipedia.org/wiki/Afonso_X_de_Leão_e_Castela
	Adam de la Halle	Ore est Bayard en la pature, Hure!	https://pt.wikipedia.org/wiki/Adam_de_la_Halle
Friso Cronológico	Guido d'Arezzo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Guido_de_Arezzo
	Hildegard von Bingen		https://pt.wikipedia.org/wiki/Hildegarda_de_Bingen
	Léonin		https://pt.wikipedia.org/wiki/Leonin
	Perotinus Magnus		https://pt.wikipedia.org/wiki/Pérotin
	Afonso X		https://pt.wikipedia.org/wiki/Afonso_X_de_Leão_e_Castela
	Franco de Colónia		https://pt.wikipedia.org/wiki/Franco_de_Colónia

(continua)

Quadro 6.2 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio e Modelos 3-D	Hiperligações
	Adam de La Halle		https://pt.wikipedia.org/wiki/Adam_de_la_Halle
	Petrus de Cruce		https://pt.wikipedia.org/wiki/Petrus_de_Cruce
	Philippe de Vitry		https://pt.wikipedia.org/wiki/Philippe_de_Vitry
	Guillaume de Machaut		https://pt.wikipedia.org/wiki/Guillaume_de_Machaut
	Francesco Landini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Francesco_Landini
	John Dunstable		https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Dunstable
	Gilles Binchois		https://pt.wikipedia.org/wiki/Gilles_Binchois
	Guillame Dufay		https://pt.wikipedia.org/wiki/Guillaume_Dufay
Instrumentos Musicais	Harpa Medieval		https://pt.wikipedia.org/wiki/Harpa
	Lira Medieval		https://pt.wikipedia.org/wiki/Lira_(instrumento_musical)
	Monocórdio		https://pt.wikipedia.org/wiki/Monocórdio

(continua)

Quadro 6.2 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio e Modelos 3-D	Hiperligações
	Sanfona		https://pt.wikipedia.org/wiki/Sanfona
	Alaúde		https://pt.wikipedia.org/wiki/Alaúde
	Viola de arco		https://pt.wikipedia.org/wiki/Viola
	Trompa		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trompa
	Trompete		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trompete
	Charamela		https://pt.wikipedia.org/wiki/Charamela
	Flauta		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta_doce
	Saltério		https://pt.wikipedia.org/wiki/Saltério
	Flauta transversal		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta_transversal
Arte contemporânea	Tapeçarias de Bayeux		https://pt.wikipedia.org/wiki/Tapeçaria_de_Bayeux

Para o expositor central da sala Idade Média, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).

- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).
- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.2 a 6.5 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central no período Idade Média.

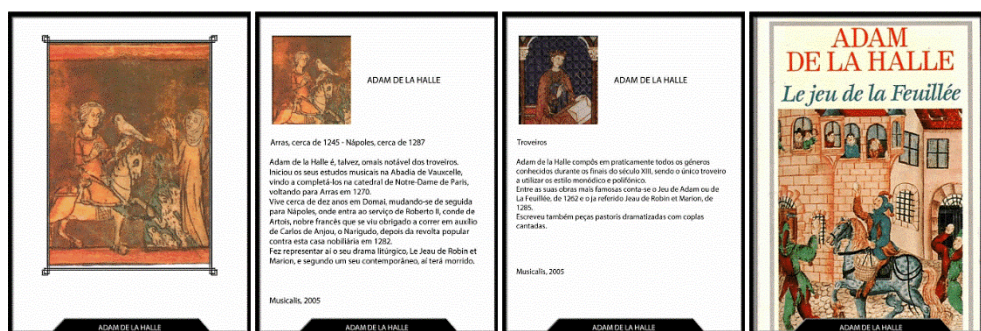


Figura 6.2 - Idade Média, Adam de la Halle⁵²

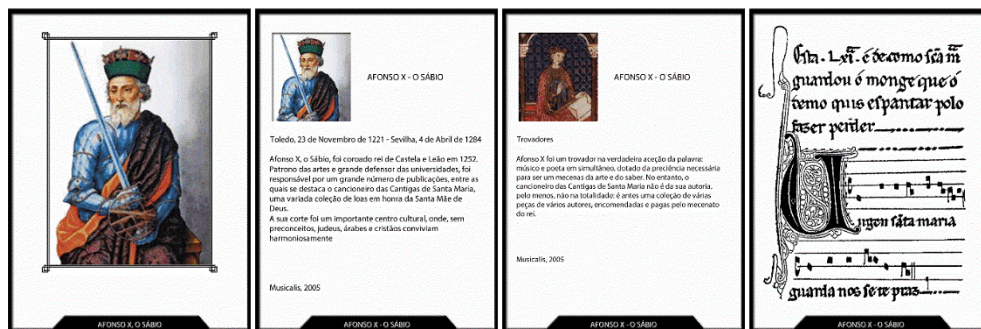


Figura 6.3 - Idade Média, Afonso X⁵³

⁵² Fonte: Autor.

⁵³ Fonte: Autor.



Figura 6.4 - Idade Média, Guillaume Dufay⁵⁴



Figura 6.5 - Idade Média, Guillaume de Machaut⁵⁵

Para o friso cronológico de compositores da Idade Média, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.6 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico no período Idade Média.

⁵⁴ Fonte: Autor.

⁵⁵ Fonte: Autor.



Figura 6.6 - Idade Média, friso cronológico⁵⁶

Para o friso cronológico de instrumentos musicais da Idade Média, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do instrumento (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o instrumento (família de instrumentos a que pertence).
- Representação auditiva de um excerto relevante (quando disponível).

A Figura 6.7 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de instrumentos musicais no período Idade Média.



Figura 6.7 - Idade Média, friso cronológico de instrumentos musicais⁵⁷

Como processo de contextualização do período estético, foram criadas representações de outras formas de arte contemporâneas. No caso da Idade Média, a escolha recaiu sobre a

⁵⁶ Fonte: Autor.

⁵⁷ Fonte: Autor.

tapeçaria de Bayeux, um imenso tapete bordado, datado do século XI que descreve eventos da conquista normanda da Inglaterra, e sobre uma tapeçaria representado a falcoaria, uma atividade comum entre a nobreza na Idade Média. A Figura 6.8 retrata as representações utilizadas.



Figura 6.8 - Idade Média, tapeçaria de Bayeux e arte de falcoaria⁵⁸

A disposição das exposições no espaço 3-D é descrita na Figura 6.9, na qual se retrata a entrada na sala temática, Figura 6.9-A, o expositor central, Figura 6.9-B, o friso cronológico de compositores, Figura 6.9-C e o friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.9-D.

⁵⁸ Fonte: Autor.

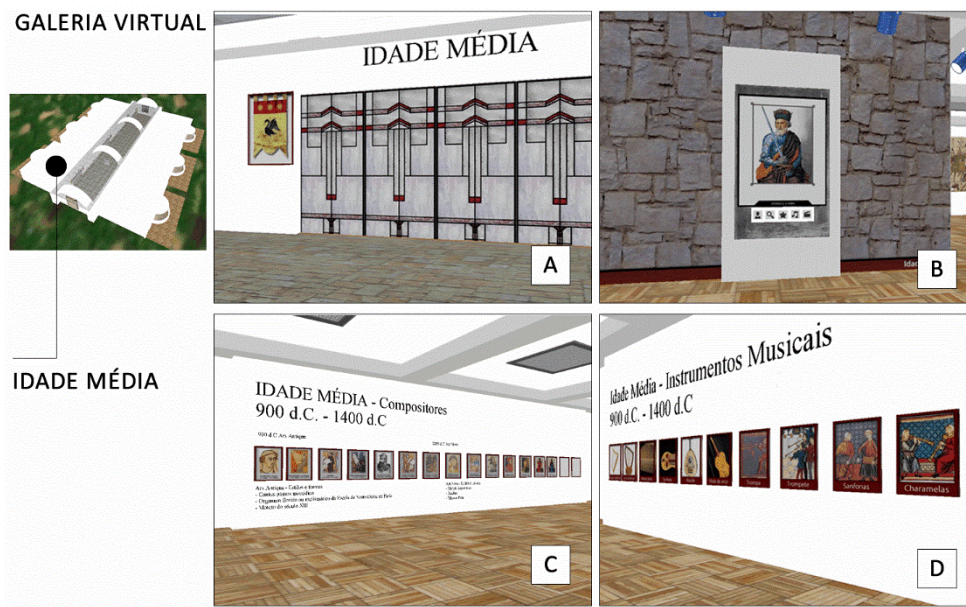


Figura 6.9 - Idade Média, expositores⁵⁹

Renascimento

Relativamente ao período do Renascimento (1450 d.C. a 1580 d.C.) foram desenvolvidos os conteúdos digitais sintetizados no Quadro 6.3.

Quadro 6.3 - Renascimento, conteúdos digitais

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Expositor central	Andrea Gabrielli	Ricercare a tre	https://pt.wikipedia.org/wiki/Andrea_Gabrieli
	Josquin des Prés	El Grillo	https://pt.wikipedia.org/wiki/Josquin_des_Prez
	Orlando de Lassus	Missa Osculetur me	https://pt.wikipedia.org/wiki/Orlando_di_Lasso

(continua)

⁵⁹ Fonte: Autor.

Quadro 6.3 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Giovanni Palestrina	Allegrý Mundy - Miserere	https://pt.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Pierluigi_da_Palestrina
Friso	Johannes		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johannes_Ockeghem
Cronológico	Ockeghem		m
	Antoine Busnoys		
	Josquin des Prés		https://pt.wikipedia.org/wiki/Josquin_des_Prez
	Alexandre Agricola		https://pt.wikipedia.org/wiki/Alexander_Agricola
	Heinrich Isaac		
	Jacob Obrecht		https://pt.wikipedia.org/wiki/Jacob_Obrecht
	Adrian Willaert		https://pt.wikipedia.org/wiki/Adrian_Willaert
	Nicolas Gombert		
	Cristobal Moráles		https://pt.wikipedia.org/wiki/Cristóbal_de_Morales
	Jacob Arcadelt		https://pt.wikipedia.org/wiki/Jacob_Arcadelt
	Antonio de Cabézon		https://pt.wikipedia.org/wiki/Antonio_de_Cabezón

(continua)

Quadro 6.3 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Andrea Gabrielli		https://pt.wikipedia.org/wiki/Andrea_Gabrieli
	Gioseffo Zarlino		https://pt.wikipedia.org/wiki/Gioseffo_Zarlino
	Philip Monte		
	Giovanni Palestrina		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Pierluigi_da_Palestrina
	Orlando de Lassus		https://pt.wikipedia.org/wiki/Orlando_di_Lasso
Instrumentos	Violino piccolo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Violino
Musicais	Viola d'amore		https://pt.wikipedia.org/wiki/Viola
	Violoncelo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Violoncelo
	Alaúde		https://pt.wikipedia.org/wiki/Alaúde
	Theorbo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Teorba
	Mandolin		https://pt.wikipedia.org/wiki/Bandolim
	Flauta		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta
	Oboé		https://pt.wikipedia.org/wiki/Oboé

(continua)

Quadro 6.3 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Serpentão		https://pt.wikipedia.org/wiki/Serpentão
	Órgão		https://pt.wikipedia.org/wiki/Órgão_(instrumento_musical)
	Clavicórdio		https://pt.wikipedia.org/wiki/Clavicórdio
	Cravo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Cravo_(instrumento_musical)
	Cromorna		https://pt.wikipedia.org/wiki/Cromorno
	Sacabuxa		https://pt.wikipedia.org/wiki/Sacabuxa
Arte contemporânea	Barbarelli – A Virgem com o Menino e Santa Ana		
	Leonardo – A Virgem, o Menino e Santa Ana		
	Rafael – Coroação de Carlos Magno		

(continua)

Quadro 6.3 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Tintoretto – A Adoração dos Reis		

Para o expositor central do Renascimento, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).
- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.10 a 6.13 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central no Renascimento.

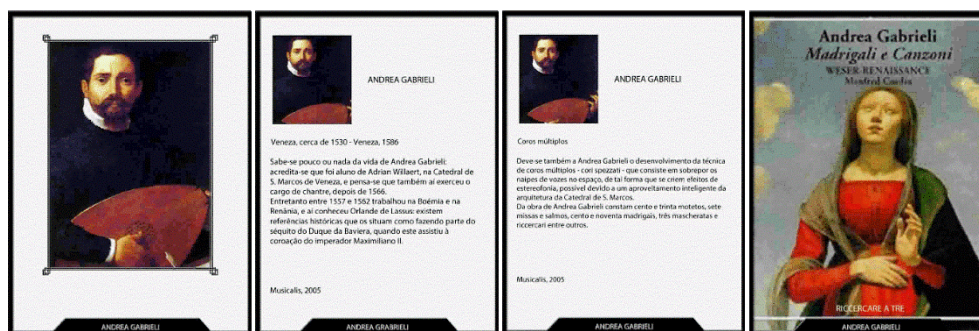


Figura 6.10 - Renascimento, Andrea Gabrielli⁶⁰

⁶⁰ Fonte: Autor.

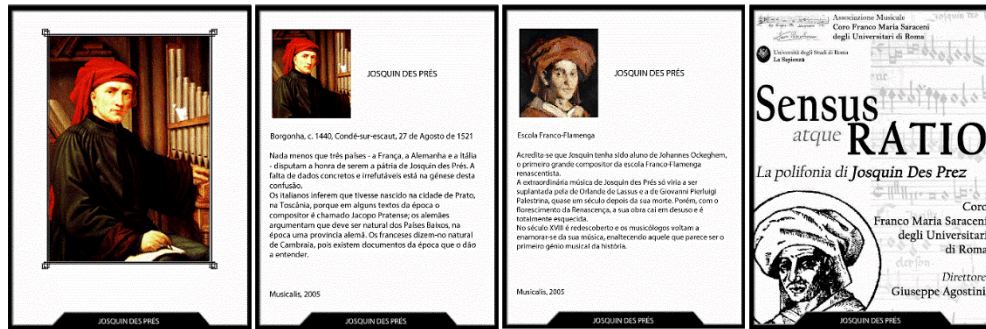


Figura 6.11 - Renascimento, Josquin des Prés⁶¹

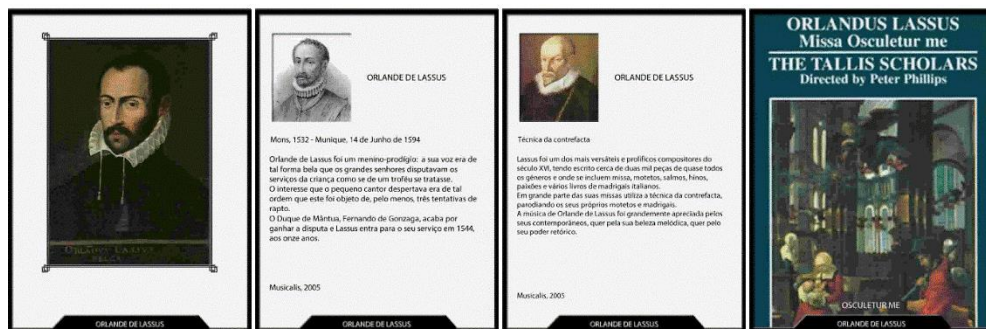


Figura 6.12 - Renascimento, Orlande de Lassus⁶²

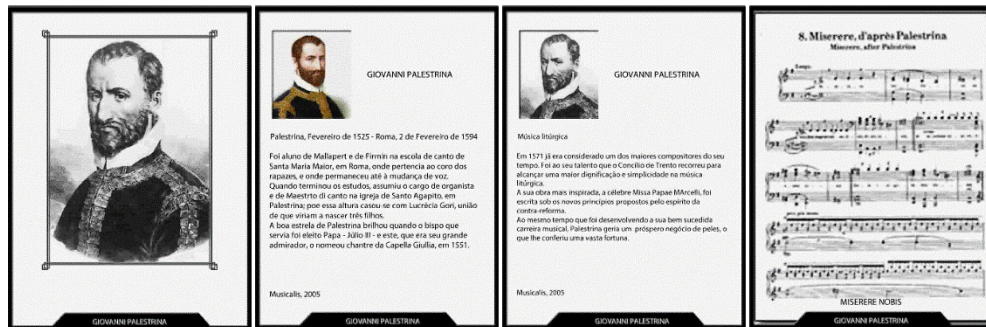


Figura 6.13 - Renascimento, Giovanni Palestrina⁶³

⁶¹ Fonte: Autor.

⁶² Fonte: Autor.

⁶³ Fonte: Autor.

Para o friso cronológico de compositores do Renascimento, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.14 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de compositores no Renascimento.



Figura 6.14 - Renascimento, friso cronológico de compositores

Para o friso cronológico de instrumentos musicais do Renascimento, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do instrumento (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o instrumento (família de instrumentos a que pertence).
- Representação auditiva de um excerto relevante (quando disponível).

A Figura 6.15 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de instrumentos musicais no período Idade Média.



Figura 6.15 - Renascimento, friso cronológico de instrumentos musicais

Como processo de contextualização do Renascimento, foram criadas representações de formas de arte contemporâneas. A escolha recaiu sobre pinturas consideradas representativas do período estético, nomeadamente obras de Barbarelli, Rafael, Leonardo e Tintoretto. A Figura 6.16 ilustra as representações utilizadas.



Figura 6.16 - Renascimento, pintura⁶⁴

⁶⁴ Fonte: Autor.

A disposição das exposições no espaço 3-D é descrita na Figura 6.17, na qual se retrata a entrada na sala temática, Figura 6.17-A, o expositor central, Figura 6.17-B, o friso cronológico de compositores, Figura 6.17-C e o friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.17-D.

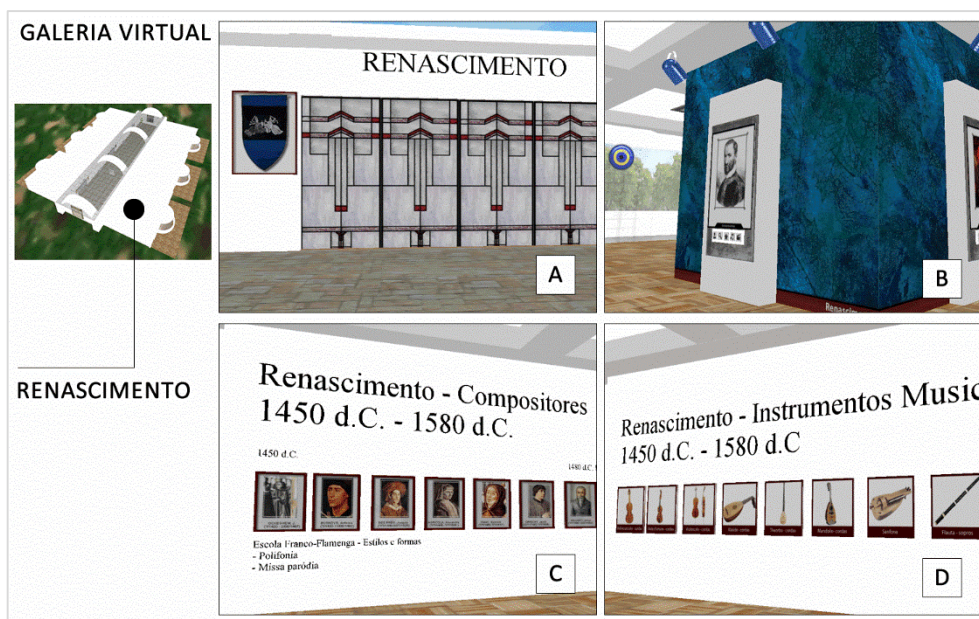


Figura 6.17 - Renascimento, expositores⁶⁵

Barroco

Relativamente ao período Barroco (1560 d.C. a 1680 d.C.) foram desenvolvidos os conteúdos digitais sintetizados no Quadro 6.4.

⁶⁵ Fonte: Autor.

Quadro 6.4 - Barroco, conteúdos digitais

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Expositor central	Tomaso Albinoni	Adagio	https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomaso_Albinoni
	Johann Sebastian Bach	Suite n.º 2 em si m - Badinerie	https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Sebastian_Bach
	Georg Friedrich Händel	Suite n.º 1 - Watermusic	https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Friedrich_Händel
	António Vivaldi	Four Seasons - Allegro	https://pt.wikipedia.org/wiki/Antonio_Vivaldi
Friso Cronológico	Jacopo Peri		https://pt.wikipedia.org/wiki/Jacopo_Peri
	John Bull		https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Bull_(compositor)
	Heinrich Schutz		https://pt.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Schütz
	Nicholas Lanier		
	Giacomo Carissimi		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giacomo_Carissimi
	Giovanni Legrenzi		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Legrenzi
	Jean-Baptiste Lully		https://pt.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Lully
	Dietrich Buxtehude		https://pt.wikipedia.org/wiki/Dietrich_Buxtehude

(continua)

Quadro 6.4 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Marc-Antoine Charpentier		https://pt.wikipedia.org/wiki/Marc-Antoine_Charpentier
	Johann Pachelbel		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Pachelbel
	Arcangelo Corelli		https://pt.wikipedia.org/wiki/Arcangelo_Corelli
	Michel Delalande		https://pt.wikipedia.org/wiki/Michel-Richard_Delalande
	Giuseppe Torelli		
	Henry Purcell		https://pt.wikipedia.org/wiki/Henry_Purcell
	Johann Kuhnau		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Kuhnau
	Johann Mattheson		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Mattheson
Instrumentos	Angelique		
Musicais			
	Clavicembalo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Cravo_(instrumento_musical)
	Guitarra		https://pt.wikipedia.org/wiki/Guitarra_acústica#Guitarra_barroca
	Alaúde		https://pt.wikipedia.org/wiki/Alaúde

(continua)

Quadro 6.4 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Theorbo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Teorba
	Lautenwerck		https://pt.wikipedia.org/wiki/Cravo-alaúde
	Cravo		
	Torban		
	Viola d'amore		https://en.wikipedia.org/wiki/Viola_d'amore
	Violino		https://pt.wikipedia.org/wiki/Violino
	Fagote		https://pt.wikipedia.org/wiki/Fagote
	Flauta de bisel		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta_doce
	Tímbale		https://pt.wikipedia.org/wiki/Timbales
	Trompete		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trompete
	Oboe da caccia		https://pt.wikipedia.org/wiki/Oboé_da_caccia
	Órgão		https://pt.wikipedia.org/wiki/Órgão(instrumento_musical)
Arte contemporânea	Rubens – Triunfo Romano		
	Velásquez – As Lanças		

(continua)

Quadro 6.4 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Murillo – Adoração dos Pastores		
	Caravaggio – Cesta de Frutas		

Para o expositor central do Barroco, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).
- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.18 a 6.21 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central.

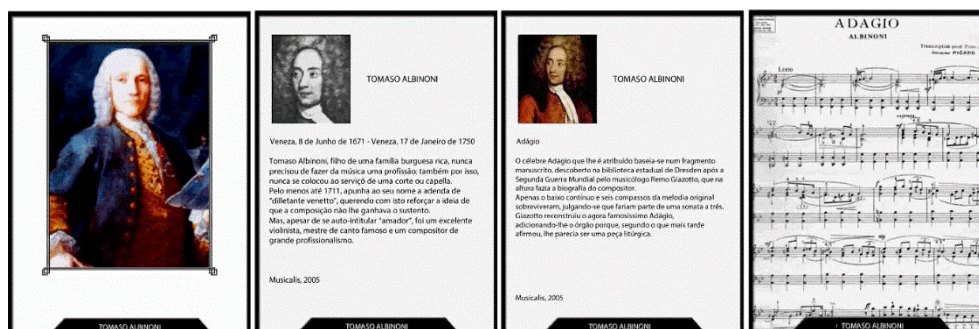


Figura 6.18 - Barroco, Tomaso Albinoni⁶⁶

⁶⁶ Fonte: Autor.

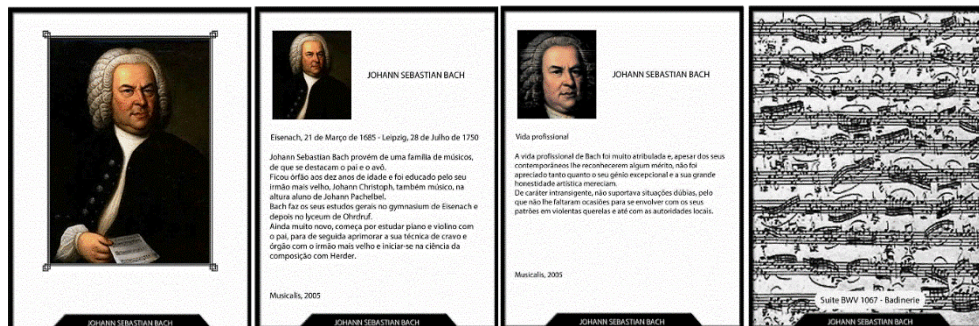


Figura 6.19 - Barroco, Johann Sebastian Bach⁶⁷

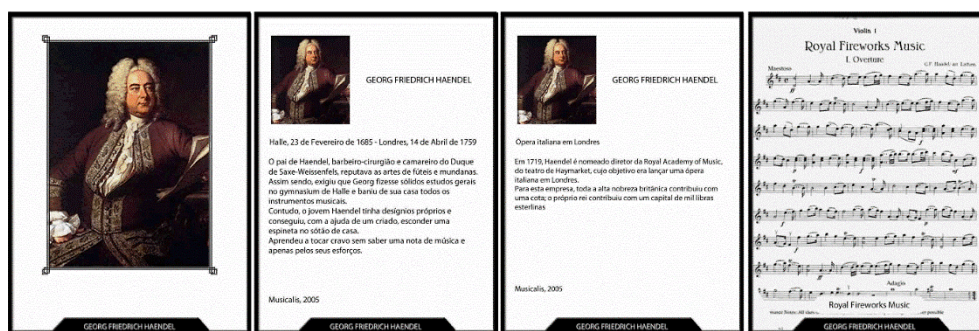


Figura 6.20 - Barroco, Georg Friederich Haendel⁶⁸

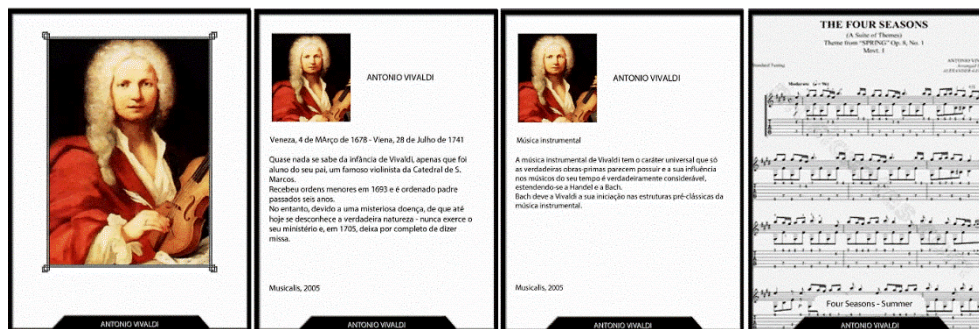


Figura 6.21 - Barroco, Antonio Vivaldi⁶⁹

⁶⁷ Fonte: Autor.

⁶⁸ Fonte: Autor.

⁶⁹ Fonte: Autor.

Para o friso cronológico de compositores do Barroco, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.22 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de compositores do Barroco.



Figura 6.22 - Barroco, friso cronológico de compositores⁷⁰

Para o friso cronológico de instrumentos musicais do Barroco foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual dos instrumentos (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre os instrumentos (família de instrumentos a que pertence).
- Representação auditiva de excertos relevantes (quando disponível).

⁷⁰ Fonte: Autor.

A Figura 6.23 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de instrumentos musicais no período Barroco.



Figura 6.23 - Barroco, friso cronológico de instrumentos musicais⁷¹

Como processo de contextualização do período Barroco, foram escolhidas representações de pinturas de Caravaggio, Murillo, Rubens e Velásquez, Figura 6.24.



Figura 6.24 - Barroco, pintura

⁷¹ Fonte: Autor.

A disposição das exposições no espaço 3-D é descrita na Figura 6.25, na qual se retrata a entrada na sala temática, Figura 6.25-A, o expositor central, Figura 6.25-B, o friso cronológico de compositores, Figura 6.25-C e o friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.25-D.



Figura 6.25 - Barroco, expositores⁷²

Clássico

Relativamente ao período Clássico (1700 d.C. a 1750 d.C.) foram desenvolvidos os conteúdos digitais, sintetizados no Quadro 6.5.

⁷² Fonte: Autor.

Quadro 6.5 - *Clássico, conteúdos digitais*

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Expositor central	Carl Philip	Solfeggio	https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Philipp_Emanuel_Bach
	Emanuel Bach		
	Ludwig van Beethoven	Für elise	https://pt.wikipedia.org/wiki/Ludwig_van_Bethoven
	Joseph Haydn	Sinfonia 94	https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Haydn
Friso Cronológico	Wolfgang Amadeus Mozart	Ária de Pamina	https://pt.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Amadeus_Mozart
	Giovanni Sammartini		
	Giovanni Pergolesi		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Battista_Pergolesi
	Johann Stamitz		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Stamitz
	Cristoph von Gluck		https://pt.wikipedia.org/wiki/Christoph_Willibald_Gluck
	Carl Philip Emanuel Bach		https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Philipp_Emanuel_Bach
	Joseph Haydn		https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Haydn

(continua)

Quadro 6.5 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Johann Christian Bach		https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Christian_Bach
	Giovanni Paisiello		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Paisiello
	André-Modeste Grétry		https://pt.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9-Ernest-Modeste_Gr%C3%A9try
	Luigi Bocherini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Luigi_Boccherini
	Domenico Cimarosa		https://pt.wikipedia.org/wiki/Domenico_Cimarosa
	Antonio Salieri		https://pt.wikipedia.org/wiki/Antonio_Salieri
	Muzio Clementi		https://pt.wikipedia.org/wiki/Muzio_Clementi
	Wolfgang Amadeus Mozart		https://pt.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Amadeus_Mozart
	Luigi Cherubini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Luigi_Cherubini
	Ludwig van Beethoven		https://pt.wikipedia.org/wiki/Ludwig_van_Beethoven

(continua)

Quadro 6.5 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Instrumentos Musicais	Violino		https://pt.wikipedia.org/wiki/Violino
	Viola de arco		https://pt.wikipedia.org/wiki/Viola
	Violoncelo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Violoncelo
	Contrabaixo		https://pt.wikipedia.org/wiki/Contrabaixo
	Piano		https://pt.wikipedia.org/wiki/Piano
	Harpa		https://pt.wikipedia.org/wiki/Harpa
	Oboé		https://pt.wikipedia.org/wiki/Oboé
	Clarinete		https://pt.wikipedia.org/wiki/Clarinete
	Flauta transversal		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta_transversal
	Fagote		https://pt.wikipedia.org/wiki/Fagote
	Contrafagote		https://pt.wikipedia.org/wiki/Contrafagote
	Trompete		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trompete
	Trompa		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trompa

(continua)

Quadro 6.5 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Trombone		https://pt.wikipedia.org/wiki/Trombone
	Saxofone		https://pt.wikipedia.org/wiki/Saxofone
	Flautim		https://pt.wikipedia.org/wiki/Flautim
Arte contemporânea	Sir Joshua Reynolds – Three Ladies		
	Benjamin West – Morte do General Wolfe		
	Hubert Robert – Architectural Landscape with a Canal		
	Vincenzo Camuccini – Morte de Júlio César		

Para o expositor central do período Clássico, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).

- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.26 a 6.29 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central.



Figura 6.26 - Clássico, Carl Philip Emanuel Bach⁷³

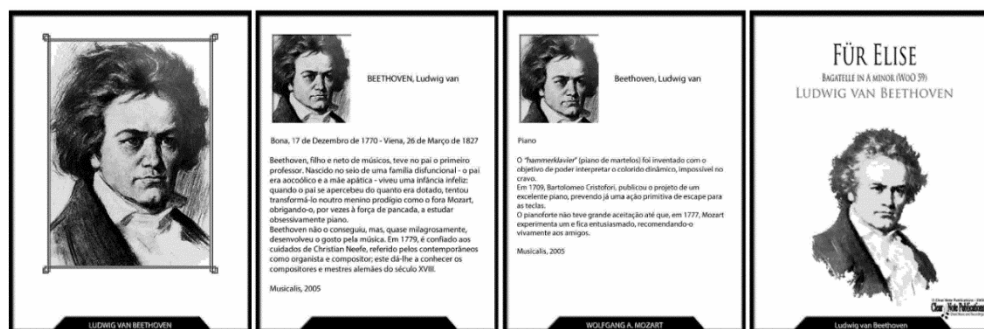


Figura 6.27 - Clássico, Ludwig van Beethoven⁷⁴

⁷³ Fonte: Autor.

⁷⁴ Fonte: Autor.

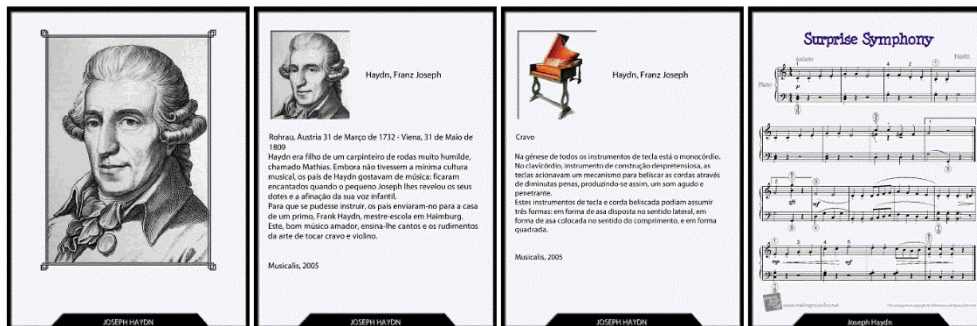


Figura 6.28 - Clássico, Franz Joseph Haydn⁷⁵

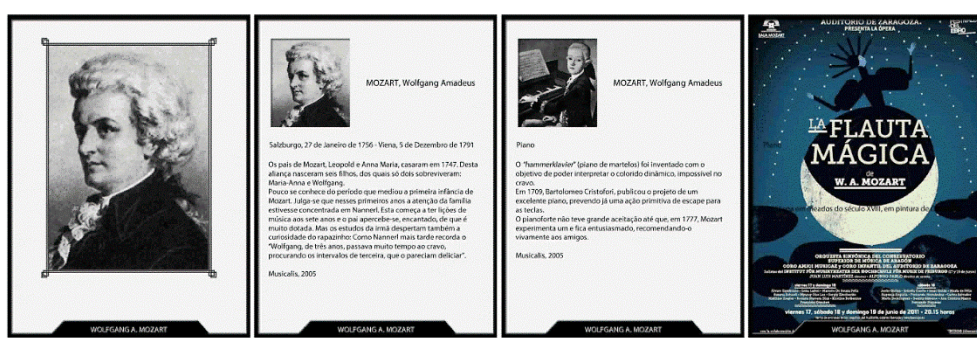


Figura 6.29 - Clássico, Wolfgang Amadeus Mozart⁷⁶

Para o friso cronológico de compositores do Clássico, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.30 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de compositores.

⁷⁵ Fonte: Autor.

⁷⁶ Fonte: Autor.



Figura 6.30 - Clássico, friso cronológico de compositores⁷⁷

Para o friso cronológico de instrumentos musicais do Clássico foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual dos instrumentos (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre os instrumentos (família de instrumentos a que pertence).
- Representação auditiva de excertos relevantes (quando disponível).

A Figura 6.31 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de instrumentos musicais.



Figura 6.31 - Clássico, friso cronológico de instrumentos musicais⁷⁸

Como processo de contextualização do período Clássico, foram criadas representações de outras formas de arte contemporâneas. A escolha recaiu sobre pinturas de Camuccini, Hubert

⁷⁷ Fonte: Autor.

⁷⁸ Fonte: Autor.

Robert, Sir Joshua Reynolds e Benjamin West. A Figura 6.32 retrata as representações utilizadas.

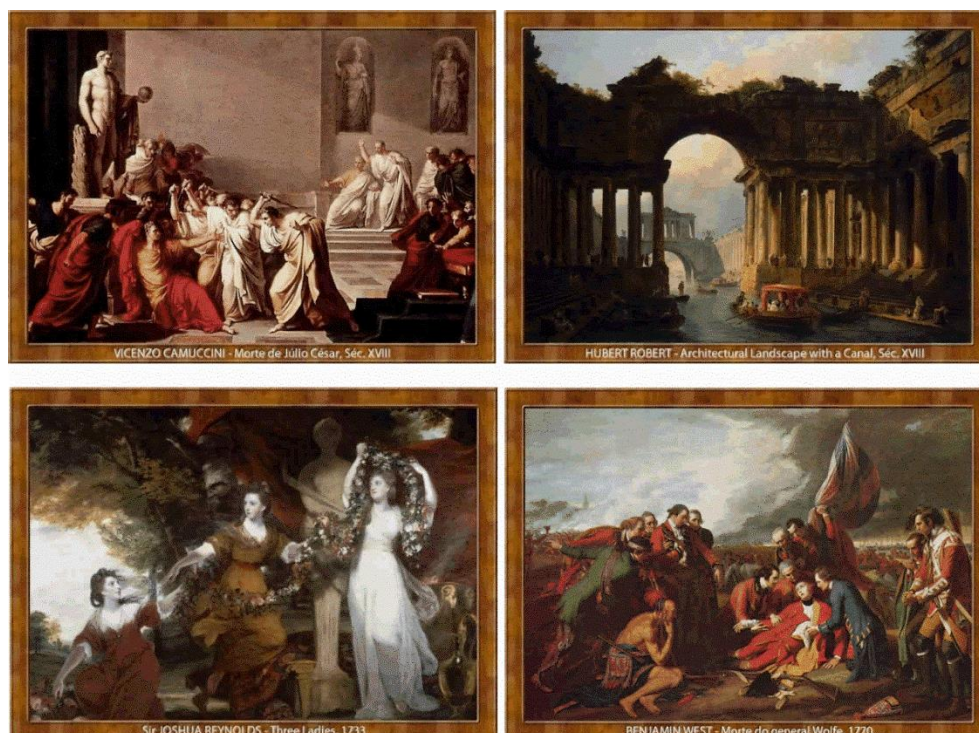


Figura 6.32 - Clássico, pintura⁷⁹

A disposição das exposições no espaço 3-D é descrita na Figura 6.33, na qual se retrata a entrada na sala temática, Figura 6.33-A, o expositor central, Figura 6.33-B, o friso cronológico de compositores, Figura 6.33-C e o friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.33-D.

⁷⁹ Fonte: Autor.



Figura 6.33 - Clássico, expositores⁸⁰

Romântico

Relativamente ao período Romântico (1780 d.C. a 1860 d.C.) foram desenvolvidos os conteúdos digitais, sintetizados no Quadro 6.6.

Quadro 6.6 - Romântico, conteúdos digitais

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Expositor central	Frédéric Chopin	Valsa em Dó Maior, Op. 64, n.º1	https://pt.wikipedia.org/wiki/Frédéric_Chopin
	Gaetano Donizetti	Lucia di Lamermoor	https://pt.wikipedia.org/wiki/Gaetano_Donizetti
	Gioachino Rossini	La Danza	https://pt.wikipedia.org/wiki/Gioachino_Rossini

(continua)

⁸⁰ Fonte: Autor.

Quadro 6.6 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Franz Peter Schubert	Sinfonia n.º 8	https://pt.wikipedia.org/wiki/Franz_Schubert
Friso Cronológico	Nicolò Paganini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Niccolò_Paganini
	Carl Maria Von Weber		https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Maria_von_Weber
	Carl Czerny		https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Czerny
	Giacomo Meyerbeer		https://pt.wikipedia.org/wiki/Giacomo_Meyerbeer
	Gioachino Rossini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Gioachino_Rossini
	Isaak-Ignaz Moscheles		https://pt.wikipedia.org/wiki/Ignaz_Moscheles
	Franz Peter Schubert		https://pt.wikipedia.org/wiki/Franz_Schubert
	Gaetano Donizetti		https://pt.wikipedia.org/wiki/Gaetano_Donizetti
	Vincenzo Bellini		https://pt.wikipedia.org/wiki/Vincenzo_Bellini
	Louis Niedermeyer		
	Louis-Hector Berlioz		https://pt.wikipedia.org/wiki/Hector_Berlioz

(continua)

Quadro 6.6 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Mikhail Ivanovitch Glinka		https://pt.wikipedia.org/ wiki/Mikhail_Glinka
	Felix Mendelssohn Bartholdy		https://pt.wikipedia.org/ wiki/Felix_Mendelssohn_ Bartholdy
	Frédéric Chopin		https://pt.wikipedia.org/ wiki/Frédéric_Chopin
	Robert Schumann		https://pt.wikipedia.org/ wiki/Robert_Schumann
	Franz Liszt		https://pt.wikipedia.org/ wiki/Franz_Liszt
Instrumentos Musicais	Idênticos aos do período Clássico		
Arte contemporânea	Francisco Goya – Dona Isabel Cobos de Porcel		
	William Turner – Molhe de Calais		
	John Constable – Catedral de Salisbury		
	Caspar David Friederich – Abadia de Oakwood		

(continua)

Quadro 6.6 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Modelos 3-D	Piano ¼ de cauda		

Para o expositor central do período Romântico, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).
- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.34 a 6.37 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central.

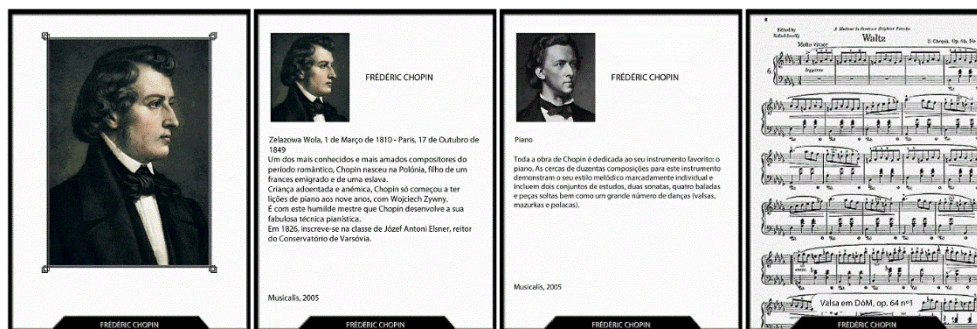


Figura 6.34 - Romântico, Frédéric Chopin⁸¹

⁸¹ Fonte: Autor.

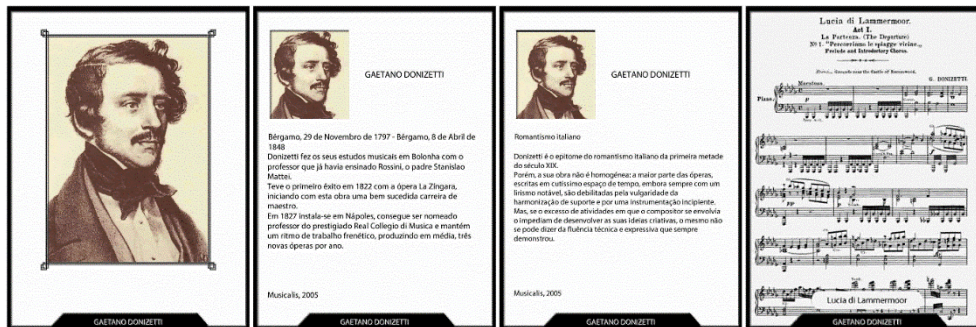


Figura 6.35 - Romântico, Gaetano Donizetti⁸²

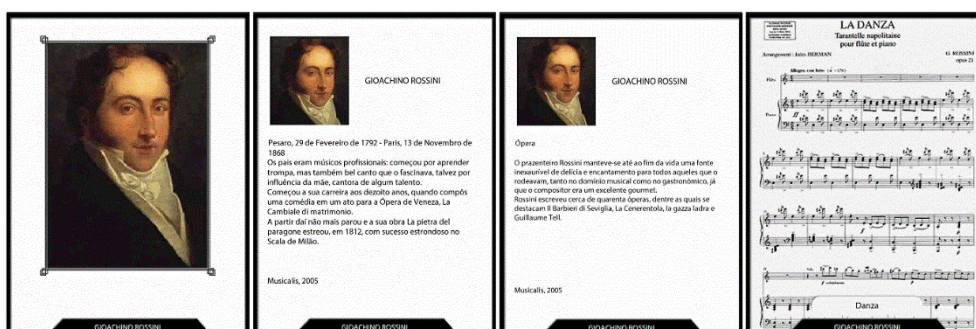


Figura 6.36 - Romântico, Gioachino Rossini⁸³

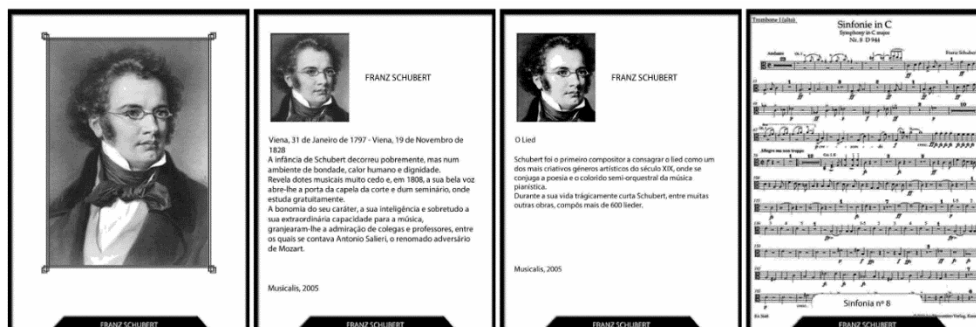


Figura 6.37 - Romântico, Franz Schubert⁸⁴

⁸² Fonte: Autor.

⁸³ Fonte: Autor.

⁸⁴ Fonte: Autor.

Para o friso cronológico de compositores do Romântico, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.38 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de compositores.



Figura 6.38 - Romântico, friso cronológico de compositores⁸⁵

O friso cronológico de instrumentos musicais reúne as representações dos instrumentos mais conhecidos do Romântico, os quais são semelhantes aos representados no período Clássico.

Como processo de contextualização do período Romântico, foram criadas representações de formas de arte contemporâneas. No que concerne a este período, a escolha recaiu sobre

⁸⁵ Fonte: Autor.

pinturas de Caspar David Friederich, John Constable, Francisco Goya e William Turner. A Figura 6.39 retrata as representações utilizadas.



Figura 6.39 - Romântico, pintura⁸⁶

A disposição das exposições no espaço 3-D é descrita na Figura 6.40, na qual se retrata a entrada na sala temática, Figura 6.40-A, o expositor central, Figura 6.40-B, o friso cronológico de compositores, Figura 6.40-C e o friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.40-D.

⁸⁶ Fonte: Autor.

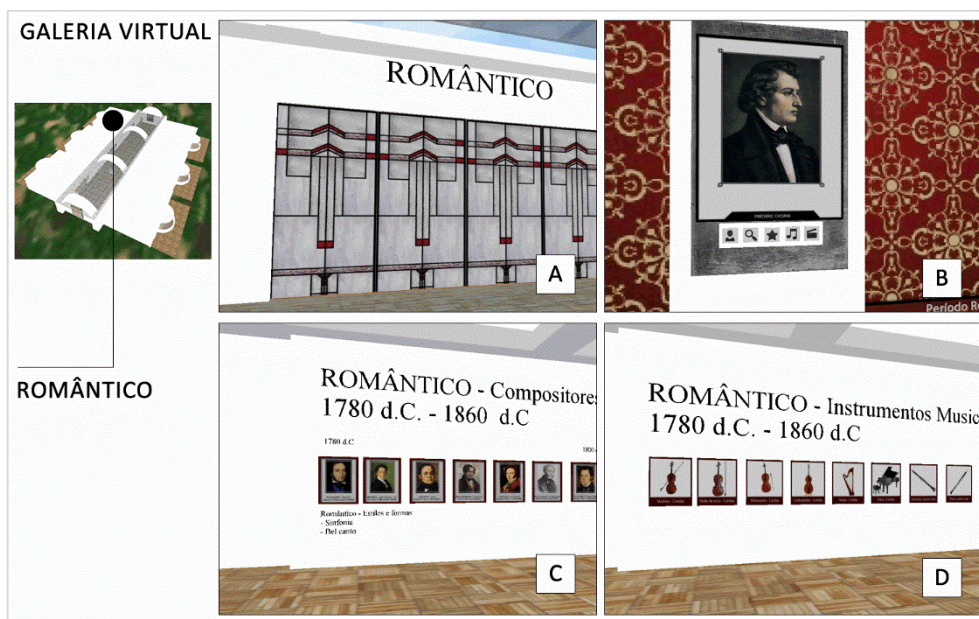


Figura 6.40 - Romântico, expositores⁸⁷

Século XX

Relativamente ao período do Século XX (a partir de 1870 d.C.) foram desenvolvidos os conteúdos digitais, sintetizados no Quadro 6.7.

Quadro 6.7 - Século XX, conteúdos digitais

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
Expositor central	Alban Berg	Wozzek scene, Act 1	https://pt.wikipedia.org/wiki/Alban_Berg
	Manuel de Falla	Danza Ritual del Fuego	https://pt.wikipedia.org/wiki/Manuel_de_Falla
	Carl Orff	Carmina Burana – Fortune Plango Vulnera	https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Orff

(continua)

⁸⁷ Fonte: Autor.

Quadro 6.7 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Maurice Ravel	Bolero	https://pt.wikipedia.org/wiki/Maurice_Ravel
Friso	Vaughan		https://pt.wikipedia.org/wiki/Ralph_Vaughan_Williams
Cronológico	Williams		
	Arnold Schonberg		https://pt.wikipedia.org/wiki/Arnold_Schönberg
	Charles Ives		https://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Ives
	Maurice Ravel		https://pt.wikipedia.org/wiki/Maurice_Ravel
	Manuel de Falla		https://pt.wikipedia.org/wiki/Manuel_de_Falla
	Béla Bartók		https://pt.wikipedia.org/wiki/Béla_Bartók
	Igor Stravinsky		https://pt.wikipedia.org/wiki/Ígor_Stravinski
	Zoltan Kodály		https://pt.wikipedia.org/wiki/Zoltán_Kodály
	Edgar Varèse		https://pt.wikipedia.org/wiki/Edgar_Varèse
	Anton von Webern		https://pt.wikipedia.org/wiki/Anton_Webern
	Alban Berg		https://pt.wikipedia.org/wiki/Alban_Berg
	Heitor Villa- Lobos		https://pt.wikipedia.org/wiki/Heitor_Villa-Lobos

(continua)

Quadro 6.7 (continuação)

Expositor	Imagens	Excertos áudio	Hiperligações
	Sergei Prokofiev		https://pt.wikipedia.org/wiki/Serguei_Prokofiev
	Darius Milhaud		https://pt.wikipedia.org/wiki/Darius_Milhaud
	Arthur Honegger		https://pt.wikipedia.org/wiki/Arthur_Honegger
	Carl Orff		https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Orff
Instrumentos Musicais	Idênticos aos do período Clássico e Romântico		
Arte contemporânea	Pablo Picasso – Retrato de Daniel-Henry Kahnweiler		
	Vasily Kandinsky – Composição VIII		
	Diego Rivera – Vendedoras de Flores		
	Van Gogh – Campo de Trigo com Ciprestes		
Modelos 3-D	Piano elétrico Clavinova		

Para o expositor central do Século XX, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (uma breve biografia, a sua importância e contributo para os estilos/formas do período estético).
- Representação auditiva das obras mais significativas do compositor e partitura de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

As Figuras 6.41 a 6.44 ilustram algumas das composições digitais criadas para o expositor central.



Figura 6.41 - Século XX, Alban Berg⁸⁸

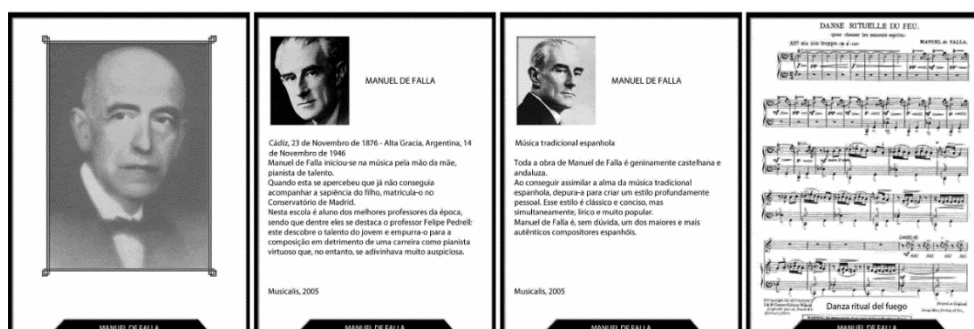


Figura 6.42 - Século XX, Manuel de Falla⁸⁹

⁸⁸ Fonte: Autor.

⁸⁹ Fonte: Autor.

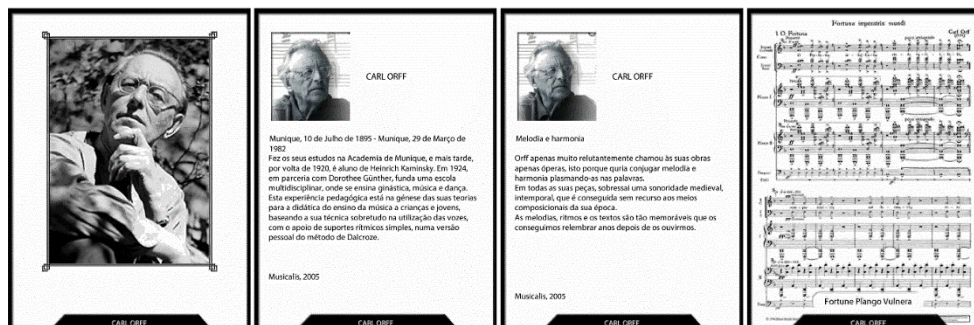


Figura 6.43 - Século XX, Carl Orff⁹⁰

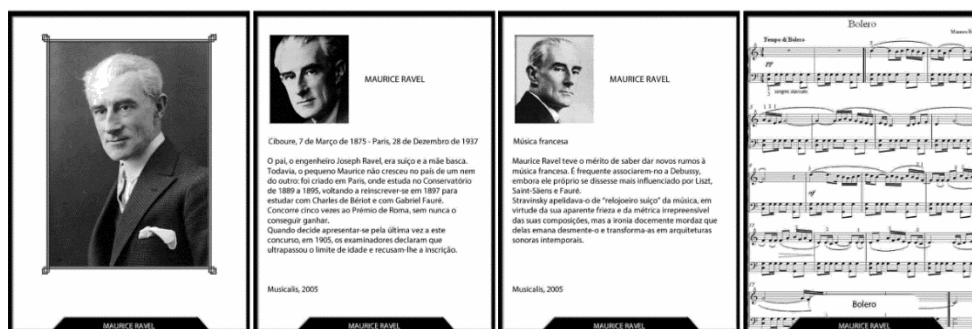


Figura 6.44 - Século XX, Maurice Ravel⁹¹

Para o friso cronológico de compositores do Século XX, foram criados recursos visuais, textuais e auditivos, nomeadamente:

- Representação visual do compositor (fotografia ou pintura).
- Descrição textual sobre o compositor (dados biográficos básicos).
- Representação auditiva de uma das suas obras mais relevantes (quando disponível).

A Figura 6.45 ilustra algumas das composições digitais criadas para o friso cronológico de compositores.

⁹⁰ Fonte: Autor.

⁹¹ Fonte: Autor.



Figura 6.45 - Século XX, friso cronológico de compositores⁹²

O friso cronológico de instrumentos musicais reúne as representações dos instrumentos mais conhecidos no Século XX, os quais são semelhantes aos representados no período Clássico/Romântico.

Como processo de contextualização do Século XX, foram criadas representações de formas de arte contemporâneas. A escolha recaiu sobre pinturas de Vasily Kandinsky, Pablo Picasso, Diego Rivera e Van Gogh. A Figura 6.46 retrata as representações utilizadas.

⁹² Fonte: Autor.



Figura 6.46 - Século XX, pintura⁹³

O sistema modular utilizado para o desenvolvimento do MV permite que a adição/alteração dos conteúdos digitais seja um processo simples. Esta característica é particularmente interessante em contexto educacional e permite adaptar o MV às características e necessidades dos alunos.

6.3.3. Estrutura

A estrutura do MV foi determinada pela necessidade de conter espaços de exposição, separados, com o objetivo de que cada período fosse facilmente identificado pelos utilizadores no ambiente 3-D. Nesse sentido, o desenho partiu de um traçado geral, no qual se previa a criação de uma zona central (hall) a partir da qual os utilizadores poderiam aceder facilmente às exposições relativas a cada um dos períodos estéticos.

Esta disposição é descrita na Figura 6.47.

⁹³ Fonte: Autor.

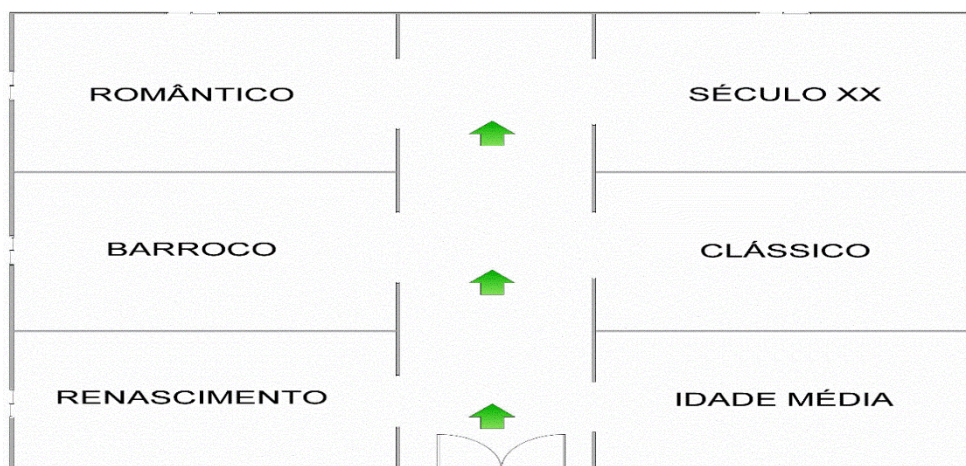


Figura 6.47 - Galeria Virtual, planta do espaço virtual⁹⁴

Em cada sala de exposição, pretendia-se que o espaço virtual fosse ocupado por um conjunto de expositores, nomeadamente:

- Expositor central, dedicado aos compositores relevantes do período, Figura 6.48-A
- Expositor lateral, dedicado ao friso cronológico de compositores, Figura 6.48-B
- Expositor lateral, dedicado ao friso cronológico de instrumentos musicais, Figura 6.48-C.
- Expositor para a visualização de um modelo 3-D de um instrumento musical, Figura 6.48-D.
- Expositor com obras de arte contemporâneas, nomeadamente, pintura ou escultura, Figura 6.48-E.
- Espaço exterior, retratando o ambiente característico de cada período, proporcionando uma viagem no tempo e imersão no ambiente histórico, Figura 6.48-F.

⁹⁴ Fonte: Autor.

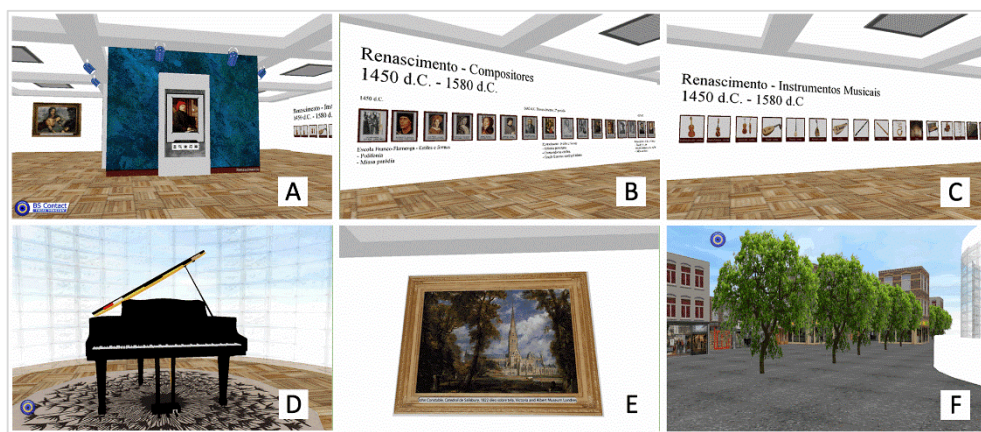


Figura 6.48 - Galeria Virtual, expositores e zonas de exploração⁹⁵

6.3.4. Interações

O MV permite explorar o espaço 3-D através de um avatar e a interagir com os objetos em exposição. O controlo do avatar e a interação com os objetos é obtida através da manipulação combinada do teclado e do rato do computador.

- Teclado: Por defeito, as teclas direcionais permitem ao avatar avançar, recuar, rodar para a direita e rodar para a esquerda.
- Rato: O botão esquerdo do rato permite acionar botões e hiperligações, o botão direito permite aceder ao menu de configuração, a roda central do rato permite olhar para cima e para baixo.

As interações são consistentes no MV. O utilizador identifica as possibilidades de interação através da alteração do cursor. As figuras 6.49 a 6.54 ilustram alguns exemplos.

⁹⁵ Fonte: Autor.



Figura 6.49 - Interação: Abrir portas⁹⁶



Figura 6.50 - Interação, expositor central⁹⁷



Figura 6.51 - Interação, friso cronológico de compositores⁹⁸

⁹⁶ Fonte: Autor.

⁹⁷ Fonte: Autor.

⁹⁸ Fonte: Autor.



Figura 6.52 - Interação, pinturas⁹⁹

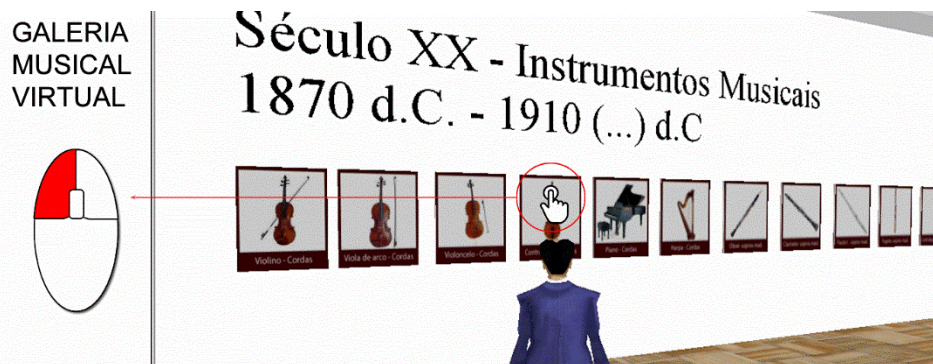


Figura 6.53 - Interação, friso cronológico de instrumentos musicais¹⁰⁰



Figura 6.54 - Interação, visualização de um modelo 3-D de um instrumento musical¹⁰¹

⁹⁹ Fonte: Autor.

¹⁰⁰ Fonte: Autor.

¹⁰¹ Fonte: Autor.

6.4. Experiências de Realidade Aumentada

6.4.1. Introdução

As experiências de RA¹⁰², foram agregadas e disponibilizadas aos alunos em três formatos, nomeadamente:

- Exposição interativa denominada Galeria Aumentada¹⁰³ (GA).
- Atividade lúdico-didática denominada Peddy-paper Musical.
- Materiais impressos para manuseamento em contextos formais/informais.

As auras foram concebidas para utilização em dispositivos móveis, *smartphones* ou *tablets*, com sistema operativo Android ou iOS. A visualização nestes dispositivos requeria a instalação da *app* Aurasma.

As auras foram desenvolvidas com o recurso da plataforma Aurasma 2.0.

6.4.2. Abordagem de desenvolvimento

Os protótipos de RA foram desenvolvidos segundo uma metodologia de desenvolvimento faseada (Donaldson & Siegel, 2001; Gomaa, 2011; Vaughan, 2011), recorrendo ao modelo de protótipos evolutivos (Gomaa, 2011). Tal como com o protótipo do MV, os utilizadores finais foram envolvidos durante o processo de desenvolvimento, segundo a filosofia do *Design Centrado no Utilizador* (DCU).

Os protótipos foram desenvolvidos em três fases, nomeadamente:

- Conceptualização e desenvolvimento dos suportes físicos (posters, painéis, folhetos e desdobráveis).
- Desenvolvimento dos recursos digitais (vídeo, áudio, modelos 3-D, textos).
- Criação das experiências de RA (Aurasma Studio 2.0).

¹⁰² Igualmente designadas por “auras”.

¹⁰³ O protótipo da GA foi inicialmente identificado pela designação Galeria Musical Aumentada. No âmbito deste trabalho será utilizado o termo Galeria Aumentada.

Os materiais impressos e digitais foram elaborados e visualizados recorrendo a um conjunto de programas e ferramentas, enumerados no Quadro 6.8.

Quadro 6.8 - *Programas e ferramentas utilizados no desenvolvimento das experiências de realidade aumentada*

Programa/ferramenta	Conteúdo
Microsoft Publisher	Cartazes, folhetos, desdobráveis.
Microsoft Word	Composições de texto.
Adobe Fireworks	Edição de imagem.
Adobe Dreamweaver	Edição de páginas HTML.
Microsoft Movie Maker	Edição de vídeo.
Wavepad Sound Editor/Audacity	Edição de áudio.
3DS Max	Edição e manipulação de modelos 3-D.
Plataforma Educaplay ¹⁰⁴	Criação de jogos interativos.
Aurasma Studio 2.0 ¹⁰⁵	Criação das experiências de RA.
<i>App Aurasma</i>	Visualização.

6.4.3. Exposição interativa

As auras disponibilizadas na exposição incluem um conjunto de conteúdos que vão ao encontro do programa de EM do 2.º Ciclo do Ensino Básico, proporcionando o contacto com a música do Século XX, mas também com conceitos chave da disciplina, como o timbre, dinâmica, ritmo, forma e altura.

Entre os conteúdos desenvolvidos destacam-se:

- Biografias e imagens de compositores.
- Excertos de obras musicais.
- Instrumentos musicais.

¹⁰⁴ www.educaplay.com

¹⁰⁵ <https://studio.aurasma.com/login>

- Conceitos e termos musicais.

As funcionalidades suportadas pela tecnologia de RA incluem:

- Áudio;
- Vídeo;
- Modelos 3-D de instrumentos musicais;
- Hiperligações;
- Questionários;
- Jogos.

Tal como no MV, as experiências de RA recorrem à base de informação da enciclopédia Musicalis e cumprem os requisitos do programa do 2.º Ciclo do Ensino Básico. No âmbito da presente investigação foram criadas inúmeras auras, das quais se utilizaram as seguintes:

- Violino (instrumento musical, família das cordas na orquestra clássica).
- Piano vertical (instrumento musical característico do século XIX, cordas/percussões).
- Trompete (instrumento musical, família dos sopros-metais na orquestra clássica).
- Compositores do século XX. (friso cronológico).
- Benjamin Britten (compositor).
- Manuel de Falla (compositor).
- Carl Orff (compositor)
- Maurice Ravel (compositor).

O quadro 6.9 sintetiza o tema e conteúdos de cada aura.

Quadro 6.9 - Auras: Temas e conteúdos digitais

Aura	Tema	Conteúdos
Violino	Instrumentos musicais da orquestra clássica.	Jogo interativo (Educaplay). Imagem: Mapa identificativo dos componentes físicos de um violino.

(continua)

Quadro 6.9 (continuação)

Aura	Tema	Conteúdos
Piano vertical	Instrumentos musicais caraterísticos do século XIX.	Modelo 3-D (piano vertical). Excertos musicais (3).
Trompete	Instrumentos musicais da orquestra clássica.	Modelo 3-D (trompete). Excertos musicais (3).
Compositores	Friso cronológico com os compositores do século XX.	Jogo interativo (Educaplay). Vídeo (com informação textual e auditiva). Blogue compositores.
Compositores	Benjamim Britten.	Vídeo (com informação textual e auditiva). Hiperligação (Wikipédia).
Compositores	Manuel de Falla.	Vídeo (com informação textual e auditiva). Hiperligação (Wikipédia, blogue de compositores, YouTube).
Compositores	Carll Orff.	Jogo interativo (Educaplay). Vídeo (com informação textual e auditiva). Hiperligação (Wikipédia, blogue de compositores, YouTube).
Compositores	Maurice Ravel.	Vídeo (com informação textual e auditiva). Hiperligação (Wikipédia).

As imagens 6.55 a 6.62 descrevem as imagens de treino e a interface de cada aura.

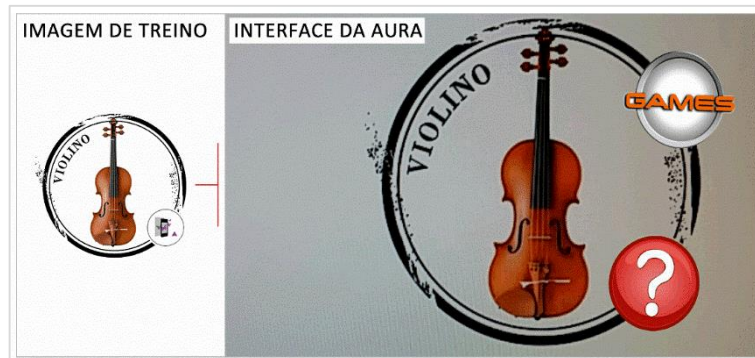


Figura 6.55 - Auras: Violino, interface¹⁰⁶

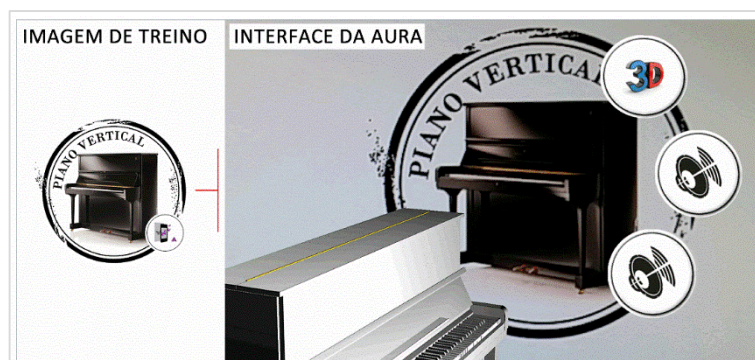


Figura 6.56 - Auras: Piano, interface¹⁰⁷



Figura 6.57 - Auras: Trompete, interface¹⁰⁸

¹⁰⁶ Fonte: Autor.

¹⁰⁷ Fonte: Autor.

¹⁰⁸ Fonte: Autor.



Figura 6.58 - Auras: Compositores - friso cronológico, interface¹⁰⁹

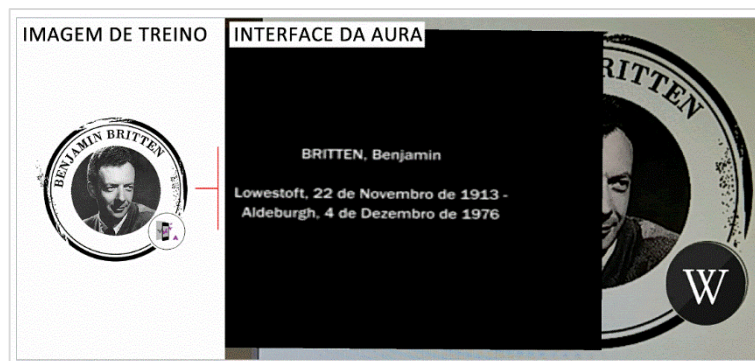


Figura 6.59 - Auras: Benjamin Britten, interface¹¹⁰

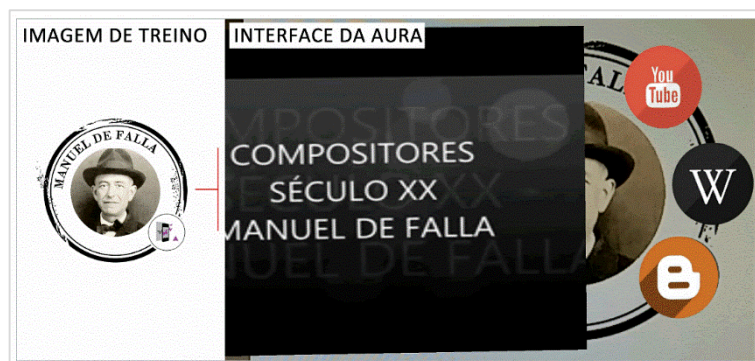


Figura 6.60 - Auras: Manuel de Falla, interface¹¹¹

¹⁰⁹ Fonte: Autor.

¹¹⁰ Fonte: Autor.

¹¹¹ Fonte: Autor.



Figura 6.61 - Auras: Carl Orff, interface¹¹²

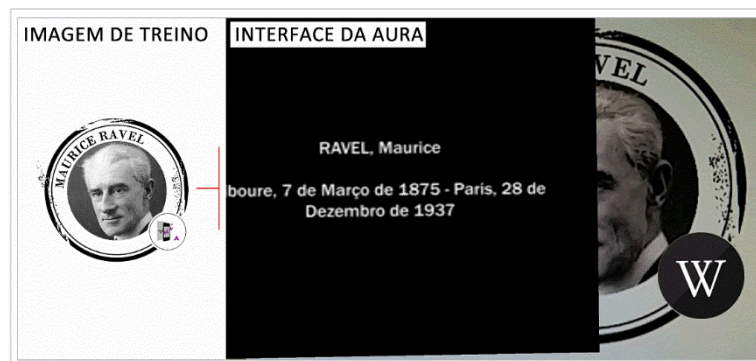



Figura 6.62 - Auras: Maurice Ravel, interface¹¹³

As interações foram asseguradas através da função *touch* e de um conjunto de ícones com simbologia clara e intuitiva. O Quadro 6.10 descreve estes ícones e as suas funções.

Quadro 6.10 - Ícones utilizados na interface das experiências de realidade aumentada

Ícone	Função
	<p>O toque no ícone inicia a reprodução de um ficheiro de áudio (excerto musical) e termina a execução de outros conteúdos em curso (áudio/vídeo).</p>

(continua)

¹¹² Fonte: Autor.

¹¹³ Fonte: Autor.

Quadro 6.10 (continuação)

Ícone	Função
	O toque no ícone permite o acesso a um blogue ¹¹⁴ através do <i>browser</i> de internet da <i>app</i> Aurasma.
	O toque no ícone permite a visualização de um modelo ou cena 3-D.
	O toque no ícone permite o acesso a uma página da <i>Wikipédia</i> através do <i>browser</i> de internet da <i>app</i> Aurasma.
	O toque no ícone permite o acesso a um vídeo no portal <i>YouTube</i> através do <i>browser</i> de internet da <i>app</i> Aurasma.
	O toque no ícone inicia a reprodução de um videograma ou audiograma e termina a execução de outros conteúdos em curso (áudio/vídeo).
	O toque no ícone Interrompe (pausa) a reprodução de um videograma ou audiograma.
	O toque no ícone permite o acesso a jogos de aplicação de conhecimentos no formato HTML5, através do <i>browser</i> de internet da <i>app</i> Aurasma.
	O toque no ícone permite o acesso a informação complementar na forma de imagem, vídeo, áudio ou texto.

¹¹⁴ Criado por alunos de uma turma do 6.º ano, dedicado ao compositores do século XX.

A exposição “Galeria Aumentada” foi realizada em duas escolas básicas no norte de Portugal em 2014 e 2015, integradas no âmbito do Plano Anual de Atividades do agrupamento, tendo participado todos os alunos da escola sede, concretamente 2.º e 3.º Ciclo.

6.4.4. Peddy-paper

O peddy-paper é uma prova pedestre de orientação para equipas, que consiste num percurso ao qual estão associados perguntas ou tarefas correspondentes a diferentes pontos intermédios (ou postos) e que podem determinar a passagem à fase seguinte do percurso. Este tipo de atividade visa estimular os alunos para as aprendizagens.

O Peddy-paper musical, foi elaborado como uma atividade lúdico-didática visando a motivação dos alunos e envolveu a tecnologia de RA enquanto processo para encontrar os postos (georreferenciação) e como modo de acesso aos desafios em cada ponto. Os pontos do percurso foram criados na plataforma Hoppala Augmentation e programados como referências de RA na plataforma Layar¹¹⁵. A Figura 6.63 descreve a interface de programação da plataforma Hoppala Augmentation.

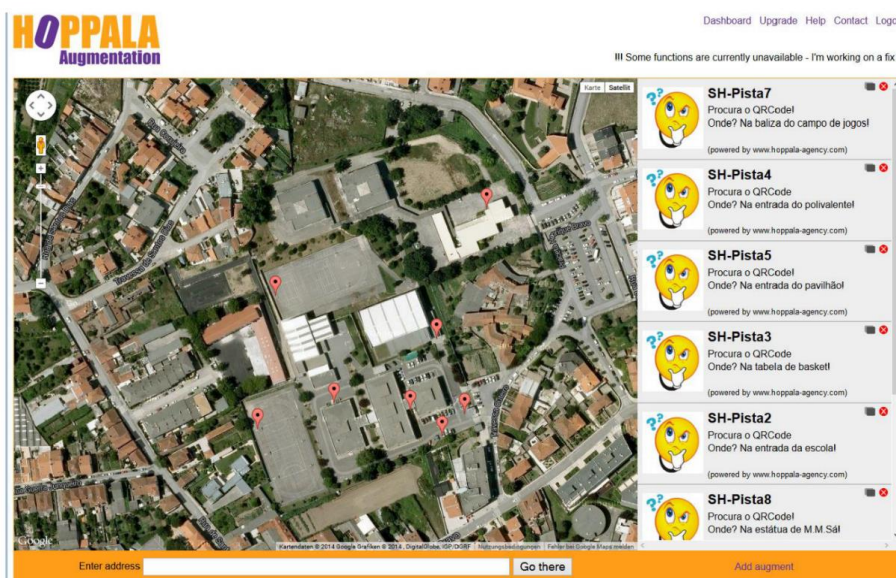


Figura 6.63 - Interface da plataforma Hoppala¹¹⁶

¹¹⁵ <https://www.layar.com/>

¹¹⁶ Fonte: Autor (a plataforma está atualmente encerrada).

A navegação até aos pontos do peddy-paper e o acesso aos desafios foi suportada pela *app* Layar. A navegação podia ser utilizada em espaços abertos ou fechados. A Figura 6.64 ilustra o funcionamento da interface, respetivamente: Navegação, Figura 6.64-A; visualização do percurso em modo “satélite”, Figura 6.64-B; ponto geográfico (posto), Figura 6.64-C e questionário associado ao ponto geográfico, Figura 6.64-D.

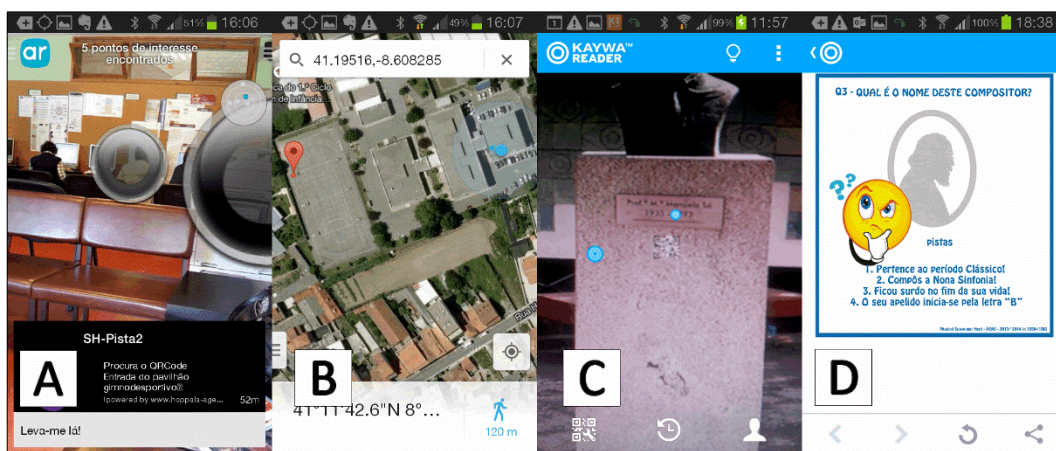


Figura 6.64 - Interface de navegação por georreferenciação suportada por realidade aumentada¹¹⁷

Para a atividade foram desenvolvidos materiais impressos e recursos digitais, nomeadamente folhetos, desdobráveis, páginas *Web*, audiogramas, videogramas e um questionário em linha suportado pela ferramenta Google Forms.

A atividade foi realizada em duas escolas básicas no norte de Portugal em 2014 e 2015, integradas no âmbito do Plano Anual de Atividades do agrupamento, tendo participado alunos do 5.º e 6.º ano de escolaridade.

¹¹⁷ Fonte: Autor

6.5. Ferramentas de desenvolvimento

6.5.1. Vivaty Studio

A popularidade de MV como o SL tem promovido o interesse em ferramentas de criação de avatares, modelos e ambientes virtuais 3-D.

Para além das ferramentas disponibilizadas pelas plataformas SL e OS, as quais permitem criar não só os ambientes virtuais, mas todos os elementos necessários à criação de uma experiência imersiva, o processo de desenvolvimento deste tipo de ambientes conta atualmente com a ajuda de inúmeros programas, livres, *open source* ou comerciais, adequados às capacidades e objetivos de todos os utilizadores. Em contextos de ensino, normalmente regidos por limitações orçamentais rígidas, são particularmente atrativos os programas e ferramentas de acesso livre. O Quadro 6.11 sumaria alguns destes programas e ferramentas.

Quadro 6.11 - *Programas de modelação 3-D de acesso livre*

Programa	Descrição	Hiperligação
ArtOf Illusion	Um projeto <i>open-source</i> para a construção de um programa de modelação 3-D que possa ser usado por qualquer tipo de utilizador.	http://www.artofillusion.org/
Blender	Com uma licença GNU, é um programa com todas as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento de conteúdos 3-D.	http://www.blender.org/
Seamless 3D	Um programa de modelação 3-D <i>open source</i> e disponível através de uma licença MIT.	http://www.seamless3d.com/
SketchUp	Programa de modelação 3-D com um interface intuitivo, disponibilizado pela Google.	http://www.sketchup.com/

(continua)

Quadro 6.11 (continuação)

Programa	Descrição	Hiperligação
OpenGL	Introduzido em 1992, é um ambiente para desenvolvimento de aplicações gráficas 2-D/3-D com grande qualidade visual e desempenho, em inúmeras plataformas.	https://www.opengl.org/
Web 3D Consortium	Um projeto que visa desenvolver padrões abertos, <i>royalty free</i> , baseado em <i>Extensive Markup Language</i> (XML). O objetivo é interligar a <i>web</i> , redes e dispositivos móveis numa plataforma comum e <i>renderizar</i> ambientes 3-D.	http://www.web3d.org/

Para além destes programas e ferramentas de acesso livre, estão disponíveis outros programas de modelação 3-D comerciais, os quais oferecem vastas possibilidades de criação de conteúdos. Estes programas são vulgarmente utilizados por empresas e *designers* com competências avançadas. O quadro 6.12 sumaria alguns destes programas.

Quadro 6.12 - Programas de modelação 3-D comerciais

Programa	Descrição	Hiperligação
3DS MAX	Um programa de referência na modelação 3-D. Oferece diferentes programas para tarefas diferentes.	http://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview
DAZ 3D	Programa de modelação 3-D com potencial para o desenvolvimento de objetos de qualidade profissional, estáticos ou animados.	http://www.daz3d.com/ home

(continua)

Quadro 6.12 (continuação)

Programa	Descrição	Hiperligação
LightWave	Um programa de modelação de topo de gama, usado em filmes como <i>Sin City</i> e 300.	https://www.lightwave3d.com/
MAYA	Um programa de modelação 3-D com capacidade de modelação, animação, simulação e <i>rendering</i> de modelos e cenas estáticos ou animados.	http://www.autodesk.com/products/maya/overview

O programa Vivaty Studio, anteriormente conhecido como Flux Studio, é um programa livre para criação de modelos e cenas 3-D com um conjunto bastante completo de funcionalidades. Essencialmente, o programa Vivaty Studio é uma ferramenta interativa direcionada para criar mundos *Extensible 3D (X3D¹¹⁸)* e permite o desenvolvimento de todos os aspetos de um mundo virtual. É um programa gratuito, disponível por *download*, mas apenas está disponível para sistemas operativos Windows (XP/Vista/7). O programa possibilita a criação de modelos e cenas tridimensionais e a exportação segundo as normas VRML e X3D. Inclui capacidade de modelação 3-D (primitivas, booleanas e por extrusão/varrimento/revolução) e suporta igualmente a adição de interatividade a objetos incluídos nas cenas. Para além da possibilidade de criação de objetos e cenas, o programa permite a importação de modelos, aplicação de iluminação, fundos, pontos de vista, níveis de detalhe, gestão da navegação, animação, sensores interativos e extensão das linguagens VRML e X3D com scripts. Em termos de exportação, pode gerar ficheiros VRML e X3D e possibilita a exportação de objetos 3-D em vários formatos.

No que concerne ao interface da aplicação, Figura 6.65, exhibe um conjunto de quatro pontos de vista, cada um com perspetivas diferentes, por defeito topo, Figura 6.65-A, vista isométrica, Figura 6.65-B, frente, Figura 6.65-C, e alçado direito/esquerdo, Figura 6.65-D, mas

¹¹⁸ X3D é o nome sob o qual continua o desenvolvimento da norma *Virtual Language Modeling Language (VRML)*. O X3D é baseado em *Extensible Markup Language (XML)* e compatível com o VRML. É dividido em componentes e extensível, o que o torna ideal para utilização em diferentes cenários, de visualizações topo-de-gama a aplicações leves.

com possibilidade de personalização. Apresenta ainda duas barras de ferramentas e janelas de gestão de nodos, Figura 6.65-E e propriedades, Figura 6.65-F.

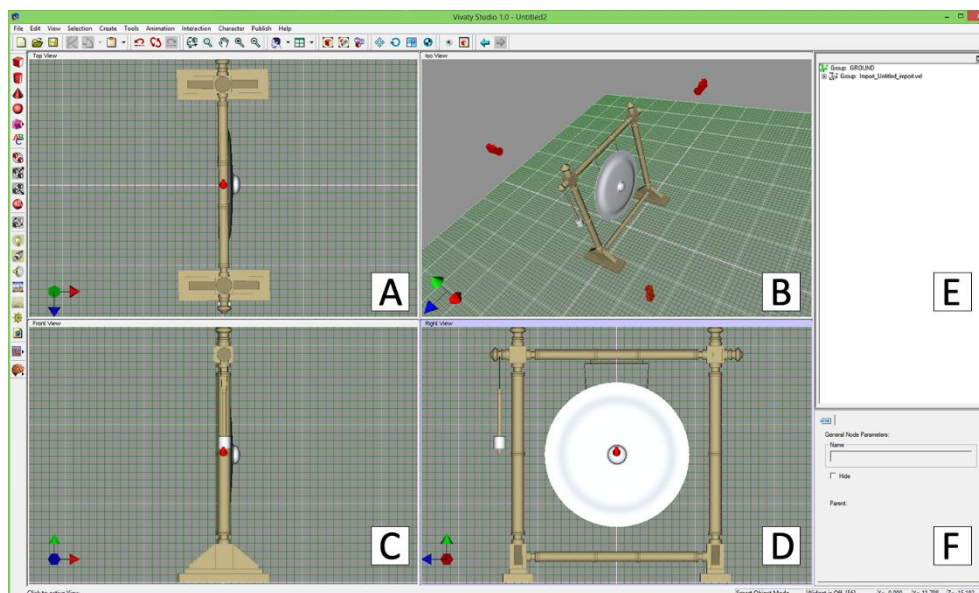


Figura 6.65 - Interface do programa Vivaty Studio¹¹⁹

A barra de ferramentas horizontal, situada debaixo dos menus, contém comandos semelhantes a outras aplicações em ambientes Windows, nomeadamente operações com ficheiros (novo/abrir/gravar), desfazer, clonagem/duplicação, zoom, pontos de vista, manipulação de objetos e uma opção de pré-visualização do modelo ou cena 3-D. A barra lateral vertical disponibiliza ferramentas para criação de primitivas (cubo, cilindro, cone, esfera), modelação de superfícies (extrusão, modelação, *nurbs*), texto, nodos, nível de detalhe, iluminação, ponto de vista, som, fundo, névoa, informação de navegação, *inline* (ligação para outro mundo virtual) e nodos avançados. As barras podem ser arrastadas para outra posição no interface do programa. Na parte direita do ecrã estão disponíveis duas janelas, respetivamente o gestor de nodos e o gestor de propriedades.

A criação de objetos 3-D é possível a partir da inserção de formas geométricas primitivas, às quais é possível aplicar operações booleanas ou conversão para faces indexadas, o que

¹¹⁹ Fonte: Autor.

permite alterar a posição de vértices ou arestas. Os objetos 3-D podem ser sujeitos a rotações, escalas uniformes ou não uniformes e reposicionamento no espaço tridimensional. O programa permite a aplicação de texturas de imagem ou vídeo e a configuração de parâmetros de transparência, brilho ou tonalidade.

Para além da possibilidade de criação de formas 3-D, o programa permite importar objetos para cenas criadas no Vivaty Studio. Os formatos de importação são extensos, desde o formato KMZ (Google Sketchup), ao OpenCollada ou 3DS. Os formatos de exportação incluem prioritariamente o VRML e X3D, mas são suportados outros formatos. Esta versatilidade relativamente às opções de importação e exportação de modelos permite utilizar outras aplicações mais avançadas para a modelação de objetos, ou importar diretamente de uma base de dados de modelos 3-D como o Google 3D-Warehouse¹²⁰.

O programa inclui sensores de tempo VRML/X3D e possibilita a animação de modelos. A interatividade é criada através de sensores de arrastamento, proximidade, toque e visibilidade. Permite ainda a criação de avatares animados segundo a norma H-ANIM.

Em síntese, o programa Vivaty Studio permite criar cenas ou ambientes virtuais 3-D que podem ser exportados como ficheiros VRML ou X3D. Os ficheiros X3D podem ser facilmente convertidos para X3DOM¹²¹ permitindo a integração de conteúdos 3-D (cenas ou objetos) numa página Web HTML5, sem recorrer a *plugins*, através da inserção de linhas de código HTML nas páginas.

Tendo em conta as suas amplas funcionalidades e possibilidades de interação, aliadas a um interface simples e intuitivo bem como à isenção de custos, foi a plataforma de desenvolvimento escolhida para o desenvolvimento do protótipo do MV.

¹²⁰ <https://3dwarehouse.sketchup.com/>

¹²¹ Pronunciado *X-Freedom* é um quadro de desenvolvimento *open-source* para gráficos 3-D na Web [<http://www.x3dom.org/>]

6.5.2. Plataforma Aurasma

Na atualidade existem inúmeras plataformas e sistemas que permitem a criação e visualização de experiências de RA. Entre estas aplicações destacam-se as plataformas Aurasma, Layar, Metaio, Wikitude e Vuforia.

Estas plataformas oferecem ferramentas de desenvolvimento – *Software Development Kit* (SDK) – para programadores e utilizadores avançados. Para utilizadores que pretendam criar experiências de RA sem recorrer a programação, existem pacotes de *software* que permitem um processo de desenvolvimento muito acessível. Contudo, as versões completamente funcionais destes programas envolvem custos de aquisição e/ou disponibilização *online*.

A escolha do sistema/plataforma de desenvolvimento para as experiências de RA regeu-se por um conjunto de princípios, nomeadamente, procurava-se uma plataforma que proporcionasse:

- Interface intuitivo e de fácil utilização;
- Isenção de custos relacionados com a aquisição de programas ou com a disponibilização *online*;
- Algoritmo de reconhecimento de imagem/objeto robusto e fiável;
- Versatilidade nos conteúdos multimédia suportados.

O Quadro 6.13 apresenta as características das principais plataformas de desenvolvimento de RA atuais, focando requisitos, ferramentas disponibilizadas, potencialidades e constrangimentos.

Quadro 6.13 - Plataformas de RA: Requisitos, ferramentas, potencial e constrangimentos

Plataforma	Requisitos	Ferramentas	Potencial/constrangimentos
Aurasma	<p><i>Smartphone</i> ou <i>tablet</i> com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processador ARM/X86; - Câmera traseira com autofoco. <p>Sistema operativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Android 4.0 ou superior; - iOS 7.0 ou superior. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>App</i> Aurasma - Aurasma SDK - Aurasma Studio 	<p>Potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem limitações; - Sem custos; - Permite criação de um número ilimitado de auras¹²²; - Permite partilha ilimitada de auras com outros utilizadores; - Permite a criação de auras através do Aurasma Studio ou da <i>app</i> Aurasma; - Interface intuitivo; - Não requer conhecimentos de programação. <p>Constrangimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para a criação de experiências de RA mais sofisticadas é necessário o acesso ao SDK e a aquisição de uma conta comercial.

(continua)

¹²² Experiências de Realidade Aumentada

Quadro 6.13 (continuação)

Plataforma	Requisitos	Ferramentas	Potencial/constrangimentos
Vuforia	<p>Sistema operativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Android 2.3 ou superior. - Ambiente de desenvolvimento recomendado: Microsoft Windows 7/8 a 32/64 bits; - Desenvolvimento possível em sistemas Linux Ubuntu 10.1 e plataformas Mac OS X 10.6 ou superior. 	<ul style="list-style-type: none"> - XCode - Eclipse - Unity 	<p>Potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem custos para a versão <i>Starter</i> (inclui marca de água). <p>Constrangimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Opções pagas <i>Classic, Cloud</i> ou em função dos reconhecimentos efetuados em cada conteúdo de RA.
Metaio	<p>Requisitos para o <i>software</i> Metaio Creator:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas <i>Microsoft</i> Windows 7/8 32/64 bits; Mac OS X 10.8 ou superior. <p>Requisitos para o Metaio SDK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas Android com Processador ARMv7/X86; OpenGL ES 2.x; câmara; sensores (giroscópio, sensores magnéticos). - Sistemas iOS 5.0 ou superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Metaio Creator - Metaio SDK - Metaio Suite - Metaio Cloud - Metaio CVS 	<p>Sem informação disponível devido a processo de aquisição da empresa pela Apple.</p>

(continua)

Quadro 6.13 (continuação)

Plataforma	Requisitos	Ferramentas	Potencial/constrangimentos
Wikitude	Sistema operativo: Como requisitos mínimos requer: Sistemas Android com versões do sistema operativo superiores à 4.0 ou sistemas iOS com sistemas operativos na versão 6.0 ou superior.	- <i>App Wikitude</i> - Wikitude SDK	Potencial: A versão <i>trial</i> é isenta de custos e limite de tempo, mas inclui uma marca de água. Constrangimentos: A versão <i>Pro</i> do SDK e <i>Pro Unlimited</i> são pagas anualmente.
Layar	Sistema operativo: - Requer dispositivos Android com sistema operativo superior à versão 2.2 ou iOS com versões do sistema operativo superiores a 5.1; O SDK requer OpenGL ES 2.x.	- Layar Creator - Layar Vision - Layar Developer API - Layar SDK	Potencial: Oferece uma versão de demonstração para 30 dias, findos os quais é necessário adquirir uma licença para aceder e visualizar os conteúdos desenvolvidos. Constrangimentos: As versões <i>Basic</i> , <i>Pro</i> , e <i>Premium</i> são pagas e não incluem custo por página publicada.

Tendo em conta os requisitos, ferramentas, potencialidades e constrangimentos de cada sistema, a plataforma Aurasma reúne aspetos importantes em contextos educacionais, nomeadamente:

- Isenção de custos associados à criação de experiências de RA;
- Interface intuitivo quer no Aurasma Studio, quer na *app* Aurasma;

- Criação de um número ilimitado de auras e canais;
- Não requer conhecimentos de programação;
- Algoritmo de reconhecimento de imagem robusto e fiável;
- Alojamento de conteúdos digitais na nuvem.

A possibilidade de prototipagem rápida, aliada a este conjunto de facilitadores motivaram a escolha da plataforma Aurasma para a criação dos protótipos de RA utilizados nesta investigação.

7. Apresentação e Discussão de Resultados

No capítulo 7 – Apresentação e Discussão de Resultados-, são apresentados os resultados das diferentes etapas de investigação, nomeadamente os resultados do estudo preliminar, do estudo de usabilidade e do estudo comparativo experimental.

O subcapítulo 7.1 apresenta e discute os resultados obtidos no estudo preliminar através das entrevistas a professores de Educação Musical (EM), o subcapítulo 7.2 apresenta e discute os resultados obtidos no estudo sobre o nível de utilização de computadores e dispositivos móveis pelos alunos, o subcapítulo 7.3 apresenta e discute os resultados do estudo de usabilidade e, finalmente, no subcapítulo 7.4 apresentam-se e discutem-se os resultados do estudo comparativo experimental.

A apresentação e discussão de resultados segue a ordem das questões empíricas do trabalho.

7.1. Investigação Preliminar - Professores

Entrevistas aos professores

7.1.1. Síntese dos Resultados

Considerando que o objetivo da investigação na análise de dados qualitativa é apreender algo do que os sujeitos de investigação lhe confiam (Amado, 2014), os recortes do discurso dos entrevistados permitem constatar:

Bloco B: No que concerne aos perfis pessoais e profissionais dos entrevistados, constata-se que todos pertencem ao sexo feminino, com uma média de idades de 52,6 anos, sendo a maior 56 anos e a menor 48 anos. As habilitações literárias correspondem a um bacharelato “(...) tenho o Curso Superior de Canto, e sou profissionalizada no 2.º Ciclo. Julgo que em termos de grau corresponde a bacharelato (...) e a duas licenciaturas “(...) fiz a Licenciatura em Ensino da Música (...)” e “(...) tive oportunidade de fazer o complemento de formação (...) tinha o curso de piano (...) equivale a uma licenciatura (...)”. Relativamente aos cargos ocupados, verifica-se que todos entrevistados desempenham o cargo de diretor de turma, acumulando

em duas situações com os cargos de Coordenador de formação “(...) este ano letivo, para além da coordenação da formação atribuíram-me uma direção de turma (...)” e Coordenador de Departamento “(...) sou coordenadora do departamento de expressões e diretora de turma (...) é muito trabalho para pouco tempo (...)”. Os entrevistados têm carreira longas, com uma média de 33 anos de serviço.

Bloco C: Relativamente ao nível de conhecimento e utilização de tecnologias educativas e recursos educativos digitais, os dados sugerem que todos os entrevistados utilizam as tecnologias numa ótica do utilizador “(...) tento acompanhar, mas para além de enviar ou receber email e escrever uns textos (...)”, “(...) gostava de saber mais (...) utilizo sobretudo para fazer os testes, atas e ver os emails (...)” embora com diferentes graus de eficácia “(...) não me atrapalho e se não souber, pergunto (...)”, “(...) não me entendo muito bem com os computadores, mas tem que ser (...)”. Relativamente à formação na área das TIC, todos os entrevistados têm formação, embora não utilizem as TIC com o mesmo âmbito “(...) faço os testes, as avaliações (...)”, “(...) utilizo sobretudo para fazer os testes, atas e ver os emails (...) e frequência “(...) mas como não pratico já me esqueci de quase tudo (...), “(...) utilizo muito (...)”. No que concerne aos MV e RA, os entrevistados nunca utilizaram qualquer recurso educativo baseado nestas tecnologias. Um dos entrevistados revelou não conhecer os MV ou a RA “(...) não sei o que é (...), estou a ficar ultrapassada (...)”, outro revelou um conhecimento superficial sobre o MV Second Life “(...) já ouvi falar no Second Life, mas nunca utilizei, não sei muito bem como é, e se serve para ensinar música (...), (...) na Realidade Aumentada nunca ouvi falar e não sei para que serve (...)” e o terceiro associou os MV a jogos de computador “(...) acho que já ouvi qualquer coisa sobre isso, julgo que tem a ver com jogos de computador (...)”.

Bloco D: No que respeita à utilização de recursos educativos digitais disponíveis no manual escolar ou em outras fontes, os dados sugerem que todos os entrevistados usam com regularidade estes recursos em contexto de sala de aula “(...) utilizo o CD-ROM quando é preciso fazer ouvir excertos musicais ou ritmos e outros conteúdos, (...) utilizo o livromédia com o projetor (...)”, “(...) utilizo sempre que necessário (...)”, “(...) utilizo bastante (...)”, acompanhando as orientações do manual escolar. Um dos entrevistados utiliza outros recursos que pesquisa através da internet “(...) procuro frequentemente outros recursos

digitais na internet para usar nas aulas (...)”, também em contexto formal. Estes recursos são utilizados para expor conteúdos e proporcionar uma melhor compreensão dos mesmos “(...) é um recurso para apoiar as aulas teóricas e práticas (...)”, “(...) as músicas e timbres ajudam os alunos a identificar e conhecer os instrumentos e géneros musicais (...)”. Os entrevistados valorizam estes recursos “(...) os alunos gostam muito destas aulas (...)”, “(...) serve para apresentar uma aula diferente (...)” os quais são percecionados como ferramentas úteis “(...) não preciso de procurar exemplos (...)” para a explicação da matéria, contribuindo para uma melhor compreensão de conceitos.

Bloco E: Relativamente à possibilidade de aderirem a abordagens de ensino-aprendizagem envolvendo MV e RA dois entrevistados mostraram-se disponíveis incondicionalmente “(...) julgo que seria interessante e tenho a certeza que os alunos iam adorar (...)”, “(...) se contribuir para melhorar a aula e as aprendizagens estaria disponível (...)” e um entrevistado estaria disponível mediante a criação de certas condições, nomeadamente a possibilidade de usufruir de apoio técnico “(...) sim, estaria disposta a fazer a experiência, desde que tivesse apoio (...)”. Relativamente à possibilidade de realizar formação para aprofundamento de conhecimentos relativamente aos MV e RA, um entrevistado revelou estar indisponível “(...) nesta fase, já não tenho necessidade de fazer formação (...)” e dois entrevistados mostraram disponibilidade e interesse “(...) sim, gostaria de saber mais sobre estas tecnologias (...)”, “(...) não tenho muito interesse em formação na área das TIC, mas estou disposta a aprender a utilizar este tipo de recursos (...)”.

7.1.2. Discussão dos Resultados

Os resultados obtidos no Bloco B permitem constatar que os professores de EM pertencem ao sexo feminino, com idades de 48, 54 e 56 anos e habilitações entre o bacharelato (2 professores) e a licenciatura (1 professor). Estes resultados são consistentes com os dados estatísticos da Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC)¹²³. De acordo com o Perfil Docente 2013/2014 (2015, pp. 51–59), existem 72% de professores do

¹²³ <http://www.dgeec.mec.pt/np4/98/>

sexo feminino versus 28% de professores do sexo masculino no 2.º Ciclo do Ensino Básico. O mesmo se aplica relativamente à idade, sendo referido no documento citado que a percentagem de docentes no 2.º Ciclo do Ensino Básico com idades superiores a 50 anos é 43,5%, com idades entre os 40-49 é 33,9% e com idades entre os 30-39 é 19,3%. Relativamente às habilitações a maioria dos docentes tem uma licenciatura, 84,1% sendo o bacharelato o nível de habilitações com menor percentagem, 8,2%. Estes dados sugerem que o universo de professores entrevistados é representativo da classe docente a nível nacional no que concerne a sexo, idade e habilitações.

Relativamente ao Bloco C, constata-se que os docentes não têm grande familiaridade com as TIC. Contudo fazem uma utilização na vertente do utilizador, de acordo com as exigências da profissão. Relativamente a tecnologias emergentes no campo educacional, como os MV e a RA o seu nível de conhecimento é praticamente nulo. Estes resultados são expectáveis considerando o perfil dos docentes, nomeadamente a sua idade e habilitações literárias.

Com relação ao Bloco D, no que concerne à utilização de recursos educativos digitais constata-se que os docentes fazem uma utilização tímida, mas regular e efetiva destes recursos em contexto de sala de aula. Reconhecem unanimemente aos mesmos valor e utilidade no contexto dos processos de ensino-aprendizagem. Esta posição vem ao encontro de uma perceção partilhada pela indústria editorial, a qual valoriza e investe no desenvolvimento de recursos didáticos digitais, frequentemente associados como complementos aos manuais escolares.

Finalmente, no que respeita ao Bloco E, constata-se que existe abertura para a utilização de recursos educativos digitais inovadores, apesar de persistirem alguns receios sobre a sua utilização e praticabilidade, um receio legítimo pois envolve conhecimentos nas áreas das TIC, que não dominam. Relativamente à possibilidade de realizarem formação na área dos MV e RA, os resultados indiciam que os professores com carreiras mais longas têm maior relutância em investir na formação.

7.2. Investigação Preliminar - Alunos

Questionário aplicado a alunos

7.2.1. Síntese dos Resultados

Utilização do computador (Grupo 2, 3, 4, 5 e 6)

Grupo um – Dados demográficos (perfil dos alunos)

No que respeita ao grupo um, os resultados (pergunta 1.) revelam que 2% tem nove anos, 22% tem dez anos, 28% tem “outras idades” nomeadamente, 12 e 14 anos e 48% dos alunos tem onze anos Figura 7.1.

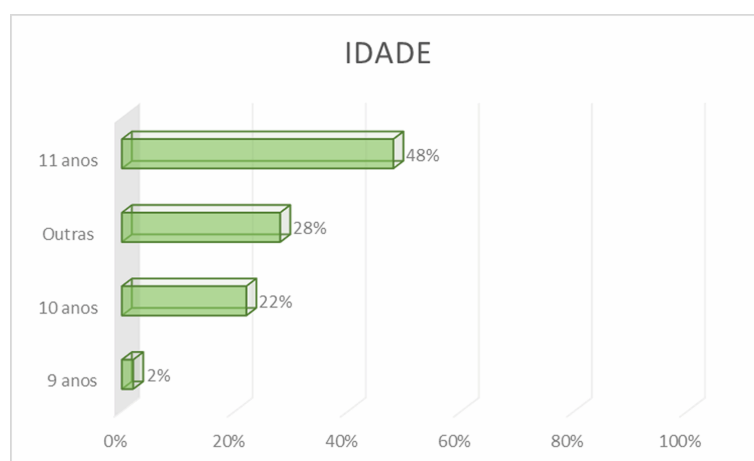


Figura 7.1 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1, idade

No que concerne ao género (pergunta 1.1) os resultados revelam que 42% dos alunos pertencem ao sexo feminino e 58% pertencem ao sexo masculino, Figura 7.2.

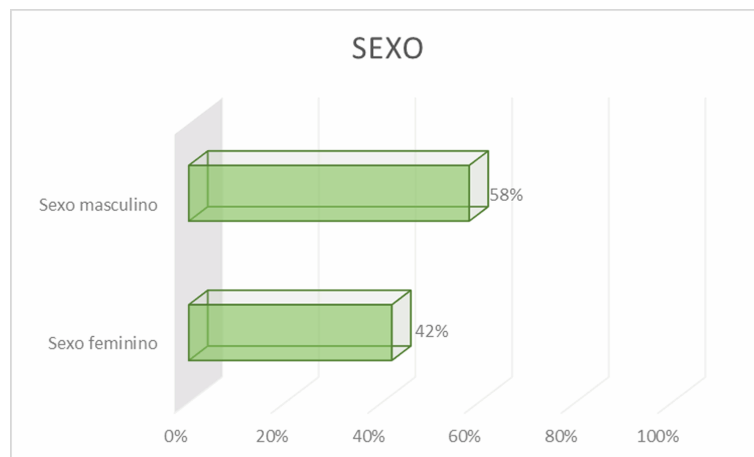


Figura 7.2 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1.1, sexo

Os resultados relativos ao nível de ensino permitem constatar que 42% dos alunos pertencem ao 5.º ano e 58% pertencem ao 6.º ano, Figura 7.3.

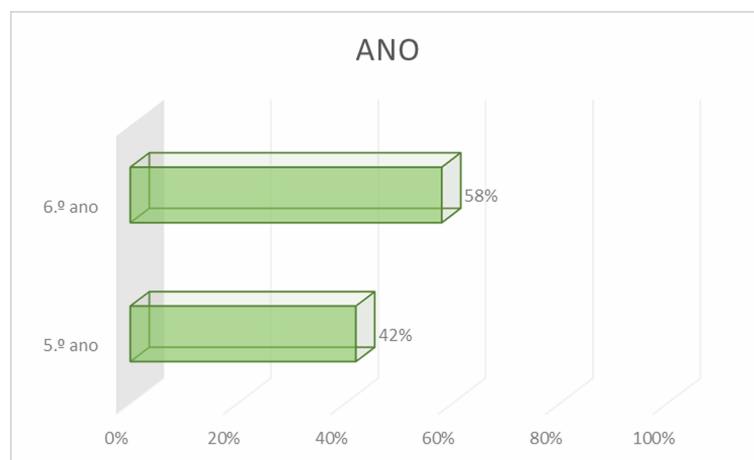


Figura 7.3 - Utilização do computador, Grupo 1, pergunta 1.2, ano de escolaridade

Grupo dois – Acesso ao computador

No que respeita ao grupo dois, os resultados (pergunta 2.) revelam que 100% dos alunos tem acesso a um computador ¹²⁴. Relativamente ao local onde acedem e utilizam o computador (pergunta 2.1) constata-se que 18% dos alunos acede e utiliza o computador “noutro local” (por exemplo, “local de trabalho dos pais”, “ginásio”, “café”, “ATL”, biblioteca”), 54% na escola, 64% em casa de familiares ou amigos e 88% em casa, Figura 7.4.

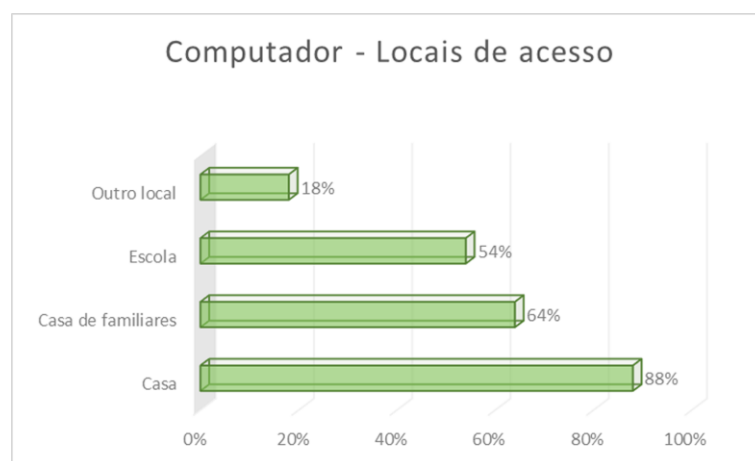


Figura 7.4 - Utilização do computador, Grupo 2, pergunta 2.1, local de acesso ao computador

Grupo três – Frequência de utilização e características dos computadores

Relativamente ao grupo três, os resultados (pergunta 3.) revelam que 24% dos alunos utilizam sobretudo os computadores da escola, 36% o computador pessoal e 40% o computador de familiares, Figura 7.5.

¹²⁴ Esta questão condicionava a progressão às perguntas seguintes, pelo que, todos os participantes continuaram a responder.

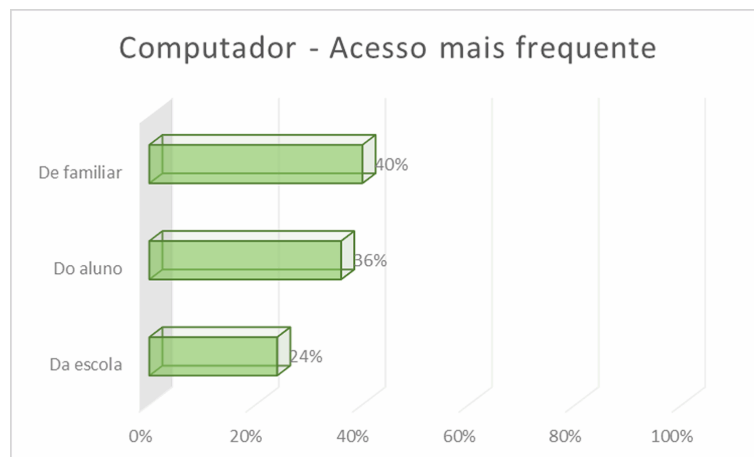


Figura 7.5 - Utilização do computador, Grupo 3, pergunta 3, computador usado com mais frequência

No que diz respeito às características do computador, 62% destes dispositivos tem ligação a uma impressora, 88% tem capacidade multimédia e 96% estão ligados à internet, Figura 7.6.

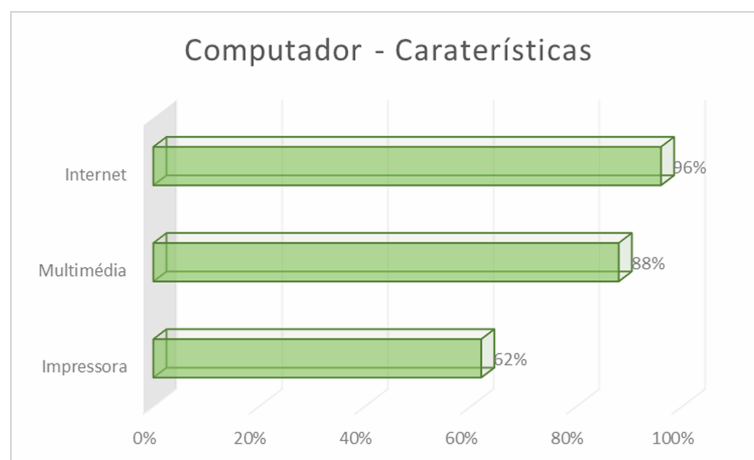


Figura 7.6 - Utilização do computador, Grupo 3, pergunta 3.1, características

Grupo quatro – Atividades realizadas e favoritas

No grupo quatro, os resultados (pergunta 4.) revelam que os alunos utilizam o computador para um conjunto variado de atividades. 8% utiliza o computador para outras atividades, nomeadamente “ver imagens”, “Twitter” e “ver vídeos no YouTube mandados ver pelos professores”, 52% para enviarem e receberem *email*, 52% para aceder ao Facebook e outras

redes sociais, 56% para conversarem (chat/Skype) com familiares e amigos, 74% para ouvir música e ver vídeos através da internet, 80% para visitar *websites* e navegar na internet, 86% para jogar e 92% para fazerem trabalhos escolares, Figura 7.7.

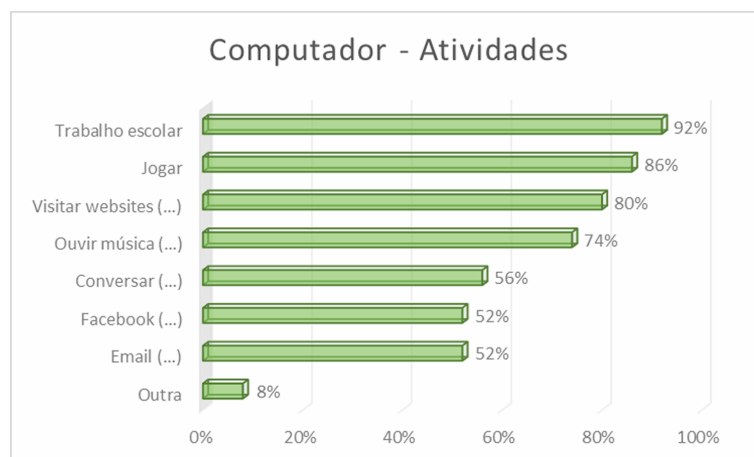


Figura 7.7 - Utilização do computador, Grupo 4, pergunta 4, atividades realizadas

Relativamente à atividade que preferem e em que gastam mais tempo (pergunta 4.1), os resultados revelam que “jogar” é a atividade favorita (36%), seguida de “ouvir música e navegar na internet” (20%), “realização de trabalhos escolares” (14%), “Facebook e outras redes sociais” (12%), “visitar websites e navegar na internet” (10%), “outra” (4%), “conversar com amigos e familiares” (2%) e “enviar e receber *email*” (2%), figura 7.8.

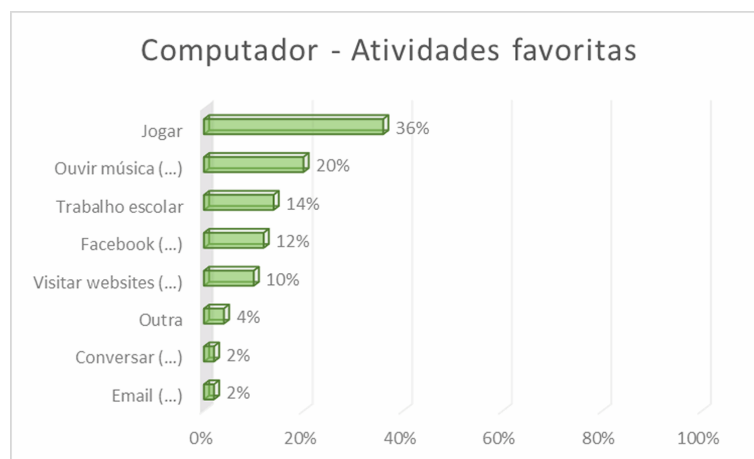


Figura 7.8 - Utilização do computador, Grupo 4, pergunta 4.1, atividade favorita

Grupo cinco – Frequência de utilização para trabalho escolar e outras atividades

Relativamente ao grupo cinco, os resultados (pergunta 5.) revelam que 12% dos alunos utiliza o computador para fazer trabalhos escolares diariamente, 24% semanalmente, 30% duas a três vezes por mês e 34% raramente ou nunca, Figura 7.9.

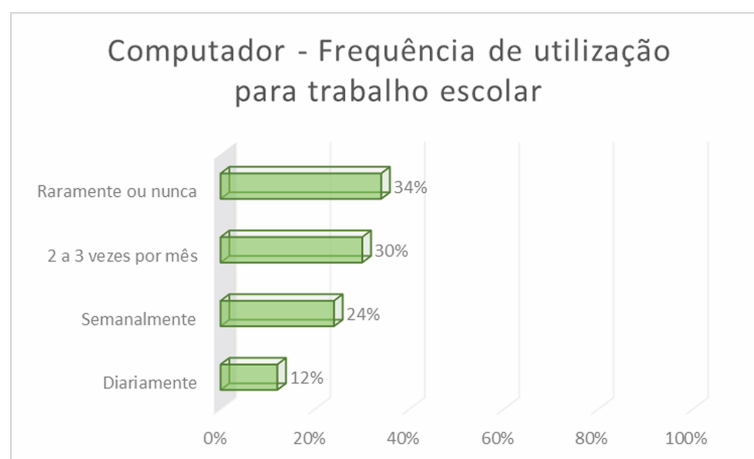


Figura 7.9 - Utilização do computador, Grupo 5, pergunta 5, realização de trabalho escolar

No que concerne à utilização do computador para outras atividades (pergunta 5.1), os resultados revelam que 18% utiliza raramente ou nunca, 18% duas a três vezes por mês, 30% semanalmente e 34% diariamente., Figura 7.10.

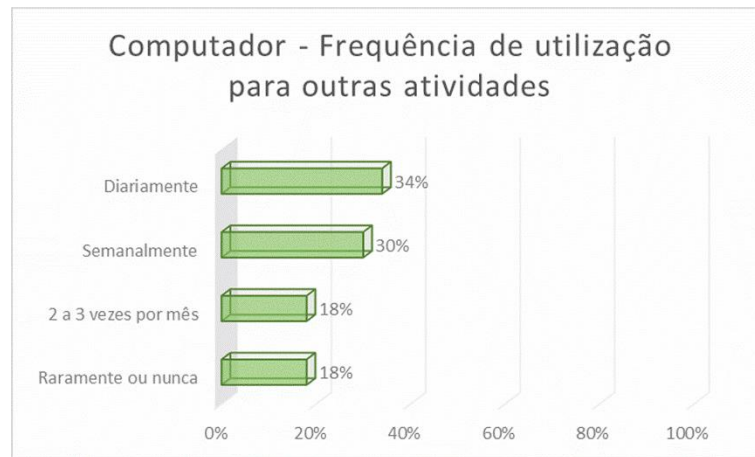


Figura 7.10 - Utilização do computador, Grupo 5, pergunta 5.1, realização de outras atividades

Grupo seis – Percepções de interesse/satisfação e valor/utilidade

O grupo seis incluiu escalas tipo Likert, com cinco pontos, em que 1 corresponde a “Discordo completamente” e 5 corresponde a “Concordo completamente”. As declarações foram formuladas para identificar as percepções dos alunos em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos aos computadores.

As declarações 6.1, 6.2 e 6.3 apresentam indicadores de interesse/satisfação. As declarações 6.4, 6.5, e 6.6 apresentam indicadores de valor/utilidade.

Relativamente à declaração 6.1 “Gosto muito de utilizar o computador”, os resultados revelam que nenhum aluno discorda completamente ou em parte desta afirmação, 6% não concorda nem discorda, 26% concorda e 68% dos alunos concorda completamente, Figura 7.11.

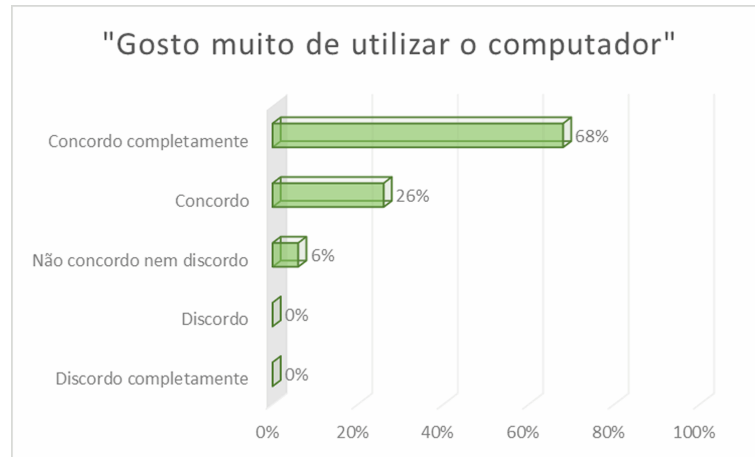


Figura 7.11 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.1, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 6.2 “Utilizar o computador é divertido”, os resultados revelam que o conjunto total das respostas se distribui exclusivamente por dois níveis: 24% concorda e 76% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.12.

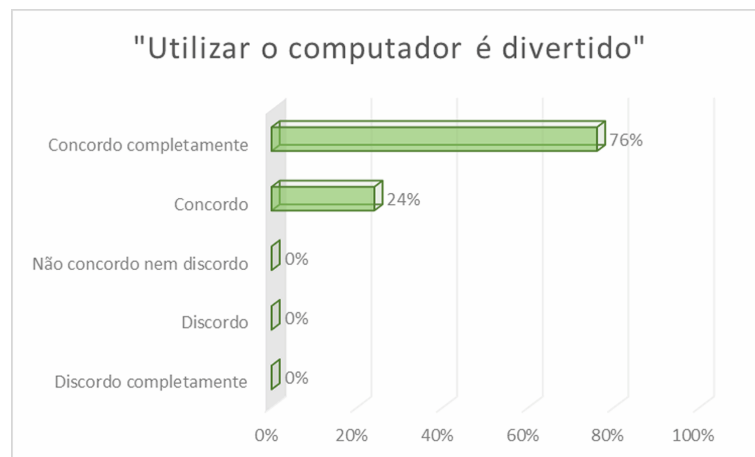


Figura 7.12 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.2, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 6.3 “Descreveria a utilização do computador como algo pouco estimulante”, os resultados revelam que 44% discorda completamente, 16% discorda, 22% não concorda nem discorda, 16% concorda e 2% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.13.

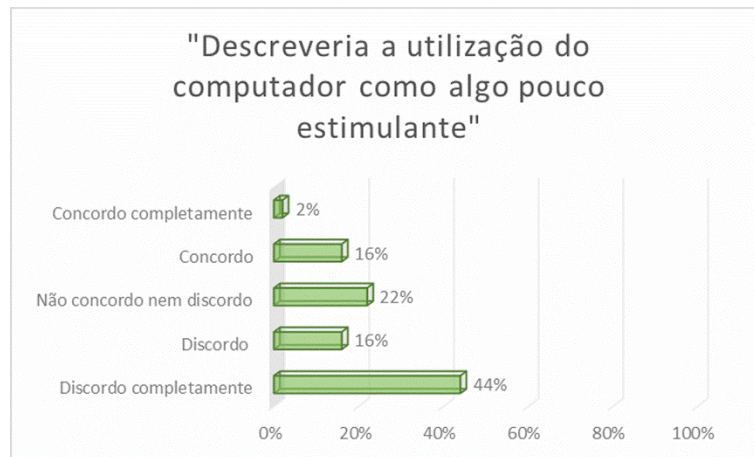


Figura 7.13 - Utilização do computador, Grupo 6, declaração 6.3, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 6.4 “Acredito que o computador é pouco útil para mim”, os resultados revelam que 60% discorda completamente, 22% discorda, 6% não concorda nem discorda, 6% concorda e 6% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.14.

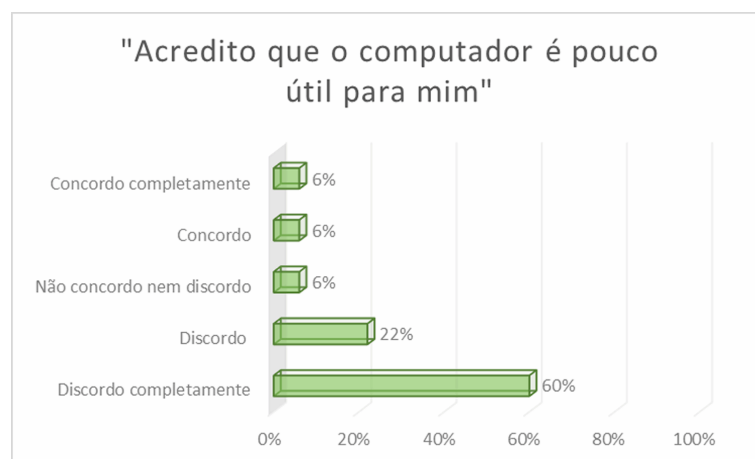


Figura 7.14 - Utilização do computador, declaração 6.4, valor/utilidade

No que respeita à declaração 6.5 “Penso que saber utilizar o computador me prepara melhor para o futuro”, os resultados revelam que 2% discorda completamente, 4% discorda,

20% não concorda nem discorda, 26% concorda e 50% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.15.

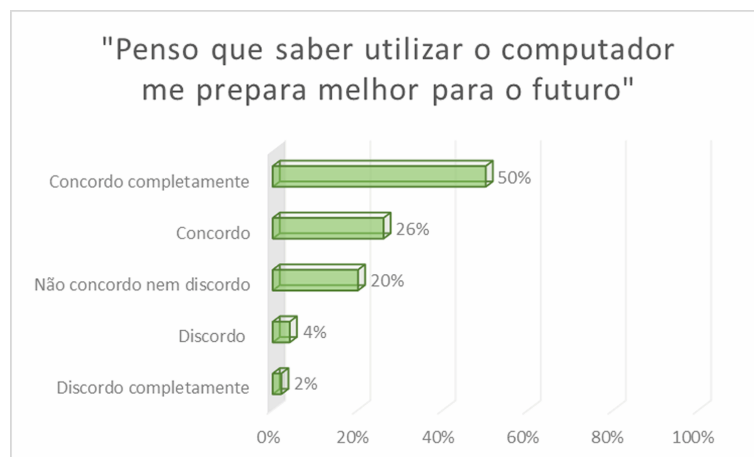


Figura 7.15 - Utilização do computador, declaração 6.5, valor/utilidade

No que respeita à declaração 6.6 "Penso o computador pode beneficiar o meu trabalho escolar", os resultados revelam que 2% discorda completamente, 4% discorda, 20% não concorda nem discorda, 26% concorda e 50% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.16.

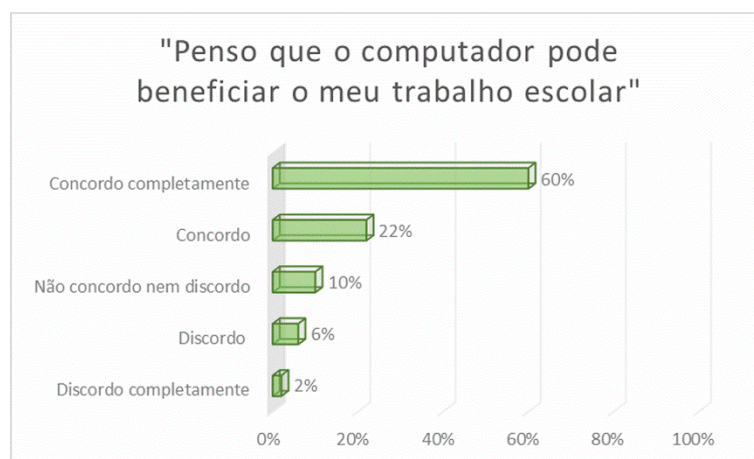


Figura 7.16 - Utilização do computador, declaração 6.6, valor/utilidade

Utilização de dispositivos móveis (Grupo 7, 8, 9, 10 e 11)

Grupo sete – Condições de acesso ao dispositivo móvel

No que respeita ao grupo sete, os resultados (pergunta 7.) revelam que 100% dos alunos tem acesso a um dispositivo móvel¹²⁵.

Relativamente ao local onde acedem e utilizam o dispositivo (pergunta 7.1) constata-se que 25% dos alunos acede e utiliza o dispositivo em “outro local” (por exemplo, “ginásio”, “café”, “ATL”), 44% na escola, 50% em casa de familiares e amigos e 88% em casa, Figura 7.17.

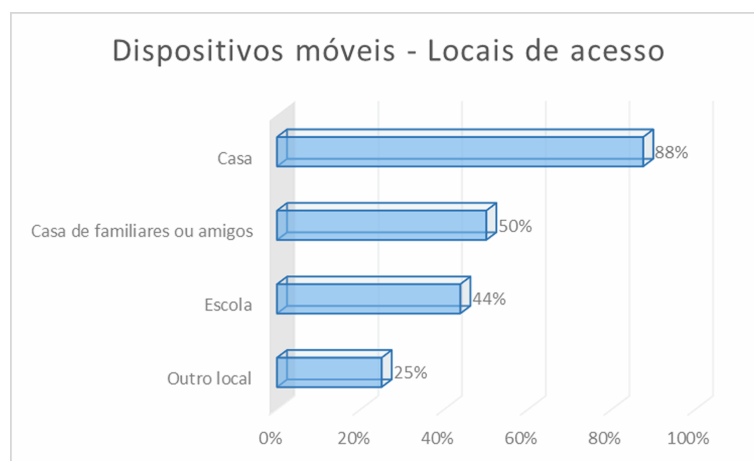


Figura 7.17 - Utilização de dispositivos móveis, pergunta 7, locais de acesso

Grupo oito – Frequência de utilização e características dos dispositivos móveis

Relativamente ao grupo oito, os resultados (pergunta 8.) revelam que 43% dos alunos utiliza com maior frequência o *tablet* e 57% o *smartphone*, Figura 7.18.

¹²⁵ Esta questão condicionava a progressão às perguntas seguintes, pelo que, todos os participantes continuaram a responder.

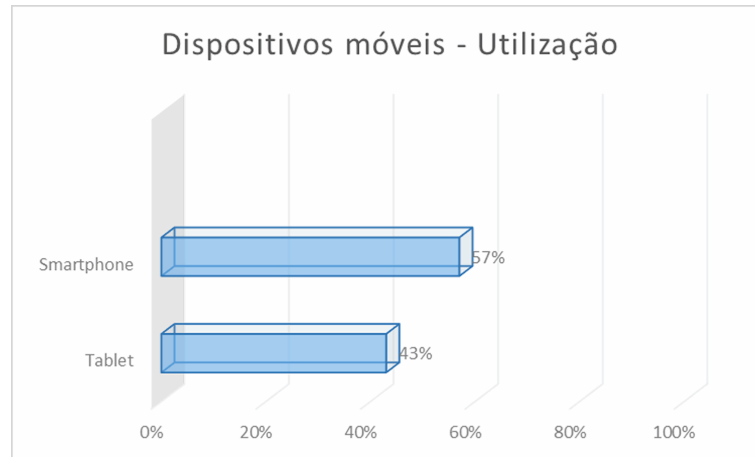


Figura 7.18 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 8, pergunta 8, dispositivos móveis utilizados com maior frequência

No que diz respeito às características dos dispositivos móveis, os resultados (pergunta 8.1) revelam que 16% destes dispositivos tem sistema operativo iOS, 84% sistema operativo Android e 100% tem acesso à internet incluído no pacote de dados da operadora, Figura 7.19.

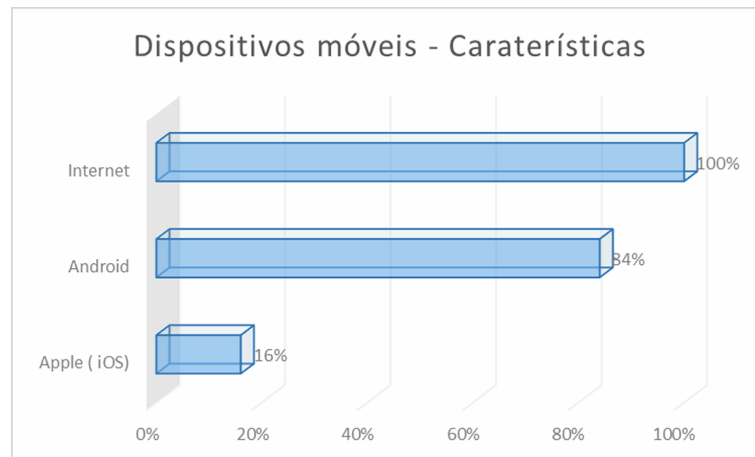


Figura 7.19 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 8, pergunta 8.1, características dos dispositivos móveis

Grupo nove – Atividades realizadas e favoritas

No grupo nove, os resultados (pergunta 9.) revelam que os alunos utilizam os dispositivos móveis para um conjunto de atividades. Concretamente, 10% utiliza o dispositivo para outras

atividades, nomeadamente “ver imagens”, “Twitter” e “Yahoo”, 37% para fazerem trabalhos escolares, 52% para aceder ao Facebook e outras redes sociais, 57% para enviarem e receberem *email*, 76% para visitar *websites* e navegar na internet, 56% para conversarem (chat/Skype) com familiares e amigos, 87% para ouvir música e ver vídeos através da internet e 94% para jogar, Figura 7.20.

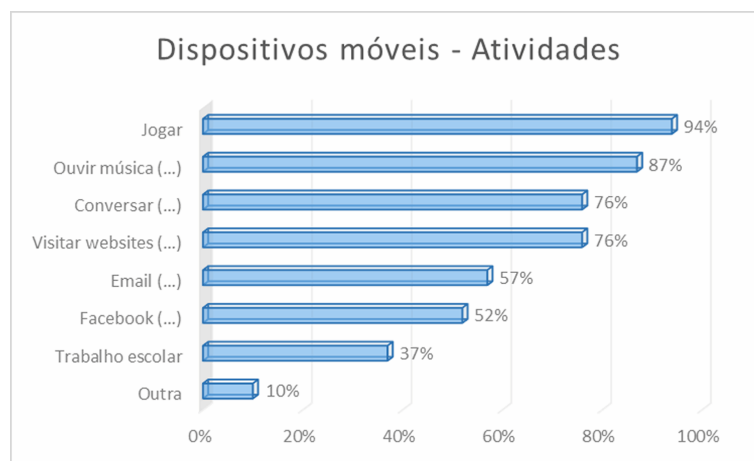


Figura 7.20 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 9, pergunta 9, atividades realizadas nos dispositivos móveis

Relativamente à atividade que preferem e em que gastam mais tempo (pergunta 9.1), os resultados revelam que “ouvir música e ver vídeos na internet” é a atividade favorita (37%), seguida de “jogar” (20%), “conversar com amigos e familiares” (9%), “Facebook e outras redes sociais” (7%), “trabalho escolar” (7%), “visitar websites e navegar na internet” (7%) e “outra”/“enviar e receber *email*” (2%), figura 7.21.

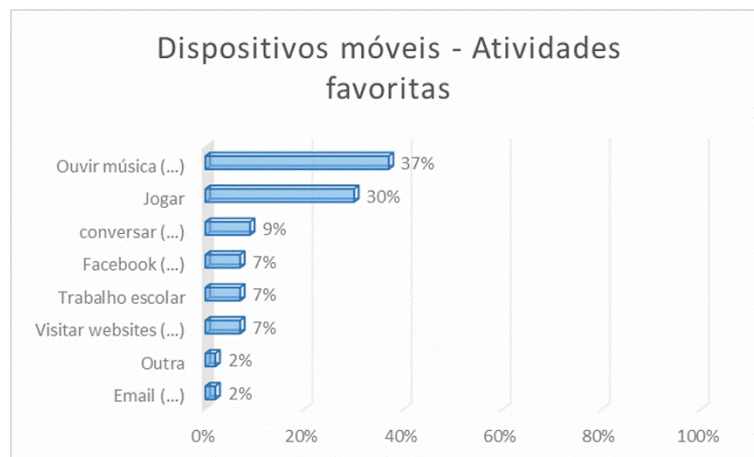


Figura 7.21 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 9, pergunta 9.1, atividades favoritas

Grupo dez – Frequência de utilização para trabalho escolar e outras atividades

Relativamente ao grupo dez, os resultados (pergunta 10.) revelam que 12% dos alunos utiliza o dispositivo móvel para fazer trabalhos escolares diariamente, 24% semanalmente, 30% duas a três vezes por mês e 34% raramente ou nunca, Figura 7.22.

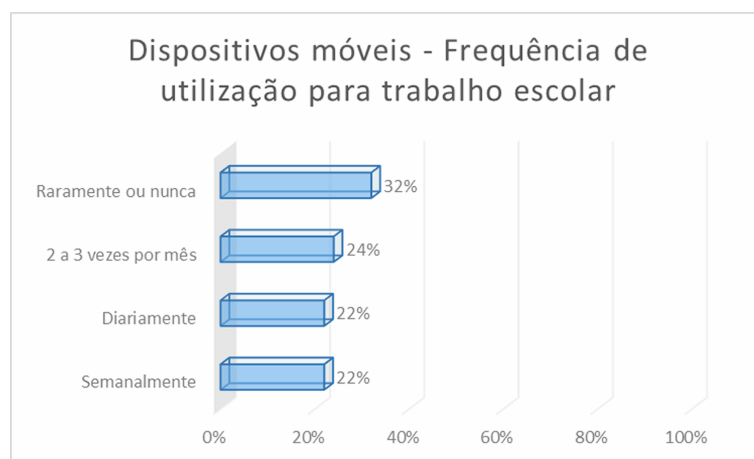


Figura 7.22 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 10, pergunta 10, frequência de utilização para trabalho escolar

No que concerne à utilização dos dispositivos móveis para outras atividades (pergunta 10.1), os resultados revelam que 4% utiliza raramente ou nunca, 4% duas a três vezes por mês, 22% semanalmente e 70% diariamente., Figura 7.23.

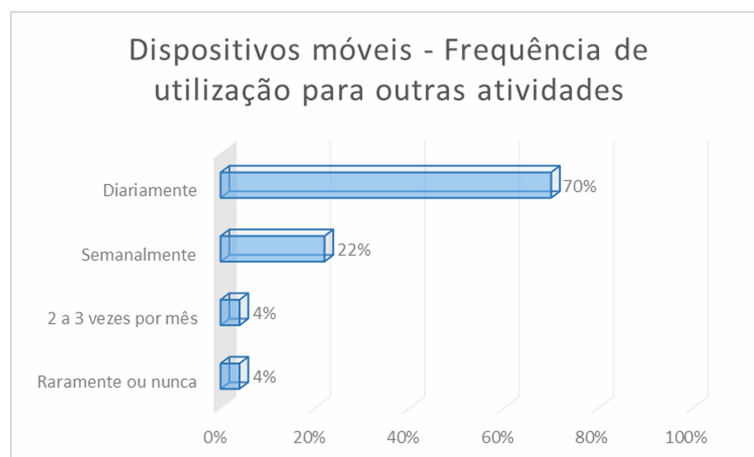


Figura 7.23 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 10, pergunta 10.1, frequência de utilização para outras atividades

Grupo onze – Percepções de interesse/satisfação e valor/utilidade

O grupo onze incluiu escalas tipo Likert, com cinco pontos, em que 1 corresponde a “Discordo completamente” e 5 corresponde a “Concordo completamente”. As declarações foram formuladas para identificar as percepções dos alunos em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos aos dispositivos móveis.

As declarações 6.1, 6.2 e 6.3 apresentam indicadores de interesse/satisfação. As declarações 6.4, 6.5, e 6.6 apresentam indicadores de valor/utilidade.

Relativamente à declaração 6.1 “Gosto muito de utilizar os dispositivos móveis”, os resultados revelam que 0% discorda completamente, 0% discorda, 7% não concorda nem discorda, 13% concorda e 80% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.24.

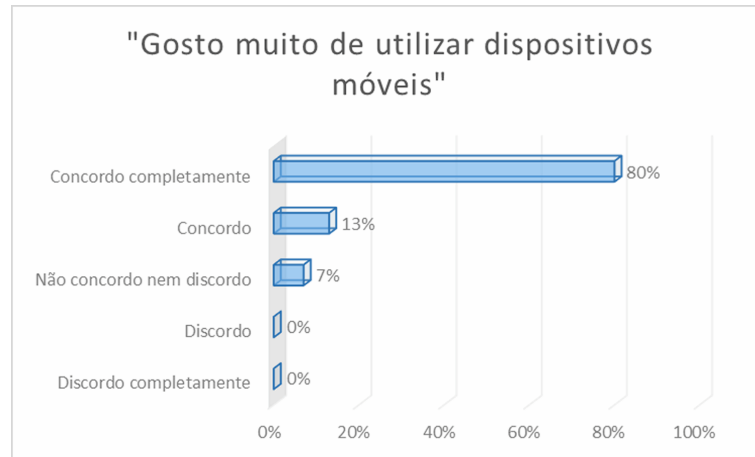


Figura 7.24 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.1, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 11.2 “Utilizar os dispositivos móveis é divertido”, os resultados revelam que todas as respostas se posicionam a partir do ponto médio da Escala, 4% não concorda nem discorda, 22% concorda e 74% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.25.

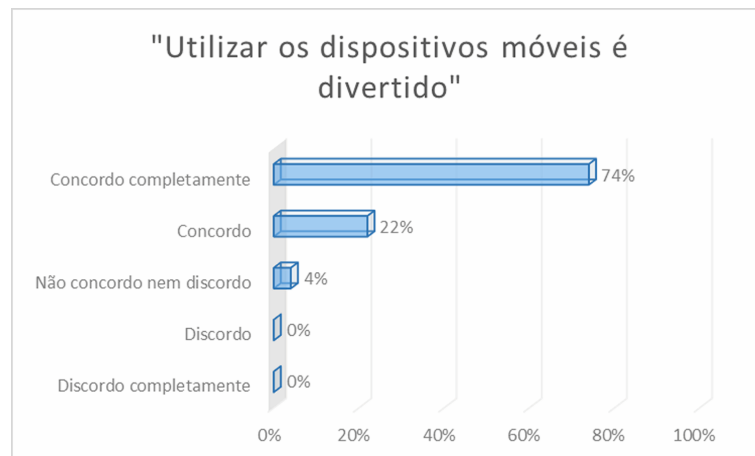


Figura 7.25 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.2, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 11.3 “Descreveria a utilização dos dispositivos móveis como pouco estimulante”, os resultados revelam que 70% discorda completamente, 17% discorda,

11% não concorda nem discorda, 0% concorda e 2% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.26.

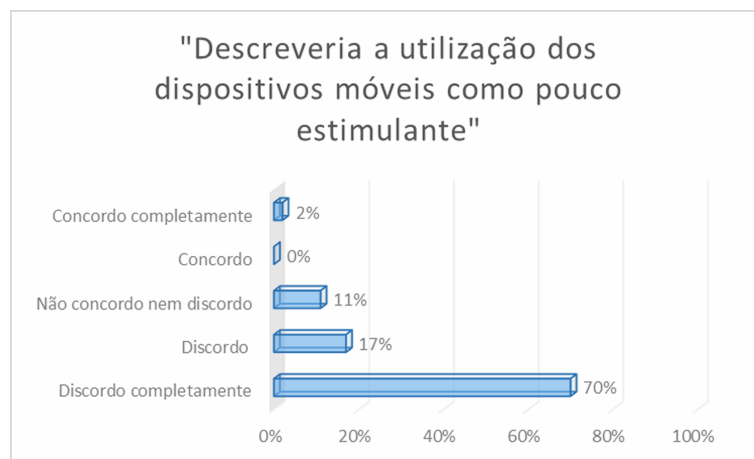


Figura 7.26 - Utilização de dispositivos móveis, Grupo 11, declaração 11.3, interesse/satisfação

No que respeita à declaração 11.4 "Acredito que os dispositivos móveis são pouco úteis para mim", os resultados revelam que 66% discorda completamente, 17% discorda, 13% não concorda nem discorda, 2% concorda e 2% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.27.

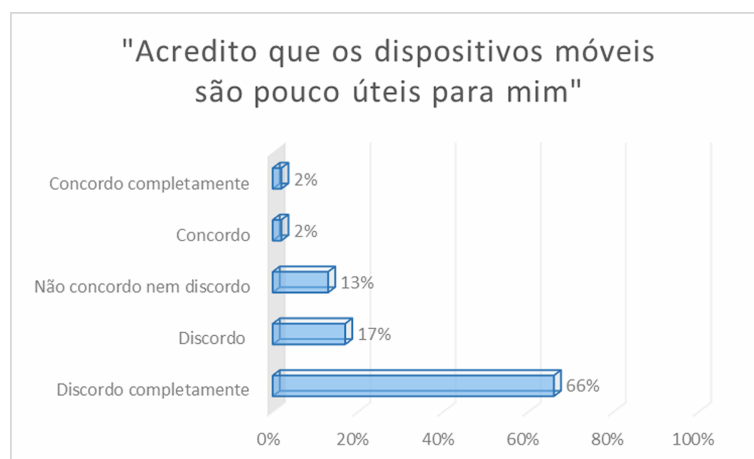


Figura 7.27 - Utilização de dispositivos móveis, declaração 11.4, valor/utilidade

No que respeita à declaração 11.5 “Penso que saber utilizar os dispositivos móveis me prepara melhor para o futuro”, os resultados revelam que 2% discorda completamente, 2% discorda, 26% não concorda nem discorda, 26% concorda e 44% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.28.

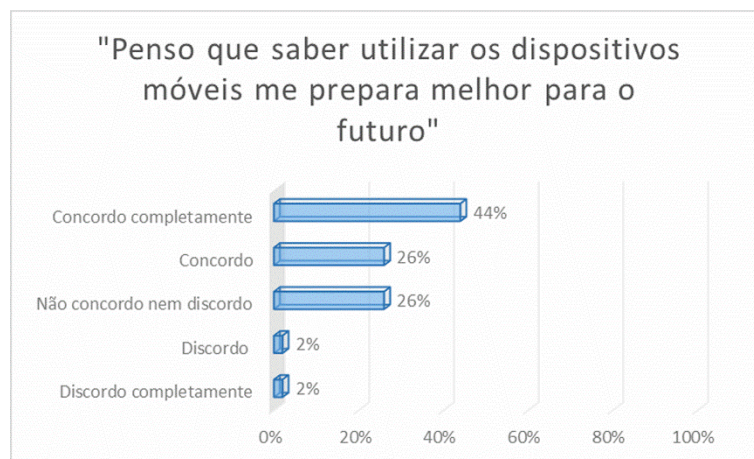


Figura 7.28 - Utilização de dispositivos móveis, declaração 11.5, valor/utilidade

No que respeita à declaração 11.6 “Penso os dispositivos móveis podem beneficiar o meu trabalho escolar”, os resultados revelam que 2% discorda completamente, 6% discorda, 10% não concorda nem discorda, 22% concorda e 60% dos alunos concorda completamente com a declaração, Figura 7.29.

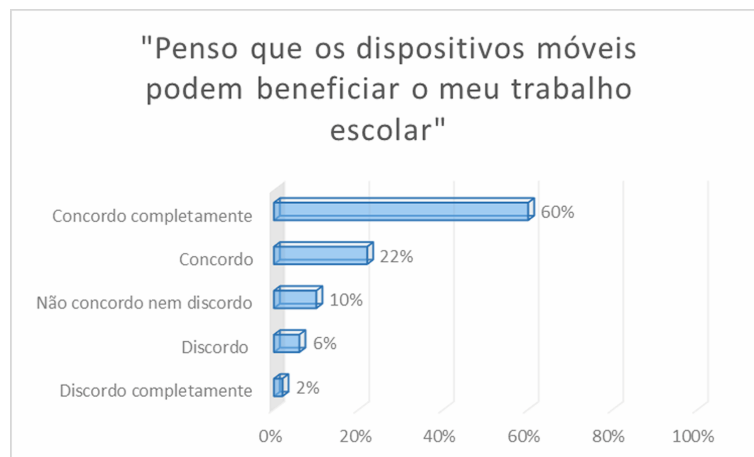


Figura 7.29 - Utilização do computador, declaração 6.6, valor/utilidade

Uma análise sintética de resultados comparáveis, Figura 7.30, permite constatar que o nível de utilização do computador e dispositivos móveis segue padrões quase idênticos. O primeiro aspeto contrastante é a utilização em contexto informal e formal: Comparativamente, o computador é menos utilizado em casa e mais utilizado na escola; os dispositivos móveis são mais usados em casa (embora a diferença não seja significativa) e menos na escola. O segundo aspeto relaciona-se com a utilização para o lazer, verificando-se que os alunos utilizam mais os dispositivos móveis do que o computador para esse fim.

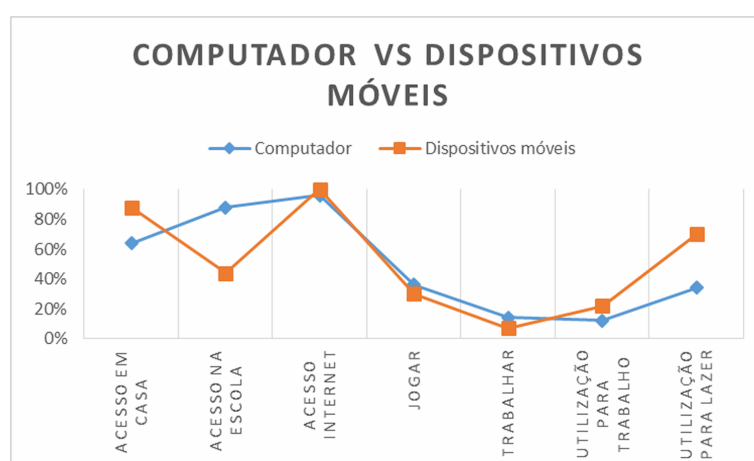


Figura 7.30 - Utilização do computador e dispositivos móveis, comparação

7.2.2. Discussão dos Resultados

Os resultados obtidos a partir do questionário sobre o nível de utilização de computadores e dispositivos móveis, aliado ao conhecimento de como os alunos percebem estes dispositivos em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade, podem contribuir para perceber se existem (ou não) condições logísticas para a implementação de recursos educativos baseados em MV e RA no contexto do 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Os resultados obtidos no Bloco 1 – Perfil dos alunos, permitem constatar que a maioria dos alunos envolvidos no estudo tem onze anos (48%). A presença de alunos com nove anos é pequena (9%), sendo a idade normal de entrada no 5.º ano os dez anos (22%). Por outro lado, as percentagens de outras idades, entre os doze e os catorze anos é expectável (embora não desejável) em turmas de 5.º e 6.º ano onde se incluem alunos com retenções simples ou repetidas (28%). Nas turmas em estudo verificou-se que a maioria dos alunos pertencem ao sexo masculino, mas a diferença de rácio não é significativa (58% *versus* 42%), o mesmo se aplicando relativamente ao número de alunos do 5.º e do 6.º ano (42% *versus* 58%). Como o estudo não incluiu outras turmas, não foi possível estabelecer comparações entre idades, sexos e número de alunos por turma.

No que respeita ao Bloco 2 – Condições de acesso ao computador-, os resultados indicam que todos os alunos (100%) têm acesso a um computador. A casa (88%), do aluno ou de familiares (64%), é o local privilegiado para o acesso ao computador, seguido pela utilização na escola (54%).

Relativamente ao Bloco 3 – Utilização e características dos computadores-, os resultados indicam que o computador utilizado com mais regularidade é o de casa, pertencendo a um familiar ou ao próprio aluno. O computador proporcionado em contexto escolar é utilizado com menos frequência. Estes resultados são consistentes com o tipo de acesso proporcionado em casa e na escola. Em casa o aluno poderá usufruir de uma utilização mais livre. Na escola os computadores são utilizados exclusivamente na biblioteca, em contexto informal, estando por isso o seu acesso condicionado a intervalos e eventuais tempos livres dos alunos. A estes fatores acresce o horário de abertura da biblioteca e o número de computadores disponíveis, fatores condicionantes na regularidade e frequência de acesso. Em contexto de sala de aula,

existe um computador por sala, mas este está reservado exclusivamente ao professor, que o utiliza para tarefas burocráticas como elaborar sumários e registo de faltas, ou para exposição de recursos educativos digitais. No que concerne às características dos computadores, os resultados indicam que uma maioria significativa (96%) tem acesso à internet e capacidade multimédia (88%). O acesso a uma impressora é relativamente mais limitado, mas ainda assim significativo (62%).

O Bloco quatro – Atividades realizadas e atividades favoritas-, proporcionou informações sobre as atividades que os alunos realizam e em quais gastam mais tempo. Os resultados indicam que o computador é utilizado para uma variedade de tarefas e atividades, nas quais se ordenam de forma descendente o trabalho escolar (92%), jogar (86%), visitar *websites* e navegar na internet (80%) e ouvir música ou assistir a vídeos pela internet (74%). Contudo a atividade favorita, e aquela em que perdem mais tempo, é jogar (36%) seguida de ouvir música e assistir a vídeos pela internet (20%). O trabalho escolar aparece como terceira atividade nesta ordenação, com 14%. Estes resultados sugerem que o computador é usado para trabalho escolar, o qual não é a tarefa favorita dos alunos, e sobretudo para jogar, a atividade favorita e onde os alunos empenham a maioria do tempo disponível.

Os resultados relativos ao Bloco cinco – Frequência de utilização do computador para trabalho escolar e outras atividades-, reforçam os resultados dos blocos anteriores, verificando-se que a frequência diária de utilização do computador para trabalho escolar é menor (12%) do que a realização de outras atividades (34%).

No que concerne ao Bloco seis – Perceções de interesse/satisfação e valor/utilidade-, os resultados indicam claramente que os computadores são percecionados muito positivamente em relação ao interesse e satisfação que a sua utilização proporciona, bem como relativamente à noção de valor e utilidade.

Relativamente ao Bloco sete – Condições de acesso aos dispositivos móveis-, os resultados indicam que todos os alunos (100%) têm acesso a um destes dispositivos (*smartphone ou tablet*). A utilização acontece maioritariamente em casa (88%), seguida da casa de familiares ou amigos (50%) e da escola (44%). Tal como se constatou relativamente aos computadores, os resultados são consistentes com as limitações de utilização impostas na escola a estes

dispositivos, isto é, são apenas permitidos no intervalos e tempos livres dos alunos. Por norma não podem ser acedidos em contexto de aula.

No que concerne ao Bloco oito – Caraterísticas do dispositivo móvel-, os dados sugerem que os dispositivos mais utilizados são os *smartphones* (57%) relativamente aos *tablets* (43%), embora a diferença não seja significativa. Destes dispositivos todos têm acesso à internet, possuindo a maioria sistema operativo Android (84%). Embora existam, os dispositivos com sistema operativo iOS são uma minoria 16%. Estes resultados são esperados, no sentido em que, a maioria dos pacotes de dados atuais incluem acesso à internet e a funcionalidade WiFi permite que os alunos se liguem à rede da escola.

Com respeito ao bloco nove, - Atividades realizadas e favoritas-, os resultados indicam que os dispositivos móveis são utilizados para uma variedade de atividades, nas quais as mais frequentes são “jogar” (94%), “ouvir música e ver vídeos através da internet” (87%) e “conversar com amigos e familiares” (76%). As atividades favoritas são “ouvir música” (37%) e “jogar” (30%). Estes resultados apoiam a tese de que estes dispositivos são percecionados pelos alunos sobretudo como objeto de entretenimento, comunicações e consumo de conteúdos digitais. Não são percecionados como ferramentas com utilidade nas atividades escolares.

Quanto ao Bloco dez – Frequência de utilização para estudo e outras atividades-, os resultados permitem constatar que são muito usados, diariamente, sobretudo para atividades não relacionadas com trabalho escolar (70%). A utilização para trabalho escolar é esporádica, com 32% dos inquiridos a declaras que utiliza o dispositivo móvel raramente ou nunca para essa finalidade.

Finalmente, no que respeita ao Bloco onze – Perceções de interesse/satisfação e valor/utilidade-, constata-se que, tal como os computadores, estes dispositivos são percecionados muito positivamente.

Em síntese, os resultados sugerem que a acessibilidade a computadores e dispositivos móveis é excelente, e que estes dispositivos são muito valorizados pelos alunos. Constata-se ainda que o nível de utilização de computadores e dispositivos móveis é muito semelhante, embora se verifique um menor acesso aos dispositivos móveis na escola.

Neste contexto, verifica-se a existência de condições logísticas para a implementação, sobretudo em contexto informal, de recursos educativos digitais baseados em MV e RA. A implementação deste tipo de recursos visa captar o poder computacional, a omnipresença e a atitude positiva em relação a estes dispositivos para promover abordagens inovadoras de ensino e proporcionar aprendizagens motivadas no sentido de obter melhores resultados de aprendizagem.

7.3. Estudo de Usabilidade

7.3.1. Síntese dos Resultados - Questionário

- Satisfação

A satisfação dos utilizadores pode ser percecionada através das respostas à declaração um, - "Penso que gostaria de utilizar este recurso educativo frequentemente". Os resultados revelam, relativamente ao MV, que 100% concorda completamente, Figura 7.31-A. No que respeita aos recursos baseados em RA, 100% concorda completamente, Figura 7.31-B

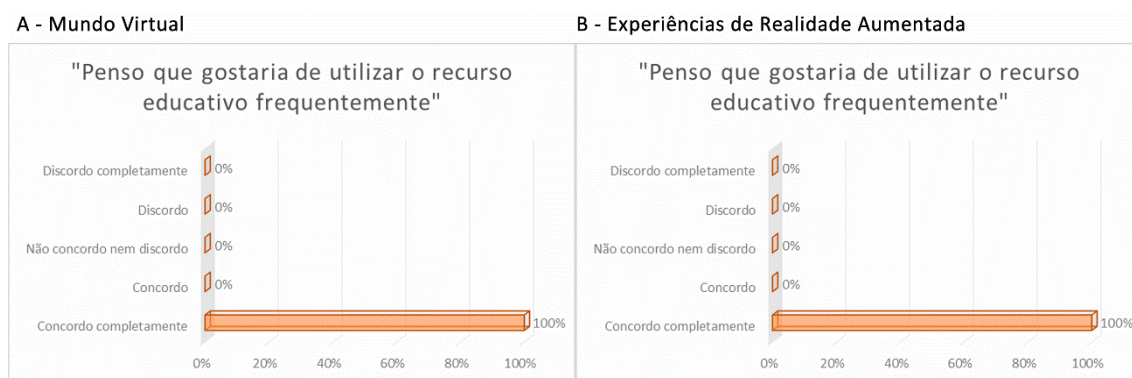


Figura 7.31 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 1

- Facilidade de utilização

A facilidade de utilização pode ser percebida através das respostas às declarações dois - “Acho o recurso educativo desnecessariamente complexo”, quatro - “Acho que preciso de apoio de um especialista para utilizar este recurso educativo” e oito - “Acho o recurso educativo muito lento e pesado”.

Os resultados relativos à declaração dois revelam: No que respeita ao MV, 0% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, 0% não concorda nem discorda, 20% discorda e 60% discorda completamente, Figura 7.32-A. No que respeita às experiências de RA, 20% discorda e 80% discorda completamente, Figura 7.32-B.

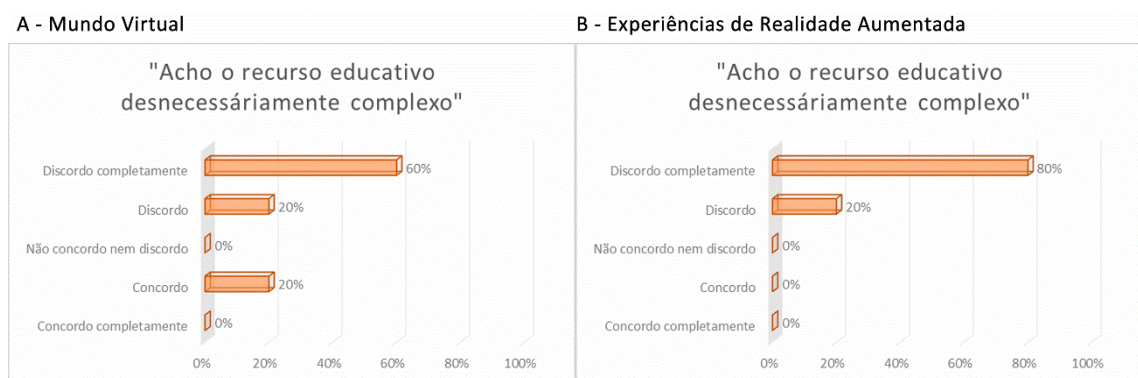


Figura 7.32 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 2

Os resultados relativos à declaração quatro revelam: No que respeita ao MV, 0% dos alunos concorda completamente, 0% concorda, 20% não concorda nem discorda, 20% discorda e 60% discorda completamente, Figura 7.33-A. No que respeita às experiências de RA, 0% dos alunos concorda completamente, 0% concorda, 20% não concorda nem discorda, 60% discorda e 20% discorda completamente, Figura 7.33-B.

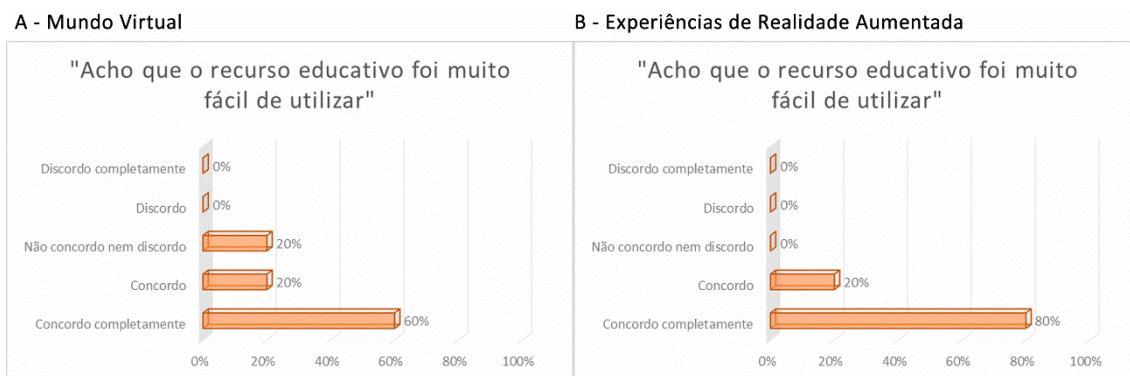


Figura 7.33 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 4

Os resultados relativos à declaração oito revelam: No que respeita ao MV, 0% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, 0% não concorda nem discorda, 0% discorda e 80% discorda completamente, Figura 7.34-A. No que respeita às experiências de RA, as respostas centram-se apenas em dois níveis, 20% discorda e 80% discorda completamente, Figura 7.34-B.

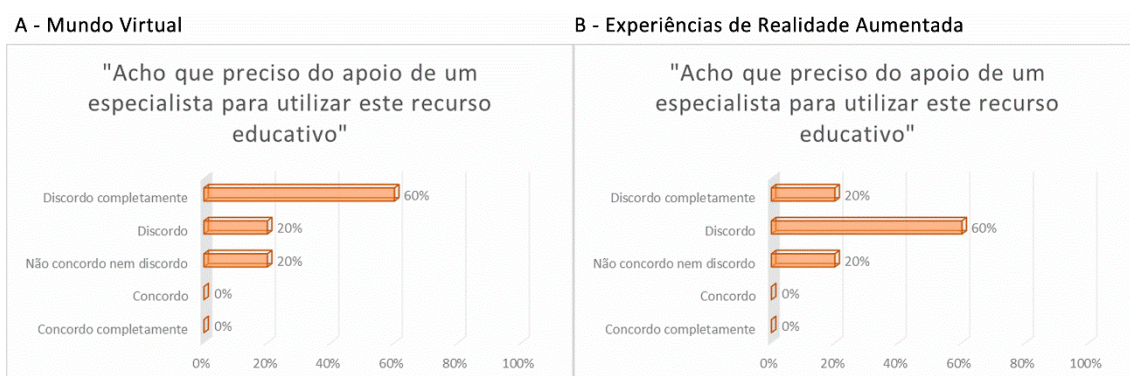


Figura 7.34 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 8

- Facilidade de aprendizagem na utilização do recurso

A facilidade de aprendizagem pode ser percecionada através das respostas às declarações três - "Acho que o recurso educativo foi muito fácil de utilizar", sete - "Acho que a maior parte

das pessoas aprenderiam a utilizar este recurso educativo com facilidade” e dez - “Tive que aprender muitas coisas antes de poder usar este recurso educativo”.

Os resultados relativos à declaração três revelam: No que respeita ao MV, 60% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, 20% não concorda nem discorda, 0% discorda e 0% discorda completamente, Figura 7.35-A. No que respeita às experiências de RA, 80% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, Figura 7.35-B.

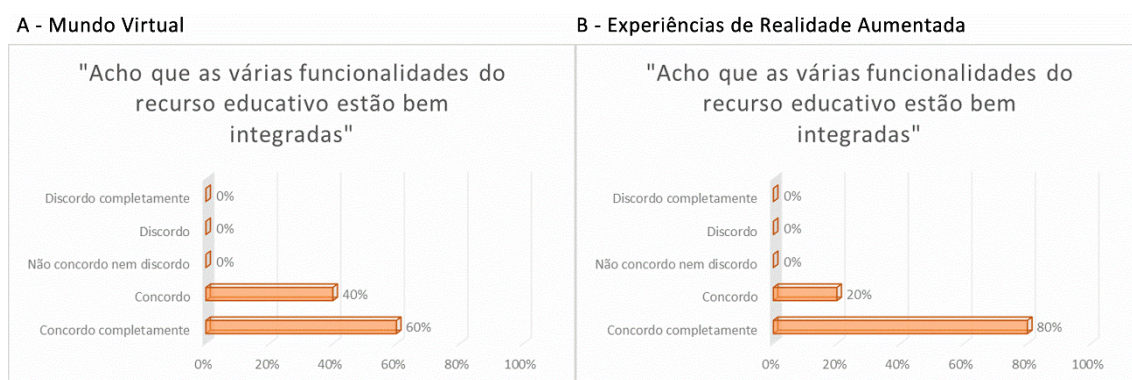


Figura 7.35 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 3

Os resultados relativos à declaração sete revelam: No que respeita ao MV, 80% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, Figura 7.36-A. No que respeita às experiências de RA, 20% dos alunos concorda completamente, 60% concorda, 0% não concorda nem discorda, 0% discorda e 20% discorda completamente, Figura 7.36-B.

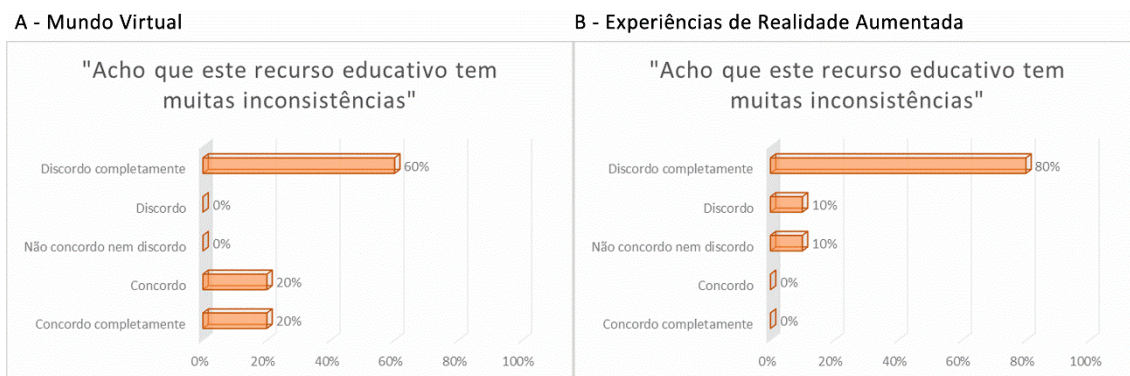


Figura 7.36 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 7

Os resultados relativos à declaração dez revelam: No que respeita ao MV, 100% dos alunos concorda completamente, Figura 7.37-A. No que respeita às experiências de RA, 60% dos alunos concorda completamente, 40% concorda, Figura 7.37-B.

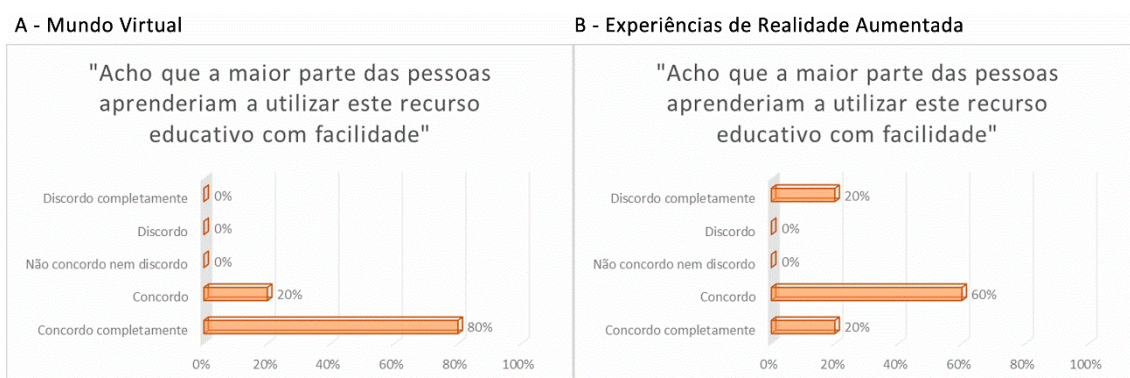


Figura 7.37 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 10

- Funcionalidade/consistência

A funcionalidade/consistência da interface pode ser percecionada através das respostas às declarações cinco - “Acho que as várias funcionalidades do recurso educativo estão bem integradas” e seis - “Acho que este recurso educativo tem muitas inconsistências”.

Os resultados relativos à declaração cinco revelam: No que respeita ao MV, 60% dos alunos concorda completamente e 40% concorda, Figura 7.38-A. No que respeita às experiências de RA, 80% dos alunos concorda completamente e 20% concorda, Figura 7.38-B.

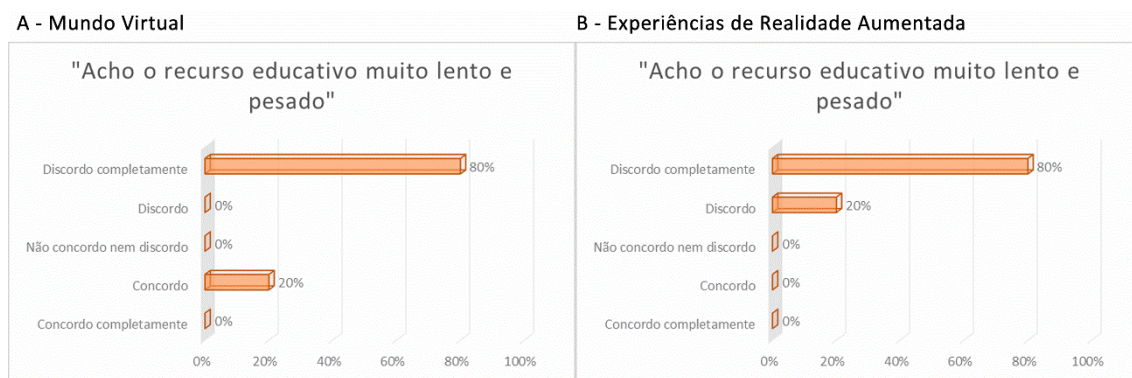


Figura 7.38 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 5

Os resultados relativos à declaração seis revelam: No que respeita ao MV, 20% dos alunos concorda completamente, 20% concorda, 0% não concorda nem discorda, 0% discorda e 60% discorda completamente, Figura 7.39-A. No que respeita às experiências de RA, 0% dos alunos concorda completamente, 0% concorda, 10% não concorda nem discorda, 10% discorda e 80% discorda completamente, Figura 7.39-B.

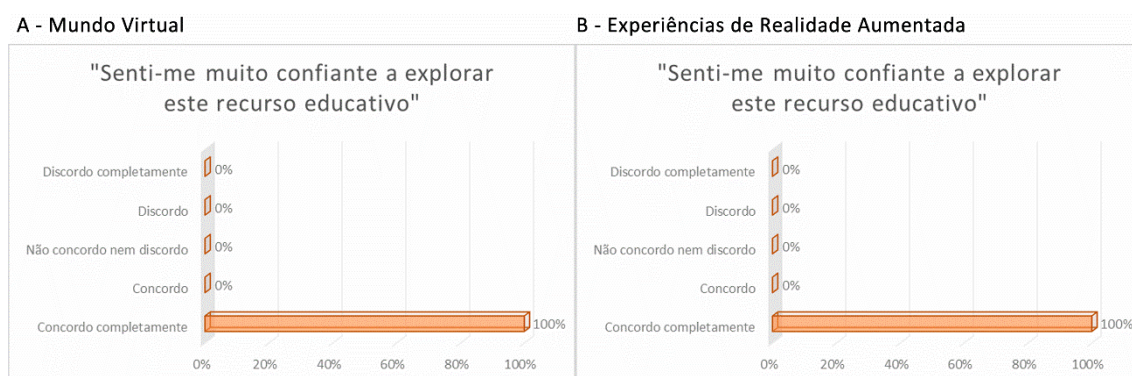


Figura 7.39 - System Usability Scale, mundo virtual e experiências de realidade aumentada, declaração 6

- Confiança

A confiança dos utilizadores pode ser percecionada através da resposta à declaração nove - “Senti-me muito confiante a explorar este recurso educativo”.

Os resultados relativos à declaração nove revelam: No que respeita ao MV, 100% dos alunos concorda completamente, Figura 7.40-A. No que respeita às experiências de RA, 100% dos alunos concorda completamente, Figura 7.40-B.

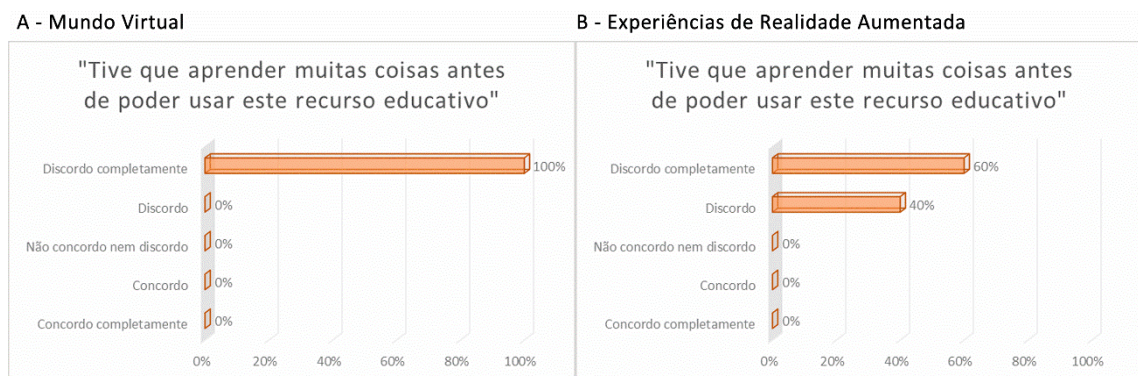


Figura 7.40 - System Usability Scale, Galeria Virtual, declaração 9

Embora o objetivo dos testes de usabilidade não fosse comparar as perceções relativamente ao MV e às experiências de RA, uma análise comparativa dos parâmetros observados ilustra algumas diferenças entre ambos, Figura 7.41. Foram consideradas as médias de perceções positivas relativamente à satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, funcionalidade/consistência e confiança. Os resultados da comparação evidenciam que o MV originou perceções menos positivas no que concerne à facilidade de aprendizagem na utilização do recurso e funcionalidade/consistência, do que a RA.

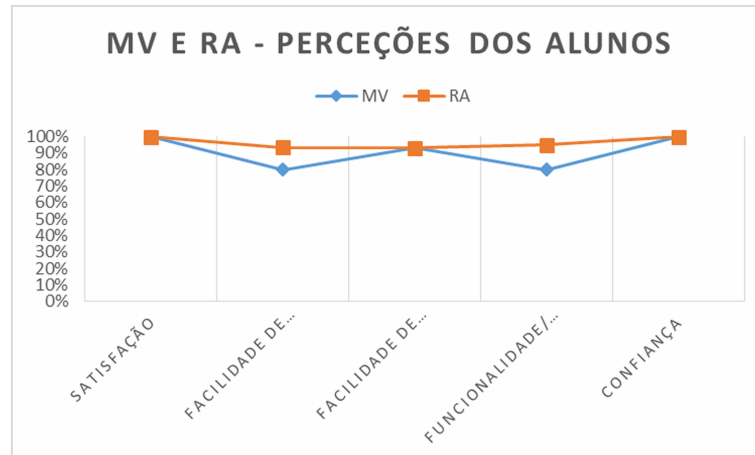


Figura 7.41 - Usabilidade do MV e das experiências de RA, comparação das percepções dos alunos relativamente a satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem na utilização do recurso, funcionalidade/consistência e confiança¹²⁶

7.3.2. Discussão dos Resultados - Questionário

A pontuação obtida no *System Usability Scale* (SUS) relativamente ao protótipo do MV, denominado Galeria Virtual, é 93,3. Este resultado permite classificar a aplicação como um sistema de classe A – Produto/sistema excepcional em termos de usabilidade (Bangor et al., 2009).

A pontuação obtida no SUS relativamente às experiências de realidade aumentada é 93,7. Este resultado permite classificar a aplicação como um sistema de classe A – Produto/sistema excepcional em termos de usabilidade.

Uma análise aprofundada a cada item do SUS permite refletir nas percepções dos alunos em parâmetros como satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, funcionalidade/consistência da interface e confiança. Esta análise revela percepções muito positivas dos utilizadores em relação a todos estes parâmetros, com especial destaque relativamente à satisfação (100%) e confiança (100%), tanto no que respeita à experiência no MV como às experiências de RA. Verificou-se que as percepções relativamente à facilidade de utilização e funcionalidade/consistência são menos positivas no MV, um resultado consistente com as dificuldades sentidas pelos participantes durante a exploração, nomeadamente baixas

¹²⁶ Fonte: Autor.

taxas de atualização do ecrã (contribuindo para um movimento pouco fluído e errático do avatar) e a dificuldade em posicionar o avatar na “posição certa” para ler os textos disponibilizados ou interagir com os botões de ação.

7.3.3. Síntese dos Resultados – Observação

No que respeita à experiência no MV, todos os participantes completaram as tarefas propostas dentro do tempo limite. O nível de sucesso foi de 100%. Contudo, os resultados da observação das interações e comentários dos alunos contribuíram para a deteção de problemas a resolver no MV, nomeadamente:

- (a) O tipo de letra que identifica o nome dos compositores é muito pequena. Os alunos apenas conseguiam ler depois de aproximar o avatar do expositor.
- (b) Os botões de interação no painel central são difíceis de usar, pois o avatar fica posicionado mesmo em frente deles, impossibilitando utilizar cursor para interagir. Nesse sentido os botões deverão ser reposicionados no expositor.
- (c) As taxas de atualização do ecrã mantiveram-se entre os 10 e os 15 quadros por segundo, e os alunos comentaram que o movimento do avatar não era suave “(...) o boneco anda aos saltinhos (...)”, “(...) o avatar parece que desliza (...)”.

Relativamente às experiências de RA, verificou-se igualmente que todos os participantes completaram as tarefas dentro do tempo limite. O nível de sucesso foi de 100%. No âmbito da experiência verificou-se que um dos dispositivos móveis não foi capaz de fazer a ligação à internet da escola por WiFi (como não tinha pacote de dados, o dispositivo foi substituído por um *tablet*). A ligação pela rede da escola é relativamente lenta, alguns participantes tiveram que aguardar algum tempo para que as auras carregassem “(...) isto está lento (...)”, “(...) estou farto de esperar (...)”. Verificou-se que nem todos os alunos sabiam focar a imagem de treino “(...) isto não está a dar (...)”, o que criou alguma dificuldade inicial no acesso aos conteúdos.

7.3.4. Discussão dos Resultados - Observação

No que concerne à experiência no MV, através da observação foi possível detetar alguns aspetos relativos à interface que requerem uma intervenção na seguinte iteração de desenvolvimento, embora nenhum desses aspetos seja considerado uma falha grave em termos de usabilidade. Relativamente ao problema assinalado em (a), a resolução requer a alteração dos painéis do expositor central, em todos os expositores, aumentando o tamanho da fonte. No que concerne ao problema assinalado em (b) é necessário reposicionar todos os botões do expositor central, em todos os expositores, deslocando-os para uma zona em que a silhueta do avatar não bloqueie o posicionamento do cursor de interação. Finalmente, relativamente ao problema identificado em (c), tendo em conta que os computadores das escolas públicas não deverão ser atualizados a curto prazo, podem encarar-se duas abordagens: Por um lado otimizar os objetos digitais no MV para diminuir os tempos de carregamento e fluidez dos gráficos, por outro, ponderar a reconstrução do MV numa linguagem/norma mais eficiente que a *Virtual Reality Markup Language* (VRML), por exemplo, recorrendo à norma X3DOM inscrita em páginas HTML5.

Relativamente às experiências de RA, os problemas constatados, embora menores, podem ser alvos de melhoria. A ligação à internet é um dos entraves. Em contextos escolares, nem sempre a ligação é rápida e fiável, o que pode condicionar o acesso às experiências de RA. Nesse sentido, na segunda iteração de desenvolvimento serão ponderadas as seguintes possibilidades: otimização dos conteúdos multimédia, no sentido de obter carregamentos mais rápidos ou criar experiências de RA que podem ser descarregadas apenas uma vez, através de uma *app*, recorrendo, por exemplo, à plataforma Vuforia para a elaboração das experiências de RA. De um modo geral, o funcionamento das experiências de RA foi excelente, verificando-se grande robustez e fiabilidade tanto nas auras criadas com a plataforma Aurasma, como relativamente à *app* Aurasma.

Em síntese, a observação permitiu constatar que, relativamente à experiência no MV, os participantes dominam a utilização do computador, sabem orientar-se num espaço 3-D, controlar com desenvoltura os avatares e procuram autonomamente as opções de

interatividade. No que respeita às experiências de RA, conhecem bem os seus dispositivos móveis e conseguem utilizar programas e a função *touch* com desenvoltura.

Foi possível apreciar altos níveis de motivação e entusiasmo “(...) isto é mesmo fixe (...)”, “(...) também podia haver nas outras disciplinas (...)”, “(...) assim aprender nem parece aprender (...)”, “gostava de utilizar sempre (...) na realização de ambas as experiências.

O facto de todos os alunos terem completado as tarefas com sucesso dentro do tempo limite, sem terem tido qualquer tipo de experiência anterior, sugere que o MV e as experiências de RA cumprem com os requisitos básicos de usabilidade pedagógica, nomeadamente facilidade de utilização e facilidade de aprendizagem na utilização do recurso.

7.4. Estudo Experimental

O desempenho na aprendizagem foi medido tendo em conta a aquisição e retenção de conhecimento. Esta decisão tem por base as linhas orientadoras definidas por Parsons e Cole (2005), que defendem a utilização de testes de compreensão simples para comparar diferentes representações da informação. Por outro lado, este é um processo utilizado recorrentemente no sistema de ensino português ao nível do 2.º Ciclo do Ensino Básico e portanto familiar aos alunos.

As questões dos testes seguiram uma estrutura de verdadeiro/falso e de preenchimento de lacunas. Os testes estavam graduados de 0 a 100 e a aquisição de conhecimento/retenção foi medida através dos ganhos comparativos entre o pré-teste e o pós-teste. Apenas um dos temas foi trabalhado previamente em sala de aula (Carl Orff). Os restantes ainda não tinham sido abordados.

A partir do questionário incluído nos pós-testes foi possível caracterizar os participantes na experiência. O Quadro 7.1 descreve os participantes no estudo experimental.

Quadro 7.1 - *Participantes no estudo experimental*

Género		Idade				Nível de ensino	
Masculino	Feminino	9	10	11	12	Outras	5.º Ano
19 (63,3%)	11 (36,7%)	6 (20%)	21 (70%)	2 (6.7%)	1 (3.3%)	0 (0%)	30 (100%)

Relativamente ao género verifica-se uma maioria de participantes do género masculino (63,3%). No que concerne às idades, a maioria dos alunos tem dez anos, idade esperada para este nível de ensino.

O quadro 7.2 e a Figura 7.42 apresentam uma descrição das pontuações dos testes. As baixas pontuações nos pré-testes são consistentes com o que era esperado, tendo em conta que os alunos tinham abordado apenas um tópico em contexto de sala de aula.

Quadro 7.2 - *Descrição dos resultados dos pré-testes e dos pós-testes*

	Pré-testes (pontuações)			Pós-testes (pontuações)			Ganhos (pontuações)		
	M	Min	Max	M	Min	Max	M	Min	Max
Grupo X	41,8%	25%	52%	41,9%	21%	63%	0.1%	-0.4%	11%
Grupo Y	44,6%	38,5%	54,5%	55,6%	45%	65%	11%	6,5%	10.5%
Grupo Z	42,2%	35%	52%	60,1%	47%	70%	17,9%	12%	18%

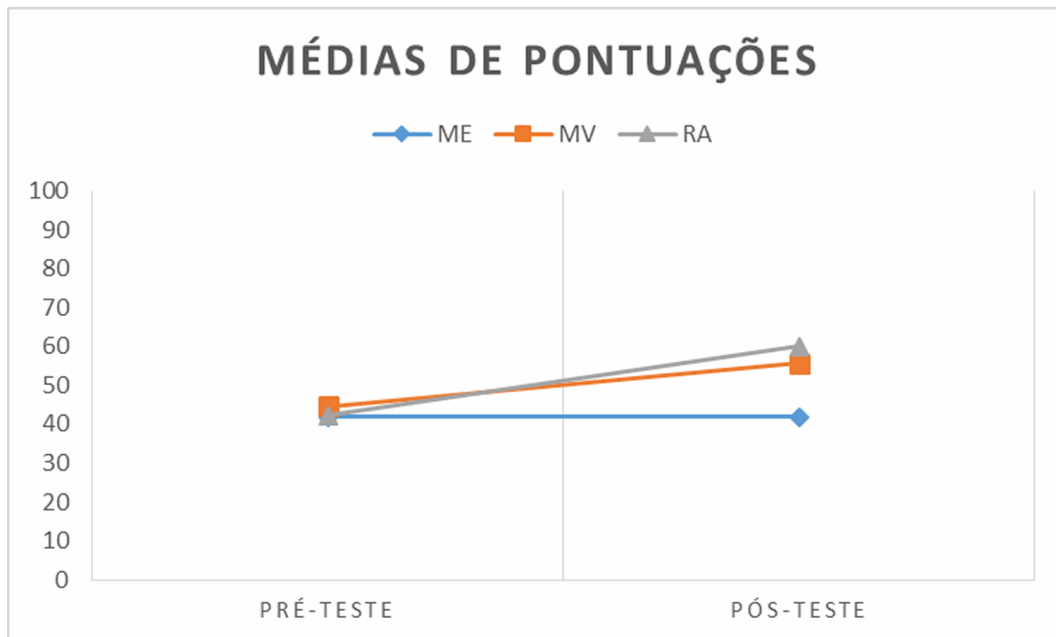


Figura 7.42 - Comparação dos pré-testes e pós-testes (ME - manual escolar), (MV - mundo virtual) e (RA - experiências de realidade aumentada)¹²⁷

No contexto do presente estudo, não foram conduzidos testes de hipóteses, tais como o *Teste t de Student* (Marconi & Lakatos, 2015), ou o *Wilcoxon signed-rank test*, um teste estatístico não paramétrico de verificação de hipóteses. Contudo, será uma opção desejável numa eventual replicação do estudo, considerando que este processo permitirá, ou não, obter evidência estatística que as abordagens de ensino conduzem a melhorias na aprendizagem.

Os resultados demonstram que as três abordagens de ensino, A – Recursos educativos tradicionais (grupo X), B – Recursos educativos baseados em MV (grupo Y) e C – Recursos educativos baseados em RA (grupo Z) tiveram efeitos diferentes na aprendizagem. A linha de base relativamente aos conhecimentos prévios era muito semelhante nos três grupos. Os ganhos médios nas pontuações foram respetivamente de 0,1% no grupo X, considerado de controlo, 11% no grupo Y e 17,9% no grupo Z.

¹²⁷ Fonte: Autor

Estes resultados sugerem que a abordagem recorrendo ao manual escolar teve um efeito muito ténue na aprendizagem, enquanto as abordagens baseadas em MV e a RA tiveram efeitos consideravelmente mais positivos.

Foram colocadas três questões visando a experiência de utilizador no fim dos pós-testes (grupo Y e Z). Os resultados permitem constatar que uma grande maioria dos utilizadores perceciona as abordagens baseadas em MV e RA como úteis, fáceis de utilizar e como recursos de aprendizagem que gostariam de utilizar no futuro, Quadros 7.3 e 7.4.

Quadro 7.3 - Retorno dos participantes relativamente à experiência no mundo virtual Galeria Virtual

A Galeria Virtual é um recurso útil para a aprendizagem				
Concordo completamente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo completamente
8 (80%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
A Galeria Virtual é um recurso muito complicado e difícil de utilizar				
0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	7 (70%)
Gostarias de utilizar este tipo de recurso educativo no futuro?				
10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Quadro 7.4 - Retorno dos participantes relativamente às experiências de realidade aumentada

As experiências de realidade aumentada são um recurso útil para a aprendizagem				
Concordo completamente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo completamente
10 (100%)	0 (0%)	0 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
As experiências de realidade aumentada são um recurso muito complicado e difícil de utilizar				
0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	9 (90%)
Gostarias de utilizar este tipo de recurso educativo no futuro?				
10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Os resultados do estudo sugerem que as abordagens baseadas em MV e RA poderão contribuir para uma melhor aprendizagem relativamente ao método de ensino baseado unicamente no manual escolar (0.1%), embora com efeitos moderados, traduzidos nos ganhos médios: MV (11%), experiências de RA (17,9%).

No que concerne à experiência com o MV, o impacto positivo pode ser atribuído à presença de efeitos potenciadores da aprendizagem descritos na literatura, tais como a motivação (Ribeiro, 2010; Silva 2010; Pessoa, 2013), a interação (Ribeiro, 2010), a possibilidade de criar aprendizagens situadas (Dickey, 2003; Chaka, 2012), as atitudes favoráveis dos alunos (Moura e Carvalho, 2007; Silva, 2010) ou a exposição a novas abordagens de ensino (Marques, 2011; Barker 2012).

Relativamente às experiências de RA, o impacto positivo na aprendizagem pode ser explicado pela presença de elementos que influenciam as aprendizagens positivamente, tais como a imersão natural e motivadora do utilizador (Zorzal et al., 2005; Lee, 2012), a combinação de objetos físicos e virtuais (Dunleavy et al., 2009), a transformação de qualquer contexto de aprendizagem numa experiência de aprendizagem multimédia (Cruz-Cunha et al., 2010), a facilitação da compreensão de conteúdos presentes em manuais escolares (Veloso, 2011), a interação entre ambientes reais e virtuais (Kesim & Ozarslan, 2012); uma nova forma de manipulação dos objetos de aprendizagem (Corrêa et al., 2012), o sentido de presença, imediatismo e imersão (Wu et al. 2013), a melhoria da concentração e capacidade de memorização, maior envolvimento e aprendizagem com menor esforço cognitivo (Di Serio et al., 2013).

Apesar de os protótipos se basearem em recursos digitais multimédia elaborados de acordo com os princípios enunciados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM), o estudo experimental não foi desenhado para descobrir se os efeitos na aprendizagem eram exclusivamente decorrentes da aplicação dos seus princípios¹²⁸. Por outro lado, a reduzida amostra ($n=10$) e o facto de o teste focar apenas a aquisição e retenção de conhecimento a curto prazo são igualmente limitações do estudo experimental.

¹²⁸ A abordagem teria que incluir necessariamente um conjunto de experiências que seguissem e violassem esses princípios.

Relativamente à experiência do utilizador, constatou-se que os participantes consideram os recursos educativos baseados em MV e RA como úteis, simples e fáceis de utilizar, manifestando muito interesse em utilizar no futuro recursos deste género.

8. Conclusões

Neste capítulo são apresentadas as conclusões decorrentes da presente investigação, as quais apontam, de acordo com os resultados obtidos, para as respostas aos objetivos do estudo. São ainda apresentadas as principais dificuldades e limitações, bem como sugestões de trabalho futuro que permita responder a questões que o presente trabalho deixa em aberto.

O ponto de partida para esta investigação, realizada no âmbito do curso de Doutoramento em Média-Arte Digital (DMAD), teve origem na constatação da necessidade de integrar nos processos de ensino-aprendizagem de Educação Musical (EM) recursos educativos inovadores baseados nas Tecnologias de Informação e Comunicação, que sejam complementos didático-pedagógicos motivadores, facilitadores das aprendizagens e adequados aos alunos do século XXI. Esta constatação, baseada numa carreira profissional na área do ensino da música no 2.º Ciclo do Ensino Básico foi um dos fatores que contribuiu para a publicação do CD-ROM *Musicalis* pela Porto Editora em 2005. Uma versão atualizada desta aplicação foi alvo de um estudo de desenvolvimento em 2012, no âmbito do Curso de Mestrado em Tecnologias de Informação e Comunicação - Comunicação Multimédia. No panorama editorial atual, existe grande interesse das editoras em formatos diferentes do CD/DVD-ROM, nomeadamente em aplicações baseadas na internet e dispositivos móveis. Nesse contexto, a presente investigação encerra um ciclo de desenvolvimento, recorrendo agora a tecnologias consideradas emergentes no ensino, os Mundos Virtuais (MV) e a Realidade Aumentada (RA) como suportes de desenvolvimento.

A presente tese de doutoramento tinha como objetivo conhecer como recursos educativos baseados nas tecnologias de Mundos Virtuais (MV) e Realidade Aumentada (RA) podem contribuir para os processos de ensino-aprendizagem na disciplina de Educação Musical (EM) no 2.º Ciclo do Ensino Básico. Nesse sentido foram formuladas quatro questões de investigação, concretamente pretendia-se conhecer: *(i)* quais as atitudes dos professores de EM perante recursos educativos baseados em MV e RA; *(ii)* o nível de utilização de computadores e dispositivos móveis, pelos alunos, bem como as suas perceções relativamente a estes dispositivos em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade; *(iii)*

como os alunos reagem aos protótipos em termos de usabilidade e, finalmente, (iv) quais os efeitos na aprendizagem decorrentes da utilização deste tipo de recursos. Para esse objetivo, a investigação centrou-se no desenvolvimento de um protótipo de um MV e de um conjunto de experiências de RA. Os protótipos foram implementados em contexto educativo numa escola do ensino básico no norte de Portugal, envolvendo alunos e professores, tendo contado com o apoio e colaboração da direção do agrupamento de escolas.

A revisão de literatura visou conhecer o nível de utilização das tecnologias de MV e RA em contextos de ensino-aprendizagem, bem como as suas oportunidades e constrangimentos. Através de critérios de pesquisa, foram selecionados estudos considerados representativos a partir dos quais se elaborou um panorama da utilização, oportunidades e desafios dos MV e da RA.

O potencial dos MV tem sido explorado sobretudo através de plataformas como o Second Life e OpenSimulator, envolvendo diferentes abordagens em diferentes níveis de ensino, do ensino básico ao superior. Contudo, a popularidade destas plataformas contribuiu para a promoção do interesse em ferramentas de criação de avatares e ambientes virtuais baseados em VRML ou X3D, sendo atualmente possível criar mundos virtuais baseados em recursos gratuitos (Fernandes, 2015). A partir da revisão de literatura, constata-se que os MV têm sido amplamente utilizados em diferentes abordagens educacionais, concretamente: Para explorar o potencial do ensino a distância (Dickey, 2005; Cação, 2009; Ribeiro, 2010); na promoção da aprendizagem de línguas estrangeiras (Moura & Carvalho, 2007; Silva 2010; Baek & Kim, 2012, Cruz-Lara et al., 2012); na área das bibliotecas e educação (Boulos et al., 2007); na área do estudo das interações sociais (Bettencourt & Abade, 2008; Pita, 2008); como suporte à construção de expressões matemáticas (Fishwick & Park, 2009); como plataforma isenta de riscos e constrangimentos para os utilizadores (Garcia-Murillo & McInnes, 2009); como um espaço de aprendizagem com enorme potencial criativo (Baker, Wentz & Woods, 2009); como um processo de manter o ensino relevante para os alunos da geração do milénio (Harris & Rea, 2009; Marques, 2011); como suporte à criação de espaços e ferramentas adequados às novas necessidades educativas e sociais (Oliveira, 2009); como local privilegiado para o estabelecimento do sentido de comunidade (Santos, 2010); como suporte para ensino formal e informal (Mateus, 2010; Webster, 2015); como ferramenta complementar às práticas

de lecionação tradicionais (Silva, 2010); como plataforma para implementação de abordagens construtivistas (Ibáñez et al., 2011); como suporte à aplicação de pedagogias diferenciadas para alunos com diferentes perfis (Rufer & Adams, 2012); na promoção de ambientes de aprendizagem centrados nos alunos (Stoerger, 2012, Park, 2012); como ambiente para o desenvolvimento de aprendizagens situadas (Chaka, 2012); como suporte a aprendizagens motivadas (Pessoa, 2013); como recurso didático na área do ensino artístico (Rocha, 2014; Fernandes, 2015) e na educação de crianças (Hachak & Baraniewicz, 2015). A revisão de literatura permitiu identificar inúmeras oportunidades, mas também desafios e constrangimentos inerentes à utilização dos MV em situações de ensino-aprendizagem. No que concerne às oportunidades, constata-se que os MV podem facilitar: Processos de ensino a distância (Cação, 2009, Cruz, 2015), a implementação de contextos de ensino formais ou informais (Mateus, 2010), situações de ensino experimental (Warburton, 2009), aprendizagens situadas (Chaka, 2012) e ambientes colaborativos de aprendizagem (Dickey, 2003; Fishwick & Park, 2009); a expansão das aprendizagens além dos limites da aprendizagem curricular (Moura & Carvalho, 2007); aplicações educacionais criativas (Boulos et al., 2007); novas modalidades de interação social (Bettencourt & Abade, 2008); correr riscos num ambiente seguro, dar e receber ajuda, aplicar o conhecimento obtido em situações do mundo real (Garcia-Murillo & McInnes, 2009); aprendizagem cooperativa ou gamificada (Warburton, 2009); o incremento da motivação, interação e colaboração (Ribeiro, 2010); aprendizagens centradas nos alunos (Park, 2012), aprendizagens informativas e desafiantes (Barker, 2012) e abordagens de ensino construtivistas (Stoerger, 2012). No que respeita aos constrangimentos, foram identificados desafios relativamente à interface 3-D e à interação homem-máquina (Fishwick & Park, 2009); problemas técnicos derivados da complexidade destes ambientes, problemas de identidade, culturais, de colaboração, de tempo, económicos e de padrões (Warburton, 2009); a necessidade de aquisição de competências novas pelos utilizadores, a segurança das redes e a sobrecarga de dados que o 3-D exige aos computadores dos utilizadores (Cruz, 2015).

No que concerne à RA, agora largamente acessível devido à evolução da tecnologia de computadores, constata-se que tem sido utilizada com sucesso em inúmeras abordagens, nomeadamente: Como suporte à aprendizagem da música (Zorzal et al., 2005; Corrêa et al.,

2012); no ensino das ciências (Kerawalla et al., 2006; Veloso 2011, Wojciechowski & Cellary, 2013; Kai et al., 2014); na geometria descritiva (Figueiredo, 2007); em contextos de ensino baseados em jogos (Cavanaugh, 2009); como ferramenta de suporte à aprendizagem associada a conteúdos multimédia interativos (Cruz-Cunha et al., 2010); como um plataforma de baixo custo para a visualização de diferentes objetos de aprendizagem (El Sayed, Zayed, & Sharawy, 2011); como meio ubíquo para fornecer aos alunos informação específica comilada a partir de várias fontes (Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson); como auxiliar a processos de aquisição e retenção de conhecimentos pelos alunos (Costa et al., 2012); como meio de combinar a tecnologia com recursos educacionais tradicionais combinando mundos físicos e virtuais (Kesim & Ozarslan, 2012); como um suporte a abordagens de ensino inovadoras em diferentes contextos de tempo e espaço (Lee, 2012); como simulador de interações realísticas entre objetos virtuais (Imbert et al., 2013); como suporte à visualização de modelos 3-D (Redondo et al., 2013) e vídeos destinados a melhorar a compreensão de tópicos de estudo (Kose et al., 2013); como suporte à aprendizagem dos números (Tomi & Rambli, 2013); como suporte à construção de conhecimento (Lin et al., 2013); com plataforma de trabalho colaborativo (Matcha & Rambli, 2013); como fator de promoção da motivação, atenção, confiança e satisfação nos alunos (Di Serio et al., 2013); como suporte a processos de auto-aprendizagem (Redondo et al., 2013); na aprendizagem da matemática (Salinas et al., 2013; Noval, 2013; Sommerauer & Müller, 2014; Figueiredo et al., 2015), do electromagnetismo (Ibãñez et al, 2014) e da eletricidade (Ibãñez et al., 2015) e como processo de desenvolvimento motor para crianças com incapacidades (Lin & Chang, 2015). A RA, tal como os MV, apresenta um conjunto de oportunidades para os processos de ensino-aprendizagem, mas também desafios e constrangimentos. Relativamente às oportunidades, constata-se que a RA pode facilitar: A transição entre o mundo real e virtual (Billinghurst, 2002); a criação de programas específicos para aprendizagem (Zorzal et al., 2005); a criação de ambientes de aprendizagem híbridos, combinando objetos virtuais e físicos (Dunleavy et al., 2009); aprendizagens em contexto formal ou informal (Cruz-Cunha et al., 2010); a transformação de materiais impressos em fontes dinâmicas de informação multimédia (Kesim & Ozarslan, 2012); novas formas de manipulação dos objetos de aprendizagem, imediatismo e imersão, aprendizagens colaborativas e situadas, visualização de conteúdos através de perspetivas 3-D (Wu et al,

2013), a melhoria da concentração e capacidade de memorização dos alunos e melhores níveis de envolvimento nas aprendizagens com menor esforço cognitivo (Di Serio et al., 2013). No que concerne aos constrangimentos, constata-se que persiste a necessidade de os educadores trabalharem com os investigadores no sentido de descobrir como as oportunidades inerentes à RA podem ser exploradas em ambientes escolares (Billingham, 2002; Kesim & Ozarslan, 2012); alguma dificuldade inerente à complexidade na implementação de conteúdos pedagógicos através da RA (Dunleavy et al., 2009); necessidade de evolução do atual modelo de ensino-aprendizagem, abraçando e aproveitando as conquistas tecnológicas das TIC utilizando o seu potencial para enriquecer a experiência de aprendizagem (Cruz-Cunha et al., 2010); necessidade de ferramentas de desenvolvimento fáceis de utilizar por professores e alunos (Yuen et al., 2011); a necessidade de desenvolvimento de conteúdos educativos em áreas diversificadas (Wu et al., 2013).

Os resultados da revisão de literatura sustentam a existência de inúmeras áreas de aplicação e oportunidades associadas aos MV e à RA em contexto educativo. Contudo, constata-se igualmente desafios e constrangimentos que requerem um esforço continuado no desenvolvimento de recursos educativos e a continuação do trabalho de investigação na área, no sentido de determinar os processos mais eficazes de captar o potencial educativo destas tecnologias.

O estudo empírico foi desenhado com o objetivo de responder às questões de investigação (i), (ii), (iii) e (iv). Para o efeito foram utilizadas abordagens qualitativas e quantitativas e um conjunto de instrumentos de recolha de dados. O estudo incluiu uma investigação preliminar, um estudo de usabilidade e um estudo experimental. A investigação preliminar tinha o duplo objetivo de conhecer as atitudes dos professores de EM relativamente a recursos educativos baseados em MV e RA, e o atual nível de utilização de computadores e dispositivos móveis pelos alunos. O estudo de usabilidade pretendia conhecer as reações dos alunos aos protótipos em termos de usabilidade, focando parâmetros como satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, funcionalidade/consistência da interface e confiança. Finalmente, o estudo experimental pretendia comparar que efeitos ocorrem na aprendizagem, em termos de aquisição e retenção de conhecimentos, quando se utilizam

recursos de ensino tradicionais (manual escolar), baseados em MV (Galeria Virtual) e em RA (experiências de realidade aumentada).

Relativamente às percepções dos professores de EM, o estudo permitiu concluir que, apesar dos docentes não terem uma grande familiaridade com as TIC e desconhecerem por completo as tecnologias e aplicações educacionais dos MV e da RA, valorizam e utilizam regularmente os recursos educativos digitais disponibilizados pelas editoras, ou reunidos pelos próprios. No que concerne à utilização de recursos educativos e abordagens recorrendo às tecnologias de MV e RA, mostram-se recetivos mas com algumas reservas, sobretudo relacionadas com a noção de que precisam de investir em formação no sentido de dominarem a manipulação deste tipo de recursos em contexto educativo.

No que respeita à utilização de computadores e dispositivos móveis, os resultados sugerem que os alunos têm acesso em larga escala a estes recursos e que os utilizam regularmente, quer em casa, quer na escola. Verificou-se que em ambiente escolar, são os computadores os recursos mais utilizados, facto relacionado com a proibição de utilização de dispositivos móveis em contexto formal¹²⁹. Estes recursos, computadores e dispositivos móveis, são utilizados sobretudo para atividades de lazer, entretenimento e comunicações, sendo utilizados com menor frequência para realização de trabalhos escolares. Em qualquer das situações, estes recursos são percecionados muito positivamente pelos alunos em relação a parâmetros de interesse/satisfação e valor/utilidade. Neste contexto, os resultados sugerem que existem condições logísticas e motivacionais, para a utilização de recursos educativos baseados em MV e RA.

O estudo de usabilidade procurava conhecer as reações dos alunos aos protótipos do MV e de RA, focando parâmetros de satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, funcionalidade/consistência da interface e confiança. As pontuações obtidas no *System Usability Scale* (SUS) foram de 93,3 relativamente ao MV e 93,7 no que concerne às experiências de RA, o que as define como sistemas de Classe A em termos de usabilidade, satisfazendo os requisitos de usabilidade pedagógica dos protótipos. As percepções em relação a parâmetros como satisfação e confiança foram extremamente positivas relativamente ao

¹²⁹ De acordo com o regulamento interno do agrupamento.

MV (100%) e às experiências de RA (100%). Comparativamente, constatou-se que as percepções relativamente à facilidade de utilização e funcionalidade/consistência da interface foram ligeiramente mais positivas relativamente às experiências de RA. Ainda no âmbito do estudo de usabilidade, através do método de observação, foi possível identificar questões de usabilidade relativamente à interface dos protótipos, as quais serão implementadas nas seguintes iterações de desenvolvimento.

Finalmente, no que concerne ao estudo experimental, os resultados sugerem que as abordagens de ensino recorrendo a recursos educativos baseados em MV e RA tiveram um impacto positivo nas aprendizagens, embora não confirmado estatisticamente, comparativamente à abordagem tradicional baseada no manual escolar. Relativamente à experiência de utilizador verificaram-se percepções muito positivas relativamente à simplicidade e facilidade de utilizar os protótipos, tendo os participantes manifestado grande interesse em voltar a utilizar este tipo de recursos no futuro.

Em síntese, os resultados da investigação sugerem que as tecnologias de MV e de RA podem ser efetivamente utilizadas com sucesso em contextos de ensino-aprendizagem, sustentando inúmeras abordagens inovadoras em diversas áreas e que apresentam um conjunto de oportunidades únicas para os processos de ensino-aprendizagem. Por outro lado, constata-se que os professores de EM estão recetivos à utilização de recursos educativos baseados nestas tecnologias, que existem condições logísticas e recetividade entre os alunos para a sua utilização no 2.º Ciclo do Ensino Básico, que os protótipos utilizados são robustos e fiáveis, cumprindo normas de usabilidade pedagógica e, finalmente, que recursos educativos baseados em MV e RA podem contribuir positivamente para a melhoria das aprendizagens na disciplina de Educação Musical, sendo percecionados pelos alunos como fáceis de utilizar/aprender e como recursos que gostariam de utilizar no futuro.

O principal contributo desta tese para o alargamento do conhecimento científico, reside na evidência das inúmeras *affordances* educacionais de recursos educativos e abordagens de ensino baseadas em MV e RA. Por outro lado evidencia toda uma experiência de utilização destes recursos, designadamente no 2º ciclo do ensino básico, o que constitui um exemplo de

uma prática pedagógica inovadora, inexistente, ou pouco comum, no contexto escolar português.

De salientar ainda que, embora o presente estudo tenha incidido na disciplina de Educação Musical, o processo de desenvolvimento e implementação descrito poderá ser facilmente replicado em outras áreas disciplinares e/ou níveis de ensino, contribuindo para que os professores, em geral, estabeleçam pontes entre esta experiência específica e as suas áreas curriculares, renovando e inovando a sua prática pedagógica.

A presente investigação foi naturalmente condicionada pelas limitações inerentes à complexidade geral dos ambientes educacionais. Uma das dificuldades encontradas foi a criação de momentos para a realização do estudo, pois a agenda escolar dos alunos é atualmente muito sobrecarregada. Nesse contexto, as amostragens tiveram que ser equacionadas em função de critérios de exequibilidade, decorrentes não só de imposições temporais mas também de recursos físicos. Embora os protótipos tivessem sido elaborados de acordo com os princípios enunciados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM), o estudo experimental não permite concluir que os resultados obtidos decorrem unicamente da TCAM. Para esse efeito, seria necessário criar recursos que cumprissem e violassem deliberadamente estes princípios.

Como trabalho futuro, entende-se como desejável a implementação das versões finais dos protótipos, a realização de testes heurísticos relativamente à sua usabilidade e o alargamento do estudo a outras comunidades educativas, áreas disciplinares e níveis de ensino. No que concerne ao estudo experimental, os efeitos observados na aprendizagem foram apenas a aquisição e retenção a curto prazo da informação. Considera-se importante continuar esta linha de investigação, focando outros aspetos da aprendizagem, como por exemplo, a compreensão e a aplicação de conhecimentos.

Bibliografia

- (DGEEC), D.-G. de E. da E. e C., & (DSEE), D. de S. de E. da E. Perfil docente 2013/2014 (2015). Retrieved from [http://www.dgeec.mec.pt/np4/98/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=148&fileName=DGEEC_DSEE_DEEBS_DEES_2015_PerfilDocente.pdf](http://www.dgeec.mec.pt/np4/98/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=148&fileName=DGEEC_DSEE_DEEBS_DEES_2015_PerfilDocente.pdf)
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445–456.*
- Amado, J. (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Asgari, M., & Kaufman, D. (2009). Motivation, Learning, and Game Design. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (pp. 1166–1182). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-59904-808-6.ch067
- Aspera, A. L. G., & Hernández, G. C. (2011). La realidad virtual inmersiva en ambientes inteligentes de aprendizaje: un caso en la educación superior. *Icono14, 9(2)*.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385.*
- Baek, Y., & Kim, H. K. (2012). Designing and Developing the Virtual English Adventure in Second Life. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 686–705). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch038
- Baker, S. C., Wentz, R. K., & Woods, M. M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life® as an educational tool. *Teaching of Psychology, 36(1), 59–64.*
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *JUS Journal of Usability Studies, 4(3), 114–123.*
- Bardin, L. (2014). *Análise de Conteúdo* (Edição Rev.). Lisboa: Edições 70.
- Barker, T. (2012). Usability and Affordances for Teaching and Learning in Second Life. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 462–478). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch025
- Barnum, C. M. (2011). *Usability Testing Essentials*. Burlington, MA, USA: Elsevier, Inc.
- Bartle, R. A. (2003). *Designing Virtual Worlds*. New Riders Publishing.
- Bell, M. W., & Robbins-Bell, S. (2008). Towards an expanded definition of “virtual worlds.” *New Digital Media. E-Papers, Sao Paulo, BR.*
- Bettencourt, T., & Abade, A. (2008). Mundos Virtuais de Aprendizagem e de Ensino-Uma caracterização inicial. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, (7), 3–16.*
- Billingham, M. (2002). Augmented reality in education. *New Horizons for Learning, 12.*

- Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233–245.
- Brooke, J. (1996). SUS: a quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability Evaluation In Industry*. London: CRC Press.
- Cação, O. S. A. (2009). *Construção de comunidades virtuais com o Second Life®*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1392>
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37(0), 31–40. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Camphenoudt, L. Van, & Quivy, R. (1992). Manual de investigação em ciências sociais. Lisboa: Gradiva.
- Carmo, F. M. (2013). *Mundo Virtual 3D em plataforma aberta como interface para ambientes de aprendizagem*. (Master's Thesis, Universidade de São Paulo). Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-04042013-171436/pt-br.php>
- Castoldi, R., & Polinarski, C. A. (2009). A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências E Tecnologia, Anais... Paraná: UTFPR*, 684–692.
- Cavanaugh, C. (2009). Augmented Reality Gaming in Education for Engaged Learning. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (pp. 83–95). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-59904-808-6.ch005
- Chaka, C. (2012). Second Life and World of Warcraft: Harnessing Presence Learning. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 236–254). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch012
- Chen, W. (2014). Historical Oslo on a Handheld Device – A Mobile Augmented Reality Application. *Procedia Computer Science*, 35(0), 979–985. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.180>
- Chou, C. C., & Hart, R. K. (2012). The Pedagogical Considerations in the Design of Virtual Worlds for Organization Learning. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 551–569). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch030
- Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53(4), 445–459.
- Corrêa, A. G. D., Lima, M., Melo, D. G. de, & Santos, I. I. dos. (2012). Desenvolvimento de um Livro Interativo em Realidade Aumentada para Ensino e Aprendizagem Musical. *CINTED-UFGRS Novas Tecnologias Na Educação*, 10(3).
- Costa, C. H. V. da, Cunha, G. G., Landau, L., Ribeiro, M. L., & Lopes, M. C. S. (2012). A Utilização da Realidade Aumentada para Melhoria no Aprendizado Escolar. *Virtual Reality*, 5(1).

- Coutinho, C. P. (2015). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas* (2ª Edição.). Coimbra: Edições Almedina, S.A.
- Cruz, S. P. H. (2015). *Mundos Virtuais no Ensino Superior*. (Doctoral dissertation, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/14391>
- Cruz-Cunha, M. M., Reis, M., Peres, E., Varajão, J., Bessa, M., Magalhães, L., ... Barreira, J. (2010). Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação. *IEEE-RITA*, 5(4), 167–174.
- Cruz-Lara, S., Osswald, T., Camal, J.-P., Bellalem, N., Bellalem, L., & Guinaud, J. (2012). Enabling Multilingual Social Interactions and Fostering Language Learning in Virtual Worlds. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 665–685). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch037
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. Teachers College Press.
- Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais (2001). Retrieved from www.cfaematosinhos.eu/NPPEB_01_CN.pdf
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x
- Decreto-Lei nº 6/2001, de 18 de Janeiro, Pub. L. No. Diário da República: I série, A (2001). Retrieved from www.dre.pt
- Dempsey, J. V, Haynes, L. L., Lucassen, B. A., & Casey, M. S. (2002). Forty simple computer games and what they could mean to educators. *Simulation & Gaming*, 33(2), 157–168.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68(0), 586–596. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Dickey, M. D. (2003). Teaching in 3D: Pedagogical affordances and constraints of 3D virtual worlds for synchronous distance learning. *Distance Education*, 24(1), 105–121.
- Dickey, M. D. (2005). Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 439–451.
- Dillon, A., & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control, and style. *Review of Educational Research*, 68(3), 322–349.
- Donaldson, S. E., & Siegel, S. G. (2001). *Successful Software Development* (2nd Editio.). Upper Saddle River, NJ 07458: Prentice Hall, Inc.
- Dunleavy, M. (2014). Design principles for augmented reality learning. *TechTrends*, 58(1), 28–34.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science*

Education and Technology, 18(1), 7–22.

- El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card. *Computers & Education*, 56(4), 1045–1061. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.019>
- Facer, K., & Williamson, B. (2004). Designing educational technologies with users, Handbook from NESTA Futurelab.
- Fernandes, J. M. F. (2015). *eCOArt, Realidade Virtual na Educação - A História da Arte e Design através de percursos e desafios virtuais*. (Master's thesis, Universidade Aberta). Retrieved from <http://repositorioaberto.uab.pt//handle/10400.2/4408>
- Figueiredo, A. S. L. (2007). *Realidade Virtual no Ensino e na Aprendizagem de Geometria Descritiva*. Master's Thesis, Instituto Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11043>
- Figueiredo, M., Amado, N., Bidarra, J., & Carreira, S. (2015). A realidade aumentada na aprendizagem da matemática no ensino secundário. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.2/4566>
- Fishwick, P. A., & Park, Y. A. (2009). A 3D Environment for Exploring Algebraic Structure and Behavior. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (pp. 546–559). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-59904-808-6.ch031
- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented Reality and Mobile Learning: The State of the Art. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 4(5), 43–58. doi:10.4018/ijmb.2013100103
- Freire, A., Rolim, C., & Bessa, W. (2010). Criação de um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem usando a Plataforma OpenSimulator. V CONNEPI - 2010. Retrieved from <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/684/410>
- Garcia-Murillo, M., & MacInnes, I. (2009). A Policy Game in a Virtual World. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (pp. 489–507). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-59904-808-6.ch028
- Garrison, D. R. (2011). *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice*. Taylor & Francis.
- Gaver, W. W. (1991). Technology affordances. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New Orleans, Louisiana, USA: ACM. doi:10.1145/108844.108856
- Gibson, J. J. (2014). *The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition*. Psychology Press.
- Gomaa, H. (2011). *Software Modeling and Design*. New York: Cambridge University Press.
- Gomes, J. D. C., & Figueiredo, M. J. G. (2014). Desenvolvimento de recursos educativos em Mundos virtuais. *WCCA 2014 World Congress on Communication and Arts*. Vila Real,

Portugal.

- Gutierrez, M. A., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into Virtual Reality*. London: Springer-Verlag.
- Hachaj, T., & Baraniewicz, D. (2015). Knowledge Bricks—Educational immersive reality environment. *International Journal of Information Management*, (0). doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.01.006
- Harris, A. L., & Rea, A. (2009). Web 2.0 and virtual world technologies: A growing impact on IS education. *Journal of Information Systems Education*, 20(2), 137.
- Harrison Hao, Y., & Steve Chi-Yin, Y. (2012). *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments*. Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3
- Hersh, M. A., & Leporini, B. (2013). An Overview of Accessibility and Usability of Educational Games. In C. Gonzalez (Ed.), *Student Usability in Educational Software and Games*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 33–55. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00900.x
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71(0), 1–13. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004
- Ibanez, M. B., Di-Serio, A., Villaran-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2015). Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study. *Education, IEEE Transactions on*, 58(3), 208–213. doi:10.1109/TE.2014.2379712
- Ibáñez, M. B., García, J. J., Galán, S., Maroto, D., Morillo, D., & Kloos, C. D. (2011). Design and implementation of a 3D multi-user virtual world for language learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(4), 2–10.
- Imbert, N., Vignat, F., Kaewrat, C., & Boonbrahm, P. (2013). Adding Physical Properties to 3D Models in Augmented Reality for Realistic Interactions Experiments. *Procedia Computer Science*, 25, 364–369.
- Johannes, M., Joachim, K., & Ulrike, C. (2010). Virtual Reality 2.0 and Its Application in Knowledge Building. In *Handbook of Research on Web 2.0, 3.0, and X.0: Technologies, Business, and Social Applications* (pp. 573–592). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60566-384-5.ch032
- Jonassen, D. H., Gonçalves, A. R., Fradão, S., & Soares, M. F. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas*. Porto: Porto Editora.
- Jonassen, D. H., Peck, K., & Wilson, B. G. (1999). Learning with technology: A constructivist approach. *Upper Saddle River, NJ: Merrill*.
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2014). *The Gamification of Learning and Instruction*. San

Francisco, CA: Wiley Publishing, Inc.

- Karsenti, T. (1997). Comment le recours aux TIC en pédagogie universitaire peut favoriser la motivation des étudiants: le cas d'un cours médiatisé sur le Web. *Nouveaux C@ Hiers de La Recherche En éducation*, 4(3), 455–484.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339–345.
- Kay, J., & FitzGerald, S. (2008). Educational uses of second life. Retrieved December, 12, 2008.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status*, 1, 383–434.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163–174.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47(0), 297–302. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>
- Kose, U., Koc, D., & Yucesoy, S. A. (2013). An augmented reality based mobile software to support learning experiences in computer science courses. *Procedia Computer Science*, 25, 370–374.
- Koyani, S. J., Bailey, R. W., & Nall, J. R. (2004). *Research-Based Web Design & Usability Guidelines*. Computer Psychology.
- Kulik, J. A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. *Technology Assessment in Education and Training*, 1, 9–34.
- Kulik, J. A., Kulik, C.-L. C., & Cohen, P. A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50(4), 525–544.
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology a step-by-step guide for beginners* (3rd ed.). London: SAGE Publications Lda.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11(1), 65–100.
- Lee, K. (2012). The Future of Learning and Training in Augmented Reality. *InSight: A Journal of Schorlaly Teaching*, 7, 31–42.
- Lencastre, J. A. (2012). Metodologia para o desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem: Development research. *Educação Online: Pedagogia E Aprendizagem Em Plataformas Digitais*, 45–54.
- Lepper, M. R., & Hodell, M. (1989). Intrinsic motivation in the classroom. *Research on Motivation in Education*, 3, 73–105.
- Lin, C.-Y., & Chang, Y.-M. (2015). Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 37(0), 1–8. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.016>

- Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, *68*, 314–321.
- Loureiro, A. C. de C. (2013). *Construção de Conhecimento em Ambientes Virtuais - Influência das relações interpessoais*. (Doctoral dissertation, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/11532>
- Lowdermilk, T. (2013). *User-Centered Design*. United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Madden, L. (2011). *Professional Augmented Reality Browsers for smartphones: Programming for junaio, Layar, and Wikitude*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Makzan. (2010). *Flash Multiplayer Virtual Worlds*. Olton, Birmingham: Packt Publishing, Ltd.
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2015). *Técnicas de Pesquisa (7ª Edição)*. São Paulo: Editora Atlas S.A.
- Marques, F. J. C. (2011). *O uso do Second Life no ensino da religião: Um estudo de caso no ensino das religiões monoteístas*. (Master's Thesis, Universidade Portucalense). Retrieved from <http://repositorio.uportu.pt/jspui/handle/11328/522>
- Martín, P. C. S. (2012). New Technology for Expositions: the World of Museums. *Telos: Cuadernos de Comunicación E Innovación*, (90), 87–96.
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, *25*, 144–153.
- Mateus, S. M. B. F. (2010). *As Aprendizagens em Ambientes Virtuais – procura de uma definição no Second Life*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1435>
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, *32*(1), 1–19.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A cognitive theory of multimedia learning: Implications for design principles. *Journal of Educational Psychology*, *91*(2), 358–368.
- Means, B. (1993). *Using technology to support education reform*. ERIC.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, *70*(0), 29–40. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Photonics for Industrial Applications* (pp. 282–292). International Society for Optics and Photonics.
- Monteiro, A., Moreira, J. A., & Lencastre, J. A. (2015). *Blended (e) Learning na Sociedade Digital*. (A. G. Ferreira, Ed.) (1ª ed.). Santo Tirso: Whitebooks.
- Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance

- learning environments: Are they the same? *The Internet and Higher Education*, 14(2), 129–135.
- Moura, A., & Carvalho, A. A. A. (2007). Aprender línguas estrangeiras no Second Life: reacções dos alunos ao ambiente.
- Navarro-Prieto, R., & Berbegal, N. (2008). *Ubiquitous Computing*. (Y.-L. Theng & H. B. L. Duh, Eds.). IGI Global. doi:10.4018/978-1-59904-693-8
- Neves, P., & Guerra, R. (2015). *Teses em Ciências Sociais - Dicas muito práticas* (1.ª Edição.). Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions*, 6(3), 38–43.
- Noval, M. D. M. (2013). *Realidade Aumentada no ensino da Matemática: um caso de estudo*. Master's Thesis, Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://repositorio.utad.pt//handle/10348/3029>
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning*. Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Oliveira, S. P. R. de. (2009). *Using 3D Virtual worlds in new educational contexts: IT College in OpenSim*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1220>
- Órfão, J. P. dos S. N. (2014). *Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino Pré-escolar*. Master's Thesis Escola superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria. Retrieved from <http://iconline.ipleiria.pt//handle/10400.8/1338>
- Ortega, A., & Sierra, L. (2010). Diseño de contenidos digitales bajo la perspectiva de software educativo "Un escenario de innovación educativa." *Télématique*, 9(2), 98–117.
- Park, H. (2012). Virtual Worlds as a Learner Centered Environments for Spatial Reasoning. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 479–490). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch026
- Parsons, J., & Cole, L. (2005). What do the pictures mean? Guidelines for experimental evaluation of representation fidelity in diagrammatical conceptual modeling techniques. *Data & Knowledge Engineering*, 55(3), 327–342.
- Peachey, A., Gillen, J., Livingstone, D., & Smith-Robbins, S. (2010). *Researching Learning in Virtual Worlds*. London: Springer.
- Peck, K. L., & Dorricott, D. (1994). Why use technology? *Educational Leadership*, 51, 11.
- Pessoa, F. M. M. (2013). *Aprendizagem imersiva em mundos virtuais*. (Master's Thesis, Universidade Federal de Pernambuco). Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/11979>
- Phillips, R. A. (1996). *Developers guide to interactive multimedia: A methodology for educational applications*. Computing Centre, Curtin University of Technology.

- Pita, S. T. de O. (2008). *Análise das interações no Second Life em contexto educativo*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1158>
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21.
- Ramos, J. (2011). Recursos educativos digitais: reflexões sobre a prática.
- Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., & Navarro, I. (2013). New Strategies Using Handheld Augmented Reality and Mobile Learning-teaching Methodologies, in Architecture and Building Engineering Degrees. *Procedia Computer Science*, 25(0), 52–61. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.007>
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies. *International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century*, 27, 1–15.
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2004). A development research agenda for online collaborative learning. *Educational Technology Research and Development*, 52(4), 53–65.
- Reis, R. M. do N. da S. (2014). *Modelação de Mundos Virtuais 3D Análise Comparativa e Avaliação da Qualidade de Mundos Virtuais*. (Doctoral dissertation, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Retrieved from <http://repositorio.utad.pt/handle/10348/3366>
- Ribeiro, N. (2007). *Multimédia e Tecnologias Interactivas*. Lisboa: FCA - Editora de Informática, Lda.
- Ribeiro, N. M. T. P. (2010). *Integração de um espaço virtual 3D num contexto de formação profissional a distância: um estudo de caso*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/3821>
- Robbins, S., & Bell, M. (2007). *Second Life for Dummies*. Hoboken, NJ: Wiley Publishing, Inc.
- Rocha, A. P. F. da S. (2014). *OpenSim: um recurso didático no ensino do Desenho*. (Master's thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/14670>
- Roche, K. (2011). *Pro IOS 5 Augmented Reality*. New York: Apress.
- Rufer, R., & Adams, R. H. (2012). Adapting Three-Dimensional-Virtual World to Reach Diverse Learners in an MBA Program. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 606–619). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch033
- Salinas, P., González-Mendivil, E., Quintero, E., Ríos, H., Ramírez, H., & Morales, S. (2013). The development of a didactic prototype for the learning of Mathematics through Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 25, 62–70.
- Santos, A. L. S. (2010). *A integração em grupos no Second Life e o processo de aprendizagem*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1425>
- Scholtz, J. (2004). Usability evaluation. *National Institute of Standards and Technology*.
- Schramm, R. (2009). Technologies in music education. *CINTED-UFRGS*, 7(2).

- Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Silva, S. I. E. (2010). *O Second Life e o ensino-aprendizagem de Inglês*. (Master's Thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/1429>
- Sivin-Kachala, J., & Bialo, E. R. (1994). Report on the Effectiveness of Technology in Schools, 1990-1994.
- Slater, S., & Burden, D. (2012). Enhancing Characters for Virtual Worlds and Interactive Environments through Human-Like Enhancements. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 19–33). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch002
- Soloway, E., Guzdial, M., & Hay, K. E. (1994). Learner-centered design: The challenge for HCI in the 21st century. *Interactions*, 1(2), 36–48.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79(0), 59–68. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Sood, R. (2012). *Pro Android Augmented Reality*. New York: Apress.
- Stoerger, S. (2012). Breaking Away: How Virtual Worlds Impact Pedagogical Practices. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 431–450). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch023
- Svanæs, D., & Gulliksen, J. (2008). Understanding the context of design: towards tactical user centered design. In *Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges* (pp. 353–362). ACM.
- Tchounikine, P. (2011). *Computer Science and Educational Software Design: A Resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning*. Springer.
- Thackray, L., Good, J., & Howland, K. (2010). Learning and Teaching in Virtual Worlds: Boundaries, Challenges and Opportunities. In A. Peachey, J. Gillen, D. Livingstone, & S. Smith-Robbins (Eds.), *Researching Learning in Virtual Worlds*. London: Springer.
- Tomi, A. Bin, & Rambli, D. R. A. (2013). An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow. *Procedia Computer Science*, 25(0), 123–130. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Traxler, J. (2009). Current state of mobile learning¹. *Mobile Learning*, 9.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1–14). Springer.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). *Educational design research*. Routledge.
- van der Akker, J., Keursten, P., & Plomp, T. (1992). The integration of computer use in education. *International Journal of Educational Research*, 17(1), 65–76.
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1.

- Vaughan, T. (2011). *Multimedia: Making It Work* (8th ed.). New York: McGraw Hill.
- Veloso, N. F. O. (2011). *Realidade Aumentada no Ensino: Prototipagem com um Manual Escolar*. Master's Thesis, Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/7503>
- Vieira, S. (2009). *Como Elaborar Questionários* (1. ed.). São Paulo: Editora Atlas S.A.
- Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414–426.
- Warburton, S., García, M. P., & Russell, D. (2009). 3D design and collaboration in massively multi-user virtual environments (MUVes). *Russell, D.(2009) Cases on Collaboration in Virtual Learning Environments: Processes and Interactions*, 27–41.
- Ward, T. (2012). *Augmented Reality using Appcelerator Titanium Starter*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Warren, S. J., & Lin, L. (2012). Ethical Considerations for Learning Game, Simulation, and Virtual World Design and Development. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 1–18). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60960-762-3.ch001
- Webster, R. (2015). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments*, 1–15. doi:10.1080/10494820.2014.994533
- Weinschenk, S. M. (2011). *100 Things Every Designer Needs to Know About People*. (M. J. Nolan, Ed.). Berkeley, CA: New Riders.
- Wentzel, K. R., & Wigfield, A. (2009). *Handbook of Motivation at School*. New York: Taylor and Francis.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers and Education - Elsevier*, 570–585.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(0), 41–49. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yoon, S. A., & Wang, J. (2014). Making the invisible visible in science museums through augmented reality devices. *TechTrends*, 58(1), 49–55.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140.
- Zorzal, E. R., Buccioli, A. A. B., & Kirner, C. (2005). O Uso da Realidade Aumentada no Aprendizado Musical. Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, Minas Gerais. Retrieved from <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/warv/2005/0012.pdf>

Anexo I

ANEXO I - Guião de Entrevista a professores de Educação Musical

Entrevistador _____

Entrevistado _____ Data __/__/__ (_____) Local _____

Recursos _____

Tema

Perfil dos entrevistados

Perceções e atitudes relativamente a recursos didáticos digitais.

Objetivos

Recolher informação sobre:

- O percurso académico e profissional.
- O nível de conhecimentos relativamente às TIC.
- O nível de conhecimento relativamente a Mundos Virtuais (MV) e Realidade Aumentada (RA).
- Nível de utilização de recursos educativos digitais.
- Frequência de utilização de recursos educativos digitais.
- Contexto de utilização de recursos educativos digitais.
- Perceções relativamente ao valor/utilidade de recursos educativos digitais.
- Disponibilidade para utilizar recursos inovadores envolvendo MV e RA.
- Disponibilidade para realizar formação sobre MV e RA.
- Intenção de utilizar com regularidade recursos educativos baseados em MV e RA.

Blocos	Objetivo do bloco	Questões orientadoras	Perguntas de recurso e de aferição
Bloco A Legitimação da entrevista.	Explicar a situação; criar ambiente propício à entrevista; enquadrar a entrevista e motivar o	Agradecer a disponibilidade; informar sobre o uso do gravador; explicitar o problema, o objetivo e os benefícios do	---

	entrevistado; garantir confidencialidade.	estudo; colocar o entrevistado na situação de colaborador; garantir confidencialidade dos dados; explicar o procedimento.	
Bloco B Informações gerais sobre o entrevistado (percurso académico e profissional).	Caraterizar o entrevistado; Conhecer o seu percurso académico e profissional;	Dados demográficos, idade? Qual a sua formação inicial (breve descrição)? Qual o seu percurso académico e profissional?	1-Género; 2-Idade; 3-Habilitações literárias; 4-Que cargos desempenha? 5-Quantos anos de serviço tem como professor de EM?
Bloco C Informações gerais sobre o nível de conhecimento e utilização relativamente a Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e MV/RA	Conhecer o nível de conhecimentos e utilização das TIC e MV/RA	Qual o seu nível de conhecimentos relativamente às TIC? Qual o seu nível de conhecimento relativamente às tecnologias de MV e RA?	5-Tem algum tipo formação/conhecimento em TIC? Se sim, qual? 6-Conhece (ou já ouviu falar) da tecnologia de MV e RA? Se sim, já utilizou algum recurso educativo baseado nestas tecnologias?
Bloco D Informações sobre o tipo de utilização de recursos educativos digitais.	Conhecer como os professores utilizam e valorizam os recursos digitais multimédia disponíveis no manual escolar ou noutras fontes	Qual o seu nível de utilização de recursos educativos digitais no contexto da aula de educação musical?	7-Utiliza os recursos digitais multimédia disponíveis no manual escolar? 8-Com que frequência os utiliza?

			<p>9-Em que contexto os utiliza (contexto formal ou informal)?</p> <p>10-Recorre a outros recursos digitais multimédia? Se sim, dê exemplos.</p> <p>11-Considera que os recursos digitais multimédia contribuem para abordagens inovadoras das estratégias e metodologias de ensino-aprendizagem?</p>
<p>Bloco E</p> <p>Informações sobre a recetividade à utilização de MV e RA, disponibilidade para realizar formação e intenção de usar recursos educativos digitais baseados em MV e RA</p>	<p>Perceber se os entrevistados estariam disponíveis para implementar experiências de aprendizagem envolvendo recursos educativos baseados em MV e RA, disponíveis para realizar formação e intenção de utilizar regularmente este tipo de recursos.</p>	<p>Qual a sua opinião sobre a utilização de recursos educativos digitais como complemento às atividades de ensino-aprendizagem?</p> <p>Qual a sua disponibilidade para participar em experiências de aprendizagem envolvendo MV e RA?</p> <p>Estaria disponível para realizar formação no sentido de saber utilizar mais eficazmente os MV e a RA na sua atividade letiva?</p> <p>Utilizaria regularmente este tipo de recursos, caso fossem disponibilizados no âmbito do manual escolar de Educação Musical?</p>	

Bloco F Agradecimentos			12 - Gostaria de dizer algo, que considere importante e que não tenha sido referido anteriormente?
----------------------------------	--	--	--

Anexo II

ANEXO II - Grelha de análise de conteúdo das entrevistas

Entrevistados: Docentes do 2.º Ciclo em Educação Musical (E1/E2/E3)

Local da entrevista: Escola Básica (norte de Portugal)

Duração da entrevista: Cerca de 27 minutos

Bloco B

Categories	Sub-categorias	Unidade de registo	Unidades de contexto
Perfil pessoal e profissional dos entrevistados	-Género	E1–Feminino E2–Feminino E3–Feminino	----
	-Idade	E1-56 anos E2-48 anos E3-54 anos	E1-“(…) tenho 56 anos (...) E2-“(…) vou fazer 49 no mês que vem (...) E3-“(…) já fiz 54 anos (...)
	- Habilitações literárias	E1-Bacharelato E2-Licenciatura E3-Licenciatura	E1-“(…) tenho o Curso Superior de Canto, e sou profissionalizada no 2.º Ciclo. Julgo que em termos de grau corresponde a bacharelato (...) E2-“(…) fiz a Licenciatura em Ensino da Música (...)” E3-“(…) tive oportunidade de fazer o complemento de formação (...) tinha o curso de piano (...) equivale a licenciatura (...)
	- Cargos ocupados	E1-Diretor de turma; Coordenador de formação. E2-Diretor de turma E3-Diretor de turma,	E1-“(…) este ano letivo, para além da coordenação da formação atribuíram-me uma direção de turma (...) E2-“(…) tenho uma direção de turma, e já chega (...)” E3“(…) sou coordenadora do departamento de expressões e diretora de turma (...) é muito trabalho para pouco tempo (...)”

		Coordenador de departamento	
	- Anos de serviço	E1-36 anos E2-28 anos E3-35 anos	E1-“(...) estou a fazer 36 anos de serviço (...)” E2-“(...) tenho 28 anos de tempo de serviço (...)” E3-“(...) tenho 35 anos (...)”

Bloco C

Categorias	Sub-categorias	Unidade de registo	Unidades de contexto
Nível de conhecimento e utilização relativamente a tecnologia educativa e recursos educativos digitais.	Tipo de formação ou conhecimento em TIC	E1–Utiliza apenas as funções mais básicas das TIC, email e processador de texto. Tem formação E2–Domina as tecnologias e usa efetivamente no âmbito da atividade profissional. Fez formação na área. E3–Conhece as tecnologias na vertente do utilizador e usa-as no âmbito da atividade profissional. Tem/fez formação na área.	E1-“(...) quando fiz o meu curso não havia nada disto (tecnologias e computadores) (...) tento acompanhar, mas para além de enviar ou receber email e escrever uns textos (...) não me entendo muito bem com os computadores, mas tem que ser (...) já fiz formação, mas como não pratico já me esqueci de quase tudo (...)” E2-“(...) gosto muito do computador (...) utilizo muito e procuro fazer formação para me manter atualizada (...) faço os testes, as avaliações, não me atrapalho e se não souber, pergunto (...)” E3-“(...) gostava de saber mais (...) utilizo sobretudo para fazer os testes, atas e ver os emails (...) já fiz formação no Word e nos Quadros Interativos (...)”

	-Conhecimento sobre as tecnologias de MV e RA	E1-Não conhece os MV ou a RA E2-Conhecimento superficial sobre o MV Second Life E3-Não conhece pessoalmente os MV ou a RA, já ouviu falar e associa aos jogos de computador.	E1-“(...) não sei o que é (...) estou a ficar ultrapassada (...)” E2-“(...) já ouvi falar no Second Life, mas nunca utilizei, não sei muito bem como é se serve para ensinar música (...) na Realidade aumentada nunca ouvi falar e não sei para que serve (...)” E3-“(...) acho que já ouvi qualquer coisa sobre isso, julgo que tem a ver com jogos de computador (...)”
--	---	--	--

Bloco D

Categorias	Sub-categorias	Unidade de registo	Unidades de contexto
Utilização e valorização dos recursos digitais multimédia disponíveis no manual escolar ou noutras fontes	Nível de utilização de recursos educativos digitais no contexto da aula de educação musical.	E1- Utiliza frequentemente em contexto formal. E2-Utiliza frequentemente os recursos disponibilizados no manual escolar Utiliza em contexto formal. E3-Utiliza regularmente, em contexto formal.	E1-“(...) utilizo o CD-ROM quando é preciso fazer ouvir excertos musicais ou ritmos e outros conteúdos (...) utilizo o livromédia com o projetor (...)” E2-“(...) O manual escolar já tem uma estrutura que visa a utilização regular do DVD-ROM com os conteúdos digitais (...) utilizo sempre que necessário (...) procuro frequentemente outros recursos digitais na internet para usar nas aulas (...)” E3-“(...) utilizo bastante (...) o livro digital dá muito jeito (...) (...)”

	Opinião sobre a utilização de recursos educativos digitais como complemento às atividades de ensino-aprendizagem.	<p>E1- Considera os recursos educativos digitais como ferramentas úteis para a explicação da matéria.</p> <p>E2- Valoriza as diferentes abordagens que estes recursos permitem.</p> <p>E3- Valoriza este tipo de recursos enquanto ferramenta que ajudam à compreensão de conceitos.</p>	<p>E1-“(...) é um recurso para apoiar as aulas teóricas e práticas (...) nem sempre funciona bem (...)”</p> <p>E2“(...) (...) os alunos gostam muito destas aulas (...)”</p> <p>E3“(...) as músicas e timbres ajudam os alunos a identificar e conhecer os instrumentos e géneros musicais (...) não preciso de procurar exemplos (...) serve para apresentar uma aula diferente (...)”</p>
--	---	--	---

Bloco E

Categorias	Sub-categorias	Unidade de registo	Unidades de contexto
Implementação de experiências de aprendizagem envolvendo recursos educativos baseados em MV e RA.	Disponibilidade dos entrevistados para implementar experiências de aprendizagem envolvendo recursos educativos baseados em MV e RA, disponibilidade para realizar formação e intenção de utilizar	<p>E1- Disponibilidade para implementar novas abordagens; Indisponibilidade para fazer formação; Disponibilidade para utilizar.</p> <p>E2-Disponibilidade para implementar, disponibilidade para fazer</p>	<p>E1-“(...) sim, estaria disposta a fazer a experiência, desde que tivesse apoio (...) nesta fase, já não tenho necessidade de fazer formação (...) se forem coisas fáceis de usar, julgo que sim (...)”</p> <p>E2-“(...) julgo que seria interessante e tenho a certeza que os alunos iam adorar (...) sim, gostaria de saber mais sobre estas tecnologias (...) desde que contribuam</p>

	regularmente este tipo de recursos.	formação, disponibilidade para utilizar. E3- Disponibilidade para implementar, disponibilidade para fazer formação, disponibilidade para utilizar.	para expor melhor a matéria, julgo que será uma mais-valia (...)” E3-“(…) se contribuir para melhorar a aula e as aprendizagens estaria disponível (...) não tenho muito interesse em formação na área das TIC, mas estou disposta a aprender a utilizar este tipo de recursos (...) julgo que a utilização regular só iria depender da existência e qualidade desses recursos (...) mas também da facilidade em utilizar em contexto de aula, porque isso implica computadores e outras coisas (...)”
--	-------------------------------------	---	---

Bloco F

Categorias	Sub-categorias	Unidade de registo	Unidades de contexto
Agradecimentos	---	---	---

Anexo III

ANEXO III – Nível de utilização de computadores e dispositivos móveis¹³⁰

Este questionário é completamente anónimo e visa recolher dados para um trabalho de investigação na área educacional. A sua finalidade é analisar algumas variáveis relativamente à utilização de dispositivos de computação fixos por alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

1. Dados demográficos (perfil do aluno)

1. Qual é a tua idade?

9 anos 10 anos 11 anos Outra idade

Se escolheste a opção “Outra idade”, indica qual _____

1.1 Qual é o teu sexo?

Masculino 10 Feminino

1.2 Que ano frequentas?

6.º ano 5.º ano

As perguntas 2 a 6 visam conhecer como utilizas o computador

2. Condições de acesso ao computador

2. Tens acesso a um computador?

Sim 5.º Não

Se respondeste “não” salta para a pergunta 7

2.1 Assinala os locais onde podes aceder ao computador.

(pode ser mais que um)

Casa

Escola

Casa de familiares/amigos

Outro local

¹³⁰ *Smartphones e tablets.*

Se escolheste a opção “Outro local”, indica qual _____

3. Características do computador

3. A quem pertence o computador que usas mais (com maior frequência)?

(assinala apenas uma opção)

- Escola (o computador é da escola)
- De familiar (o computador é de uma pessoa da tua família)
- Do aluno (o computador é teu)

3.1 Assinala as características desse computador.

(pode ser mais do que uma)

- Tem acesso à internet (ligação à internet)
- Tem multimédia (vídeo e som)
- Ligação a impressora

4. Atividades realizadas no computador

4. Assinala as atividades em que utilizas o computador.

(pode ser mais do que uma)

- Visitar páginas e websites na internet
- Fazer trabalhos escolares (powerpoint/pesquisas, etc.)
- Conversar com amigos e familiares (por Skype/chat)
- Jogar (jogos de computador/jogos online)
- Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet (YouTube por ex.)
- Facebook e/ou outras redes sociais (Twitter, LinkedIn, etc.)
- Outra atividade (que não esteja listada anteriormente)

Se escolheste a opção “Outra atividade”, indica qual/quais _____

4.1 Escolhe na lista a tua atividade favorita.

(escolhe apenas uma)

- Visitar páginas e websites na internet
- Fazer trabalhos escolares (powerpoint/pesquisas, etc.)

- Conversar com amigos e familiares (por Skype/chat)
 - Jogar (jogos de computador/jogos online)
 - Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet (YouTube por ex.)
 - Facebook e/ou outras redes sociais (Twitter, LinkedIn, etc.)
 - Outra atividade (que não esteja listada anteriormente)
- Se escolheste a opção “Outra atividade”, indica qual/quais _____

5. Frequência de utilização para trabalho escolar e outras atividades

5. Com que frequência utilizas o computador para fazer trabalhos de casa?

(escolhe apenas uma opção)

- Raramente ou nunca
- 2 a 3 vezes por mês
- Semanalmente
- Diariamente

5.1 Com que frequência utilizas o computador para outras atividades?

(escolhe apenas uma)

- Raramente ou nunca
- 2 a 3 vezes por mês
- Semanalmente
- Diariamente

6. Como avalias e valorizas a utilização do computador?

Assinala na escala o teu grau de concordância com a declaração.

6.1 “Gosto muito de utilizar o computador”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

6.2 “Utilizar o computador é divertido”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

6.3 “Descreveria a utilização do computador como algo pouco estimulante (sem interesse)”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

6.4 “Acredito que o computador é pouco útil para mim”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

6.5 “Penso que saber utilizar o computador é importante”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)

- Concordo
- Concordo completamente

6.6 “O computador pode beneficiar o meu trabalho escolar”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

As perguntas 7 a 11 visam conhecer como utilizas os dispositivos móveis (smartphones/tablets)

7. Condições de acesso aos dispositivos móveis

2. Tens acesso a um dispositivo móvel?

- Sim Não

Se respondeste “não” TERMINASTE O QUESTIONÁRIO. Obrigado pela tua colaboração!

7.1 Assinala os locais onde podes aceder a um dispositivo móvel
(pode ser mais que um)

- Casa
- Escola
- Casa de familiares/amigos
- Outro local

Se escolheste a opção “Outro local”, indica qual _____

8. Características do computador

8. Que tipo de dispositivo móvel usas com mais frequência?

(assinala apenas uma opção)

- Smartphone*
- Tablet*

8.1 Assinala as características desse dispositivo móvel.

(pode ser mais do que uma)

- Tem acesso à internet (ligação à internet)
- Tem sistema operativo Android
- Tem sistema operativo iOS (Apple)

9. Atividades realizadas no computador

9. Assinala as atividades em que utilizas o dispositivo móvel

(pode ser mais do que uma)

- Visitar páginas e websites na internet
- Fazer trabalhos escolares (powerpoint/pesquisas, etc.)
- Conversar com amigos e familiares (por Skype/chat)
- Jogar (jogos de computador/jogos online)
- Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet (YouTube por ex.)
- Facebook e/ou outras redes sociais (Twitter, LinkedIn, etc.)
- Outra atividade (que não esteja listada anteriormente)

Se escolheste a opção “Outra atividade”, indica qual/quais _____

9.1 Escolhe na lista a tua atividade favorita.

(escolhe apenas uma)

- Visitar páginas e websites na internet
- Fazer trabalhos escolares (powerpoint/pesquisas, etc.)
- Conversar com amigos e familiares (por Skype/chat)
- Jogar (jogos de computador/jogos online)
- Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet (YouTube por ex.)
- Facebook e/ou outras redes sociais (Twitter, LinkedIn, etc.)
- Outra atividade (que não esteja listada anteriormente)

Se escolheste a opção “Outra atividade”, indica qual/quais _____

10. Frequência de utilização para trabalho escolar e outras atividades

10. Com que frequência utilizas o dispositivo móvel para fazer trabalhos de casa?

(escolhe apenas uma opção)

- Raramente ou nunca
- 2 a 3 vezes por mês
- Semanalmente
- Diariamente

10.1 Com que frequência utilizas o dispositivo móvel para outras atividades?

(escolhe apenas uma)

- Raramente ou nunca
- 2 a 3 vezes por mês
- Semanalmente
- Diariamente

11. Como avalias e valorizas a utilização dos dispositivos móveis?

Assinala na escala o teu grau de concordância com a declaração.

11.1 “Gosto muito de utilizar os dispositivos móveis”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

11.2 “Utilizar os dispositivos móveis é divertido”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo

Concordo completamente

11.3 “Descreveria a utilização dos dispositivos móveis como algo pouco estimulante (sem interesse)”

(escolhe apenas uma opção)

Discordo completamente

Discordo

Não concordo nem discordo (opinião neutra)

Concordo

Concordo completamente

11.4 “Acredito que os dispositivos móveis são pouco úteis para mim”

(escolhe apenas uma)

Discordo completamente

Discordo

Não concordo nem discordo (opinião neutra)

Concordo

Concordo completamente

11.5 “Penso que saber utilizar os dispositivos móveis é importante”

(escolhe apenas uma opção)

Discordo completamente

Discordo

Não concordo nem discordo (opinião neutra)

Concordo

Concordo completamente

11.6 “Os dispositivos móveis podem beneficiar o meu trabalho escolar”

(escolhe apenas uma)

Discordo completamente

- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

Terminaste o questionário. Obrigado pela tua colaboração!

Anexo IV

ANEXO IV - Guião de exploração do mundo virtual

A Galeria Virtual Musical é um recurso educativo para apoio aos processos de ensino-aprendizagem, para alunos de Educação Musical que frequentam o 2.º Ciclo do Ensino Básico.

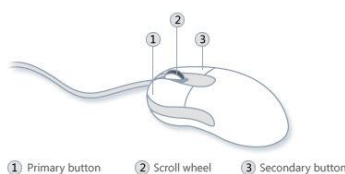
No fim das tarefas propostas agradecemos o preenchimento de um breve questionário.

Obrigado!

Instruções: Para moveres o teu avatar utiliza as teclas direcionais. O rato desloca o cursor, a roda do rato move o olhar para cima e para baixo, o botão esquerdo do rato permite interagir com os objetos expostos. (ver figuras a, b e c)



a) Teclas de movimento



b) Funções do rato



c) Interações



Galeria Musical - Interface

Tens dez minutos para realizar as seguintes tarefas com o teu avatar.

Regista as informações relativas ao sucesso de cada tarefa na coluna dois.

Tarefa	Registo da informação obtida/sucesso na tarefa
<p>1. Desloca o teu avatar no corredor principal e observa os nomes dos Períodos Estéticos da História da Música disponíveis. Regista essa informação no quadro ao lado!</p>	<p>1 _____</p> <p>2 _____</p> <p>3 _____</p> <p>4 _____</p> <p>5 _____</p> <p>6 _____</p>
<p>2. Desloca o avatar até à sala do século XX e abre a porta.</p>	<p><input type="radio"/> Consegui abrir as portas</p> <p><input type="radio"/> Não consegui abrir as portas</p>
<p>3. Continua na sala do século XX. Aproxima o teu avatar da exposição no centro da sala. Localiza o compositor Carl Orff e dá um clique no botão  para ouvir um excerto musical.</p>	<p><input type="radio"/> Consegui ouvir</p> <p><input type="radio"/> Não consegui ouvir</p>
<p>4. Localiza na sala do século XX no friso cronológico de instrumentos, o violino. Identifica a que família pertence.</p>	<p>Família:</p> <p>_____</p>
<p>5. Localiza o expositor com o piano elétrico. Qual é a sua marca?</p>	<p>Marca:</p> <p>_____</p>
<p>6. Localiza, na sala do século XX as pinturas expostas. Identifica o nome dos artistas.</p>	<p>1 _____</p> <p>2 _____</p> <p>3 _____</p> <p>4 _____</p>

Quando terminares, podes responder ao questionário sobre usabilidade do Mundo Virtual.

Obrigado pela tua colaboração.

Anexo V

ANEXO V - Usabilidade do mundo virtual

Este questionário é completamente anónimo e visa recolher dados para um trabalho de investigação na área educacional. A sua finalidade é analisar algumas variáveis relativamente à usabilidade de um mundo virtual focando os Períodos Estéticos da História da Música.

Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Assinala na escala o teu grau de concordância com as declarações sobre o mundo virtual que acabaste de utilizar.

1. “Penso que gostaria de utilizar o recurso educativo frequentemente”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

2. “Acho o recurso educativo muito complicado”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

3. “Acho que o recurso educativo foi muito fácil de utilizar”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

4. “Acho que preciso do apoio de um especialista para utilizar este recurso educativo”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

5. “Acho que as várias funcionalidades do recurso educativo estão bem integradas”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

6. “Acho que este recurso educativo tem muitas inconsistências”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

7. “Acho que a maior parte das pessoas aprenderiam a utilizar este recurso educativo com facilidade”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

8. "Acho o recurso educativo muito lento e pesado"

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

9. "Senti-me muito confiante a explorar este recurso educativo"

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

10. "Tive que aprender muitas coisas antes de poder usar este recurso educativo"

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

Terminaste o questionário. Obrigado pela tua colaboração!

Anexo VI

ANEXO VI - Guião de exploração das experiências de realidade aumentada

A Galeria Aumentada (à qual pertencem as quatro experiências que vais utilizar) é um recurso educativo para apoio aos processos de ensino-aprendizagem, para alunos de Educação Musical que frequentam o 2.º Ciclo do ensino básico.

No fim das tarefas agradecemos o preenchimento de um breve questionário.

Obrigado!

Instruções:

Instala a *app* Aurasma no teu dispositivo móvel (se ainda não tens). Abre a *app* Aurasma e digita no separador “channels” jdcg21. Clica em *follow*. Muda para o visor de RA e aponta-o para as imagens marcadas com o logo Aurasma.

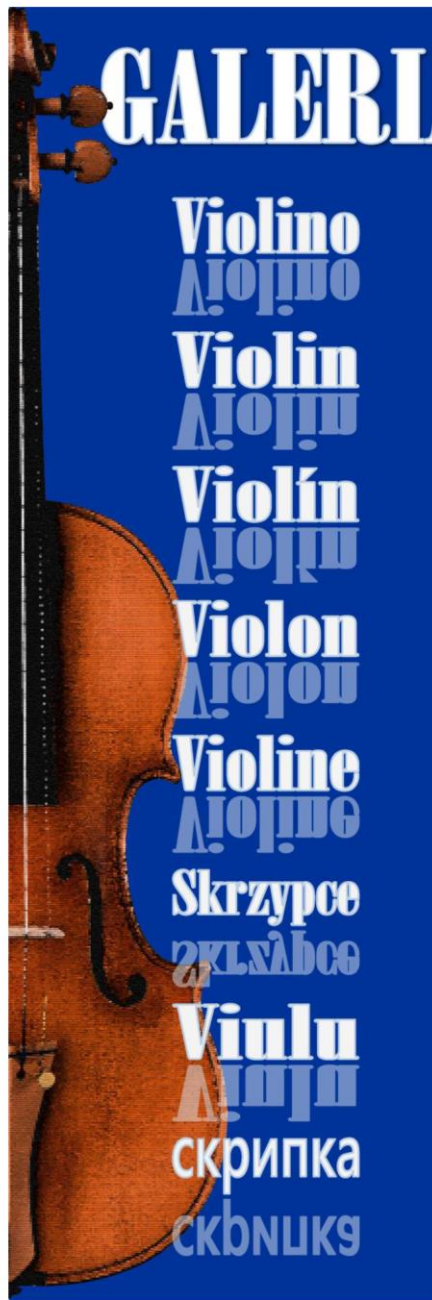


Tens dez minutos para realizar as seguintes tarefas. Regista as informações relativas a cada uma na coluna dois.

Tarefa	Registo da informação obtida/sucesso na tarefa
1. Na página 1 (violino) 1.1 Toca no ícone “?”: Identifica os nomes dos componentes do violino. 1.2 Toca no ícone “Games”: Completa o jogo.	<input type="radio"/> Consegui ver a identificação dos componentes do violino. <input type="radio"/> Consegui jogar. <input type="radio"/> Não consegui fazer nenhuma tarefa.
2. Na página 2 (piano) 2.1 Observa o modelo e conta o número de “pedais” do piano. 2.2 Toca nos ícones “Som” para ouvires outros excertos musicais.	O piano tem ___ pedais. <input type="radio"/> Consegui ouvir os sons. <input type="radio"/> Não consegui ouvir os sons.
3. Na página 3 (friso cronológico compositores) 3.1 Toca no ícone “pausa” para parar o vídeo. 3.2 Toca no ícone “play” para iniciar o vídeo.	<input type="radio"/> Consegui fazer “pausa” e “play” no vídeo. <input type="radio"/> Não consegui fazer “pausa” e “play” no vídeo.
4. Na página 4 (Britten) 4.1 Toca no ícone da Wikipédia (W). 4.2 Em que ano nasceu o compositor?	Nasceu em _____ <input type="radio"/> Não consegui realizar a tarefa

Quando terminares, podes responder ao questionário sobre usabilidade das experiências de realidade aumentada.

Obrigado pela tua colaboração.



GALERIA MUSICAL

REALIDADE AUMENTADA

com a app AURASMA



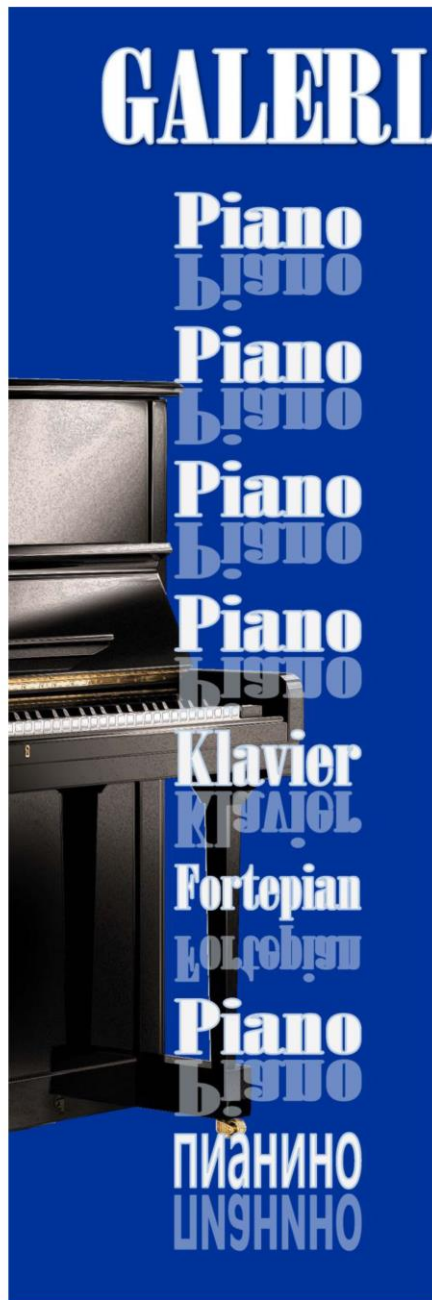
O Violino é o instrumento mais pequeno da família das cordas e o que tem o registo mais agudo. Constrói-se a partir de setenta e duas partes diferentes: tem uma caixa de ressonância oca, com as partes frontal e anterior ligeiramente arqueadas. No braço, esticam-se quatro cordas, afinadas em Sol-Ré-Lá e Mi, respetivamente, da mais grave para a mais aguda e que passam por uma peça chamada cavalete que vai transmitir a sua vibração ao corpo do instrumento.

Musicalis – Porto Editora (2005)

MÉDIA-ARTE DIGITAL



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
AbERTA
www.uab.pt



GALERIA MUSICAL

REALIDADE AUMENTADA

com a app AURASMA



O *Hammerklavier* (piano de martelos) foi inventado com o objetivo de poder interpretar o colorido dinâmico impossível no cravo. Em 1709, Bartolomeo Cristofori publicou o projeto de um excelente piano, prevendo já uma ação primitiva de escape para as teclas. Nesta altura, o instrumento mantinha a forma exata dos cravos e mesmo o nome sugeria o parentesco. *gravicembalo col pian e forte*, ou seja, "cravo com piano e forte".

Musicalis – Porto Editora (2005)

MÉDIA-ARTE DIGITAL





GALERIA MUSICAL

REALIDADE AUMENTADA
com a app AURASMA

FRISO ELIZO
Cronológico
Século XX
Timeline
XXth Century

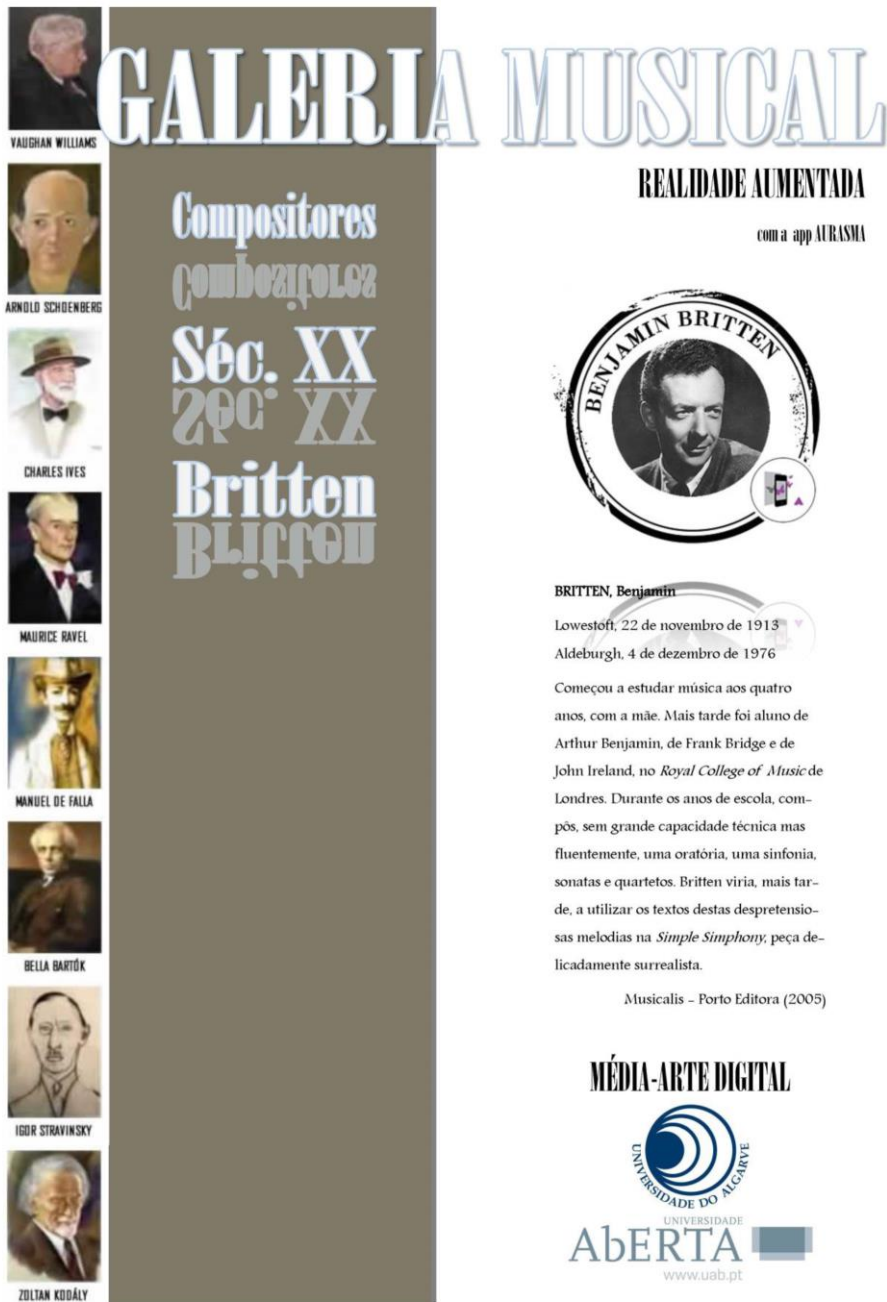
COMPOSITORES

A música no século XX
Em princípios do século XX, a música continuava a ser uma extensão do romântico tardio. No entanto, em 1908, Arnold Schoenberg já havia criado a música tonal para acomodar a maior quantidade possível de material sonoro disruptivo, integrando-o numa estrutura formal, também ela completamente nova. Esta música refinada, delicada e misteriosa, foi rejeitada veementemente pelos primeiros ouvintes, que a consideraram ofensiva.

Musicalis – Porto Editora (2005)

MÉDIA-ARTE DIGITAL
UNIVERSIDADE DO ALGARVE
AbERTA
www.uab.pt

VAUGHAN WILLIAMS
ARNOLD SCHOENBERG
CHARLES IVES
MAURICE RAVEL
MANUEL DE FALLA
BELLA BARTÓK
IGOR STRAVINSKY
ZOLTAN KODÁLY




GALERIA MUSICAL

Compositores
Compositores
Séc. XX
20c. XX
Britten
Britten

VAUGHAN WILLIAMS
ARNOLD SCHOPENBERG
CHARLES IVES
MAURICE RAVEL
MANUEL DE FALLA
BELLA BARTÓK
IGOR STRAVINSKY
ZOLTAN KODÁLY

REALIDADE AUMENTADA

com a app AURASMA




BRITTEN, Benjamin
Lowestoft, 22 de novembro de 1913
Aldeburgh, 4 de dezembro de 1976

Começou a estudar música aos quatro anos, com a mãe. Mais tarde foi aluno de Arthur Benjamin, de Frank Bridge e de John Ireland, no *Royal College of Music* de Londres. Durante os anos de escola, compôs, sem grande capacidade técnica mas fluentemente, uma oratória, uma sinfonia, sonatas e quartetos. Britten viria, mais tarde, a utilizar os textos destas despreziosas melodias na *Simple Symphony*, peça delicadamente surrealista.

Musicalis - Porto Editora (2005)

MÉDIA-ARTE DIGITAL



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

AbERTA

UNIVERSIDADE
www.uab.pt

Anexo VII

ANEXO VII - Usabilidade das experiências de realidade aumentada

Este questionário é completamente anónimo e visa recolher dados para um trabalho de investigação na área educacional. A sua finalidade é analisar algumas variáveis relativamente à usabilidade de experiências de realidade aumentada focando os Períodos Estéticos da História da Música.

Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Assinala na escala o teu grau de concordância com as declarações sobre o mundo virtual que acabaste de utilizar.

1. “Penso que gostaria de utilizar o recurso educativo frequentemente”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

2. “Acho o recurso educativo muito complicado”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

3. “Acho que o recurso educativo foi muito fácil de utilizar”

(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo

- Concordo completamente
4. “Acho que preciso do apoio de um especialista para utilizar este recurso educativo”
(escolhe apenas uma)
- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente
5. “Acho que as várias funcionalidades do recurso educativo estão bem integradas”
(escolhe apenas uma opção)
- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente
6. “Acho que este recurso educativo tem muitas inconsistências”
(escolhe apenas uma)
- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente
7. “Acho que a maior parte das pessoas aprenderiam a utilizar este recurso educativo com facilidade”
(escolhe apenas uma)
- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

8. “Acho o recurso educativo muito lento e pesado”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

9. “Senti-me muito confiante a explorar este recurso educativo”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

10. “Tive que aprender muitas coisas antes de poder usar este recurso educativo”

(escolhe apenas uma)

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo (opinião neutra)
- Concordo
- Concordo completamente

Terminaste o questionário. Obrigado pela tua colaboração!

Anexo VIII

ANEXO VIII - Grelha de observação (mundo virtual)

Logger _____

Data __/__/__ (_____) Local _____ Hora _____

Recursos _____

Instruções para o observador:

- (a) Observar e registar se os participantes conseguem realizar as tarefas.
- (b) Observar e registar o tempo que os participantes gastam nas tarefas do seguinte modo referindo apenas se conseguiu ou não
- (c) Observar e registar comentários e observações dos participantes
- (d) Outras anotações

Nota para o observador: Não deve identificar os participantes. Utilize o registo livremente.

Participante	(1) Realizou todas as tarefas	(2) Dentro do tempo	(3) Notas/comentários
1	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
2	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
3	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
4	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
5	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
6	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
7	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
8	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
9	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
10	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	

(e) Outras anotações

Anexo IX

ANEXO IX - Grelha de observação (experiências de realidade aumentada)

Logger _____

Data __/__/__ (_____) Local _____ Hora _____

Recursos _____

Instruções para o observador:

- (a) Observar e registar se os participantes conseguem realizar as tarefas.
- (b) Observar e registar o tempo que os participantes gastam nas tarefas do seguinte modo referindo apenas se conseguiu ou não
- (c) Observar e registar comentários e observações dos participantes
- (d) Outras anotações

Nota para o observador: Não deve identificar os participantes. Utilize o registo livremente.

Participante	(1) Realizou todas as tarefas	(2) Dentro do tempo	(3) Notas/comentários
1	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
2	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
3	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
4	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
5	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
6	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
7	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
8	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
9	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
10	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	

(e) Outras anotações

Anexo X

ANEXO X - Pré-teste (grupos X, Y e Z)

EDUCAÇÃO MUSICAL - 5º ANO

Instruções para a realização do teste:

Pontos

Lê com atenção os enunciados e assinala/escreve com caneta preta ou azul.

GRUPO 1: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

GI

GRUPO 2: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

G2

GRUPO 3: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

G3

GRUPO 4: INSTRUMENTOS MUSICAIS

Observa a imagem dos instrumentos e preenche o nome a família a que pertencem.



Nome: _____

Família: _____



Nome: _____

Família: _____



Nome: _____

Família: _____

Nome: _____

Nome: _____

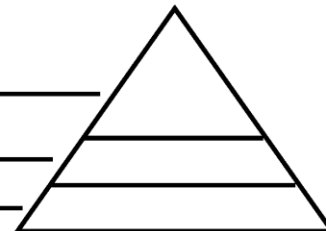
Nome: _____

Grupo 5 - Timbre e altura

O timbre de um instrumento musical está diretamente relacionado com a sua forma e dimensões. De um modo geral, instrumentos “grandes” produzem sons **graves** e instrumentos “pequenos” produzem sons mais **agudos**.

Organiza os instrumentos no seguinte esquema, tendo em conta a sua dimensão e altura.

+ AGUDO / + PEQUENO



+ GRAVE / MAIOR

1 Dados demográficos: 1.1 Idade: _____ 1.2 Género: Masculino / Feminino 1.3 Ano letivo 5.º / 6.º

G4/G5

Anexo XI

ANEXO XI – Guião de exploração, manual escolar 100% MÚSICA

(Grupo X - controlo)

Realiza as seguintes tarefas no teu manual escolar 100% Música, 5.º ano, Educação Musical

Tarefa
<p>1. Estuda o compositor da página 10 do teu manual. Regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>2. Estuda o compositor da página 46 do teu manual. Regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>3. Estuda o compositor da página 62 do teu manual. Regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>4. Estuda os instrumentos musicais da família das cordas (página 52). Regista as imagens dos instrumentos e as famílias a que pertencem. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>5. Localiza os instrumentos da família dos sopros-metais (pág. 54). Regista as imagens dos instrumentos e aspetos que julgues mais relevantes. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>

Obrigado pela tua colaboração.

Anexo XII

ANEXO XII- Pós-teste (grupos X, Y e Z)

EDUCAÇÃO MUSICAL - 5º ANO

Grupo X Grupo Y Grupo Z

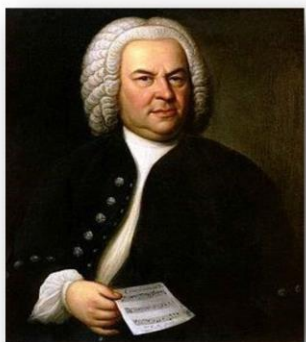
Pontos

Instruções para a realização do teste:

Lê com atenção os enunciados e assinala/escreve com caneta preta ou azul.

GRUPO 1: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

GI

GRUPO 2: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

G2

GRUPO 3: COMPOSITORES:

Observa a imagem do compositor e assinala com uma cruz as declarações verdadeiras e falsas.



V	F	Joseph Haydn
V	F	Período Barroco
V	F	Século XX
V	F	Período Clássico
V	F	Professor
V	F	Johann Sebastian Bach
V	F	Compositor
V	F	Nascido na Áustria
V	F	Nascido na Alemanha
V	F	Método de ensino para crianças
V	F	Influenciou o ensino da música
V	F	Carmina Burana (obra musical)
V	F	Prelúdio n.º 1 (obra musical)
V	F	Música sacra
V	F	Descendente de uma família de músicos
V	F	É um dos maiores compositores da história
V	F	Pertenceu ao coro da catedral de Viena
V	F	Músico e compositor de famílias aristocratas
V	F	Professor de Beethoven
V	F	Admirado por Mozart
V	F	Cravo bem temperado
V	F	Compôs 104 sinfonias
V	F	Carl Orff
V	F	Maestro

G3

GRUPO 4: INSTRUMENTOS MUSICAIS

Observa a imagem dos instrumentos e preenche o nome a família a que pertencem.



Nome: _____

Família: _____



Nome: _____

Família: _____



Nome: _____

Família: _____

Nome: _____

Nome: _____

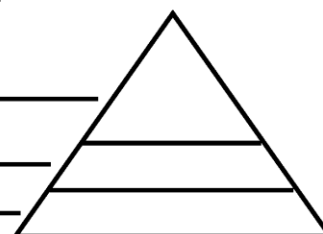
Nome: _____

Grupo 5 - Timbre e altura

O timbre de um instrumento musical está diretamente relacionado com a sua forma e dimensões. De um modo geral, instrumentos “grandes” produzem sons **graves** e instrumentos “pequenos” produzem sons mais **agudos**.

Organiza os instrumentos no seguinte esquema, tendo em conta a sua dimensão e altura.

+ AGUDO / + PEQUENO



+ GRAVE / MAIOR

A preencher apenas pelos grupos Y e Z

1 Artefacto utilizado: Mundo Virtual Experiências de realidade aumentada

2 Experiência de utilizador (a preencher pelos grupos experimentais).

2.1 O artefacto que utilizaste é um recurso útil para a aprendizagem.

Assinala na escala o teu grau de concordância com a declaração.
(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente Discordo Não concordo nem discordo (opinião neutra)
 Concordo Concordo completamente

2.2 O artefacto que utilizaste é um recurso muito complicado e difícil de utilizar.

Assinala na escala o teu grau de concordância com a declaração.
(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente Discordo Não concordo nem discordo (opinião neutra)
 Concordo Concordo completamente

2.3 Gostarias de utilizar este tipo de recurso educativo no futuro.

Assinala na escala o teu grau de concordância com a declaração.
(escolhe apenas uma opção)

- Discordo completamente Discordo Não concordo nem discordo (opinião neutra)
 Concordo Concordo completamente

G4/G5

Anexo XIII

ANEXO XIII – Guião de exploração, mundo virtual

(Grupo Y - experimental)

Realiza as seguintes tarefas no mundo virtual.

Tarefa
<p>1. Desloca o teu avatar até à sala do período Clássico e localiza o expositor com o compositor Joseph Haydn. Explora e regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>2. Desloca o teu avatar até à sala do período Barroco. Localiza o compositor Johann Sebastian Bach. Explora e regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>3. Desloca o teu avatar até à sala do Século XX. Localiza o compositor Carl Orff. Explora e regista os aspetos mais importantes da sua biografia. Procura identificar uma música do compositor e a sua representação visual. Procura fixar outros aspetos que julgues importantes.</p>
<p>4. Localiza na sala do Século XX os instrumentos musicais da família das cordas. Explora a exposição e regista a imagem do instrumento e a família a que pertence. Procura fixar aspetos do instrumento que julgues importantes.</p>
<p>5. Localiza na sala do Século XX os instrumentos musicais da família dos sopros. Explora a exposição e regista a imagem do instrumento e a família a que pertence. Procura fixar aspetos do instrumento que julgues importantes.</p>

Obrigado pela tua colaboração.



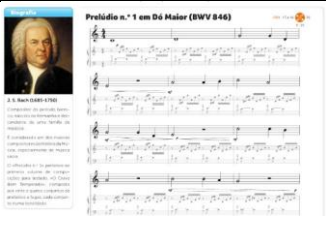


Anexo XIV

ANEXO XIV – Guião de exploração, experiências de realidade aumentada

(Grupo Z - experimental)

Realiza as seguintes tarefas utilizando o manual escolar 100% Música e o teu dispositivo móvel

Instruções: Abre a *app* Aurasma, carrega o canal “jdcg21” e aponta o dispositivo móvel para as páginas indicadas no manual escolar 100% Música.

Tarefa	Visualização da tarefa
<p>1. Aponta o teu dispositivo móvel para a página 10 do manual escolar 100% Música. Visualiza e interage com os conteúdos de RA.</p>	
<p>2. Aponta o teu dispositivo móvel para a página 46 do manual escolar 100% Música. Visualiza e interage com os conteúdos de RA.</p>	
<p>3. Aponta o teu dispositivo móvel para a página 62 do manual escolar 100% Música. Visualiza e interage com os conteúdos de RA.</p>	
<p>4. Aponta o teu dispositivo móvel para a página 52 do manual escolar 100% Música. Visualiza e interage com os conteúdos de RA.</p>	
<p>5. Aponta o teu dispositivo móvel para a página 54 do manual escolar 100% Música. Visualiza e interage com os conteúdos de RA.</p>	

Obrigado pela tua colaboração.

