

UNIVERSIDADE ABERTA



Explorações Virtuais

Júlio Miguel Guerreiro do Vale

Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web

2017

UNIVERSIDADE ABERTA



Explorações Virtuais

Júlio Miguel Guerreiro do Vale

Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web

Dissertação orientada por
Professor Doutor Vitor José Crêspo Cardoso

2017

“Simplicity is the ultimate sophistication”

Leonardo de sir Pietro da Vinci



Resumo

Esta investigação visou desenvolver uma aplicação de realidade virtual interativa com objetivos pedagógicos e de divulgação sobre a vida e obra de Leonardo Da Vinci, um marco fundamental na história das técnicas e da tecnologia, que contribuísse para motivar os estudantes no sentido da aprendizagem da história da tecnologia e de alguns princípios científicos e técnicos relevantes em áreas tão diversas como a física, matemática, geometria, aerodinâmica e arte, entre outros, veiculados na obra de Leonardo.

O produto desta investigação materializou-se num percurso virtual com características de jogo sério acedido via Web e onde os utilizadores/visitantes contactaram de forma dinâmica com uma seleção de conteúdos interativos, objetos virtuais e personagens com que interagem de várias formas. Na conceção foram usadas técnicas de realidade virtual, de realidade aumentada e conteúdos multimédia ajustados aos tipos de públicos-alvo definidos (crianças/jovens do ensino básico) para testar o produto final.

Palavras-chave: Exploração virtual, Realidade virtual, Realidade aumentada, Jogos sérios, WebGL

Abstract

This research aimed to develop an interactive virtual reality application with pedagogical and dissemination objectives about the life and work of Leonardo Da Vinci, a fundamental landmark in the history of techniques and technology, which contributed to motivate students to learn the history of technology and of some relevant scientific and technical principles in areas as diverse as physics, mathematics, geometry, aerodynamics and art, among others, which are transmitted in Leonardo's work.

The product of this investigation materialized in a virtual course with serious gameplay features accessed via the Web and where users/visitors interacted dynamically with a selection of interactive contents, virtual objects and characters with which they interact in various ways. In the design, virtual reality, augmented reality techniques and multimedia content adapted to the types of target audiences (children/young people in elementary education) were used to test the final product.

Keywords: Virtual Exploration, virtual reality, augmented reality, serious games, WebGL

Dedicatória

Aos meus filhos, Gustavo e Matilde
e à Sílvia, minha mulher.

Agradecimentos

Aos meus filhos e mulher por terem prescindido tempo de família e compreenderem essa necessidade para a conclusão deste mestrado.

Ao Professor Doutor Vitor José Crêspo Cardoso, pela confiança transmitida, pelo seu sempre positivismo, pela sua dedicação e orientação de excelência.

Ao Paulo Gomes Nunes e ao Pedro André da Silva, cujas participações foram extremamente valiosas, as suas partilhas de conhecimento contribuíram para o aperfeiçoamento desta investigação.

À diretora do agrupamento de escolas Dr. António Augusto Louro, Célia Dias.

À diretora da escola EB1/JI Aldeia de Paio Pires, Maria Luís Velez.

À professora bibliotecária do agrupamento de escolas Dr. António Augusto Louro,
Sílvia Bastos.

À professora titular da turma 4^o.A escola EB1/JI Aldeia de Paio Pires, Cláudia Marques.

A todos os alunos que participaram na apresentação do protótipo que, sem eles não teria sido possível concluir este trabalho.

Às secretárias do mestrado Web, Ana Tavares e Elisa Antunes pelas milhentas dúvidas esclarecidas, pela simpatia e igual dedicação aos alunos do curso.

A todos os meus colegas do mestrado Web em especial os da unidade curricular de realidade virtual, João Rodrigues, Jorge Sobrinho e Mauro Júlio Battassini que ajudaram a “semear” este gosto pela realidade virtual.

A todos os professores que lecionaram as unidades curriculares do mestrado Web, que partilharam saberes e métodos que me fizeram evoluir como aluno e técnico de sistemas de informação.

Índice

Resumo.....	v
Abstract	vii
Dedicatória	ix
Agradecimentos.....	xi
Índice.....	xiii
Índice de figuras	xvii
Índice de gráficos.....	xxi
Índice de tabelas.....	xxiii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	xxv
INTRODUÇÃO	27
<i>Enquadramento e justificação.....</i>	<i>29</i>
<i>Questões de investigação</i>	<i>30</i>
<i>Objetivos.....</i>	<i>31</i>
<i>Relevância do projeto</i>	<i>31</i>
<i>Estrutura da dissertação.....</i>	<i>32</i>
CAPÍTULO I - ESTADO DA ARTE.....	33
1.1. <i>A comunicação como transmissão de conhecimento.....</i>	<i>35</i>
1.2. <i>Jogos e explorações virtuais</i>	<i>37</i>
1.3. <i>Jogos como ferramentas de ensino</i>	<i>40</i>
1.4. <i>Benefícios para o ensino.....</i>	<i>43</i>
1.5. <i>Dificuldades de uso de realidade virtual no ensino</i>	<i>45</i>
1.6. <i>Resumo do capítulo</i>	<i>46</i>
CAPÍTULO II - METODOLOGIAS.....	49
2.1. <i>DBR, Design-based Research</i>	<i>51</i>

2.2.	<i>GBL, Game Based Learning</i>	54
2.3.	<i>Construtivismo</i>	56
2.4.	<i>ELM, “Exploratory Learning Model”</i>	57
2.5.	<i>Fases do projeto</i>	58
2.6.	<i>Aplicação dos métodos</i>	59
2.7.	<i>Resumo do capítulo</i>	60
CAPÍTULO III – DESENHO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO		63
3.1.	<i>Desenho de jogo</i>	65
3.2.	<i>Tecnologias</i>	71
3.2.1.	Edição 3D	73
3.2.2.	Realidade Aumentada	84
3.2.3.	Linguagens de programação.....	86
3.2.4.	Tratamento multimídia.....	88
3.2.5.	Tecnologias escolhidas	90
3.3.	<i>Implementação e avaliação</i>	91
3.3.1.	Testes para a escolha das ferramentas	92
3.3.2.	Idealização do cenário	96
3.3.3.	Construção de objetos.....	102
3.3.4.	Primeira versão do protótipo	108
3.3.5.	Segunda versão do protótipo	124
3.3.6.	Terceira versão do protótipo.....	144
3.5.	<i>Resumo do capítulo</i>	157
CAPÍTULO IV – BIBLIOTECA ABERTA		159
4.1.	<i>Sítio Web</i>	161
4.2.	<i>Atividades</i>	164
4.3.	<i>Biblioteca</i>	165
4.3.1.	“SKETCHUP”	165
4.3.2.	“BLENDER”	173
4.3.3.	“VIVATY STUDIO”	175
4.3.4.	“UNITY”	177
4.3.5.	“IMAGENS”	178
4.3.6.	“SONS”	181
4.3.7.	“VIDEOS”	181

4.4.	<i>Tutoriais</i>	181
4.5.	<i>Projetos</i>	182
4.6.	<i>Jogar</i>	183
4.7.	<i>Resumo do Capítulo</i>	183
CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO		185
	<i>Questões de Investigação</i>	188
	<i>Objetivos</i>	191
	<i>Conclusão</i>	199
	<i>Trabalhos futuros</i>	200
	<i>Surpresa para os jogadores</i>	200
	<i>Versão da exploração para tablets</i>	201
	<i>Níveis adicionais na exploração</i>	201
BIBLIOGRAFIA		203
ANEXOS		211
I.	<i>Tabelas comparativas das tecnologias estudadas</i>	213
II.	<i>Questionário em Papel – 1.ª Versão</i>	216
III.	<i>Certificados de presença</i>	222
IV.	<i>Questionário em Papel – 2.ª Versão</i>	223
V.	<i>Pedidos de autorização</i>	225

Índice de figuras

Figura 1 – Fases do projeto	59
Figura 2 – Editor Vivaty Studio	73
Figura 3 - Editor Coopercube.....	74
Figura 4 - Editor Sketchup	75
Figura 5 - Minecraft	76
Figura 6 - Ogre	77
Figura 7 - Delta3D	78
Figura 8 - CryEngine 3	78
Figura 9 - Editor Maya.....	79
Figura 10 - Editor 3DS Studio Max.....	80
Figura 11 - Editor Blender3D	81
Figura 12 - Editor Unity3D	82
Figura 13 - Minecraft & VRML/X3D.....	92
Figura 14 - CopperCube.....	93
Figura 15 - Unity3D, aldeia medieval	95
Figura 16 - Cidade de Immola.....	96
Figura 17 - Cidade Ideal.....	96
Figura 18 – Casa de infância de Leonardo da Vinci	97
Figura 19 - Cidade ideal de Leonardo da Vinci, Nível 2 “Ateliê de Verrocio”	98
Figura 20 - Catedral de Milão, Nível 3	99
Figura 21 - Cidade de Florença, nível 4	100
Figura 22 - Castelo de Clos Lucé, Nível 5 “Castelo Clos Lucé”	101
Figura 23 - Desenho de "Swing Bridge" de Leonardo da Vinci	102
Figura 24 - Swing Bridge de Leonardo da Vinci.....	102
Figura 25 - Casa de Infância de Leonardo da Vinci.....	103
Figura 26 - Casa de infância de Leonardo da Vinci (3D)	103
Figura 27 - Poço de Leonardo da Vinci	104
Figura 28 - Moldura para quadro Mona Lisa	104
Figura 29 - Quadro de Mona Lisa	104
Figura 30 - Mesa de trabalho de Leonardo da Vinci	105
Figura 31 - Cenário de "Da Vinci Deamons"	105
Figura 32 - O castiçal	105
Figura 33 - Modelos de Cubo e Prisma	105
Figura 34 - Paraquedas de Leonardo da Vinci.....	106
Figura 35 - Tela de Leonardo da Vinci.....	106
Figura 36 - Ponte de Leonardo da Vinci	107

Figura 37 - Nível de jogo com Lírios.....	107
Figura 38 - Nível de jogo com Lírios.....	107
Figura 39 - Indicação de carregamento de nível	107
Figura 40 - Menu dos níveis	107
Figura 41 - Indicações para movimentação	109
Figura 42 - Casa Natal de Leonardo Da Vinci	111
Figura 43 - Casa Natal de Leonardo Da Vinci (3D).....	111
Figura 44 - Vinci, Florence, Italy	111
Figura 45 - Arredores da casa de infância de Leonardo (3D).....	111
Figura 46 - Textura normal.....	112
Figura 47 - Textura realista	112
Figura 48 - Avatar na primeira pessoa.....	113
Figura 49 - Avatar na terceira pessoa	113
Figura 50 - Qualidade acrescida (20 FPS com GPU).....	114
Figura 51 - Máxima performance (35 FPS com GPU)	115
Figura 52 - Módulo de análise de performance "Profiler" em Unity3D.....	124
Figura 53 - Escola 1ª. Ciclo Aldeia da Paio Pires.....	126
Figura 54 - Apresentação da exploração virtual (1)	126
Figura 55 - Apresentação da exploração virtual, (2)	127
Figura 56 - Apresentação da exploração virtual, (3)	127
Figura 57 - Apresentação da exploração virtual, (4)	127
Figura 58 - Apresentação da exploração virtual, (5)	128
Figura 59 - Apresentação da exploração virtual, (6)	128
Figura 60 - Certificado de presença	129
Figura 61 - Paraquedas de Leonardo da Vinci.....	129
Figura 62 - Oficina de Paraquedas.....	130
Figura 63 - Ponte autossustentada de Leonardo da Vinci.....	130
Figura 64 - Oficina de Ponte autossustentada	131
Figura 65 - Tela da Ponte autossustentada	131
Figura 66 - Desenho em perspectiva de Leonardo da Vinci	132
Figura 67 - Tela do desenho em perspectiva	132
Figura 68 - Oficina de Desenho em perspectiva	132
Figura 69 - Poliedro de Leonardo da Vinci.....	133
Figura 70 - Poliedro.....	133
Figura 71 - Oficina de sólidos geométricos, foto 1.....	134
Figura 72 - Oficina de sólidos geométricos, foto 2.....	134
Figura 73 - Tela dos sólidos geométricos.....	135
Figura 74 - Questionário da segunda versão	136

Figura 75 - Preenchimento do questionário, foto 1	136
Figura 76- Preenchimento do questionário, foto 2.....	137
Figura 77 - Terceira versão, publicação na Universidade Aberta	145
Figura 78 - Terceira versão, publicação no plus.google.pt	145
Figura 79 - Terceira versão, publicação no Yammer da Uab.pt.....	146
Figura 80 - Terceira versão, questionário página 1	147
Figura 81 - Terceira versão, questionário página 2	147
Figura 82 - Terceira versão, questionário página 3.1	148
Figura 83 - Terceira versão, questionário página 3.2	148
Figura 84 - Terceira versão, questionário página 4	149
Figura 85 - Sítio Web: Projeto da Vinci	162
Figura 86 – Demonstração das atividades desenvolvidas com os alunos.....	164
Figura 87 - Paraquedas de Leonardo da Vinci.....	166
Figura 88 - Ponte autossustentada de Leonardo da Vinci.....	166
Figura 89 - Representação de sólido geométrico de Leonardo da Vinci.....	167
Figura 90 - Construção de paraquedas de Leonardo da Vinci	167
Figura 91 - Desenho em perspectiva de Leonardo da Vinci	167
Figura 92 - Construção de ponte autossustentada de Leonardo da Vinci	168
Figura 93 - Tela vazia.....	168
Figura 94 - Águia	168
Figura 95 - Canhão	169
Figura 96 - Castelo Clos Lucé	169
Figura 97 - Chariot	169
Figura 98 - Cidade ideal.....	170
Figura 99 - Cúpula e ponte de Leonardo.....	170
Figura 100 - Catedral de Milão	170
Figura 101 - Florença.....	171
Figura 102 - Lírios.....	171
Figura 103 - Rochas	171
Figura 104 - Rochas 2	172
Figura 105 – Torre escalonada	172
Figura 106 - Máquina voadora	172
Figura 107 - Mesa de trabalho de Leonardo da Vinci.....	173
Figura 108 - Casa de infância de Leonardo da Vinci	173
Figura 109 - Castiçal de Leonardo.....	173
Figura 110 - Poço de Leonardo da Vinci.....	174
Figura 111 - Ponte autossustentada.....	174
Figura 112 - Quadro de Mona Lisa	174

Figura 113 - Swing Bridge de Leonardo da Vinci.....	175
Figura 114 - Galerias de exposição e meio ambiente	175
Figura 115 - Terreno base do mundo virtual	175
Figura 116 - Barca ponte	176
Figura 117 - Crossbow, Balestra	176
Figura 118 - Draga.....	176
Figura 119 - Asset Classic Skybox	177
Figura 120 - Asset Medieval Environment.....	177
Figura 121 - Standard Assets for Unity 4.6	177
Figura 122 - Standard Assets for Unity 5	178
Figura 123 – A carregar	178
Figura 124 - Botão do menu.....	178
Figura 125 - Fundo do menu	179
Figura 126 – Lírios.....	179
Figura 127 - Rato e letras do teclado.....	179
Figura 128 - Fundo do blogue.....	180
Figura 129 - Fonte de texto	180
<i>Figura 130 - Trajeto escondido.....</i>	<i>200</i>
Figura 131 - Trajeto escondido.....	200
Figura 132 - Realidade aumentada.....	201

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Primeira versão: Idades dos utilizadores quantificados em grupos etários	117
Gráfico 2 - Primeira versão: Género dos utilizadores	117
Gráfico 3 - Primeira versão: Manuseamento quantitativo por tipo de utilização	118
Gráfico 4 - Primeira versão: Manuseamento do tablet por tipo de utilização	118
Gráfico 5 - Primeira versão: Análise dos equipamentos quantificados por antiguidade	118
Gráfico 6 - Primeira versão: Análise de conhecimento de jogos virtuais ou 3D	118
Gráfico 7 - Primeira versão: Preferência de jogabilidade por plataforma de jogo	119
Gráfico 8 - Primeira versão: Preferência de equipamento quantificado por tipo de equipamento	119
Gráfico 9 - Primeira versão: Análise de conhecimento sobre jogos sérios	119
Gráfico 10 - Primeira versão: Análise da experiência gráfica	119
Gráfico 11 - Primeira versão: Análise do processador gráfico	120
Gráfico 12 - Primeira versão: Análise da performance	120
Gráfico 13 - Primeira versão: Análise dos desenhos virtuais quantificado por perceção gráfica	120
Gráfico 14 - Primeira versão: Análise da exploração virtual por facilidade de uso	120
Gráfico 15 - Primeira versão: Análise da exploração quantificada por trajeto percorrido	121
Gráfico 16 - Primeira versão: Análise de performance quantificada por tempo de jogo	121
Gráfico 17 - Primeira versão: Análise de conhecimento por tarefas de aprendizagem	121
Gráfico 18 - Primeira versão: Análise de conhecimento por auto avaliação	121
Gráfico 19 - Primeira versão: Análise de preferências por tipo de aprendizagem	122
Gráfico 20 - Primeira versão: Análise de preferências da jogabilidade	122
Gráfico 21 - Primeira versão: Análise da oficina quantificado por facilidade de implementação	122
Gráfico 22 - Segunda versão: Idades dos utilizadores quantificado em grupos etários	137
Gráfico 23 - Segunda versão: Género dos utilizadores	137
Gráfico 24 - Segunda versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos	138
Gráfico 25 - Segunda versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo	138
Gráfico 26 - Segunda versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração ..	139
Gráfico 27 - Segunda versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração	140
Gráfico 28 - Segunda versão: Avaliação da performance	140
Gráfico 29 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual	141
Gráfico 30 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na oficina	141
Gráfico 31 - Segunda versão: Avaliação global	142
Gráfico 32 - Terceira versão: Idade dos utilizadores quantificados em grupos etários	150
Gráfico 33 - Terceira versão: Género dos utilizadores	151

Gráfico 34 - Terceira versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos	151
Gráfico 35 - Terceira versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo	152
Gráfico 36 - Terceira versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração ...	152
Gráfico 37 - Terceira versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração	153
Gráfico 38 - Terceira versão: Avaliação da performance	154
Gráfico 39 - Terceira versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual	154
Gráfico 40 - Terceira versão: Avaliação global.....	155

Índice de tabelas

Tabela 1 - Segunda versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos	138
Tabela 2 - Segunda versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo	139
Tabela 3 - Segunda versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração	139
Tabela 4 - Segunda versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração	140
Tabela 5 - Segunda versão: Avaliação da performance	140
Tabela 6 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual	141
Tabela 7 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na oficina	142
Tabela 8 - Segunda versão: Avaliação global	142
Tabela 9 - Terceira versão, resultados de performance	150
Tabela 10 - Terceira versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos	151
Tabela 11 - Terceira versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo	152
Tabela 12 - Terceira versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração	153
Tabela 13 - Terceira versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração	153
Tabela 14 - Terceira versão: Avaliação da performance	154
Tabela 15 - Terceira versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual	155
Tabela 16 - Terceira versão: Avaliação global	155
Tabela 17 - Terceira versão, análise do registo de execuções	156
Tabela 18 - Tabela comparativa das tecnologias de edição 3D	213
Tabela 19 - Tabela comparativa das tecnologias de edição 3D	214
Tabela 20 - Tabela comparativa das tecnologias AR e tratamento multimédia	215

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

- .NET – Estrutura para desenvolvimento e execução de sistemas e aplicações
- 2D – Duas dimensões
- 3D – Três dimensões
- API – Interface de programação de aplicações (“Application Programming Interface”)
- BOO – Linguagem de programação baseada em PYTHON
- C# - Linguagem de programação interpretada CSharp
- C++ - Linguagem de Programação compilada CDoublePlus
- DAE – Representa a extensão do formato COLLADA (“COLLABorative Design Activity”)
- DBR – Metodologia “Design-Based Research”
- DIRECT3D – Interface de programação de aplicações para três dimensões
- FLASH – Plataforma de software multimédia
- FPS – Quadros por segundo (“Frames Per Second”)
- GBL – Metodologia Game Based Learning
- GIMP – GNU Image Manipulation Program
- GNU – Sistema operativo Linux, proveniente de “Gnu is Not Unix”
- GPU – Processador gráfico de imagem (“Graphics Processor Unit”)
- GUI – Interface gráfica do utilizador (“Graphical User Interface”)
- HTML – Linguagem de marcação hipertexto (“HyperText Markup Language”)
- HTML5 – Linguagem de marcação hipertexto quinta versão
- IOS – Sistema operativo móvel da Apple Inc.
- JAVASCRIPT – Linguagem de programação interpretada
- LGPL – Licença de GNU pública menor (“GNU Lesser General Public License”)
- MACOSX – Sistema operativo da Apple Inc.
- MDA – Mechanics, Dynamics e Aesthetics Framework
- MP4 – Formato digital de conteúdo multimédia, som e imagem
- MW – Mestrado em tecnologias e sistemas informáticos Web
- OGG – Formato digital de conteúdo multimédia, som
- OPENGL – API livre de computação gráfica (“Open Graphics Library”)
- PBL – Metodologia Problem Based Learning
- PC – Computador pessoal (“Personal Computer”)

PHP – Linguagem interpretada livre (“Hypertext Preprocessor”)

PYTHON – Linguagem de programação interpretada

RA – Realidade Virtual e Aumentada

RV – Realidade Virtual

SDK – Kit de desenvolvimento de programas (“Software Development Kit”)

VRML – Linguagem de programação de RV (“Virtual Reality Modeling Language”)

WAV – Formato digital de conteúdo multimédia, som

Web3D – Conteúdo 3D interativo

WebGL – API para gráficos 2D e 3D (“Web Graphics Library”)

WWW – World Wide Web

X3D – Formato padrão livre que representa os gráficos 3D usados nos computadores

XML – Linguagem de marcação extensiva (“Extensible Markup Language”)

INTRODUÇÃO

As tecnologias Web têm vindo a ganhar popularidade e cada vez mais as tendências tecnológicas apontam para o uso das tecnologias de três dimensões (3D) (Bidarra & Cardoso, 2007), sejam estas Web, cinematográficas ou orientadas para os jogos. Aliada ao ensino, esta tecnologia tem potencial para motivar a aprendizagem em variados domínios (da arquitetura, engenharia à arte). Este trabalho inspirou-se nas criações e imaginação do eterno génio do Alto Renascimento: Leonardo di Ser Piero da Vinci. Usou-se como tema os trabalhos de Leonardo da Vinci sendo implementado um percurso virtual com jogos e desafios. Os utilizadores tiveram de obter ou construir uma série de objetos e outros conteúdos e foram conduzidos a aprender de uma forma fácil e intuitiva.

Pretendeu-se com este trabalho explorar as tecnologias Web orientadas para a realidade virtual, direcioná-las para a comunidade educacional e compreender a sua mais-valia no ensino. Foram estudadas componentes educacionais relacionadas com arquitetura, engenharia e arte. Estes estudos da época renascentista representaram, em muitos casos, tecnologias que foram desenvolvidas e implementadas num passado recente e devido a esse facto, o interesse e curiosidade nessa matéria foi expectável por parte dos intervenientes/público-alvo.

Para conceber esta exploração virtual foi necessário aplicar técnicas de implementação de ambientes virtuais baseados na Web, compreender a dinâmica dos intervenientes na aprendizagem durante o percurso e explorar historicamente a obra e arte de Leonardo da Vinci.

Enquadramento e justificação

Nos dias que correm as tecnologias e os sistemas Web estão cada vez mais presentes no nosso quotidiano. A nossa sociedade “alimenta-se” destas tecnologias como se fosse um bem essencial à vida e os nossos jovens, crescendo neste mundo tecnológico, adquirem de forma natural um à-vontade e facilidade na compreensão e na interação com as tecnologias. Os sistemas multimédia estão no topo das suas preferências, neste grupo destaca-se cada vez mais a realidade virtual. As tecnologias de conteúdo 3D interativo voltadas para a Web (Web3D) e nomeadamente o WebGL, um formato e padrão livre que representa os gráficos 3D, têm-se disseminado em várias

áreas e usadas na forma de percursos virtuais e jogos sérios podem vir a dar contributos significativos ao ensino pelo interesse que despertam nos potenciais utilizadores e pela excelente capacidade de reproduzir conteúdos dinâmicos e criar uma melhor imersão.

Na exploração virtual que desenvolvemos procurou-se cativar os alunos/utilizadores a aprender engenharia, aerodinâmica, arte e até arquitetura. Com demonstrações, desafios e jogos idealizados com base em artefactos históricos, histórias e a envolvente da época. Para implementar este ambiente virtual foram usadas técnicas de realidade virtual e aumentada, técnicas de conversão e conceção 3D, formas de interação e técnicas para a eficiência e performance dos mundos virtuais.

O ensino presencial (face-to-face) em sala de aula em moldes clássicos (professor e livros) é, só por si, cada vez menos suficiente e motivador para os estudantes (Cardoso V. J., 2007) que desde tenra idade sentem um grande apelo e fascínio pela interatividade do mundo digital que, salvo as exceções, em grande medida continua ausente do ensino oficial.

Este trabalho pretendeu testar as tecnologias 3D aplicadas a conteúdos, sob a forma de percursos virtuais, jogos sérios e outras, indagando-se sobre as suas reais potencialidades num ensino válido, eficaz e moderno.

Também sentimos necessidade de investigar aspetos relacionados com utilização de aplicações de realidade virtual e aumentada em dispositivos de uso comum de modo a otimizar a sua performance.

Questões de investigação

Esta investigação orienta-se para o uso da realidade virtual no ensino e a possibilidade de existirem métodos de ensino válidos, eficazes e modernos, fortemente baseados em tecnologias 3D na Web. Neste sentido formulamos a primeira questão de investigação a que se pretende responder com este trabalho é:

- Será que o uso da realidade virtual e de conteúdo multimédia via Web contribui para a motivação e melhoria da aprendizagem?

Os dispositivos de uso comum, nomeadamente os de baixo custo usados para aceder à internet e uso geral de multimédia, normalmente não são orientados para as explorações virtuais e carecem de performance para o seu bom desempenho.

Pretendemos testar técnicas de desenvolvimento 3D relacionadas com o melhoramento da performance e definimos como segunda questão de investigação:

- É possível realizar explorações virtuais em dispositivos de uso comum com performance computacional e gráfica limitada?

Objetivos

Em conformidade com os propósitos desta investigação definimos os seguintes objetivos:

- Divulgar as tecnologias 3D na escola;
- Difundir e promover as tecnologias 3D na Web;
- Implementar uma exploração virtual do tema escolhido com características de jogo sério;
- Elaborar um sítio Web para divulgação e uso da exploração virtual;
- Construir modelos 3D dinâmicos de equipamentos/sistemas concebidos por Leonardo da Vinci;
- Realizar oficinas de trabalho com alunos para promover a ciência interpretada por Leonardo da Vinci;
- Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci.
- Organizar uma biblioteca aberta de materiais, modelos e objetos de Leonardo da Vinci;
- Usar ferramentas apenas de uso gratuito e sem restrições de utilização;

Relevância do projeto

Proporcionamos com este projeto de RV um exemplo de abordagem de disponibilização de 3D interativo num ambiente Web em que a aplicação distribuída em WebGL corre diretamente no navegador sem necessidade de aplicativos adicionais.

Usou-se criativamente o tema da vida e obra de Leonardo da Vinci numa aplicação pedagógica materializada na forma de um percurso virtual em 3D, com demonstrações, desafios e pequenos jogos que orientam o estudante num percurso de aprendizagem onde se incluem conceitos científicos de física, matemática, geometria, aerodinâmica e arte, entre outros.

Estrutura da dissertação

Esta investigação contempla quatro capítulos, procuraram proporcionar, com base num levantamento do estado da arte e pelos métodos aplicados, testes às tecnologias 3D aplicadas a conteúdos e indagar as suas potencialidades num meio de ensino.

No capítulo I o estado da arte, foi feita uma breve apreciação histórica da comunicação como transmissora de conhecimento, descreveu-se os jogos e explorações virtuais apresentando-os como ferramentas de ensino, identificou-se os benefícios e as dificuldades de uso da realidade virtual no ensino.

O capítulo II retratou as metodologias adotadas para a realização desta investigação. Foi feito o estudo das metodologias a aplicar na investigação, definidas as fases do projeto e descreveu-se a aplicação dos métodos.

O capítulo III consistiu no desenho, implementação e avaliação dos protótipos. Avaliou-se o conceito de desenho de jogo e as tecnologias disponíveis nas áreas: Edição 3D, Realidade Aumentada, Linguagens de programação e tratamento multimédia. Após esta fase partiu-se para o desenvolvimento e implementação dos protótipos e respetivas avaliações baseadas em testes de ferramentas, idealização de cenários e construção de objetos.

No capítulo IV a biblioteca aberta, foi feita a descrição do sítio Web e seus conteúdos referentes a esta investigação como os objetos, materiais, tutoriais e vídeos.

Após o capítulo anterior redigiu-se as considerações finais e conclusão onde se apresentam os resultados da investigação e fez-se a análise às questões de investigação e objetivos deste trabalho.

Por último as referências bibliográficas e os anexos.

CAPÍTULO I - ESTADO DA ARTE

Neste capítulo é feito um levantamento do estado da arte relativamente ao modo como os jogos sérios ou explorações virtuais são eficazes no ensino.

Começaremos por abordar a comunicação como transmissão de conhecimento, onde são usados processos e ferramentas multimédia para transmitir informação.

Anotaram-se definições e recolheram-se experiências com jogos e/ou explorações virtuais, foram salientados os benefícios do uso destas tecnologias no ensino e as dificuldades que os intervenientes terão durante o processo de implementação e utilização.

1.1. A comunicação como transmissão de conhecimento

A comunicação tem sido um fator importante e decisivo para a história dos jogos e da realidade virtual. O homem sempre teve a necessidade de se comunicar, antes de desenvolver uma linguagem verbal, já compreendia o seu mundo a partir dos signos visuais observados através dos seus olhos. Com base nessas observações pintava gravuras terrestres nos seus abrigos e à medida que a complexidade de “registo” aumentava, as pinturas já não conseguiam transmitir todo o acumular de informação e foram desenvolvidos pictogramas, números e letras originando alfabeto.

Com o evoluir dos tempos, a fixação das populações e crescente vivência em comunidade, novos e eficazes processos de comunicação foram implementados: a tipografia e a pintura. Durante a era do renascimento a arte era o grande meio de comunicação representado por esculturas e pinturas, existiam “oficinas” que produziam artefactos por encomenda. Os pintores e mecenas estavam fascinados e convencidos que a arte não serviria apenas para contar a história sagrada de uma forma comovente, mas também para refletir um fragmento do mundo real (Fernandes, 2015).

Um dos grandes artistas da era renascentista foi o Leonardo de sir Pietro da Vinci, um filho bastardo que não tinha acesso à educação como os filhos legítimos das famílias nobres. Um dos seus primeiros trabalhos foi uma pintura de um escudo que pudesse infligir medo aos opositores e representasse o cavaleiro que o empunhasse, o seu trabalho foi reconhecido pelo seu pai que o deixou entrar num ateliê de renome em Florença, o ateliê de Andrea del Verrocchio. Apesar de ter entrado como ajudante de

oficina, ao fim de pouco tempo o seu mestre reconheceu o seu talento e aceitou-o como aprendiz dando-lhe acesso a uma aprendizagem em ciências humanas (Herbert, 1998).

Este artista contribuiu em muito para a comunicação visual, as suas pinturas eram representadas em perspetiva dando a sensação de profundidade, e os seus registos científicos serviram como referências a muitas tecnologias implementadas apenas no século XX.

No início do século XX apareceu a fotografia e com esta o cinema que de alguma forma destronou as pinturas como meio de comunicação visual preferido, mais tarde o computador emerge como a ferramenta que mudará inexoravelmente a sociedade, essa mudança será igualmente determinante na comunicação visual (Fernandes, 2015).

Com o aparecimento da internet e o desenvolvimento exponencial da tecnologia de computação gráfica emergem os primeiros jogos e simulações com intuítos educativos na área dos jogos de guerra. A proliferação dos computadores pessoais pelas comunidades e consequente uso dos jogos de lazer e simulações, provocaram um interesse súbito em como a aprendizagem imersiva poderia ser usada para apoiar as práticas educacionais.

As simulações foram maioritariamente usadas em formação profissional específica como militar, médica ou de negócios. Quando as simulações passaram a ser associadas à violência e ao lazer, e mais recentemente aos denominados jogos de violência, os tutores e pais rejeitaram a prática dessas simulações. A ideia de estes serem usados como ferramentas de aprendizagem não vinculou perante a sociedade, no entanto, existe uma tendência em se alterar estas mentalidades, os programadores começam a despertar interesse em criar este tipo de jogos porque perceberam que existe mercado para eles.

A fusão entre os jogos de lazer e educativos é uma confusão compreensível porque ambos os termos são usados como sinónimos, o potencial dos jogos educativos é enorme pois estes oferecem experiências de aprendizagem verdadeiramente imersivas e eficazes (de Freitas, 2006).

Já existem casos de estudo de sucesso com o suporte de mundos virtuais que são usados como ferramentas de apoio ao ensino científico, estes são implementados por comunidades universitárias aliadas a empresas privadas de modo a exponenciar o ensino via mundos imersivos (de Freitas, 2008).

O exemplo dessas parcerias já é visível em várias áreas da nossa comunidade atual (Dias, 2009):

- Na Educação realizam-se experiências de química sem riscos de explosão e perigos associados à exposição de químicos perigosos;
- Na história pode-se visitar monumentos ou locais de valor histórico;
- Na astronomia é possível visitar planetas e a matemática deixa de ser abstrata.
- No Entretenimento visitam-se museus, assistem-se a espetáculos, exposições e animações virtuais;
- Na indústria são realizados testes de colisão e de aerodinâmica por parte de empresas do ramo automóvel. As mais vocacionadas para a distribuição analisaram sistemas de transportes em cidades virtuais, outras desenvolveram sistemas de marketing para cozinhas em que os clientes constroem o seu modelo virtualmente;
- Na medicina faz-se ecografias 3D, tratamentos de fobias, ensino de anatomia e treino para intervenções cirúrgicas.

Desde muito cedo que o ser humano tem elaborado formas de comunicar e transmitir conhecimento. Chegámos ao ponto que conseguimos simular a realidade em ambientes virtuais maximizando o seu estado imersivo, se os configurarmos em formato de jogo podemos potenciar a transmissão de informação e consequentemente aumentar a sua aprendizagem.

1.2. Jogos e explorações virtuais

Um outro engano comum é igualar o conceito de jogo a explorações virtuais.

Categorizando os jogos estes, dividem-se em quatro categorias: Jogos Educacionais, Jogos via Web, Jogos Sérios e Simulações:

- Jogos educacionais são aplicações que usam as características de jogos de vídeo ou de computadores para criar experiências de aprendizagem envolventes;
- Jogos via Web são os que são usados por um grande número de jogadores em simultâneo;
- Os Jogos sérios são jogos em que a educação (em diversas formas) é o objetivo principal em vez de o entretenimento.

- As simulações são uma forma de representar o mundo real num computador, consiste em prever comportamentos do sistema alterando as suas variáveis de atuação.

No entanto existem duas grandes confusões em redor dos jogos sérios, a primeira reside na fusão do conceito de jogos de entretenimento com jogos educacionais ou jogos sérios. A segunda é o fato de existirem inúmeras definições de jogos que geram diferentes terminologias que por sua vez são usadas por diferentes grupos (de Freitas, 2006).

As explorações virtuais representadas pelos mundos virtuais têm como predecessores dimensões multiutilizador desenvolvidas na década de 80, eram representados em modo de texto e, mais tarde em 1985 surgiu o primeiro mundo virtual baseado no mesmo conceito mas usando gráficos e avatares, o “Lucasfilm’s Habitat”. Este mundo virtual gráfico suportou uma comunidade de utilizadores na Web por ainda 6 anos, estes podiam-se comunicar, jogar, apaixonarem-se, abrir negócios, fundar religiões, protestar, tudo o que uma comunidade pode fazer no mundo virtual.

Com o aumento da largura de banda, da conectividade e do processamento gráfico, surgiram os primeiros mundos virtuais em 3D (de Freitas, 2008). Estes poderão ser ferramentas principais (vídeo e texto como secundárias): na aprendizagem da história, na aquisição de habilidades, na avaliação do trabalho e em muitas das nossas formas mais rentáveis e produtivas de colaboração. Aliás, num futuro próximo pode-se providenciar um envolvente conjunto de serviços educacionais incluindo e-portefólios, materiais de e-learning, sessões de sala de aula, repositório de matérias de aula, jogos de aprendizagem, acompanhamento e monitorização de tarefas, comunicação entre tutores e alunos e e-avaliações (de Freitas, 2008).

As principais características dos mundos virtuais resumem-se em fatores que se servem de métricas para um bom desenvolvimento do mundo virtual (de Freitas, 2008):

- Existência de controlo, esta interatividade promove-se com a criação de um avatar;
- Colaboração, fomenta-se com a construção em comunidade;
- Persistência, a capacidade que o mundo virtual tem de ser apelativo ao uso;
- Necessidade de interatividade de experiências em 3D;
- Inclusão de conteúdo digital partilhado e gerado pelo utilizador;

- Imersão e interatividade, normalmente conseguido com a representação de um meio ambiente e da inclusão do utilizador nesse ambiente.

Um exemplo interessante no uso de jogos sérios é a realidade alternativa ou realidade mista, este tipo de jogos permitem combinar mundos físicos com virtuais. São uma alternativa barata aos jogos sérios convencionais e mundos virtuais, estes oferecem aos estudantes a possibilidade percorrer o mundo real baseando-se em narrativas ou gravação de eventos (de Freitas, 2008).

Existem algumas desvantagens que podem ser atribuídas aos jogos, a mais comum será a violência, ou ainda a existência de demasiada informação a processar que poderá tirar o foco do essencial, a constante necessidade de recompensa e a enorme quantidade de recursos utilizados para a elaboração do jogo.

No entanto, o jogo como uma ferramenta de elevado potencial educacional pode agrupar as seguintes vantagens no ensino (Fernandes, 2015):

- Fomentam a aprendizagem dinâmica, diversificada e motivadora;
- Permitem desempenho e exploração de atividades diferentes;
- Admitem a partilha do mesmo espaço virtual;
- Facilitam a dinâmica colaborativa e de grupo;
- Possuem ambientes atraentes e interativos;
- Aumentam a criatividade;
- Favorecem a aprendizagem pela exploração;
- Capturam a atenção do jogador pela oferta de desafios;
- Facilitam a compreensão;
- Promovem a literacia em TIC assim como a temática de jogo;
- Promovem a aprendizagem fora da sala de aula;
- Possibilitam a experimentação.

Casos de estudos efetuados na plataforma virtual “Second life”¹ verificaram que são treinadas habilidades sociais e desenvolvidas experiências científicas. Foi explorado o que não é praticável na sala de aula: a aprendizagem é feita ao ritmo do aluno representando-se espacialmente, os conceitos abstratos ficam mais reais, a plataforma torna-se numa unidade multissensorial e proporciona o anonimato muito apreciado

¹ Retirado do sítio WEB Second Live, obtido a partir de <http://secondlife.com/>, acedido em 04 Março de 2017

pelos alunos. Os desafios durante o seu uso começam pela preparação necessária do Professor e Aluno, pela existência de problemas de acessibilidade, por falta de coordenação do movimento do olho com os movimentos da mão por parte do utilizador, pela lacuna de segurança devido à exposição a estranhos, o não ter conhecimentos informáticos necessários, pela semelhança enganosa a jogos de vídeo e a plataforma ser visualmente irresistível distraindo a aprendizagem (Oh & Nussli, 2014).

Existem outros projetos de referência que contribuem para a investigação de jogos sérios ou explorações virtuais orientadas para o ensino. Exemplos desses projetos (de Freitas, 2008):

- “Active Worlds Educational Universe”², uma ferramenta de suporte de ensino orientado para a ciência;
- “SciLands in Second Life”³, conferências virtuais no âmbito da educação da ciência;
- “Croquet Community” atualmente “3D Immersive Collaboration”⁴, fóruns de suporte para investigação;
- “Forterra’s OLIVE platform”⁵, uma plataforma de suporte à medicina cirúrgica e incidentes catastróficos.

1.3. Jogos como ferramentas de ensino

O conhecimento é um dos maiores valores humanos e o sistema de ensino tem de estar preparado para que o desenvolvimento tecnológico pode levar as crianças a jogar jogos durante as aulas (Leitão, 2013).

Estudos revelaram que temos a capacidade de recordar 10% do que lemos, 20% daquilo que ouvimos, mas conseguimos reter 90% do que aprendemos através de uma participação ativa, esta participação pode ser realizada pela interação com a realidade

² Retirado do sítio WEB Active Words, obtido a partir de <https://www.activeworlds.com/web/index.php>, acedido em 04 Março de 2017

³ Retirado do sítio WEB Second Live, obtido a partir de <http://secondlife.com/>, acedido em 4 março de 2017

⁴ Retirado do sítio WEB 3D Immersive Collaboration, obtido a partir de <http://www.3dicc.com/> acedido em 4 março de 2017

⁵ Retirado do sítio WEB Hospital Management , obtido a partir de <http://www.hospitalmanagement.net/contractors/courses/forterra-systems/>, acedido a 4 de março de 2017

virtual em formato de jogos sérios, explorações ou simulações (Dias, 2009). Segundo Fernandes, a educação é um processo de eterna atualização, portanto inacabado, possibilita a procura, a construção de conhecimento, descobrindo, explorando, observando (Fernandes, 2015). A descoberta com base na observação e exploração foi um processo eficaz para aprender mas durante esse processo, aprender é mais um processo de aprendizagem que leva a alterar um comportamento ou conhecimento do que um aumento quantitativo de conhecimento ou armazenamento de informação para ser reproduzido (Lamerás, et al., 2013).

Segundo Leitão, os jogos possuem elementos competitivos numa variedade de áreas de conhecimento, que podem motivar pelo desafio, fantasia e curiosidade. Contudo entre os jogos e a educação é aconselhável existir um equilíbrio tem de haver uma relação yin e yan, dizendo que os jogos são altamente envolventes e fracos de conteúdos, enquanto a educação é grandiosa em conteúdos e fraca na sua envolvimento (Leitão, 2013).

De Freitas & Oliver (2006) desenvolveram uma estrutura para avaliar o uso dos jogos e simulações no ensino, esta estrutura avalia o contexto do jogo, a especificação do aluno, considerações pedagógicas e ferramentas de suporte. Este tipo de análise veio contribuir para o entendimento do uso pedagógico dos jogos e simulações (de Freitas & Oliver, 2006).

Para além de existir este tipo de estrutura a avaliar o uso dos jogos no ensino, foram criadas oportunidades de uso dos jogos no ensino, criaram-se aplicações com características de vídeo e de jogos de computador de modo a gerar envolvimento e imersividade para a produzir experiências de aprendizagem com determinados objetivos, resultados e experiências (de Freitas, 2006).

As explorações virtuais proporcionaram uma aprendizagem adquirida sobre ambientes de exploração, vivências e experiências virtuais que tenham suporte baseado em manuais ou unidades de apoio. Esta noção de aprendizagem concentrou-se em padrões que poderiam ser facilmente transferidos por meta-reflexão para situações similares. O aluno ao jogar jogos, treinar em simulação, ver televisão ou cinema, navegar pela internet ou ouvir música é a sua abordagem para essa atividade, o seu mentor ou tutor terá sempre a decisão de quando e como a aprendizagem terá lugar. Quanto mais o aluno estiver imerso na atividade, mais este fica disposto a exercê-la na sua

aprendizagem. O entusiasmo na aprendizagem foi colocado sobre o aluno, ao percorrer por caminhos específicos fez com que o ambiente tenha sido um cenário de produção ou mesmo uma coreografia de atividades e experiências. Esta mudança foi talvez um pequeno passo no sentido de utilizar mundos imersivos virtuais de aprendizagem e formação (de Freitas, 2008).

Os mundos virtuais estão a começar a oferecer uma nova infraestrutura de suporte ao ensino e à investigação colaborativa interdisciplinar, começou a ser possível desenvolver investigação de projetos colaborativos e de novas ferramentas (de Freitas, 2008).

Um dos aspetos para efetuar uma aprendizagem eficaz passa pela motivação, precisa de ser sustentada através de respostas, reflexão e envolvimento ativo para que os objetivos de aprendizagem sejam cumpridos, é importante existir um equilíbrio entre um percurso de jogo excitante e uma aprendizagem devidamente consumada. Os jogadores têm de sentir realismo, desafio, oportunidade de exploração e controlo. Os jogos via Web multijogador são uma das formas mais poderosas de motivação, possibilitam a replicação em grupo de situações e conflitos em diferentes condições e configurações (de Freitas, 2006).

Outras necessidades foram levantadas na adaptação dos jogos ao ensino, estes precisavam de ser postos em prática de uma maneira eficiente para cumprirem os projetos e princípios pedagógicos, proporcionar mais desenvolvimento e investigação demonstrando que podem ser usados na aprendizagem em abordagens futuras. Dar oportunidades programadores de auxiliar os tutores a adotar jogos baseados para a aprendizagem na sua sala de aula e, possibilitar aos utilizadores (alunos) de escolherem como irão aprender usando espaços imersivos, partilha de experiências e ensaio de habilidades como no mundo real (de Freitas, 2006).

Os Jogos desenvolvidos nos dias de hoje podem ser jogados em computadores pessoais, consolas, dispositivos portáteis ou telemóveis. São implementados sem o uso de uma linguagem de programação, são usadas ferramentas de edição e pacotes de desenvolvimento de aplicações. Estas ferramentas de edição estão sendo consideradas como tecnologias interativas que podem ser usadas com alguma flexibilidade noutros dispositivos. O grande potencial da aprendizagem pelos jogos sérios é tirar partido desta

grande diversidade de mecanismos e oferecer uma aprendizagem verdadeiramente imersiva (de Freitas, 2006).

O uso de mundos virtuais na aprendizagem ainda é um campo relativamente novo, a curva de aprendizagem poderá ser acentuada quando se utiliza estas aplicações para apoiar a aprendizagem, tanto para tutores como alunos.

A experiência de jogo poderá ser prejudicial para a aprendizagem, os jogadores estavam habituados a níveis elevados de fidelidade e interatividade que são entregues nos mundos virtuais, desviando-os do propósito que é a aquisição de conhecimento.

Os jogos continuam a ser uma experiência importante que estão a ir na direção da cultura da simulação, as tecnologias digitais atuais já permitem essa implementação, investigação e a interrogação de mundos hipotéticos que representam cada forma de como trabalhamos ou jogamos (de Freitas, 2006).

1.4. Benefícios para o ensino

Nos tempos que correm, os computadores trazem outras formas de aprender, diversificam e enriquecem o ambiente educativo, geram um novo interesse e uma nova motivação na escola. Estes, aliados ao professor no sistema educativo, pode ser um “catalisador” de mudanças. A criança pode, agora, aprender “brincando” e, ao seu ritmo, construir o seu próprio conhecimento (Dias, 2009).

As novas tendências tecnológicas apontam para um uso cada vez mais generalizado das tecnologias 3D, inclusive na Web. Nesta linha a realidade virtual (RV) e os Mundos Virtuais deveriam ser recursos mais comuns na educação (Fernandes, 2015).

O uso e a integração do computador nas escolas com a função de ensinar levam o professor a adaptar-se, a deixar de ser o ponto central na sala cujo objetivo é transferir o conhecimento e passa a ser o organizador/coordenador das tarefas que irão transmitir esse conhecimento. As aulas passam a ser centros de criação e investigação (Leitão, 2013).

No caso do uso de mundos virtuais na educação e em especial enfase os utilizadores que abraçam pela primeira vez esta plataforma, é importante que tenham uma orientação cuidada ao induzi-los na sua utilização, só assim maximizam o seu envolvimento com os mundos virtuais como um todo (Magoulas, Poulouvasilis,

Rebolledo-Mendez, Liarokapis, & de Freitas, 2010). O potencial de usar esta tecnologia na sala de aula não tem limites, a sua aplicação prática exige que os professores recebam formação adequada que lhes dê confiança nas suas capacidades de ensino em ambiente virtual e no seu compromisso em usar as tecnologias 3D nas salas de aula (Oh & Nussli, 2014).

Lameras, ao analisar o envolvimento dos alunos e a eficácia de um jogo como ferramenta de aprendizagem num ambiente académico considerou que o jogo pode aumentar o envolvimento do aluno em questões de sustentabilidade, especialmente em contextos de aprendizagem combinada para “misturar” abordagens pedagógicas diferentes, com ferramentas e meios de comunicação como meio de transformar a prática educativa (Lameras, et al., 2013).

Os mundos virtuais enriquecem a aprendizagem e instruem o aluno fornecendo múltiplos modos de comunicação entre os alunos, potenciam a configuração dos problemas de aprendizagem e oferecem ao utilizador o controlo na sua experiência de exploração. As oportunidades geradas pela experiência virtual consistem em aumentar o poder de ação sobre atividades e tarefas a realizar: O controlo total do seu avatar, o encorajamento no percurso de caminhos de aprendizagem personalizados, a criação de oportunidades de reflexão para o aluno, a disponibilização de uma infraestrutura de investigação de forma a trabalharem em conjunto (de Freitas, 2008).

Nos últimos anos, o uso generalizado de jogos comerciais no domínio da aprendizagem tem recebido especial atenção, até muito recentemente estratégias para apoiar os métodos mais eficazes de aprendizagem com jogos eram incertos. Os professores ficavam indecisos que jogos usar, em que contexto, como os avaliar e validar. Estudos revelam que é mais eficiente usar técnicas de aprendizagem misturadas na promoção dos jogos no ensino, ao se combinar diferentes abordagens pedagógicas com ferramentas e meios tecnológicos transformando-se a prática educativa, o papel do professor neste processo será facilitar o processo do jogo (Lameras, et al., 2013). Para além destas dificuldades e nos dias que correm, tudo o que envolve o uso de computadores no ensino deixam os alunos interessados, é mais notório em tópicos em que os alunos têm menos interesse, em que têm de pensar que estão a jogar em vez de aprender (Oh & Nussli, 2014).

O anonimato e a autonomia podem ser benefícios adicionais, os estudantes mais tímidos e resilientes são levados a participar de boa vontade e a envolverem-se mais facilmente na aprendizagem, são dois fatores que não existem na sala de aula e que são muito apreciados pelos estudantes.

A competição foi identificada como outra forma de tirar vantagem dos mundos virtuais, esta é feita por comentários de incentivo, no entanto, os de advertência podem ser frustrantes para o utilizador, desmotivando-o. A espera pelo carregamento ou processamento do jogo (partes do jogo) ou mesmo a falta de sugestões e direções para completar o percurso, podem ser depreciativos ou irritantes para o aluno, é necessário muita orientação, tarefas discriminadas e direções muito claras (Oh & Nussli, 2014).

Casos de estudo demonstram que enquanto um tutor explicava algumas características básicas de um programa, os alunos, ficaram atraídos, absorvidos e muito quietos. Também revelaram um melhoramento de atenção na ordem dos 100% e o envolvimento com o programa foi notável: A interatividade foi um grande fator que ajudou o seu envolvimento na aprendizagem (de Freitas, 2008).

Segundo Leitão (2013), os jogos podem contribuir largamente para o desenvolvimento emocional e social incluindo as diferentes tentativas de formas de cooperação e competição. A criança pode descobrir a importância das regras e quais as que funcionam melhor. Durante o tempo de jogo, esta direciona a sua atenção aos pormenores para conseguir o melhor desenvolvimento no jogo. Estas experiências ajudam as crianças a formar conceitos mais maduros de pensamento e de resolução de problemas. Dessa forma e através dos jogos o aluno aprende a agir, a curiosidade é estimulada, adquire iniciativa e autoconfiança enquanto desenvolve a linguagem, o pensamento e a concentração (Leitão, 2013).

1.5. Dificuldades de uso de realidade virtual no ensino

Aquém da formação necessária, os Tutores quando preparam uma introdução a jogos ou a simulações 3D na prática da educação na sala de aula são confrontados com várias questões como: Que jogo ou simulação escolho para um contexto específico de aprendizagem? Que abordagens pedagógicas posso usar para ensinar ou formular atividades? Qual a validade em usar o jogo ou simulação? Todas estas questões fazem

com que os tutores manifestem uma necessidade de apoio extra ao selecionar e utilizar jogos e simulação na sua prática no ensino, o desenvolvimento e acesso a pacotes de ferramentas e estruturas para agilizar esse processo de seleção beneficiaria o Tutor, encorajando-o a refletir sobre o uso de jogos e simulações, bem como apoia-los no processo de envolvimento e de motivação em grupos específicos (de Freitas & Oliver, 2006).

Para além das dificuldades técnicas, o uso de jogos nas escolas é pouco utilizado, deve-se à dificuldade de os professores terem de identificar rapidamente como um jogo é relevante para alguma componente curricular. A falta de persuasão perante a escola e todas as pessoas envolvidas na aprendizagem, quanto aos potenciais/benefícios educacionais dos jogos de computador (Leitão, 2013). Ultrapassadas estas barreiras, existiu a falta de compreensão de como estes jogos poderão ser usados em prática de uma maneira eficiente e, a falta de acesso a equipamento com processamento gráfico recente para que estes jogos funcionem corretamente. De todas as dificuldades apontadas, a que se realça e que dificulta a imposição dos jogos sérios nas salas de aula está relacionado a máquina dimensionada para o efeito: A não existência de suporte técnico, ao desconhecimento de programas de desenvolvimento, a não existência de comunidades de entreajuda, a falta de grupos com interesse de aprender via estes jogos e ao elevado custo do programa de desenvolvimento (de Freitas, 2006).

1.6. Resumo do capítulo

Os jogos sérios e explorações virtuais são ótimas ferramentas para transmitir conhecimento, esse processo moderno de transmissão de conhecimento e aprendizagem já se pratica nos dias de hoje, não é mais que a adaptação dos métodos antigos como a escrita, desenho, fotografia e cinema às tecnologias multimédia da era moderna. Essa adaptação não é fácil, é necessário aliar conceitos pedagógicos, técnicas de desenho e conceção, conhecimentos tecnológicos e tecnologias que normalmente não estão ao acesso de todos.

Investigadores e empresas já exploram a possibilidade de produzir jogos sérios ou explorações virtuais não só para uso comercial mas também com a finalidade de transmitir conhecimento, essa transmissão de conhecimento pode ser aplicada numa

sala de aula auxiliando o tutor e exponenciando a aprendizagem do aluno, no entanto existem dificuldades que precisam de ser ultrapassadas como preconceitos da sociedade quando afirmam que o jogo é uma má influência, como a aprendizagem das tecnologias 3D que poderão não estar acessíveis a todos ou, como transpor orçamentos apertados para aquisição e uso dessas tecnologias.

Apesar de todas essas dificuldades, atualmente já existem conceitos, opiniões de especialistas e dados estatísticos que comprovam que os jogos e as simulações são uma mais-valia para o ensino, indo mais além, estes complementam-se e exponenciam a aprendizagem.

No próximo capítulo abordaremos as metodologias que foram usadas para a realização desta investigação.

CAPÍTULO II - METODOLOGIAS

O presente capítulo retrata as metodologias adotadas para a realização desta investigação. Durante o decorrer da investigação para além das avaliações e escolhas de tecnologias para o desenvolvimento do protótipo, foi necessário o seu ajuste constante para garantir os resultados desejados.

No âmbito da interação da realidade virtual com a educação foi fundamental escolher as metodologias respeitando o tema escolhido e os conceitos práticos e tecnológicos associados. A necessidade de encandear metodologias para chegar ao resultado final levou-nos a recorrer a quatro estruturas metodológicas: Design-Based Research (DBR), Game Based Learning (GBL), construtivismo e Exploratory Learning Model (ELM).

2.1. DBR, Design-based Research

Alguns dos critérios fundamentais que estão subjacentes à utilização da metodologia DBR, prendem-se com o facto de abordar novas metodologias de ensino no sentido de envolver os alunos, tornando-os reflexivos, críticos, integrados num contexto atualizado (Fernandes, 2015).

Os investigados assumem papéis de desenhadores (“designers”) e de investigadores com base em procedimentos e métodos de ambos os campos, sob a forma de uma metodologia híbrida. DBR não substitui outras metodologias, fornece uma abordagem alternativa que proporciona uma melhoria direta, escalável e concorrente na pesquisa, na teoria e na prática (Wang & Hannafin, 2005)

A DBR redefine-se em cinco características base (Wang & Hannafin, 2005):

- A primeira a pragmática que, traduzindo à letra é aquilo que habitualmente se pratica, esta característica leva os investigadores a abordar questões práticas para promover a compreensão fundamental sobre o desenho (“design”), aprendizagem e ensino;

- A segunda é a fundamentada, antes de conduzir a investigação os investigadores selecionam uma teoria sobre aprendizagem e instrução, examinam a literatura e os casos disponíveis de desenho, identificam as lacunas para validar a investigação e para identificarem os problemas e as questões existentes. Nos esforços

subsequentes são reanalisadas e refinadas essas teorias para determinar quais as intervenções serão introduzidas ou eliminadas;

- A terceira característica é conhecida por ser Interativa, Iterativa e flexível. A investigação obriga a colaboração entre os investigadores e os participantes durante os processos. Devido à relação entre a teoria e a prática ser dinâmica e complexa é necessário existir uma interatividade do participante quando a teoria é aplicada, sem esta interatividade não é possível aplicá-la. Também é caracterizado por um ciclo iterativo de desenho, promulgação ou implementação, análise e redesenho. Os processos também são flexíveis, os participantes procuram melhorar o plano inicial que foi desenhado pelo processo de implementação;

- A quarta característica é apelidada de Integrativa. Baseia-se na integração de uma grande variedade de abordagens como pesquisa, análise, avaliação, estudo de caso, entrevista, métodos de inquérito e análise comparativa. Usa-se uma combinação de métodos, dados de várias fontes para aumentar a objetividade, validade e aplicabilidade das investigações em curso;

- Por último a quinta característica é de carisma contextual. Os processos da pesquisa, os resultados da investigação e as alterações efetuadas desde o início da investigação são documentadas. Todos os avisos, reclamações e orientações sobre os princípios resultantes são fornecidos. Deste modo todos os investigadores ou designers interessados podem seguir o aparecimento de uma inovação ou combinações de inovações e examinar os fatores contextuais ou condições em detalhe que produziram determinados efeitos.

Para gerar teorias de desenho prático, credíveis, e contextuais, é necessário que o inquérito seja rigoroso, disciplinado, e iterativo. DBR tem como objetivo gerar princípios de desenho pragmáticos e generalizáveis (Wang & Hannafin, 2005):

- O primeiro princípio, baseia-se em suportar a investigação com recursos relevantes às necessidades da investigação, recursos como literatura e estudos de caso provenientes de várias fontes;

- O segundo impõe objetivos práticos para o desenvolvimento da teoria com a finalidade de implementar um plano de início;

- O terceiro princípio limita-se na necessidade de conduzir a investigação num ambiente real e ter em conta a influência dos fatores sociais e dinâmicos que afetam ambos os participantes como os processos do projeto;

- No quarto princípio fomenta-se uma colaboração estreita e imersiva com entre os designers e os colaboradores para garantir a viabilidade do plano inicial e melhorar o desenho reescrito;

- O quinto baseia-se em implementar métodos de investigação propositados e sistemáticos, como observações, entrevistas, pesquisas e análises de documentos.

- O sexto princípio tem como necessidade analisar os dados imediatamente, de forma contínua e retrospectivamente;

- O sétimo tem como necessidade refinar o processo de desenho continuamente;

- O oitavo princípio baseia-se em documentar influências contextuais para que futuros designers ou investigadores tenham acesso a princípios de desenho com contextos simples e de importância prática.

- O nono e último tem a finalidade de validar a generalização do projeto, com os refinamentos feitos e as inovações introduzidas é necessário verificar as metas teóricas de forma a cumprir os objetivos dos requisitos teóricos da investigação.

De uma maneira geral, deve-se tentar retirar o melhor que existe em cada metodologia e aplicá-la de forma contextualizada, a metodologia DBR acaba por ter esse mérito, não desaproveita qualquer método, seja quantitativo, qualitativo ou crítico, adequa-o conforme o caso e a respetiva fase do processo, aplica-o no cenário real tendo a preocupação de integrar os vários agentes do processo de forma colaborativa e abrangente (Fernandes, 2015).

A DBR centrando-se na pesquisa temática no terreno e/ou na resolução de problemas, pretende introduzir uma dinâmica integradora e de síntese entre a teoria e a prática. A teoria decorre diretamente da prática, tal como esta daquela, num processo iterativo, não havendo separação entre o saber e o saber fazer. Assim, integra conhecimentos adquiridos e desencadeia a aquisição de novos conhecimentos e experiências (Nobre, 2012).

Ao utilizar esta metodologia aliou-se a teoria à prática pela experimentação de práticas envolvendo o investigador, professor ou mesmo o aluno. Aplicou-se esta metodologia no estudo das tecnologias e técnicas de desenvolvimento de ambientes

virtuais orientadas para o ensino, que culminou na concepção um ambiente virtual onde proporcionou aos utilizadores explorações virtuais, respondendo a desafios lúdicos (jogos sérios) e aprendendo a arte e engenho de Leonardo da Vinci. Para a análise de resultados foram utilizados inquéritos e a observação direta ou à distância. Serão aplicados métodos quantitativos e qualitativos que permitiram analisar os percursos realizados, a facilidade de interação, a aprendizagem e o interesse desenvolvido pelos intervenientes.

2.2. GBL, Game Based Learning

“Game-based Learning” é um processo similar à metodologia “Problem-based Learning” (PBL), os cenários que representam os problemas são posicionados em quadros de jogo. Os jogos incluem muitas características de resolução de problemas: um resultado desconhecido, caminhos distintos para chegar ao objetivo, construção de um contexto do problema e colaboração entre jogadores que adicionam elementos de competição e do acaso (Ebner & Holzinger, 2005).

Alguns investigadores usam o termo jogabilidade (“gameplay”) que representa um mecanismo desta metodologia: o tratamento de tópicos e ideias como regras, ações, decisões e consequências. Os jogos permitem aos participantes envolverem-se com tópicos ou ideias através da interação e simulação, em vez dos materiais e formatos convencionais do ensino como livros didáticos, aulas ou trabalhos (Perrotta, Featherstone, Aston, & Houghton, 2013).

Os participantes são denominados como jogadores (“gamers”) que desenvolvem habilidades como: facilidade de trabalhar em grupo, aprendizagem rápida, iniciativa, criatividade, atitude, capacidade de resolução de problemas, raciocínio e processamento de informação mais acelerada, processamento paralelo não linear, preferência do visual ao textual, facilidade de aprender a jogar, não veem as diferenças entre as fronteiras do jogos, trabalho e estudo, adoram a tecnologia e a conectividade e desenvolvem atividades síncronas e simultâneas (Fernandes, 2015).

GBL de uma maneira geral refere-se à utilização de jogos que dão suporte ao ensinar ao aprender, a definição, para uma melhor compreensão foram esquematizados os princípios chave e mecanismos envolvidos.

Os princípios rezam-se:

- Motivação intrínseca, os jogadores são voluntários e auto impulsionados.

Aprendizagem com gosto e diversão;

- Autenticidade, o objetivo é orientado e contextualizado em vez de ser uma aprendizagem abstrata;

- Autonomia e autossuficiência, paixões e interesses que conduzem a uma vontade de aprender;

- Aprendizagem experimental, aprender fazendo.

Os mecanismos envolvidos encontram-se em regras simples e binárias ou recorrentes a cenários mais complexos de aprendizagem, em objetivos simples mas competitivos, numa leve configuração de ficção ou fantasia, em níveis com dificuldade progressiva, em elevado controlo e integração do aluno, no retorno construtivo e imediato e num elemento social que permite partilha de experiência e de construção de limites (Perrotta, Featherstone, Aston, & Houghton, 2013).

GBL é entendido por alguns educadores como uma forma altamente motivadora de aprendizagem complementar que está agora a ser amplamente usada em diferentes níveis de educação para envolver os alunos. É um processo de envolvimento rápido no qual os jogos de computador educacionais são integrados numa abordagem educacional tradicional. É adequada a alunos que são ativos na sua própria aprendizagem (Leitão, 2013).

Aprender em mundos imersivos é por si só um processo de aprendizagem de atividade ou de fluxo, é um conjunto de iterações ou encandeamento de raciocínios que podem ou não ser transmitidos como experiências de vida, expressões ou resultados (de Freitas, 2006). Estes encerram um conjunto de problemas que devem ser resolvidos para se obter sucesso no jogo, ou seja, o que o jogador assimilou é provado na concretização do jogo. Devem-se analisar as habilidades que os jogadores desenvolvem através do uso dos jogos digitais, pois consideram que é um bom princípio para legitimar a inclusão dos jogos no processo de aprendizagem (Fernandes, 2015).

Os benefícios do uso efetivo do GBL são mais eficazes quando os alunos têm o gosto de aprender com jogos, para beneficiar dessa eficácia foi necessário diferenciar o seu uso de acordo com os requerimentos específicos dos alunos como competências, níveis de aprendizagem e habilidades. Estudos referem que GBL proporciona um eficaz

suporte ao desenvolvimento a jogos vocacionados para o ensino, e de aumentar as expectativas de fidelização ao jogo e as experiências imersivas dos utilizadores (Lameras, et al., 2013).

A grande dificuldade no desenvolvimento do GBL é o equilíbrio entre o entretenimento e as abordagens pedagógicas de forma a assegurar a aprendizagem (Leitão, 2013).

Outro termo usado é a gamificação (“gamification”), um conceito mais recente que o GBL que se baseia em usar os “elementos” derivados de desenho do jogo que são implantados numa variedade de contextos, em vez de se usar jogos individuais (Perrotta, Featherstone, Aston, & Houghton, 2013).

2.3. Construtivismo

As teorias construtivistas permitem ao aluno ligar-se diretamente ao saber para criar novos conhecimentos melhorando o seu raciocínio e a sua capacidade de resolução de problemas. O conhecimento é criado pela atividade e interação do aluno com o meio envolvente num processo contínuo e ativo como resposta aos estímulos exteriores (Leitão, 2013).

Os princípios básicos do construtivismo baseiam-se nos seguintes pontos (Dias, 2009) (de Freitas & Mayes, 2004):

- O aluno constrói conhecimento de modo ativo através do compreender sem ser transmitido;
- A aprendizagem depende do que o aluno sabe ou do que vai aprendendo, é um processo ativo e reflexivo;
- A aprendizagem é autorregulada sendo orientada para um determinado objetivo;
- A aprendizagem é cumulativa;
- O conhecimento prévio do aluno influencia a forma como ele interpreta uma nova experiência;
- As interações sociais introduzem novas perspetivas na aprendizagem;

2.4. ELM, "Exploratory Learning Model"

O modelo "Exploratory Learning" proporciona um suporte aprofundado de reflexão para as práticas de ensino e aprendizagem. Possibilita aos tutores criarem oportunidades de ensino exploratório e experimental através da incorporação de ambientes 3D e por ferramentas, aplicações e plataformas imersivas. Consegue-se recriar mundos dentro das salas de aula através de dramatizações e ensaios que servem de suporte à passagem de conhecimento social e experiências profissionais.

Nestes ambientes virtuais o aluno tem tendência a ser mais autónomo e ativo devido à facilidade de uso e à acessibilidade proporcionada pela tecnologia usada. A reflexão é um ponto central em todo o processo de aprendizagem e o papel de meta-reflexão (refletir sobre a reflexão), é particularmente importante no apoio na realização na transferência de aprendizagem entre contextos reais, abstratos e virtuais.

O ciclo de aprendizagem reflete-se em cinco passos: Experiência, exploração, reflexão, formar conceitos abstratos e testes ou experimentação. Não menosprezando os outros passos, a exploração e a reflexão requerem algum cuidado pois a exploração implica maiores oportunidades de aprendizagem, mais partilha de informação pela interatividade social e um aumento de controlo por parte do aluno sobre o conteúdo, partilha e habilidades realizadas. A reflexão facilita uma cognição superior e auxilia a transferência de experiências entre o virtual e o mundo real.

O processo ELM pode envolver considerações solidárias, discussões amplas, feedback geral e grupos de discussão.

O processo de abstração e reflexão são necessários para apoiar uma aprendizagem eficaz, a promoção da abstração nos alunos por vezes terá de ser individualizada, diferentes alunos poderão requerer estímulos e suportes diferenciados para alcançar resultados semelhantes.

Desenvolver diferentes níveis de progresso e proporcionar ajuda aos alunos para pensar abstratamente favorece a retenção de informação, a envolvência nos processos de aprendizagem e proporciona níveis superiores de cognição. É importante verificar e validar a aprendizagem que tem ou pode ter ocorrido, normalmente é efetuada através de avaliações individuais (de Freitas & Neumann, 2009).

A Exploração poderá ser considerada no futuro a mais crítica e construtiva na avaliação e desenvolvimento de experiências imersivas de aprendizagem. O papel de aluno passa a ser o mais habilitado e em espaços 3D, consegue uma utilização superior nos termos de desenho de aprendizagem, desenvolvimento de cenários e dramatizações na aprendizagem. Também é claro que a Exploração contribui para o retorno imediato do que o GBL pode oferecer. (de Freitas & Neumann, 2009).

2.5. Fases do projeto

A investigação foi baseada nos quatro métodos descritos anteriormente: DBR, GBL, construtivismo e ELM. O DBR será o ponto de partida e o que será relevante durante esta investigação.

Numa primeira fase foi realizado o desenho de jogo e o levantamento das tecnologias disponíveis.

Na segunda fase foi executada a escolha de ferramentas baseadas em testes, desenhado o cenário da exploração virtual e implementados os objetos a usar nesse cenário.

A terceira representou um ciclo de tarefas que compreendeu o desenvolvimento do protótipo, a apresentação, a análise e alterações necessárias daí provenientes. Este ciclo perdurou até as questões de investigação serem respondidas e os objetivos cumpridos. Existiu a necessidade de redefinir constantemente o processo de desenho no decorrer destas três fases, registou-se o percurso contextual alcançado, só assim futuros investigadores poderão tomar decisões diferentes ou ter novas ideias em qualquer um dos percursos.

Por último a quarta fase representa as considerações finais e conclusões retiradas dos resultados da terceira fase. A análise e o tratamento de informação passou por um questionário presencial apresentada a alunos do quarto ano de escolaridade. Numa outra versão na API para gráficos 2D e 3D (WebGL) orientou-se para a comunidade Web registando as progressões na exploração virtual de forma automática e por questionário virtual por parte dos cibernautas interessados a fazê-lo.

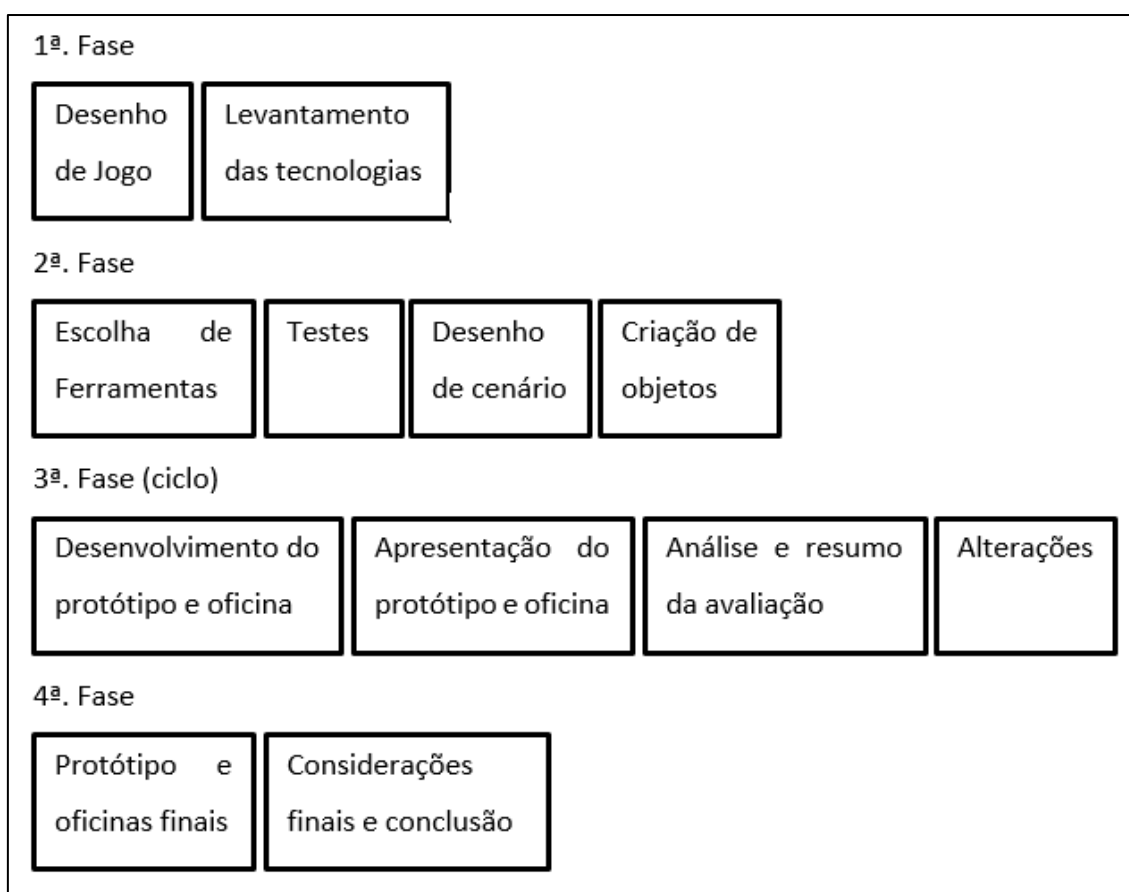


Figura 1 – Fases do projeto

2.6. Aplicação dos métodos

A metodologia DBR foi aplicada durante a terceira fase da investigação, fomentou-se uma colaboração estreita e imersiva entre o designer e os colaboradores, os dados são analisados imediatamente, o processo de desenho foi refinado continuamente e todas as influências contextuais foram documentadas.

O ciclo de quatro estágios da terceira fase: desenvolvimento, apresentação, análise e consequentes alterações do protótipo foram baseados nestes princípios. A cada desenvolvimento de protótipo este foi apresentado a utilizadores e com base nessa relação, foram feitas as análises e alterações necessárias para melhorar a versão seguinte que, foi novamente apreciada pelos utilizadores até que se conseguiu desenvolver um protótipo que responda às questões de investigação e objetivos propostos. Todo percurso contextual foi registado durante os vários ciclos da terceira fase.

A metodologia GBL regeu-se pela utilização de jogos para dar suporte ao ensinar e ao aprender. O protótipo foi uma exploração virtual em contexto de jogo sério que gerou uma motivação intrínseca dos jogadores. A sua autonomia, autossuficiência e interesses foram canalizados para aprender. Esta metodologia enquadrou-se nos níveis em que os utilizadores percorreram para chegar ao fim da exploração.

A metodologia ELM foi baseada na recriação de uma exploração virtual que em contexto de sala de aula, proporcionou uma aprendizagem. A cada nível da exploração virtual culminou com uma explicação científica como se de uma lição se tratasse, foram efetuadas narrativas e apresentadas telas figurativas para o efeito.

Os pressupostos das teorias construtivistas estiveram na base das tarefas em que os alunos materializaram os conceitos teóricos que haviam adquirido.

Durante as tarefas práticas originadas pela oficina os alunos foram levados a realizar alguns objetos de Leonardo da Vinci replicando as suas experiências e por si só aprender com essa experiência.

2.7. Resumo do capítulo

A implementação do projeto contemplou quatro fases, cada uma com processos distintos onde foram aplicadas as metodologias DBR, GBL, construtivismo e ELM.

A primeira fase foi composta pelo desenho de jogo e levantamento das tecnologias disponíveis no mercado.

A segunda baseou-se na escolha de ferramentas e foi efetuada com testes de implementação, desenhos dos cenários idealizados e a criação de objetos.

Na terceira fase aplicou-se a metodologia DBR, a interação com os utilizadores, com o conseqüente redesenho do protótipo e o registo contextual dos diversos ciclos de construção.

Na quarta fase realizou-se a apresentação final do protótipo seguido do levantamento das considerações finais e conclusões.

Durante a apresentação final foram usadas as restantes metodologias: a ELM serviu para os alunos aprenderem quando exploravam o jogo sério, a abordagem construtivista foi aplicada na construção dos objetos físicos realizados na oficina e a GBL representou a construção de uma exploração virtual com carisma de jogo sério.

No próximo capítulo denominado, capítulo III - Desenho, implementação e avaliação, descreve-se a concepção da exploração virtual e as tecnologias testadas e escolhidas para a implementação do protótipo, seu teste e avaliação

CAPÍTULO III – DESENHO,
IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

Este capítulo retrata os tópicos que levam ao desenho e concepção, implementação e avaliação do protótipo. Este é a parte central do projeto que contribui decisivamente para responder às questões de investigação e a parte dos objetivos que assumimos nesta investigação.

Quando se retrata o termo desenho de jogo pensa-se normalmente na arte envolvida no desenho da exploração virtual e em toda a grandiosidade e beleza presente nos grafismos. No entanto existem outros fatores igualmente importantes que forçosamente terão de ser referidos: a estrutura de jogo, a usabilidade de interação no jogo e, por ter características de jogo sério, o conceito pedagógico envolvido.

Após o estudo e planeamento do desenho de jogo, para implementar a exploração virtual foi necessário conhecer as tecnologias disponíveis, testá-las e com base nesses testes escolheram-se as ferramentas mais funcionais e adequadas.

Durante esses testes pensou-se na idealização do jogo, foram estruturadas ideias para construir cenários de explorações virtuais com base no tema escolhido e com as tecnologias disponíveis para a sua implementação.

Com o planeamento feito procedeu-se à implementação de objetos nas diversas plataformas e com a estrutura de jogo idealizada contruídos três protótipos, cada um deles foi melhorado e adaptado às exigências de avaliação e às análises de resultados.

Como finalização foram feitos resumos das avaliações em cada um dos protótipos.

3.1. Desenho de jogo

A fase inicial na implementação da exploração virtual passou pelo desenho de jogo, este estudo contemplou a criação de aspetos artísticos que foram inseridos e adaptados no jogo, esses traços de arte funcionaram como catalisadores de fluxo de informação e como consequência aumentou a imersividade dos utilizadores no decorrer da exploração.

Normalmente a aprendizagem da história da arte é apelidada como conteúdo desinteressante, pouco motivador e demasiado descritivo, no entanto entendeu-se que o ensino/aprendizagem da arte é muito importante para compreender o mundo que nos rodeia. Nesse sentido e para transmitir conhecimento num ambiente de jogo esta

(a arte) tem de estar muito bem representada e definida (Fernandes, 2015). Torna-se assim fulcral o desenhador de jogo inspirar-se nas suas emoções e ideias e, representá-las no jogo com alguma habilidade e técnica artística de forma a estimular os mesmos interesses e emoções nos utilizadores.

Uma dessas emoções é o prazer que o jogo pode gerar durante o seu desenrolar, o aprender a jogar quando sendo por iniciativa própria torna o jogo mais aliciante, estes geram competitividade em várias áreas de conhecimento que motivam pelo desafio, fantasia e curiosidade (Leitão, 2013).

Durante a implementação de um jogo sério, é considerável fazer um estudo inicial para agilizar a implementação do desenho de jogo, os tópicos que se deve ter em conta (de Freitas, 2006):

- Verificar o contexto de uso (requerimentos técnicos, atividades de jogo);
- Auferir o nível de habilidade de jogo do aluno;
- Escolher a pedagogia a usar;
- Considerar aspetos do jogo antes de desenhar as atividades de aprendizagem;
- Avaliar qual o suporte técnico necessário testando os jogos nas plataformas de execução;
- Considerar o custo desta implementação;
- Testar as questões de acessibilidade;
- Planear as atividades de aprendizagem numa visão global, incluindo tempos de reflexão para o aluno;
- Tornar o jogo parte do processo de aprendizagem;

Assegurou-se o retorno de informação de jogo dos alunos para efetuar possíveis melhorias.

Para além da arte necessária a empregar, o desenhador terá de passar por um processo chamado gamificação que se define como o processo de mecânica e pensamento de jogo para envolver utilizadores e resolver problemas (Zichermann & Cunningham, 2011). É descrito como uma aprendizagem através dos jogos, em que o objetivo não é apenas o sucesso no jogo, usa-se elementos de jogo e técnicas de desenho e conceção de jogo em contexto de aprendizagem de forma a contribuir com algum rigor no seu desenvolvimento. É sobre incorporar a essência dos jogos, jogar,

diversão e paixão, e aplicá-lo para o mundo real aprendendo com as lições de psicologia, de desenho e conceção, de estratégia e da tecnologia.

A gamificação pode mudar o panorama e melhorar o sistema de educação, mas apenas se for construída de uma forma correta, através de um trabalho de equipa que inclua profissionais com experiência no desenvolvimento de jogos. Caso não ocorra, grande parte dos projetos educacionais termina depois de um período de estudos experimentais e primeiras avaliações (Leitão, 2013).

Este processo funciona melhor se e quando se consegue alinhar as motivações intrínsecas com as recompensas extrínsecas, o desenhador tem de aceitar os jogadores e seus estados motivacionais como eles são, tentar ajudá-los a chegar onde eles gostariam de ir, nunca esquecendo onde nós gostaríamos que eles fossem. Um bom desenhador conhece os seus jogadores e os seus desejos, estes atuando de uma forma normal e intuitiva, terão de pensar que é a sua ideia que prevalece no jogo. Sendo o jogador a raiz de todo este processo, a sua motivação conduz ao resultado, é importante compreender essa motivação para desenhar e construir o sistema para que se tenha sucesso (Zichermann & Cunningham, 2011).

A estrutura do jogo, a interação com essa estrutura e o resultado emocional gerado nessa interação é importante e existem estruturas que facilitam uma análise aos elementos de um jogo, uma dessas é a “Mechanics, Dynamics e Aesthetics Framework” (MDA). Esta estrutura ajuda-nos a usar sistemas inteligentes para descrever a interação dos elementos de jogo e aplicá-los fora do jogo.

Os componentes de funcionamento de jogo representam a mecânica, estes permitem que o desenhador tenha o controlo total das “alavancas” de jogo, habilitando-o a guiar as ações do jogador.

A Dinâmica por sua vez são as interações do jogador com essa mecânica, estas determinam o que cada jogador está a fazer em resposta à mecânica do jogo, individualmente ou interagindo com outros jogadores.

A estética do sistema é o sentimento libertado pelo jogador durante a sua interação, também pode ser vista como o resultado da Mecânica e Dinâmica de como interagem na criação de emoções (Zichermann & Cunningham, 2011).

O importante neste ponto de implementação do protótipo, foi realçar alguns elementos de jogo que irão favorecer a mecânica, dinâmica e estética do jogo.

De todos mecanismos de jogo existentes, normalmente apenas se usa um adaptado ao tema e objetivo de jogo, no entanto aconselha-se a combinar dois mecanismos de jogo para gerar mais diversão, desafio e competição. Alguns desses mecanismos de jogo passam por reconhecimento de padrões, coleção de itens, surpresa e objetivos inesperados, criação e organização, entreajuda e recomendação, romance e confraternização, liderança, fama e reconhecimento social, “ser o herói”, ganhar status e opulência ou, crescimento e tratamento de outros (Zichermann & Cunningham, 2011).

A Análise dos tipos de jogadores é igualmente importante para dinamizar a mecânica de jogo, dessa forma foram identificados:

- Os exploradores que gostam de procurar e adquirir objetos para mostrar à comunidade;
- Os empreendedores (“Achievers”) só pensam em alcançar e ganhar; Os sociais que, como dizem na palavra, gostam de se socializar com os outros jogadores;
- E os homicidas (“Killers”), são similares aos empreendedores mas com o intuito de alguém perder (qu岸tos mais melhor).

Estudos revelam que 80% dos jogadores são Sociais, 50% exploradores, 40% empreendedores e apenas 20% Homicidas (Zichermann & Cunningham, 2011).

Neste projeto serão usados os mecanismos coleção de itens e objetivos inesperados, desse modo alicia-se os jogadores do tipo exploradores com uma recolha e coleção de Lírios representando a progressão do jogo, as lições pedagógicas desenvolvidas representarão os objetivos inesperados. Como parte da mecânica de jogo será necessário guiar o jogador na sua progressão e garantir alguma sinalética no jogo para que não perca a sua orientação, para tal basta este receber constantemente informação para que não perca a percepção, percepção esta que transmitirá o conhecimento da realidade que nos rodeia (Fernandes, 2015).

Outro fator na estrutura é que nos dias que correm a maioria dos jogadores estão interessados nos jogos longos e que os façam prender a ele, assim os designers terão de começar por níveis simples e progressivamente aumentar a sua complexidade. Adicionando uma barra de progresso promove-se um excelente mecanismo para informar o jogador da sua progressão no jogo e encorajar novos jogadores, como curiosidade, as melhores barras de progresso nunca chegam aos 100% (Zichermann & Cunningham, 2011).

A dinâmica de jogo é representada pelas interações do jogador com a mecânica, essas interações juntas representam a progressão do jogador, uma forma de classificar essa progressão são com níveis de mestria (Zichermann & Cunningham, 2011):

- Novato, alguém que chegou à experiência;
- Solucionador de problemas, similar ao novato mas já com alguma informação adquirida;
- Especialista, jogador que já começou a aprender como o sistema funciona;
- Mestre, este acredita que acredita verdadeiramente o sistema e que está no controle;
- Visionário, uma espécie de mestre que basicamente se enquadra como o designer de jogo.

Estes níveis são o reflexo das ações do jogador em resposta à mecânica do jogo, uma vez auferido o nível dos jogadores poder-se-á ajustar a mecânica de jogo para garantir a dinâmica desejada, ou seja, encontrar o balanço entre o desafio e a capacidade de concretização para dar continuidade à sua imersão. Outras formas de promover a imersão e a motivação é oferecer o poder de controlar o jogo ou outros jogadores e as recompensas materiais pelos méritos ou progressões no jogo (Zichermann & Cunningham, 2011).

A estética por sua vez, retrata os sentimentos libertados pela interação do jogador no próprio jogo, uma das grandes preocupações passa por perguntar se realmente os jogos orientados para o ensino, denominados como jogos para crianças, são chatos e isentos de divertimento. O certo é que nos últimos 20 anos os grandes retalhistas de videojogos não apostam neste tipo de jogos, não os divulgando e desencorajando o seu desenvolvimento. Leva-nos a pensar que é impossível educar com o divertimento e a escola está condenada a ser aborrecida. Contrariando este pensamento o designer tem de ter cuidado ao criar as interações do jogador com o sistema de jogo, terão de ser efetuados testes de modo a encontrar um equilíbrio entre a ansiedade e tédio, é necessário guiar o jogador para dominar o sistema. Uma forma de o conseguir é compensá-lo com recompensas durante o jogo, assim, e tendo em conta a dificuldade do jogo e a habilidade do jogador, criar uma passagem de jogo entre a ansiedade que leva ao bloqueio de pensamento e ao aborrecimento que leva à sua desistência (Zichermann & Cunningham, 2011).

A sinalização de estatuto garante o interesse da maior parte das pessoas pelo jogo, estas gostam de evidenciar emblemas, muitas dessas pessoas têm especial prazer em serem surpreendidas quando os descobrem, a descoberta e o colecionismo é um poderoso incentivo. Estes emblemas se tiverem um desenho cuidado podem incentivar a promoção social de uma pessoa, produto, empresa ou mesmo conteúdo lúdico. (Zichermann & Cunningham, 2011).

A usabilidade é deveras importante para o jogador interagir com a exploração, desse modo o interface convém ser de fácil utilização, compreensivo, de fácil aprendizagem e manuseamento, só assim os utilizadores se sentem confortáveis a usar a interface rapidamente e corretamente. O desenho de usabilidade é centrado nas emoções e necessidades do utilizador, a interação humano-computador tem de se aproximar aos hábitos praticados pelos utilizadores (Leitão, 2013).

O uso de um avatar num mundo virtual carece alguma atenção, este personifica-se como o utilizador e proporciona uma sensação de controlo superior nos ambientes imersivos, exponencia e facilita a sua participação nas experiências desenvolvidas em tempo real (Magoulas, Poulouvasilis, Rebolledo-Mendez, Liarokapis, & de Freitas, 2010).

Para existir uma harmonia entre o jogador e o jogo de modo a melhorar a usabilidade, é necessário verificar atributos dos utilizadores individuais ou em grupo, a idade e o seu nível de conhecimento, de como estes estão habituados a aprender e quais os seus gostos e preferências, o jogo e seu percurso terá de estar adequado a todos estes fatores.

A representação interna do mundo tem de ser cuidada, ou seja, a sua apresentação, a sua interatividade, os níveis de imersão e a sua fidelidade usada no jogo ou simulação representam o sucesso da imersividade durante o jogo e do resultado da reflexão que será efetuada (de Freitas & Oliver, 2006).

Para melhorar a usabilidade e o ambiente de aprendizagem pode-se utilizar algum mecanismo de comunicação e diálogo como alguma rede social, Cardoso V. J. referiu “há que encontrar formas práticas de facilitar e promover ativamente a comunicação e o diálogo em ambientes “on-line” (Cardoso V. J., 2007, pp. 26,28).

O diálogo entre avatares terá de ocorrer, só assim se proporciona um envolvimento social com discussões e atividades sobre tarefas e problemas partilhados. Para além da componente social necessária, os estudantes sentem que os jogos são

suficientemente imersivos para os levar a percorrer todas as tarefas e percursos do jogo, no entanto é necessário melhorar ou mesmo adicionar animações e cenários adjacentes de tal forma ricos que os faça permanecer imersivos e tenham vontade de explorar (Lameras, et al., 2013).

Para retratar a pedagogia num jogo sério, o desenvolvimento de um cenário educativo poderá ser composto por objetos, avatares, comportamentos e coreografias. Quando utilizadores não especialistas produzem esses comportamentos e coreografias poderão recorrer às seguintes opções: Uso de programas para definir a interação entre os objetos e avatares; Seleção de alternativas de comportamento em conjuntos pré-estabelecidos; Recurso a ferramentas de programas externos às plataformas de mundos virtuais (Morgado, 2011).

As atividades terão de estar muito bem estruturadas, ter-se-á de encontrar a melhor maneira de orientar os alunos e os professores e, utilizar apoios e recursos técnicos mais concertados e experientes (Magoulas, Poulouvassilis, Rebolledo-Mendez, Liarokapis, & de Freitas, 2010).

Na maior parte dos casos, os seus criadores podem não ter conhecimentos de teorias de aprendizagem, nesse caso é aconselhável que haja um trabalho conjunto com os tutores e grupos de aprendizados com a finalidade de focar o desenvolvimento com o suporte de práticas de aprendizagem fundamentadas (Jarvis & de Freitas, 2006).

O desenho de jogo passou pela aplicação de arte e pelo uso da mecânica de jogo na sua construção, estimulou-se e motivou-se a interação do jogador no ambiente criado. Todo este processo de desenho e conceção contribuiu para uma dinâmica de jogo que maximizou a imersão e aprendizagem durante todo o percurso. Teve-se sempre em conta a usabilidade na exploração virtual, foi um fator fundamental para o utilizador descobrir e utilizar o jogo, se a sua interação for nula ou deficiente poderá dificultar o surgimento da dinâmica de jogo ou mesmo gerar desinteresse na exploração ou jogo virtual.

3.2. Tecnologias

A escolha das tecnologias foi pensada de maneira a favorecer a utilização e a acessibilidade por parte do utilizador, esta deve ser baseada em princípios sólidos,

organizados com objetivos claros e bem definidos. A criação um ambiente amigável de fácil utilização e acessível revelou-se mais apelativo e conseqüentemente gerou um maior sucesso na aprendizagem (Fernandes, 2015).

No âmbito desta investigação e ao encontro dos objetivos “Usar ferramentas apenas de uso gratuito e sem restrições de utilização” e “Construir modelos 3D dinâmicos de equipamentos/sistemas concebidos por Leonardo da Vinci”, estruturaram-se as necessidades tecnológicas por edição 3D, realidade aumentada, linguagens de programação e tratamento multimédia.

Em cada grupo de necessidade foram feitos levantamentos focou-se na escolha das plataformas de uso gratuito sem restrições de utilização.

O projeto centra-se à volta do utilizador, por esse motivo é importante estudar as tecnologias que facilitam o uso do protótipo. Alguns fatores têm de ser levados em conta, a maioria dos mundos virtuais requerem a instalação de aplicativos específicos para que seja possível a sua utilização, para utilizadores sem experiência ou conhecimento que como instalar e configurar esses aplicativos faz gerar desinteresse limitando o acesso aos mundos virtuais e à sua disseminação.

Uma outra dificuldade na escolha presa-se na necessidade do uso de processamento gráfico, o equipamento terá de usufruir de processador gráfico de imagem (“Graphics Processor Unit”) (GPU) dedicado à apresentação e funcionamento das tecnologias 3D, estes processadores não estão disponíveis em todos os equipamentos, são dispendiosos, requerem programas de configuração específicos e proprietários (“Drivers”) e, deixam de acompanhar muito rapidamente as exigências galopantes das tecnologias 3D.

Neste trabalho deu-se ênfase à tecnologia WebGL e à linguagem de marcação hipertexto quinta versão (HTML5). As características determinantes para a escolha preliminar das tecnologias a usar foram: Custo, fornecedor, sistemas operativos suportados, última atualização disponível, foco de utilização final, facilidade de utilização, documentação disponível, formatos exportados, formatos importados e plataformas exportadas. Foi elaborada uma grelha com esse levantamento que está disponível em anexo.

3.2.1. Edição 3D

Na ótica do investigador/desenhador foi importante escolher as ferramentas de edição 3D evidenciando a facilidade de utilização e a acessibilidade de instalação.

O custo reduzido ou nulo, a popularidade de uso na comunidade Web e a facilidade de encontrar ajudas comunitárias de apoio ao desenvolvimento 3D, foram fatores que levaram à pesquisa, levantamento e análise das ferramentas de edição 3D.

3.2.1.1. Vivaty Studio

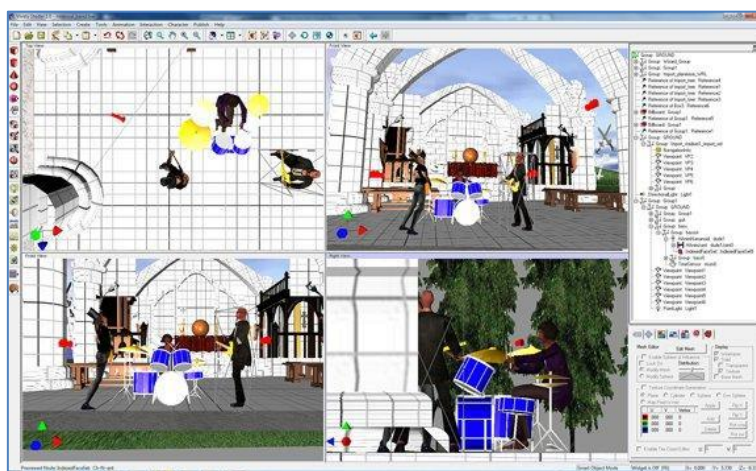


Figura 2 – Editor Vivaty Studio⁶

O Vivaty Studio é uma ferramenta interativa para criar mundos nos formatos VRML e X3D, a sua interface é gráfica e intuitiva (Vivaty Studio, 2016). Possibilita a construção tridimensional com iluminação, pontos de vista, fundos, sensores interativos, animação e programação das linguagens VRML e X3D via ficheiros. Esta ferramenta foi desenvolvida para complementar a solução da empresa para disponibilizar mundos via Web, o “Vivaty Player”⁷.

Na década de 90 a tecnologia de transferência e processamento gráfico ainda era embrionária dificultando a difusão e funcionamento desta tecnologia, devido a esse fato e ao custo enorme gasto no desenvolvimento da tecnologia a Vivaty, dirigida por

⁶ Retirado do sítio WEB 3D Consortium, obtido a partir de <http://www.web3d.org/sites/default/files/styles/embedded/public/image/wg/Vivaty%20Studio/VivatyStudio-VT-Example.jpg?itok=sVQ0FnAP>, acedido em 4 de março de 2017

⁷ Retirado do sítio WEB Software Informer, obtido a partir de <http://vivaty-studio.software.informer.com/1.0/>, acedido em 4 de março de 2017

Jay Weber, encerrou a sua atividade. No entanto continua a ser possível ser feita a transferência na sua última versão estável gratuitamente (Bento, 2011).

A aplicação tem a particularidade de ter uma secção avançada para o tratamento de texturas, tanto esta secção como toda a ferramenta é de fácil manuseamento, não requer de requisitos especiais para instalação e para uma tecnologia com 20 anos acompanha a perfeição de muitas ferramentas de edição 3D dos dias de hoje. Existe sempre a necessidade de instalar um aplicativo “BSContact”⁸ nos clientes e usar o navegador de Internet da Microsoft para ser possível visualizar e interagir com os conteúdos disponibilizados via Web.

3.2.1.2. Coopercube

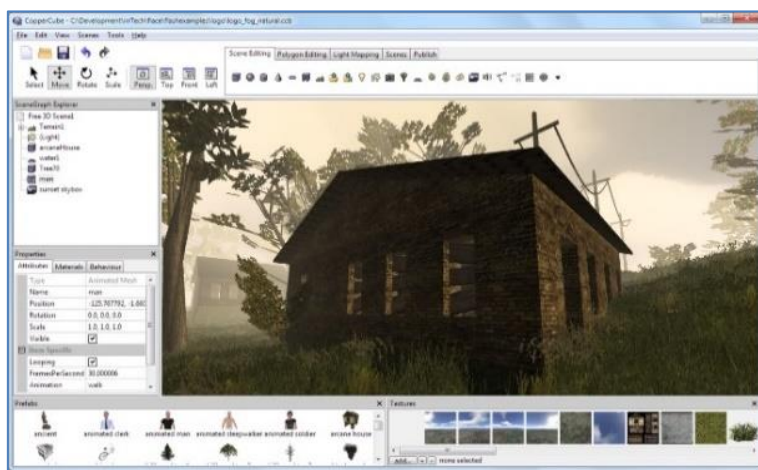


Figura 3 - Editor Coopercube⁹

O CopperCube é um editor para criar jogos 3D, aplicações e sítios Web em formato 3D sem se recorrer a programação. É simples, de fácil manuseamento e com muitas potencialidades (Ambiera, 2016).

Esta ferramenta possibilita a importação de um grande número de diferentes tipos de objetos 3D, tem suporte pela via de um fórum em que é disponibilizado vários objetos, estes podem ser facilmente integrados na sua biblioteca para construção dos

⁸ Retirado do sítio Interactive 3D WEB, obtido a partir de <http://www.bitmanagement.com/products/interactive-3d-clients/bs-contact>, acedido em 4 de março de 2017

⁹ Retirado do sítio WEB Ambiera, obtido a partir de <http://www.ambiera.com/coppercube/images/frontimage19b.jpg>, acedido em 4 de março de 2017

mundos. Esta aplicação está disponível numa versão de trial com algumas limitação sendo a versão completas apenas acessível mediante pagamento. Os mundos criados podem ser exportados para os seguintes formatos: WebGL, Windows, sistema operativo móvel da Apple Inc. (IOS), Android e plataforma de software multimédia Flash (FLASH).

3.2.1.3. Sketchup

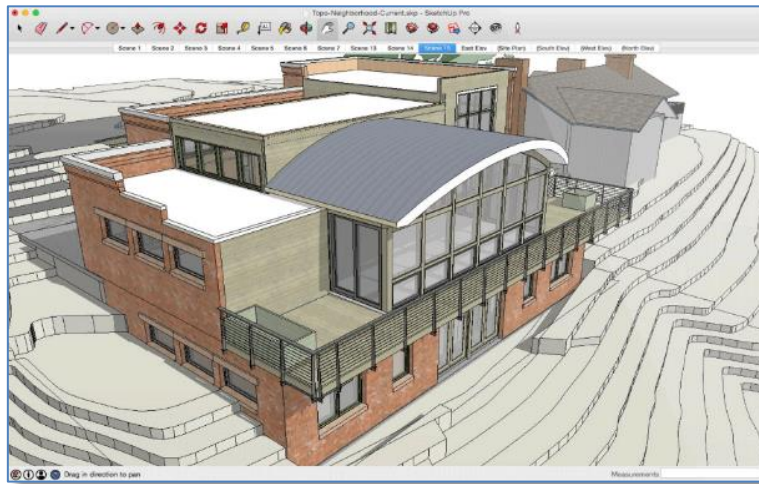


Figura 4 - Editor Sketchup¹⁰

Os utilizadores desta aplicação são nomeadamente arquitetos, desenhadores, construtores e engenheiros. As diversas ferramentas de desenho e conceção disponíveis possibilitam às pessoas modelar o mundo real despertando a sua criatividade (Trimble, 2016).

As grandes vantagens desta aplicação é ser versátil, fácil de usar e possuir uma biblioteca de modelos 3D, via Web e gratuita 3DWarehouse¹¹, onde uma vasta comunidade de desenhadores disponibilizam objetos 3D em prole da divulgação e aumento de popularidade.

¹⁰ Retirado do sítio WEB SketchUp, obtido a partir de https://www.sketchup.com/sites/www.sketchup.com/files/sketchup-features-images/feature-imag--make-easier-03_1.png, acedido a 4 de março de 2017

¹¹ Retirado do sítio WEB 3DWarehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/>, acedido a 4 de março de 2017

3.2.1.4. Minecraft



Figura 5 - Minecraft¹²

Esta aplicação é um jogo cuja finalidade é empilhar blocos e ir em aventura. Pode-se explorar mundos gerados aleatoriamente ou contruir casas, castelos, o que nos levar na imaginação. Este jogo tem uma versão de criatividade em que o utilizador pode desenhar objetos e mundos de um modo peculiar como empilhar blocos (Mojang, 2016).

3.2.1.5. Mineways

Esta aplicação combinada com o jogo “Minecraft” exporta as construções desenvolvidas em Minecraft para diversas plataformas de edição 3D como o Blender 3D, 3DS MAX, Maya e Cinema 4D (Enrich, 2017)

3.2.1.6. Crystal Space

A Crystal Space é um pacote de desenvolvimento de aplicações com recursos completos (Kit de desenvolvimento de programas) (SDK) que providencia gráficos 3D para aplicações como jogos e realidade virtual. É uma ferramenta gratuita com licença de GNU pública menor (“GNU Lesser General Public License”) (LGPL) que funciona em diversas plataformas como Windows, sistema operativo Linux GNU (GNU) e sistema operativo da Apple Inc. (MACOSX).

É uma aplicação modular, configurável com a possibilidade de renderizar numa API livre de computação gráfica (“Open Graphics Library”) (OPENGL), usar sombras, iluminação, física, sons 3D, animação entre outras (Team, 2016).

¹² Retirado do sítio WEB Minecraft, obtido a partir de <https://minecraft.net/static/pages/img/minecraft-hero.df1112867f04.jpg>, acedido a 4 de Março de 2017

Embora seja uma aplicação multiplataforma, os testes concluíram que a instalação desta ferramenta é complexa, esteve apenas disponível o código fonte e foi necessário compilar os binários. Para o utilizador comum torna-se muito complicado utilizar um programa cuja a sua instalação é complicada, facilmente outras aplicações multiplataformas com os mesmos requisitos serão escolhidas.

3.2.1.7. OGRE

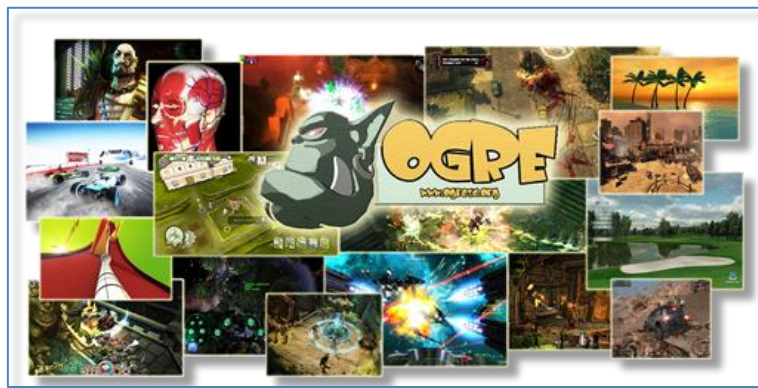


Figura 6 - OGRE¹³

Esta aplicação é um motor de renderização 3D orientado para a construção de cenários virtuais, foi construído numa Linguagem de Programação compilada C++ que proporciona um fácil e intuitivo desenvolvimento de aplicações que beneficiam os equipamentos eletrónicos com aceleração 3D. As classes empregues nessas bibliotecas, como o interface de programação de aplicações para três dimensões (DIRECT3D) e OpenGL, providenciam uma interligação baseada em objetos e classes intuitivas (Ogre team, 2016).

Sendo uma aplicação de código aberto e construído em C++, foi necessário compilar o código fonte para gerar os binários na correspondente plataforma, não foi fácil nem pacífico executar este aplicativo sem ter alguns conhecimentos de programação em Visual C++.

¹³ Retirado do sítio WEB OGRE 3D, obtido a partir de http://www.ogre3d.org/wp-content/uploads/2016/02/Ogre3D-Gallery_512.png, acessado a 4 de março de 2017

3.2.1.8. Delta3D

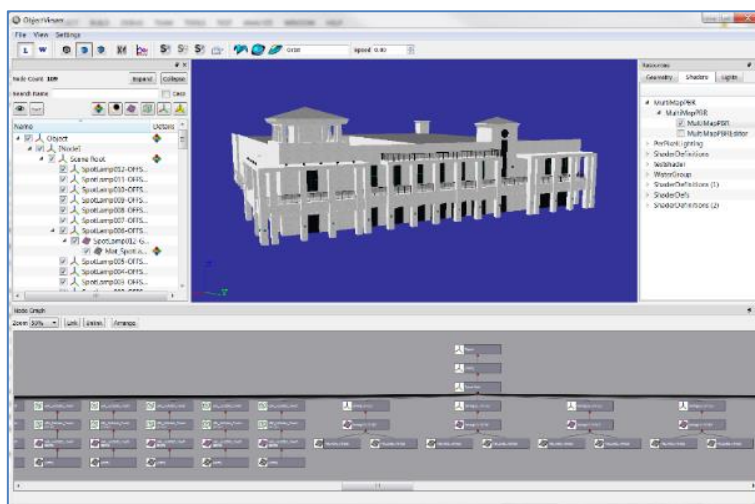


Figura 7 - Delta3D¹⁴

Este aplicativo é um motor de renderização orientado para o jogo e simulação, o seu licenciamento é código livre e o seu suporte é fornecido por uma comunidade de cibercnautas. Delta3D é usado para treinos, simulações, visualizações e entretenimento (Delta3D team, 2016).

A instalação é simples no ambiente Windows, a sua utilização não é intuitiva e os objetos disponíveis carecem de qualidade e performance gráfica.

3.2.1.9. CryENGINE 3

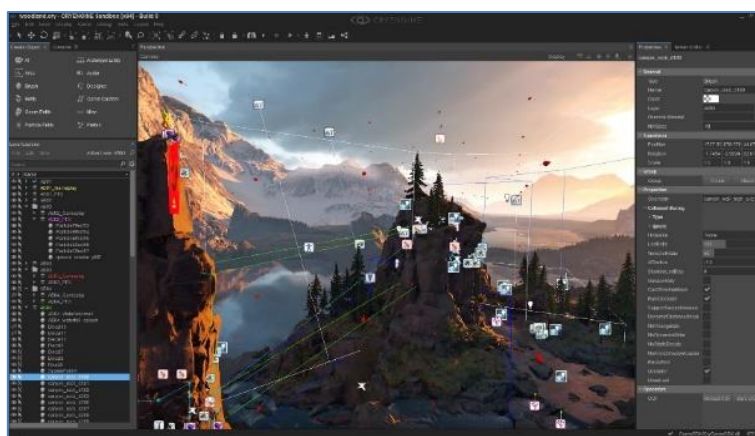


Figura 8 - CryENGINE 3¹⁵

¹⁴ Retirado do sítio WEB Delta 3D Engine, obtido a partir de <http://delta3dengine.org/images/library/Image/image.png>, acessado a 4 de Março de 2017

¹⁵ Retirado do sítio WEB Cryengine, obtido a partir de https://www.cryengine.com/files/features/categories/New_UI_4.jpg, acessado a 4 de março de 2017

Denominado como um dos motores de renderização de jogos mais poderosos na indústria, esta aplicação proporciona aos criadores ferramentas profissionais gratuitas para darem asas à imaginação e construir experiências de entretenimento únicas (Crytek, 2016).

Esta ferramenta é orientada para a implementação de jogos para as plataformas Oculus Rift, Windows, Linux, Xbox e Playstation. É de fácil mas demorada instalação devido ao grande volume de binários a instalar, o seu manuseamento é simples, intuitivo e tem a capacidade de produzir jogos de grande qualidade.

3.2.1.10. Away3D

Mais uma ferramenta Open source para desenvolvimento de jogos e simulações orientados para ambientes FLASH (Away3D team, 2017).

Este motor de desenvolvimento de jogos disponibiliza o produto final em FLASH (Leitão, 2013).

3.2.1.11. Maya



Figura 9 - Editor Maya¹⁶

A ferramenta de animação Maya 3D da empresa Autodesk oferece uma solução abrangente e criativa para animação 3D, modelagem, simulação, renderização e produção em ambientes profissionais. A sua subscrição não é gratuita (Autodesk, 2016).

¹⁶ Retirado do sítio WEB Autodesk, obtido a partir de <http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/video-sitemap/maya-overview-video-896x504.jpg>, acessado a 4 de março de 2017

O Maya 3D tem reconhecimento profissional em vários campos, no cinema de animação com sequelas Sherk e Panda Kung Fu e nos jogos o Fall of Man. Esta aplicação tem uma curva de aprendizagem acentuada que requer alguma dedicação e tempo (Bento, 2011).

3.2.1.12. 3DS Studio Max



Figura 10 - Editor 3DS Studio Max¹⁷

O 3ds Studio Max é outra ferramenta da Autodesk que tem a particularidade de modelar objetos 3D. Os artistas com as ferramentas que a aplicação disponibiliza podem definir e formar ambientes e personagens detalhadamente (Autodesk, 2016).

Esta aplicação é referenciada por designers, arquitetos e engenheiros com sendo a melhor e mais utilizada no domínio 3D. Embora seja um programa que careça de licenciamento e exija algum grau de aprendizagem na sua utilização, representa uma das principais ferramentas usadas na criação gráfica e na animação 3D na área do lazer, entretenimento, jogos e cinema. Os filmes Avatar, 2012, X-Men, Star Wars e o jogo Warhammer Online: Age of Reckoning são alguns exemplos de referência (Bento, 2011).

3.2.1.13. Panda3D

O Panda3D é um motor de renderização para jogos 3D, plataforma de desenvolvimento de jogos na linguagem de programação interpretada Python (PYTHON) e C++, é uma aplicação com licença de código livre incluindo o seu uso comercial. Tem

¹⁷ Retirado do sítio WEB Autodesk, obtido a partir de http://area.autodesk.com/userdata/blogs/max/2016/ext1/3dsMax2016Ext1_GVB_Heatmap.jpg, acedido a 4 de março de 2017

como principais características a integração total em PYTHON, construção de sombras, Física, efeitos em partículas, Inteligência artificial e monitorização de performance suportada com ferramentas de correção de erros (Panda3D Development Team, 2016).

3.2.1.14. XNA Game Studio

XNA Game Studio é um ambiente de programação que permite usar o Visual Studio para criar jogos para o Windows Phone, Xbox 360 e computador pessoal (PC) Windows (Microsoft, 2016).

3.2.1.15. Blender3D

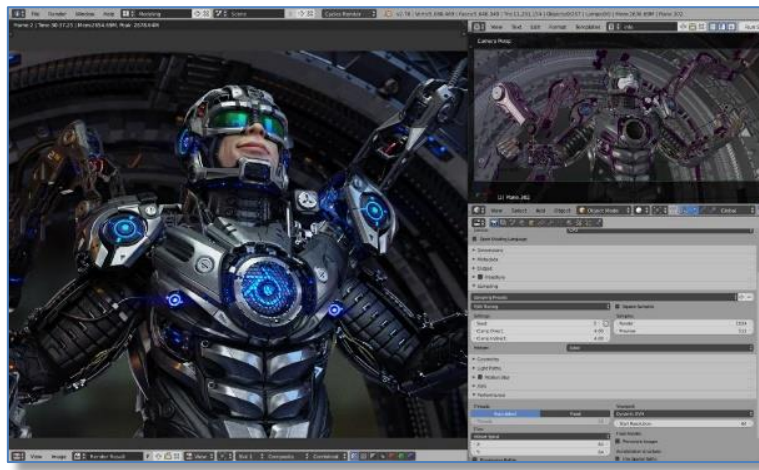


Figura 11 - Editor Blender3D¹⁸

O Blender3D é uma ferramenta de criação 3D com licença de código livre, o seu itinerário de criação passa por “3D pipeline”, modelação, “rigging”, animação, simulação, renderização, “tracking” de movimentos e composições, criação de jogos e edição de vídeo (Blender Foundation, 2016).

Criado pela NeoGeo Studio em 1988 e agora desenvolvido pela Blender Foundation tem a particularidade de estar disponível gratuitamente em diversos sistemas operativos, esta ferramenta pode ser usada em diversas áreas como arquitetura, desenho, vídeo, animação e desenvolvimento de jogos, sendo recomendado pela marca de automóveis Peugeot para os concursos promovidos pela Peugeot Design Contest (Bento, 2011).

¹⁸ Retirado do sítio WEB Art Gallery do Cloud Blender, obtido a partir de <https://cloud.blender.org/p/gallery/57e5084f0fcf294119c5055c>, acedido a 16 de março de 2017

Uma das grandes vantagens desta ferramenta para além de ser multiplataforma e gratuito, é ser um sistema com um conjunto integrado de modelação, animação e de construção de jogos que não necessita de grandes conhecimentos de programação, para ajudar na aprendizagem existe uma grande comunidade de suporte com exemplos e documentos de ajuda e ensino (Leitão, 2013).

3.2.1.16. Unity3D



Figura 12 - Editor Unity3D¹⁹

Com o Unity 3D pode-se criar qualquer jogo em duas dimensões (2D) ou 3D com alguma facilidade, otimizá-lo, torná-lo bonito e, se tudo correr bem, com apenas um clique implantá-lo em diversas plataformas. Esta ferramenta tem também serviços integrados para acelerar o processo de desenvolvimento, otimizar o jogo e conectar-se com um público (Unity, 2017).

Desenvolvido pela Unity Technologies, funciona em MACOSX, Linux e Windows. As criações podem ser disponibilizadas para MACOSX, Ios, Windows, Android, as principais consolas de jogos, Flash, WebGL, entre outros. O seu enorme potencial é existir uma comunidade ativa que facilita o desenvolvimento com tutoriais e exemplos de código. No entanto adequa-se mais ao desenvolvimento de jogos 3D e à interligação

¹⁹ Retirado do sítio WEB Dice, obtido a partir de <http://insights.dice.com/2013/06/03/how-unity3d-become-a-game-development-beast/>, acedido a 16 de março de 2017

de conteúdos 3D de origens diferentes para disponibilização multiplataforma (Leitão, 2013).

A sua consola de desenvolvimento é intuitiva e fácil de usar, tem a possibilidade de inserir elementos pré-fabricados de alta qualidade como água, chuva ou terreno arborizado que facilitam o processo de desenvolvimento de ambientes virtuais e jogos a iniciantes e amadores (Bento, 2011).

O Unity3D no último ano tem sofrido diversas e constantes alterações na sua tecnologia. Da terceira para a quinta versão, para além da normal correção de erros, disponibilizou a compilação dos projetos no formato WebGL respeitando as normas HTML5 que, aos poucos, serão respeitadas por todos os navegadores Web no mercado. Esta potencialidade fez com que conteúdo 3D possam ser disponibilizados na Web sem se recorrer a programas de cliente servidor ou aplicativos extras para os navegadores, o utilizador basta ter a última versão de navegação de internet para aceder ao conteúdo 3D.

Para além dessa grande alteração, a plataforma de desenvolvimento optou por aperfeiçoar as rotinas de scripting na linguagem de programação interpretada CSharp (C#) e na linguagem de programação interpretada javascript e abolir a linguagem de programação baseada em PYTHON (BOO) que não era muito usada pela comunidade.

No ano de 2017 lançaram uma versão para Linux consolidando a execução da ferramenta em multiplataforma e muito recentemente a Unity Technologies disponibilizou gratuitamente uma plataforma “em nuvem” para otimização, compilação e disponibilização do produto final via Web com a possibilidade de comercialização do produto ou simplesmente a disponibilização com ação publicitária.

O suporte oferecido pela Unity é muito completo, tem informação das bibliotecas C# e Javascript, exemplos de variados projetos em formato texto, vídeo e código fonte.

Existe uma plataforma via Web chamada “AssetStore” onde são disponibilizados projetos desenvolvidos pelos utilizadores da ferramenta ou pela própria Unity, uns gratuitos outros não mas sempre com a finalidade de promover a ferramenta trocando ideias e códigos fonte fomentando a entreaajuda.

A curva de aprendizagem do Unity3D difere dependendo da finalidade do projeto, quando se pretende uma conceção com qualidade e otimizada é necessário ter

conhecimentos de Javascript ou C# e o cuidado constante no desenvolvimento e importação dos objetos 3D devido à sua performance final, para tal a curva de aprendizagem é mais longa e acentuada. Se for um projeto simples sem a preocupação de performance, a aprendizagem restringe-se apenas ao saber como trabalhar com o Unity3D e com a “AssetStore” que é relativamente simples e intuitivo.

Um desses assets é o Fungus (Gregan, 2016), um módulo que auxilia a construção de jogo no Unity sem recorrer à programação, é baseado em fluxogramas, intuitivo e tem a particularidade de controlar e interagir com todos os objetos importados no Unity3D.

3.2.1.17. Meshlab

Esta ferramenta tem a função de processar e editar objetos 3D não estruturados, tem a particularidade de auxiliar no processamento de modelos 3D com ferramentas de edição, limpeza, cicatrização, inspeção, renderização e de conversão (Visual Computing Lab, 2016). Uma das funções usadas foi a de redução do número de vértices, arestas e faces nos objetos, essa redução proporciona um aumento de performance na exploração virtual.

3.2.2. Realidade Aumentada

A realidade virtual e aumentada (RA) baseia-se na integração de objetos virtuais em contextos reais, nomeadamente vídeos e fotografias. Com a proliferação da utilização dos objetos e ambientes 3D nos dias de hoje e como a oferta de ferramentas de desenvolvimento em realidade virtual e aumentada (RA) é significativa, foram estudadas as mais populares na comunidade Web, as mais prestigiadas pelos consumidores e as que se identificaram como programas de código livre.

3.2.2.1. ARToolkit

O ARToolKit habilita os programadores a realizar projetos de realidade virtual aumentada em diversas plataformas. O seu licenciamento é gratuito na modalidade de código aberto deste 2001, tem sido utilizado em algumas centenas de projetos

comerciais e de código aberto dando reconhecimento à vasta comunidade de inovadores e criativos desenhadores (DAQRI, 2016).

Um projeto de exemplo é o livro “Sólidos geométricos com RA e ARToolKit” que apresenta um protótipo para a educação em que os objetos 3D construídos em VRML são associados a marcadores posicionados estrategicamente no livro através do ARToolKit (Leitão, 2013).

3.2.2.2. *BuildAR*

Este programa permite criar cenários virtuais de realidade aumentada, tem a versão profissional disponível para transferência com a particularidade de não se poder gravar os trabalhos, a versão gratuita é do ano 2008 com limitações (HITLabNZ, 2016).

Os testes não foram conclusivos ao ponto de aprofundar e justificar a escolha desta ferramenta, o fator decisivo foi o de não se poder gravar o trabalho por motivos de licenciamento.

3.2.2.3. *D'fusion studio*

Este motor de total imersão de realidade virtual aumentada é muito usado comercialmente sobretudo em marketing interativo, eventos ao vivo e aplicações industriais e suporta um grande número de dispositivos e sistemas operativos. Infelizmente não disponibiliza uma versão gratuita ou de testes para experimentar o produto (Immersion, 2016).

3.2.2.4. *Vuforia*

Aplicação gratuita enquanto estiver em desenvolvimento e não for comercializado o conteúdo por ela desenvolvido.

É uma ferramenta capaz de criar aplicações em RA, os seus desenhadores podem facilmente projetar funções de visualização via computador a qualquer aplicação, pode reconhecer imagens e objetos ou reconstruir ambientes 3D no mundo real.

É uma aplicação multiplataforma funciona em Windows, IOS e Android, suporta câmaras de alta resolução e mais recentemente já interage com a versão de Unity3D de 64bits, uma limitação que restringia a sua utilização apenas na versão de 32bits (Vuforia, 2016).

A ligação com o Unity3D proporciona uma excelente qualidade visual e uma fácil programação para interação com as plataformas IOS e Android. Possibilita ainda o reconhecimento de marcadores com padrões com características naturais, este não necessita de um marcador fiducial, qualquer imagem pode ser reconhecida (Leitão, 2013).

3.2.3. Linguagens de programação

Apenas como referência, estudou-se as linguagens de programação necessárias ao desenvolvimento do protótipo, é de notar que não foi necessário conhecimento profundo dessas linguagens de programação, bastou compreender o básico para que fosse desenvolvida ou aproveitada programação necessária à implementação do protótipo.

3.2.3.1. VRML/X3D

A linguagem de programação VRML foi em 1995 a primeira com um formato Web 3D que suportava geometria, animação e programação via ficheiros. Com o decorrer dos tempos conseguiu despertar interesse na comunidade de artistas e engenheiros, foi criado uma extensão chamada X3D (X representa eXtensibilidade), aliado à tecnologia de linguagem de marcação extensiva (XML) adicionou às suas representações gráficas as sombras e a geo-localização (Web 3D Consortium, 2016).

3.2.3.2. X3dom

X3dom é um módulo em javascript com licenciamento de código livre cujo objetivo é criar cenários 3D em páginas Web. É baseado na tecnologia nativa do navegador de internet não sendo necessário nenhum programa auxiliar para visualizar os cenários e objetos 3D. Com este módulo pode-se criar e visualizar cenários 3D usando uma representação estruturada e textual em vez de escrever código (Fraunhofer-Gesellschaft, 2016).

O X3dom funciona bem quando é utilizado apenas para um sítio Web, para representação de um avatar ou objetos simples. Um projeto como uma exploração virtual onde foi exigida qualidade poderão existir problemas técnicos.

3.2.3.3. WebGL

WebGL é uma interface de programação de aplicações (API) multiplataforma gratuita e estandardizada para gráficos 3D disponibilizados na Web pelo HTML5 usando o javascript (Khronos group, 2016). O WebGL está em franca expansão no que diz respeito à disponibilização de conteúdo 3D via Web sem a necessidade de instalar qualquer programa auxiliar ou de cliente servidor para que o seu conteúdo funcione remotamente, a grande dificuldade do uso desta tecnologia são os navegadores não respeitarem as normas HTML5 de modo a possibilitarem o seu correto funcionamento, denota-se que os mais promissores são o Firefox²⁰ e Chrome²¹ que têm feito esforços para respeitar ao máximo as normas HTML5 aprovado pelo World Wide Web (WWW) Consortium (World Wide Web Consortium, 2016).

3.2.3.4. Javascript

O JavaScript é uma linguagem de programação que é processada do lado do cliente, é interpretada pelos navegadores de internet para a criar efeitos especiais nas páginas Web e interatividade com os seus utilizadores. De uma forma generalista é uma linguagem de programação que possibilita criar páginas Web dinâmicas e interativas (World Wide Web Consortium, 2016) (Mozilla, 2016).

3.2.3.5. HTML5

Hypertext Markup Language (HTML) é uma linguagem de programação usada para criar páginas Web e outros tipos de documentos acessíveis por um navegador, as suas especificações são redigidas e mantidas por World Wide Web Consortium. A quinta versão trás novos propósitos como a semântica e a acessibilidade, possibilita o uso de novos recursos sem o acesso a outras tecnologias, podemos referir o WebGL para 3D ou o formato digital de conteúdo multimédia som e imagem Mp4 (MP4) para vídeo. Alguns navegadores começam a implementar algumas funcionalidades mas, ainda falta um

²⁰ Retirado do sítio WEB Mozilla, obtido a partir de <https://www.mozilla.org/pt-PT/>, acedido a 16 de março de 2017

²¹ Retirado do sítio WEB Google, obtido a partir de <https://www.google.com/chrome/>, acedido a 16 de março de 2017

longo caminho para completarem todas as normas do HTML5 (World Wide Web Consortium, 2016) (Mozilla, 2016).

3.2.3.6. CSS

Cascading Style Sheets (CSS) é uma linguagem de programação usada para descrever como os elementos de uma página HTML é apresentado no ecrã (W3schools, 2017). É particularmente útil quando se formata o estilo de um sítio, neste caso, o sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017).

3.2.3.7. C#

C# (lê-se C “Sharp”) é uma elegante linguagem de programação que possibilita a construção de uma grande variedade de aplicações robustas e seguras que correm na estrutura para desenvolvimento e execução de sistemas e aplicações da Microsoft (.NET). É uma linguagem simples, potente, segura e orientada por objetos. A sua sintaxe é expressiva e de fácil aprendizagem especialmente para os programadores que estão familiarizados com C, C++ ou Java. O processo de construção é mais simples que o C e C++ e mais flexível que o Java (Microsoft, 2016) (Microsoft Developer Network, 2016).

3.2.4. Tratamento multimédia

Foram criados e alterados alguns objetos multimédia do tipo imagem e som. Para o efeito foi necessário estudar algumas ferramentas que auxiliaram à implementação de tratamento de imagem, som, vídeo, texturas e análise de código HTML.

3.2.4.1. CrazyBump

Esta ferramenta possibilitou a criação de mapas normais a partir de uma textura, sobrepondo esses mapas com a imagem original consegue-se criar texturas realistas simulando um ambiente 3D (Clark, 2016). Disponível em apenas uma versão de experiência que foi necessária para a implementação deste trabalho.

3.2.4.2. *AwesomBump*

Esta ferramenta foi projetada para gerar texturas normais, de altura, espetaculares ou ambiente de inclusão, de rugosidade ou metálicas, a partir de uma única imagem (Kolasinski, 2017). As funcionalidades são equivalentes ao CrazyBump sendo o seu uso livre.

3.2.4.3. *Firebug*

Esta ferramenta com licenciamento de código livre é muito útil para editar, depurar e monitorizar CSS, HTML e Javascript, em tempo real e em qualquer página Web. Ajuda também a analisar o uso da rede e a performance numa determinada página e possibilita a execução código javascript em tempo real. (Hewitt, 2016).

Esta ferramenta foi útil na edição do CSS/HTML do Blogue “Explorações Virtuais” sendo necessário alterar a sua estrutura nativa.

3.2.4.4. *GNU Image Manipulation Program (GIMP)*

O GIMP um editor de imagem com licenciamento de código livre multiplataforma disponível para Linux, OSX e Windows. É orientado para fotógrafos, desenhadores gráficos, ilustradores ou mesmo cientistas. Está equipado com ferramentas sofisticadas que possibilita uma edição profissional de imagens (The GIMP Team, 2016).

3.2.4.5. *Audacity*

Uma ferramenta gratuita multiplataforma que possibilita a gravação e edição de áudio em vários canais. Tem a capacidade de importar e exportar para vários formatos de áudio tendo em conta a sua qualidade e consequente compressão (Mazzoni & Dannenberg, 2016).

3.2.4.6. *Kdenlive*

Esta aplicação é um editor de vídeo de código aberto capaz de efetuar edição de vídeo básico até à elaboração de trabalhos profissionais. As suas principais características são: Uso multiplataforma, edição de vídeo com várias faixas, uso de uma grande variedade de formatos de vídeo e áudio, interface configurável com atalhos, criação de títulos 2D, efeitos e transições de áudio e vídeo, salvaguardas automáticas e

recursos disponíveis na Web variados (Bushuev, Eugster, Mardelle, Morton, & Pinon, 2017).

3.2.4.7. OBS Studio

Um aplicativo de código aberto para gravação e transmissão ao vivo de vídeo e áudio. Capaz de criar produções profissionais com suporte multiplataforma, possibilita a escolha transições de vídeo e comutá-las entre cenários. Está capacitado com um modo de estúdio que permite visualizar as cenas captadas antes de as disponibilizar ao vivo (Jim, 2017).

3.2.5. Tecnologias escolhidas

Com base nos testes efetuados, na informação levantada e ao encontro do objetivo “Usar ferramentas apenas de uso gratuito e sem restrições de utilização”, as ferramentas de edição 3D escolhidas foram:

- Unity 3D (Unity, 2017) um editor para criar jogos 3D, aplicações e sítios Web em formato 3D e 2D;
- Sketchup (Trimble, 2016), um modelador de mundos reais;
- Vivaty Studio (Vivaty Studio, 2016), uma ferramenta interativa para criar mundos nos formatos VRML e X3D;
- Blender3D (Blender Foundation, 2016), uma ferramenta de criação 3D.

Das ferramentas estudadas para implementação de RA o Vuforia foi o mais apelativo por ser gratuito, suportou as plataformas Windows, IOS e Android e, teve a particularidade de poder ser integrado no Unity3D via pacote de configuração disponível na assetstore da Unity²².

Em muitas das linguagens de programação que foram descritas, tais como VRML/X3D, X3Dom ou WebGL não foi necessária a sua aprendizagem, a existência de uma interface gráfica do utilizador (“Graphical User Interface”) (GUI) agilizou a construção do código. De outra forma foi preciso ter algum conhecimento básico em HTML5, javascript e C#. Para o caso de ser necessário algum ajuste, correção de erro ou

²² Retirado do sítio WEB Asset Store da Unity, obtido a partir de <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/74050>, acedido a 16 de março de 2017

mesmo desenvolvimento de uma nova funcionalidade foi conveniente adquirir algum conhecimento nestas linguagens de programação. A vasta documentação existente facilitou a aprendizagem. No caso do Unity3D, este disponibilizou extensas bibliotecas com exemplos práticos e tutoriais que ajudaram na aprendizagem. Usou-se o HTML para construção e alteração do blogue, javascript e C# para a criação e adaptação de scripts usados no Unity3D.

Todas as ferramentas para tratamento multimédia retratadas foram usadas e precisas durante a implementação do protótipo, foram escolhidas com base de serem gratuitas ou de uso pessoal, populares e por já terem sido testadas e utilizadas nas unidades curriculares do mestrado em tecnologias e sistemas informáticos Web (MW).

3.3. Implementação e avaliação

A construção do protótipo delineou-se por várias etapas, a primeira contemplou a execução de testes para fundamentar a escolha das ferramentas a usar na sua construção.

A segunda etapa existiu a preocupação de planear a estrutura de jogo e o seu desenho e conceção.

De seguida na terceira etapa implementou-se os objetos 3D ou 2D para incorporação no cenário de exploração.

A quarta retratou os dois primeiros testes efetuados, conseqüente elaboração de um questionário que com as observações registadas foram feitos ajustes e correções ao protótipo e questionário.

Na quinta etapa foi apresentado o protótipo a alunos do quarto ano, efetuou-se as oficinas de trabalho e preencheu-se os questionários.

Por último a sexta etapa, com o conhecimento adquirido dos testes presenciais, otimizou-se o protótipo para a sua disponibilização na Web via WebGL, difundiu-se o protótipo na Web e aguardou-se os resultados.

3.3.1. Testes para a escolha das ferramentas

3.3.1.1. *Minecraft vs Vivaty Studio*

Para averiguar a funcionalidade do Minecraft na construção de objetos 3D, foram feitos dois objetos básicos: um castelo e uma torre. Estes foram exportados para o Vivaty Studio e chegou-se à conclusão que a construção dos mundos para exploração virtual em Minecraft não é prática, como os blocos têm a dimensão de 1m/1m os objetos ficam com um aspeto muito “quadrado”. Para se conseguir alguma qualidade seria necessário aumentar a resolução desses quadrados, para tal as construções seriam gigantescas dificultando a perceção e conceção.

Outro aspeto importante que ocorreu durante a conversão: as texturas não foram convertidas e o objeto produzido num único bloco. O programa usado foi o Mineways (Enrich, 2017), o uso básico deste programa não exportou as texturas, foram necessárias configurações avançadas durante os processos de exportação e importação para regularizar a situação.

A conversão para a plataforma Blender3D por intermédio de ferramentas externas às duas aplicações é mais fácil editar os objetos e as texturas ficam razoavelmente bem, este processo é usado mais recentemente para realizar animações para promover o próprio jogo da Majong e canais de youtubers relacionados com jogos.

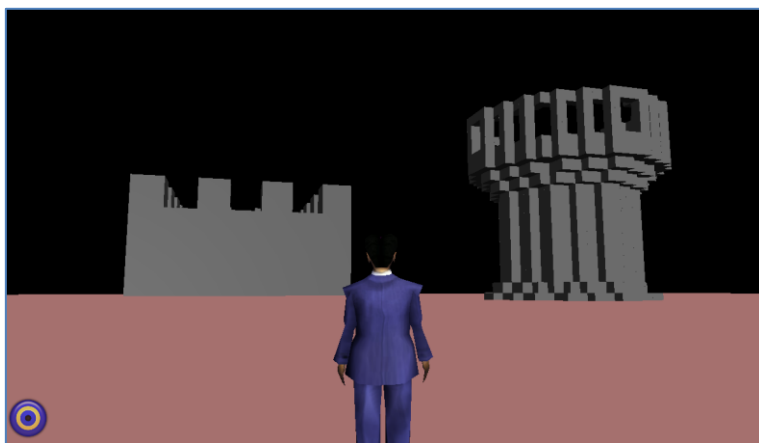


Figura 13 - Minecraft & VRML/X3D²³

²³ Retirado do sítio WEB Google Drive “PrjDaVinci_VrmlTestes”, obtido a partir de https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_Y2wydF9GbHkyb3M, acedido a 16 de março de 2017

3.3.1.2. Coopercube

Esta ferramenta foi utilizada para construir o cenário de exploração, consolidar todos os objetos construídos nativamente ou não e, exportar todo o conjunto para uma plataforma Web.

Começou-se por introduzir os objetos desenvolvidos no Vivaty Studio (VRML/X3D), infelizmente a sua importação é arcaica e deficiente. Dessa forma todos os objetos desenvolvidos nesta tecnologia não seriam aproveitados.

Importando os objetos do editor 3D Sketchup também acarretou algumas dificuldades técnicas, entre elas a necessidade de exportar para COLLADA (“COLLABorative Design Activity”) (DAE) antes de ser introduzido no Coopercube.

Na operacionalidade e na facilidade de utilização foi uma ferramenta muito fácil de utilizar, os mundos foram criados intuitivamente com a junção de vários objetos de como um puzzle se tratasse, no entanto os objetos não foram muitos e variados e na importação de objetos nomeadamente os de VRML/X3D degradaram-se na qualidade.

Pelos testes efetuados, durante a implementação e na finalização do ambiente 3D esta ferramenta não apresentou um aspeto profissional, para se criar movimento, ao contrário das indicações da aplicação, foi necessário algum conhecimento da linguagem de programação javascript.



Figura 14 - CopperCube²⁴

²⁴ Retirado do sítio WEB Google Drive “PrjDaVinci_CoopercubeTestes”, obtido a partir de https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_TV9YRTB6TEpVckk, acedido a 16 de março de 2017

A versão que foi testada apenas exporta para Flash sendo necessário instalar o aplicativo “Adobe Flash player”²⁵ para os navegadores Web utilizados. Devido a esse facto, à deficiente integração de objetos de outras plataformas e à escassez de objetos nativos para construção do mundo, esta ferramenta não foi a mais apropriada para a implementação do protótipo.

3.3.1.3. Unity3D versão 4.6

Para testar o Unity3D como ferramenta de construção de uma exploração virtual, foi necessário adquirir conhecimentos de operacionalidade e de linguagem de programação.

A Unity facilitou essa integração com a disponibilização de uma vasta e diversificada biblioteca de manuais, oficinas em vídeo com exemplos práticos, objetos e aplicativos extras para a implementação dos cenários. Com esta particularidade de ser necessário adquirir conhecimento a curva de aprendizagem teve um percurso fácil mas ligeiramente longo.

Como teste foi construída uma aldeia medieval, foi necessário aprender a aplicar os movimentos com a física, a controlar a câmara e a importar objetos da “Unity Asset Store”.

O interface de utilização é simples e funcional, existiu a possibilidade de aplicar sombras dinâmicas e água básica ao mundo, utilizar um sistema multiutilizador entre navegadores e importar objetos de uma vasta panóplia de editores 3D.

Para além das muitas plataformas em que se pode exportar o mundo, a vertente Web ainda só foi possível exportar para Flash ou para o aplicativo de leitura da Unity, obrigando a instalação de programas extra nos navegadores Web.

²⁵ Retirado do sítio WEB Adobe Flash Player, obtido a partir de <https://get.adobe.com/br/flashplayer/>, acedido a 16 de março de 2017



Figura 15 - Unity3D, aldeia medieval²⁶

Esta ferramenta foi uma excelente opção para a implementação do protótipo. Existiu uma grande facilidade na integração de objetos 3D realizados em outras aplicações e na exportação para as diversas plataformas.

A criação do cenário virtual foi possível e de fácil implementação no entanto, existiu uma relação direta e inversa entre performance e a qualidade. O teste que foi implementado tinha vento, sombras, fumo, relva, texturas HD sem qualquer restrição na qualidade que, originou um tamanho excessivo no código compilado e um aumento considerado no processamento gráfico.

Nesta versão de Unity3D, a compilação e exportação para um formato Web necessitou um aplicativo da Unity que obrigava a sua instalação no cliente, no entanto a versão seguinte já tem a possibilidade de se exportar diretamente para WebGL.

A escolha da plataforma para renderizar a exploração virtual baseou-se nos dados estatísticos recolhidos, deu-se mais importância ao custo, documentação disponível e plataformas possíveis para exportação. De todos os editores 3D com o objetivo de criar mundos 3D, o Unity3D é o que tem mais documentação e plataformas finais para exportação, ou seja, tem uma versão pessoal gratuita muito completa.

²⁶ Retirado do sítio WEB Google Drive “PrjDaVinci_AldeiaMedieval_UnityV4”, obtido a partir de https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_cDVfQVBxSWYyU3c, acedido a 16 de março de 2017

3.3.2. Idealização do cenário

Com a intenção de implementar o meio ambiente do cenário da exploração virtual, este foi baseado nos desenhos de Leonardo da Vinci que representaram a cidade ideal. Esta cidade não foi representada num desenho único, as suas representações estavam espalhadas por diversas páginas dos seus manuscritos.

O cenário da exploração virtual contemplou a junção desses desenhos com a planta da cidade de Immola também representada por Leonardo da Vinci. O jogo foi desenhado para ter um cenário de labirinto para encontrar vários objetos completando os níveis.



Figura 16 - Cidade de Immola²⁷

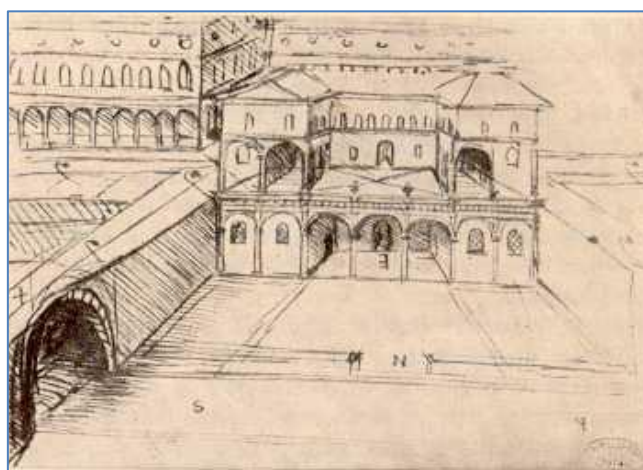


Figura 17 - Cidade Ideal²⁸

²⁷ Retirado do sítio WEB Leonardo da Vinci, obtido a partir de <http://www.leonardodavinci.net/a-plan-of-immola.jsp#prettyPhoto>, acessado a 16 de março de 2017

²⁸ Retirado do sítio WEB Collasius, obtido a partir de <http://www.collasius.org/WINKLE/04-HTML/leonardo.htm>, acessado a 16 de março de 2017

Esta ideia foi abandonada devido a ser um projeto muito extenso, para realizar um labirinto credível e completo o cenário teria de ser consideravelmente grande, a questão da performance e a sua disponibilização via Web deixaria de ser viável.

Seguidamente pensou-se em dividir o grande cenário por cinco níveis diferentes, cinco percursos para reduzir o carregamento do jogo via Web e consequentemente o processamento gráfico necessário para todos os objetos 3D.

Foram contruídos cinco níveis, o primeiro foi baseado nos seguintes acontecimentos históricos:

“O padre local ensinou Leonardo como ler e escrever e como usar um ábaco, que foi a única educação Leonardo recebeu. Ele passou muitos de seus dias vagando pelo campo e a estudar a natureza. Ele explorou as fendas rochosas das montanhas ao redor de Vinci. Ele subiu ao longo das margens do rio Arno e por detrás das cataratas que deixam de funcionar. Ele caminhou pelos campos de papoilas vermelhas e flores azuis. Ele iria saltar sobre o dorso nu de um dos cavalos do seu avô e montar furiosamente pelas estradas poeirentas. Às vezes, ele ficava horas debaixo de uma árvore, observando as folhas mover-se contra o céu azul. Ele invejava os pássaros como eles dispararam sobre as colinas e vinhedos”.

(Herbert, 1998, p. 3)

O ambiente foi retratado com a casa de infância de Leonardo da Vinci num ambiente de montanhoso na Toscana onde observou as aves alcançando teorias sobre aerodinâmica.



Figura 18 – Casa de infância de Leonardo da Vinci

Da mesma forma o segundo percurso baseou-se nos seguintes relatos históricos:

“Mas quando Ser Piero olhou para os desenhos que seu filho carregava em sua mochila, ele sabia o que Leonardo deveria fazer. Ele colocou os desenhos numa dobra da manga e levou-os ao "bottega" (que é o italiano palavra para estúdio ou oficina) do famoso artista Andrea del Verrocchio. A bottega de Verrocchio em Via de Agnolo era tão ocupada como a movimentadas ruas de Florença. Sua oficina recebia ordens para pinturas, esculturas, decorações das famílias, armaduras, joias e muitos outros itens”.

(Herbert, 1998, p. 8)

O objetivo será retratar o ateliê de seu mestre Verrocio, o seu contacto com novas técnicas e materiais onde aperfeiçoou o seu desenho em perspectiva.

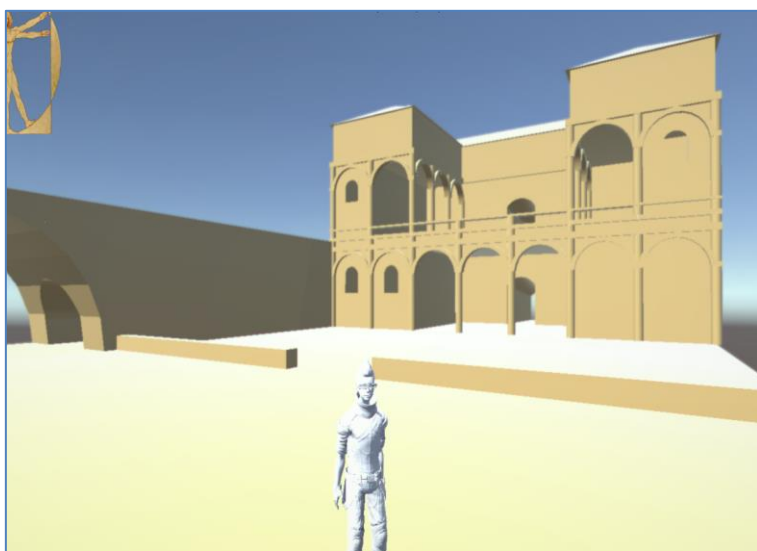


Figura 19 - Cidade ideal de Leonardo da Vinci, Nível 2 "Ateliê de Verrocio"²⁹

A terceira parte baseou-se à volta da Catedral de Milão e às máquinas de guerra desenhadas em Milão, esta ideia foi retirada do seguinte relato:

“Assim, com a idade de trinta anos, Leonardo deixou Florença para Milão, tendo um presente e uma carta para Ludovico. Ele fez o seu caminho para a cidade e por suas ruas estreitas para o Castello Sforzesco, uma fortaleza formidável. ... Leonardo ofereceu-se como um engenheiro militar a Ludovico, que incluía os seguintes serviços que ele sentiu que poderia fornecer: Eu posso fazer pontes extremamente leves e fortes que sejam facilmente transportadas. Com elas você pode perseguir e fugir do inimigo. Além disso, tenho métodos de queimar e destruir as do inimigo. Se você está sitiando numa fortaleza, eu sei como tirar

²⁹ Retirado do sítio WEB SketchUp 3DWarehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=75128983d5407c3831520b5d04ef2a39>, aceso a 16 de março de 2017

a água dos fossos e fazer pontes e escadas para escalar paredes. Eu tenho métodos para destruir toda a espécie de fortaleza. Tenho máquinas que pode arremessar pedras pequenas até que quase se assemelham a uma tempestade. Com esse alarido pode-se causar grande terror ao inimigo, detrimento e confusão. Se a luta deve ser no mar, eu tenho muitas máquinas eficientes para o ataque e defesa. Eu tenho maneiras de fazer túneis sem ruído, a fim de chegar a um local designado, mesmo estando sob uma trincheira ou um rio. Eu posso fazer carros cobertos, seguros e inatacáveis. Quando eles entram entre o inimigo com sua artilharia ninguém pode quebrá-los. Se for necessário eu posso fazer grandes armas de formas finas e úteis. Eu posso inventar catapultas e outras máquinas maravilhosas que não estão em uso comum. Em tempos de paz que posso igualar na perfeição qualquer trabalho em arquitetura, na composição dos edifícios públicos e privados, e em guiar a água de um lugar para outro. Eu posso realizar esculturas em mármore, bronze, ou argila e também quaisquer pinturas. Além disso, um cavalo de bronze poderia ser feito para glorificar e honrar o Senhor seu pai de abençoada memória da ilustre casa de Sforza. Leonardo disse que ele poderia projetar armas e fortificações que iria manter a sua cidade a salvo de qualquer inimigo. Ludovico estava satisfeito. "Excelente", disse ele. "Eu tenho muitos inimigos." "

(Herbert, 1998, pp. 29-31)

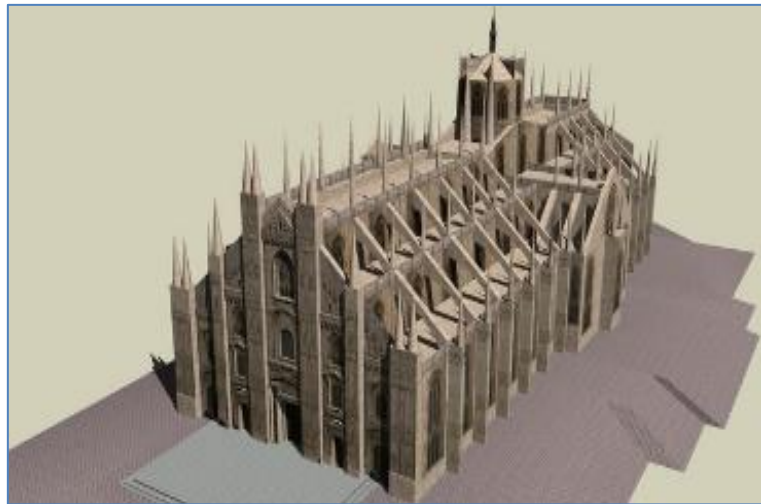


Figura 20 - Catedral de Milão, Nível 3³⁰

O quarto nível relatou a sua relação com o Papa na cidade de Florença, descobrindo a arquitetura:

“Um dia Verrocchio recebeu uma comissão muito importante: Catedral de Florença, Santa Maria del Fiore, que foi quase terminada quase 200 anos após a sua construção. O toque final seria um grande globo de bronze a ser colocado no topo. Um grande desafio a criar, deveria ter vinte pés de diâmetro e pesar mais de duas toneladas. Verrocchio e seus aprendizes tiveram de fazer essa difícil tarefa como tinham de descobrir uma maneira de instalá-lo no topo da catedral! Leonardo aprendeu que havia mais arte do que apenas

³⁰ Retirado do sítio WEB SketchUp 3DWarehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=55b49f1f67f0d2082ad7385e8602e03d>, acessado a 16 de março de 2017

segurar num pincel. Os artistas tiveram de se lançar no mundo do bronze, desenvolver planos de arquitetura, e até criar os guindastes e roldanas necessários para instalá-lo. ... Leonardo ainda encontrou assunto para o pensamento nesta epidemia horrível (peste negra) e concentrou-se na prevenção da doença. Ele pensou que as ruas estreitas e sujas e as más condições de saneamento da cidade proporcionava a propagação da doença. Assim, ele projetou uma maquete de uma cidade com ruas e canais com largura e disposição adequada aos esgotos. Ele projetou um sistema para lavar as ruas automaticamente, esta “Cidade Ideal” de Leonardo teria dois níveis, as ruas de fundo seriam utilizados para as entregas e vagões, e as principais ruas de casas e igrejas para a população geral”

(Herbert, 1998, pp. 11-12,39)



Figura 21 - Cidade de Florença, nível 4³¹

Por fim a última exploração seria a sua última residência em França, sua relação com o rei de França e os seus avanços na robótica na construção do leão mecânico em honra do Rei de França François

“... durante as negociações de paz realizadas entre Roma e França e como um tributo ao governante, Leonardo criou um leão mecânico. Durante a cerimônia de abertura o leão caminhou até aos pés do rei parando de seguida e, portas escondidas em seu peito abriram para mostrar o símbolo francês do lírio, a flor-de-lis. François ficou encantado e pediu Leonardo para vir para a França para ser seu artista. Ele estabeleceu-se no Vale do Loire, em uma casa de campo em Cloux, a uma curta caminhada do real castelo. Ele tornou-se o primeiro pintor, arquiteto e engenheiro do Rei. Em 2 de Maio de 1519, Leonardo da Vinci morreu nos braços do rei François”

(Herbert, 1998, p. 78)

³¹ Retirado do sítio WEB SketchUp 3DWarehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=947479a2a4e73f99b9b5c112be1128>, acedido a 16 de março de 2017



Figura 22 - Castelo de Clos Lucé, Nível 5 "Castelo Clos Lucé"³²

Após divisão dos cenários pelos diferentes níveis, a jogabilidade ficou mais fluida, reduzindo-se a utilização de memória e do processamento gráfico (GPU).

O carregamento do jogo no seu início continuou a ser demorado, o tamanho do ficheiro do jogo compilado continuou a ser o mesmo, demasiado grande para o efeito. A versão profissional do Unity3D permite a divisão do ficheiro compilado possibilitando o seu carregamento via Web. Estes podem ser carregados em modo oculto ou durante o decorrer da execução da exploração virtual. Estas funcionalidades apenas funcionam em modo de edição da versão pessoal do Unity3D. Devido a esta dificuldade, não se sobrecarregou a exploração virtual com vários cenários que iriam enriquecer a experiência virtual.

Como consequência o protótipo ficou reduzido ao primeiro nível. Este nível foi subdividido em tarefas ou subníveis, em que o utilizador teve de percorrer a exploração virtual e efetivar as tarefas lúdicas apresentadas. Desta forma reduziu-se o tamanho do protótipo e não se sobrecarregou a exploração virtual de maneira a degradar a sua performance, tornando possível a sua execução.

³² Retirado do sítio WEB SketchUp 3DWarehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=ff627d2ef95d2a0d2cebcfdbf824713b>, acedido a 16 de março de 2017

3.3.3. Construção de objetos

A construção de objetos alusivos ao tema “Vida e Obra de Leonardo da Vinci” foi ao encontro dos objetivos: “Construir modelos 3D dinâmicos de equipamentos/sistemas concebidos por Leonardo da Vinci”, “Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci” e “Organizar uma biblioteca aberta de materiais, modelos e objetos de Leonardo da Vinci”. Nesse sentido foram construídos objetos baseados nos seus desenhos.

Agрупou-se os objetos pelas ferramentas de edição: Vivaty Studio (Vivaty Studio, 2016), Bender3D (Blender Foundation, 2016), Sketchup (Trimble, 2016), GIMP (The GIMP Team, 2016) e Audacity (Mazzoni & Dannenberg, 2016).

3.3.3.1. Vivaty Studio

Com a ferramenta de edição 3D Vivaty Studio e durante a unidade curricular de RV do MW, foi concebido um objeto 3D alusivo ao tema Leonardo da Vinci.

Este objeto foi incluído no protótipo para enriquecer a experiência virtual. Este objeto representa uma das pontes desenhadas por Leonardo da Vinci: a “Swing Bridge”³³. Foi projetada para ser construída com materiais acessíveis e fáceis de transportar.

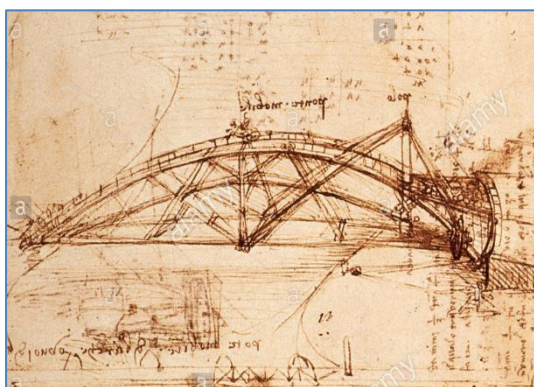


Figura 23 - Desenho de "Swing Bridge" de Leonardo da Vinci



Figura 24 - Swing Bridge de Leonardo da Vinci

A ponte contemplou um perfil parabólico, teve somente um braço que foi fixado às duas margens por meio de um grande pino vertical. Ele foi movido por meio de cabos

³³ Retirado do sítio WEB Projeto da Vinci, obtido a partir de <http://prjdivinci.blogspot.pt/2015/06/swing-bridge.html>, acessado a 16 de março de 2017

e guinchos, auxiliado por rodas e rolos de metal para realizar movimentos de deslizamento. Além disso, a ponte está equipada com um tanque de contrapeso para possibilitar o seu manuseamento e balanceamento enquanto suspenso no ar.

3.3.3.2. Blender3D

O blender3D foi a ferramenta de construção de objetos 3D eleita, a sua versatilidade, documentação disponível, facilidade de utilização e custo pesaram na sua escolha. Foram construídos vários objetos alusivos ao tema para enriquecer o cenário virtual:

- A casa de infância de Leonardo da Vinci, o desenho foi baseado em fotografias reais da verdadeira casa onde Leonardo da Vinci nasceu e cresceu durante a sua infância³⁴. As texturas usadas as mais equivalentes e aplicou-se uma técnica de textura realista que provoca uma sensação ótica da existência de relevo;



Figura 25 - Casa de Infância de Leonardo da Vinci



Figura 26 - Casa de infância de Leonardo da Vinci (3D)

³⁴ Retirado do sítio WEB Wordpress, obtido a partir de <https://sophiesophrosyne.wordpress.com/2014/06/19/ciao-da-vinci/>, acedido a 16 de março de 2017

- O poço de Leonardo da Vinci foi baseado nos seus desenhos que retrata um sistema mecanizado de recolha e distribuição de água;



Figura 27 - Poço de Leonardo da Vinci

- O quadro de Mona Lisa, pintura que levou grande parte de sua vida a realizar, foi emoldurada por uma moldura com a mesma técnica de textura realista;

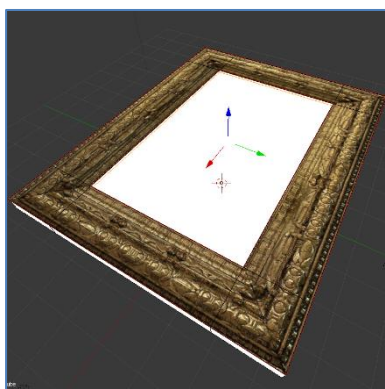


Figura 28 - Moldura para quadro Mona Lisa



Figura 29 - Quadro de Mona Lisa

- A mesa de trabalhos de Leonardo da Vinci, este modelo foi retratado à imagem de uma mesa existente numa série de televisão “Da Vinci Deamons”³⁵;

³⁵ Retirado do sítio WEB Startz, obtido a partir de <https://www.starz.com/series/davincisdeamons/episodes>, acedido a 16 de março de 2017



Figura 30 - Mesa de trabalho de Leonardo da Vinci



Figura 31 - Cenário de "Da Vinci Demons"

- O castiçal, igualmente desenhado a partir da de televisão “Da Vinci Demons”, representa o modo de vida usado sem eletricidade: O uso de velas para ter iluminação;

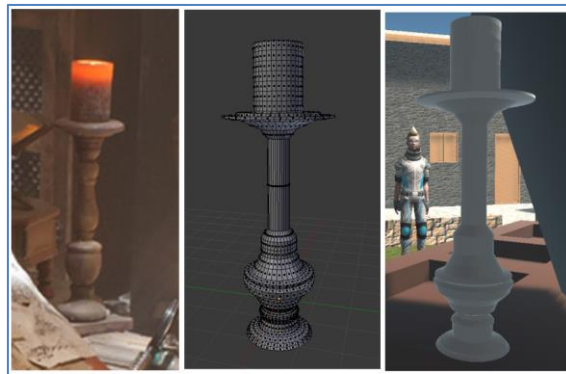


Figura 32 - O castiçal

- O cubo e prisma, estes dois objetos representaram o culminar de uma passagem lúdica em que Leonardo representava sólidos geométricos com paus e encaixes de madeira identificando apenas as arestas e pontos com o intuito de identificar melhor as faces num ambiente 2D.

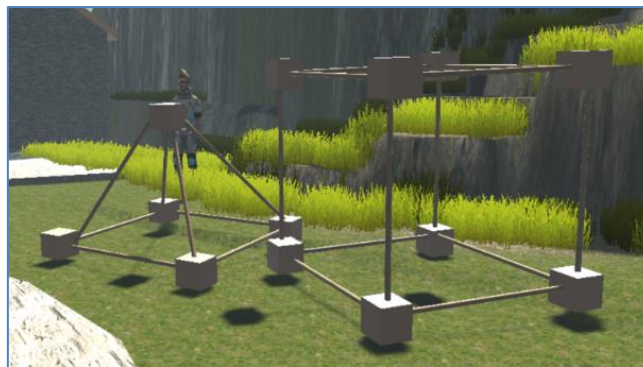


Figura 33 - Modelos de Cubo e Prisma

3.3.3.3. Sketchup

Para testar todas as ferramentas disponíveis para edição 3D foi feito em Sketchup telas com o seu respetivo suporte, o paraquedas de Leonardo da Vinci e a ponte autossustentada. A implementação de Sketchup é simples e intuitiva sendo o produto final facilmente incorporado no Unity3D.

- Paraquedas de Leonardo da Vinci, este objeto com um formato piramidal e pouco convencional, proporcionou na exploração virtual um planar pelo mundo virtual exemplificando a queda controlada de um paraquedas;

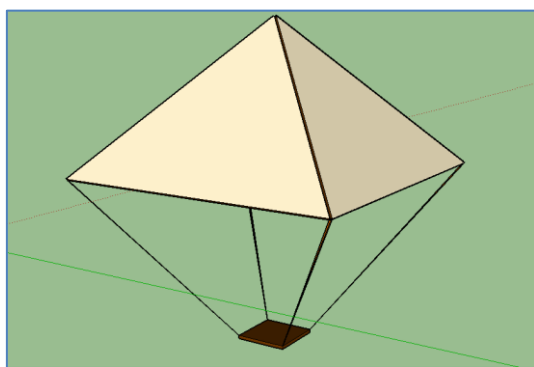


Figura 34 - Paraquedas de Leonardo da Vinci

- As telas foram cinco as implementadas, uma em branco e as restantes com as instruções dos trabalhos práticos a realizar fisicamente;

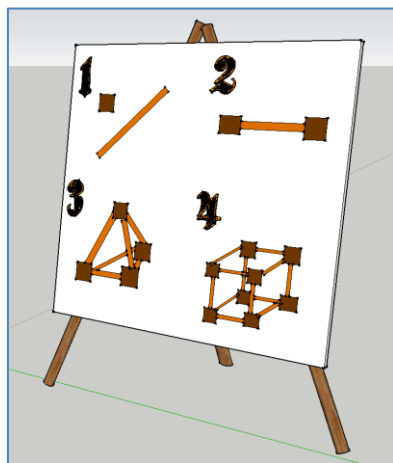


Figura 35 - Tela de Leonardo da Vinci

- A ponte autossustentada, também idealizada pelos desenhos de Leonardo da Vinci, foi construída com madeiras simples, paus e tábuas encaixadas a formar uma ponte;



Figura 36 - Ponte de Leonardo da Vinci

3.3.3.4. GIMP

Foram utilizadas diversas figuras do portefólio do Leonardo da Vinci na estrutura 2D do trabalho, como os botões, menu, puzzles ou um simples aviso de carregamento do nível. Estas imagens foram tratadas com o GIMP: foram corrigidos os tons de imagem, feitos os recortes e introduzidos os espaços transparentes.



Figura 37 - Nível de jogo com Lírios

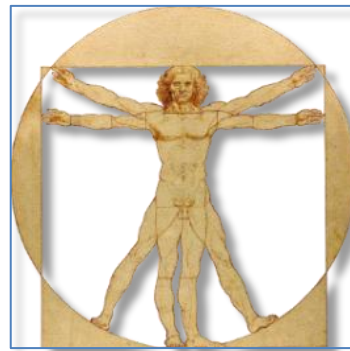


Figura 38 - Nível de jogo com Lírios

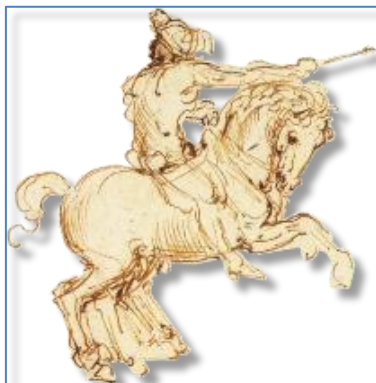


Figura 39 - Indicação de carregamento de nível



Figura 40 - Menu dos níveis

3.3.3.5. *Audacity*

A incorporação de uma narrativa no início e nos intervalos do jogo, ajudou a percepção de conceitos a passar ao utilizador, conseguiu-se intercalar sequências de jogo e motivou-se o utilizador (de Freitas & Neumann, 2009).

Teve-se o cuidado de garantir que o som ambiente fosse superior e à voz narrativa, e que seu contexto fosse a mais apropriada ao público-alvo (Leitão, 2013).

Foi necessário recorrer à ferramenta Audacity para gravar, tratar e converter as faixas de áudio da exploração virtual.

3.3.4. Primeira versão do protótipo

Neste subcapítulo realizou-se a consolidação da exploração virtual juntando-se os objetos ao mundo virtual, construiu-se a estrutura de jogo idealizada. De seguida apresentou-se o protótipo aos utilizadores para testarem e responderem ao questionário de avaliação. Os dados adquiridos foram avaliados, analisados e com essa informação feitas melhorias.

3.3.4.1. *Consolidação da exploração virtual*

A Unity fez um esforço em aperfeiçoar e desenvolver novos componentes quando lançou a sua quinta versão, uma das mais notórias foi a exportação dos projetos para WebGL e conseqüente descontinuação da aplicação para visualização o Unity player. Com esta nova funcionalidade foi possível disponibilizar via Web e sem instalação de aplicações adicionais à exploração virtual, o único requisito necessário foi o navegador de internet respeitar as normas HTML5.

Para além desta novidade, foram aperfeiçoadas as bibliotecas de javascript e C# melhorando a acessibilidade à programação, foram lançados novos módulos gratuitos como: avatar's, aviões, carros, cenários de teste para as Físicas e ambientes 2D.

Uma outra evolução foi uma técnica automática de processamento gráfico para melhorar a jogabilidade, um dos aspetos são as árvores agregadas ao terreno que aumentam ou diminuem os números de vértices dependendo da distância da câmara sobre esse objeto, não é nada mais que a simulação o olho humano quando é redirecionado para um objeto.

Nesta fase foi necessário reestruturar o ambiente virtual de forma a maximizar a performance durante a jogabilidade, criar um cenário suficientemente imersivo para cativar o utilizador e introduzir tarefas pedagógicas para a aquisição de conhecimento.

O termo inglês “Onboarding” pode-se definir como o ato que iniciar um utilizador num sistema, neste caso um jogo ou exploração virtual. No seu primeiro minuto de jogo não se deve explicar nada, este tem de experimentar o mundo, alcançar alguma meta facilmente transitável e ver os percursos alcançados pelos outros jogadores (Zichermann & Cunningham, 2011).

A primeira tarefa foi a ambientação do utilizador ao cenário virtual, este recebeu indicações audíveis, legendadas e figurativas de como se movimentar e interagir com o cenário.

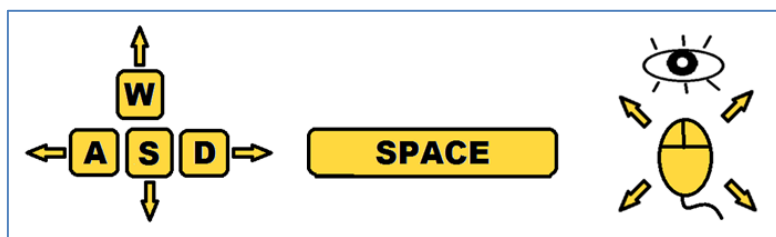


Figura 41 - Indicações para movimentação³⁶

Após essas indicações terem sido assimiladas, foi atribuída a segunda tarefa: Descobrir um objeto no cenário virtual. Essa tarefa foi cronometrada para gerar competitividade entre jogadores e medir a capacidade de interação na exploração virtual do jogador.

Foram organizadas quatro tarefas adicionais que abrangem os temas de Aerodinâmica, Arquitetura aliada à Física, Pintura e Geometria. Estes quatro níveis foram representadas com as técnicas teóricas usadas por Leonardo da Vinci em modo de jogo ou animação, sendo associadas a elas uma oficina de trabalhos manuais para aplicar esses conhecimentos.

A terceira tarefa representou o tema da Aerodinâmica pela queda de um paraquedas e explicação de como se procedeu. A exploração virtual foi a procura do paraquedas no espaço montanhoso seguido de uma breve animação da sua queda sobre

³⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdivinci.blogspot.pt/2017/03/rato-e-letras-do-teclado.html>, acedido em 07 de março de 2017

o cenário. A oficina passou por uma construção manual de um paraquedas com um saco de plástico, fios e um peso na extremidade para o ver a pairar no ar.

Na quarta tarefa, o tema da arquitetura aliada à física foi a construção de uma ponte portátil (Swing Bridge) desenhada por Leonardo. Esta estrutura possibilitava uma pessoa conseguir transpor pequenos riachos com ela, esta teria de ser suficientemente leve e robusta para aguentar o seu peso e, devido à mobilidade, construída apenas com paus encaixados. A exploração virtual baseou-se na procura de bambus, tábuas, e consequente aparecimento da ponte para a passagem sobre um riacho. A oficina foi construída com lápis e elásticos, testou-se fisicamente pressionando-a para verificar a sua resistência.

A quinta tarefa consistiu na pintura representada pelo desenho de um cubo em perspetiva. Esta técnica foi usada por Leonardo nas suas pinturas para dar a sensação de profundidade. Este desenho foi narrado e exemplificado com uma animação durante a exploração virtual, o trabalho físico passou por desenhar o mesmo cubo em papel.

Por último a sexta tarefa, a geometria representada pela construção tridimensional de sólidos geométricos com arestas e vértices. Leonardo desenhava-os e representava-os com paus e conetores de madeira, desta forma ele conseguia perceber mais facilmente as faces desses sólidos para os desenhar em 2D. A exploração virtual foi procurar paus e cubos para gerar o aparecimento de um prisma e cubo. A respetiva atividade será construir sólidos geométricos encaixando lápis em paus de culinária e plasticina.

O desenho da exploração virtual retratou a residência de Infância de Leonardo da Vinci. Este ambiente representou uma zona montanhosa, respetiva natureza e a sua casa que ainda existe nos tempos de hoje no vilarejo de Vinci na província da Toscana em Itália. Foi feito um levantamento gráfico da casa e da estrada de acesso e representado no cenário virtual.



Figura 42 - Casa Natal de Leonardo Da Vinci³⁷



Figura 43 - Casa Natal de Leonardo Da Vinci (3D)



Figura 44 - Vinci, Florence, Italy³⁸



Figura 45 - Arredores da casa de infância de Leonardo (3D)

³⁷ Retirado do sítio WEB Panoramio, obtido a partir de <https://ssl.panoramio.com/photo/108961683>, acessido a 16 de março de 2017

³⁸ Retirado do sítio WEB Panoramio, obtido a partir de <http://www.panoramio.com/photo/108882946>, acessido a 16 de março de 2017

O cenário virtual foi representado numa zona montanhosa rodeada com árvores e um espaço com água simulando um riacho, a travessia desse riacho é efetuada por uma das famosas pontes de Leonardo Da Vinci a “Swing Bridge”.

Nas texturas foi usada uma técnica de sobreposição de imagens para realçar as sombras nessas imagens de forma que os utilizadores fiquem com a sensação de que são representações 3D sem o serem.



Figura 46 - Textura normal



Figura 47 - Textura realista

No que diz respeito à visualização e navegação do avatar foram testados três tipos: Navegação em primeira pessoa, em terceira pessoa com posicionamento de câmara automática e em terceira pessoa com aproximação, afastamento e posicionamento de câmara manualmente.

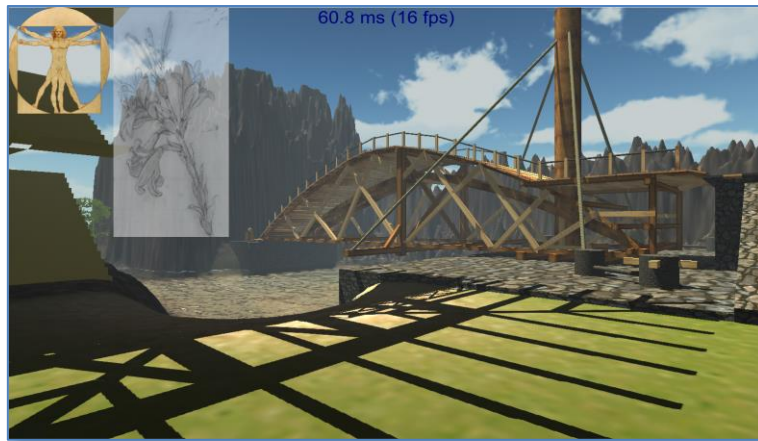


Figura 48 - Avatar na primeira pessoa

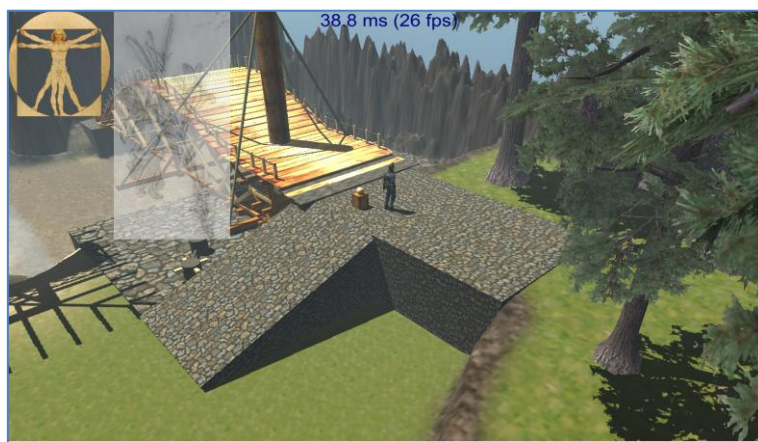


Figura 49 - Avatar na terceira pessoa

Para facilitar o encandeamento do percurso das tarefas com os objetos, animações e indicações de áudio e texto foi usado o módulo proveniente da Asset Store da Unity chamado Fungus, este aplicativo fornece ao Unity3D a possibilidade de criar histórias em fluxograma sem recorrer à programação (Gregan, 2016).

A performance durante a exploração foi verificada por via de um ficheiro que mostra em tempo real a capacidade de amostragem de imagens que os dispositivos conseguem apresentar num segundo durante a exploração: Frames Per Second (FPS).

Estes valores diferem pelo tipo de dispositivo eletrónico usado, se um dispositivo possuir uma unidade de processamento gráfico GPU (“Graphic Processor Unit”) consegue apresentar mais FPS que um dispositivo sem GPU, a mesma otimização do ambiente virtual pode ser diferente para cada dispositivo eletrónico.

Com a informação dos FPS gerados durante a exploração virtual, verificou-se que esse valor não deveria sobrepôr o máximo suportado por cada dispositivo. Para o efeito

analisou-se os FPS pelos “olhos do avatar”, o que contou foi campo de visão da câmara, esta teve de processar o mínimo de vértices possíveis para a exploração fluir sem problemas. Para tal foram feitas as alterações:

- Reduziu-se o número de objetos complexos no mesmo campo de visão;
- Levantou-se o terreno para “esconder” outros objetos;
- Diminui-se os efeitos especiais do terreno como o vento e a densidade da relva;
- Ajustou-se a resolução das texturas e sombras para valores aceitáveis de visualização.

Com todas estas alterações o valor de FPS durante a exploração diminuiu mas não foi o suficiente, os dispositivos sem GPU continuavam com dificuldade de processar o ambiente virtual. O passo seguinte foi extrair todo o terreno editado no Unity3D, retirar os extras (relva, arvores e texturas) e reduzir o número de vértices, arestas e faces. O resultado foi o esperado, a exploração virtual nesse terreno fluiu sem problemas.

A partir deste ponto decidiu-se duplicar os objetos, otimizá-los de forma diferente e separá-los por duas categorias: Os que primam a qualidade e os que favoreçam a performance.

Apenas um desses grupos poderão estar ativos por meio de um botão, assim o utilizador que usar um dispositivo com GPU poderá usufruir dos grafismos de qualidade acrescida, os restantes utilizadores sem essas capacidades especiais tiveram a possibilidade de usufruir da experiência virtual selecionando a opção de máxima performance.



Figura 50 - Qualidade acrescida (20 FPS com GPU)

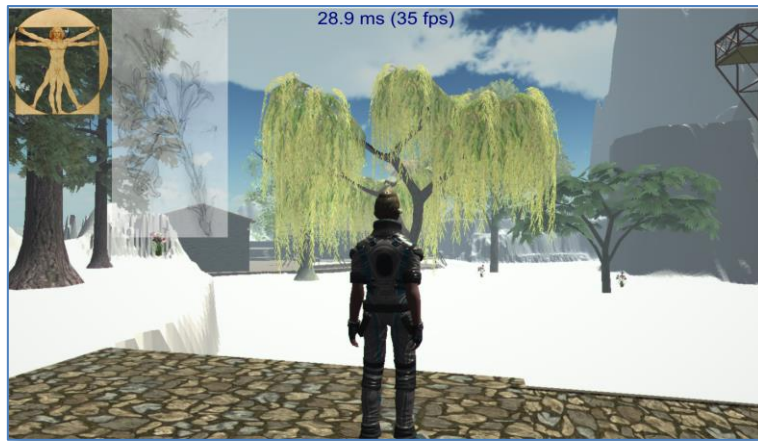


Figura 51 - Máxima performance (35 FPS com GPU)

Algumas das características de melhoria de performance passou por:

- Ajustou-se parâmetros no terreno como o vento, luz ou sombras;
- Retirou-se a configuração de texturas reais;
- Alterou-se o material do avatar para básico;
- Retirou-se alguns objetos não otimizados provenientes da AssetStore da Unity;
- Usou-se apenas as texturas já devidamente testadas e otimizadas pela Unity;
- Converteu-se os sons em formato digital de conteúdo multimédia som Wav (WAV) para o formato digital de conteúdo multimédia som Ogg (OGG);
- Substituiu-se a água profissional pela básica;
- Ajustou-se a distância de alcance de visão do avatar para valores reduzidos equivalentes ao olho humano.

3.3.4.2. Apresentação

Após a construção do mundo virtual foi apresentada a compilação versão Windows PC a dois utilizadores, um casal com dez e oito anos de idade, ambos com experiência de jogos virtuais como o “Minecraft”³⁹ e “Roblox”⁴⁰, jogos 3D que funcionam na primeira e terceira pessoa. O circuito virtual foi efetuado por ambas as partes em separado sem qualquer dificuldade.

³⁹ Retirado do sítio WEB Mojang, obtido a partir de <https://minecraft.net/pt-pt/>, acedido a 16 de março de 2017

⁴⁰ Retirado do sítio WEB Roblox, obtido a partir de <https://www.roblox.com/>, acedido a 16 de março de 2017

3.3.4.3. Avaliação

A avaliação do protótipo foi efetuada pelos utilizadores por questionário escrito, pelo investigador por observação direta e registo de comentários pessoais relativamente à experiência virtual.

As questões foram divididas em dois grupos: o inquérito e a avaliação do protótipo propriamente dita. O inquérito foi baseado nos seus dados pessoais, na utilização de equipamento informático, de como foram utilizados e quais as preferências jogos virtuais e sério. A avaliação do protótipo questionou a atividade 3D decorrida, a aparência, a usabilidade, a aprendizagem adquirida e o trabalho de oficina desenvolvido.

O questionário foi o seguinte:

Inquérito

I – Dados pessoais: Nome, ano escolaridade, idade e sexo.

II – Equipamento informático: Possui computador, tablet ou consola de jogos própria?

III – Utilização de dispositivos: Utilizas o computador e o tablet essencialmente para quê?

IV – Preferências: Sabes o que são jogos virtuais, qual o tem jogo preferido, onde jogas esse jogo e se já jogas-te algum jogo para aprender.

Avaliação do protótipo

I – Atividade 3D: Opiniões pessoais dos desenhos, das animações, das cores e dos sons. Na usabilidade: Qual o PC usado, o modo de performance usado, a perceção dos desenhos virtuais, a facilidade de uso do rato e teclado, a lentidão do percurso, a facilidade na sua passagem, os obstáculos défices e o que gostaram ou não na exploração virtual.

II – Aprendizagem: Tentou-se perceber quanto tempo demorou o primeiro percurso, a perceção do funcionamento do paraquedas, da ponte, como se desenha em perspetiva um cubo, como se monta um cubo ou prisma, se aprenderam alguma coisa com o jogo, do que gostaram mais e se voltavam a jogar o jogo.

III – Oficina: Como foi desenhar o cubo em perspetiva, fazer o paraquedas, construir a ponte e o cubo ou prisma.

Grelha de observação da execução do protótipo baseou-se nos seguintes registos:

- Sentiu dificuldade na navegação através do rato ou das teclas;
- O sistema estava lento;
- Conseguiu guiar o avatar;
- Solicitou alguma ajuda;
- Evidenciou interesse durante a exploração;
- Quanto tempo demorou no primeiro passo.

3.3.4.4. Análise dos resultados

As respostas foram introduzidas no “Google forms”⁴¹ para facilitar a sua interpretação e visualização:

I - Dados pessoais

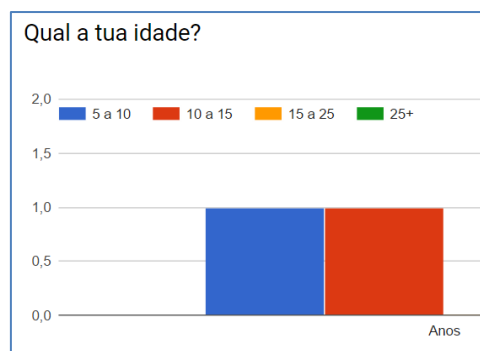


Gráfico 1 - Primeira versão: Idades dos utilizadores quantificados em grupos etários

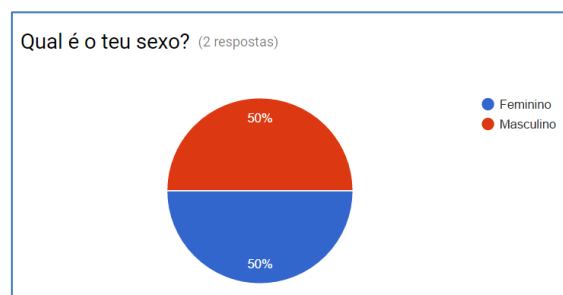


Gráfico 2 - Primeira versão: Género dos utilizadores

⁴¹ Retirado do sítio WEB Google Forms, obtido a partir de <https://docs.google.com/forms/d/1hWSa0MAM0bvx4akvbhAXSMWm8mSRgXukcBlctWQV-jl/edit#responses>, acedido a 16 de março de 2017

II - Utilização dos equipamentos Informáticos

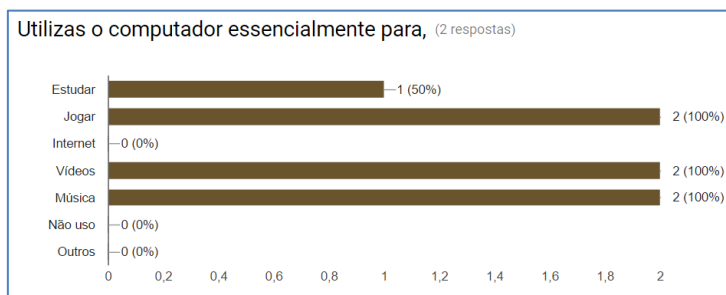


Gráfico 3 - Primeira versão: Manuseamento quantitativo por tipo de utilização

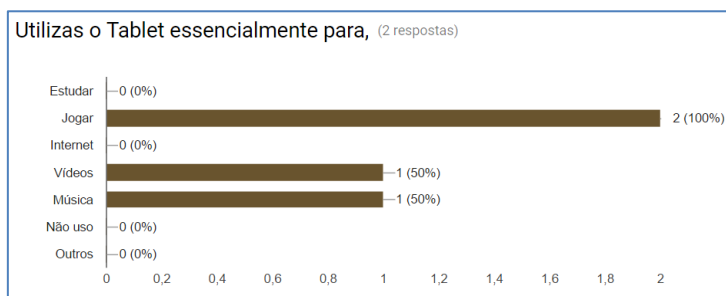


Gráfico 4 - Primeira versão: Manuseamento do tablet por tipo de utilização



Gráfico 5 - Primeira versão: Análise dos equipamentos quantificados por antiguidade

III – Preferências

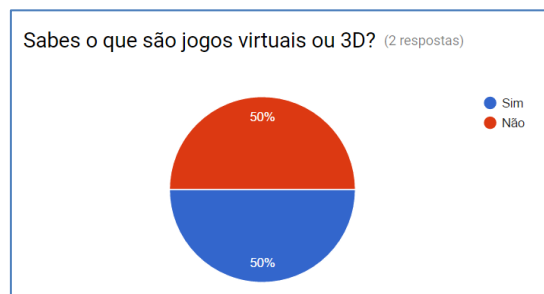


Gráfico 6 - Primeira versão: Análise de conhecimento de jogos virtuais ou 3D

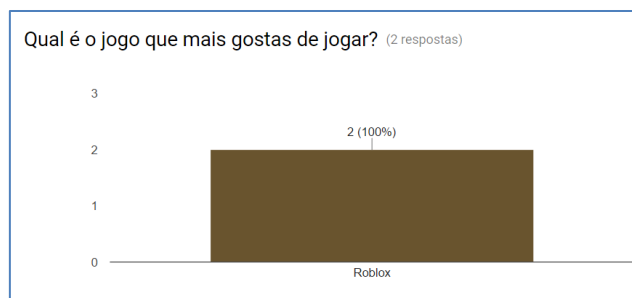


Gráfico 7 - Primeira versão: Preferência de jogabilidade por plataforma de jogo

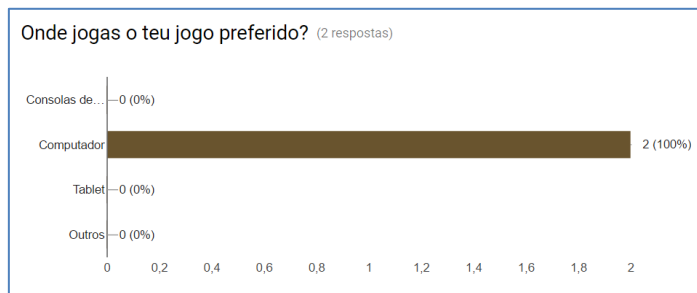


Gráfico 8 - Primeira versão: Preferência de equipamento quantificado por tipo de equipamento

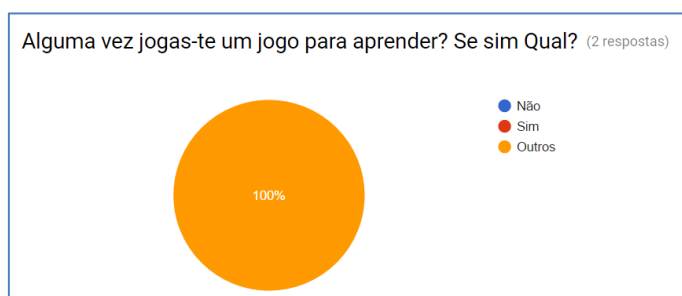


Gráfico 9 - Primeira versão: Análise de conhecimento sobre jogos sérios

IV - Atividade em 3D

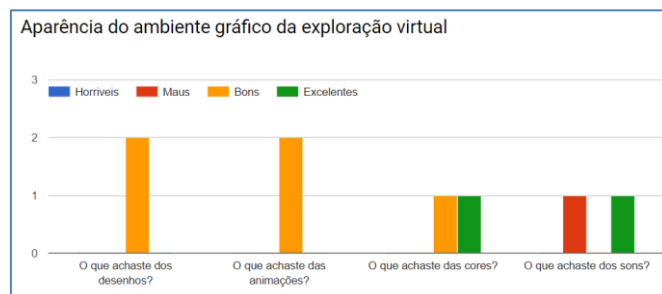


Gráfico 10 - Primeira versão: Análise da experiência gráfica

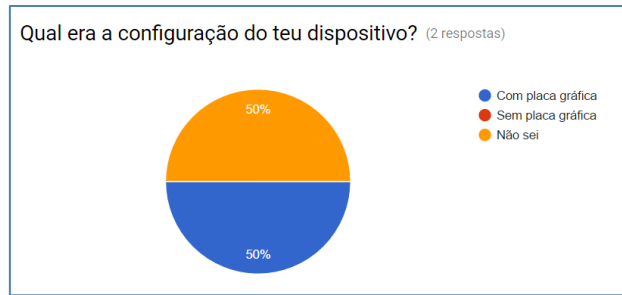


Gráfico 11 - Primeira versão: Análise do processador gráfico



Gráfico 12 - Primeira versão: Análise da performance

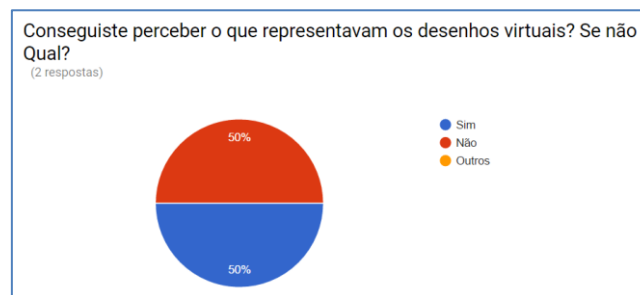


Gráfico 13 - Primeira versão: Análise dos desenhos virtuais quantificado por percepção gráfica

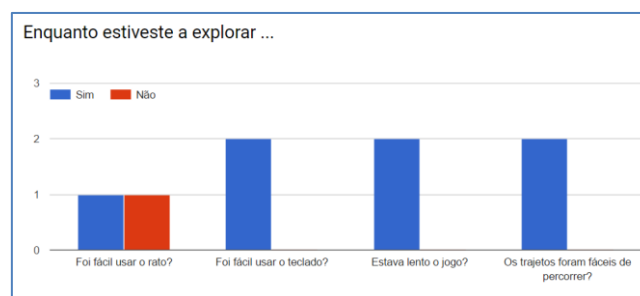


Gráfico 14 - Primeira versão: Análise da exploração virtual por facilidade de uso

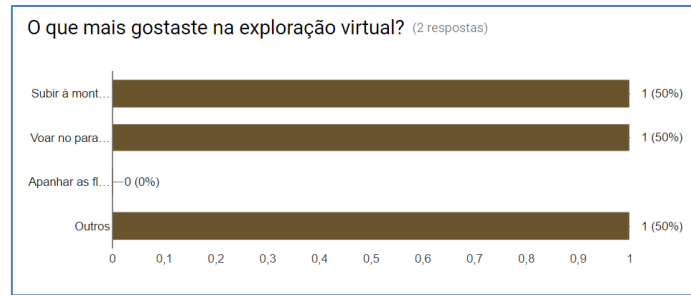


Gráfico 15 - Primeira versão: Análise da exploração quantificada por trajeto percorrido

V – Aprendizagem

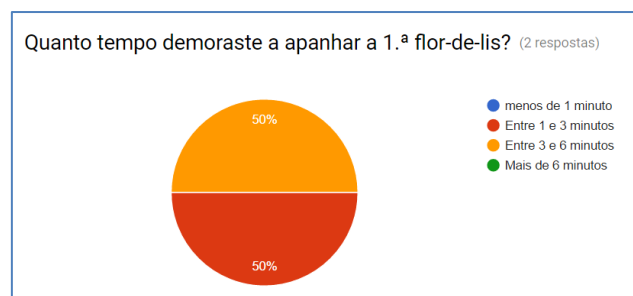


Gráfico 16 - Primeira versão: Análise de performance quantificada por tempo de jogo

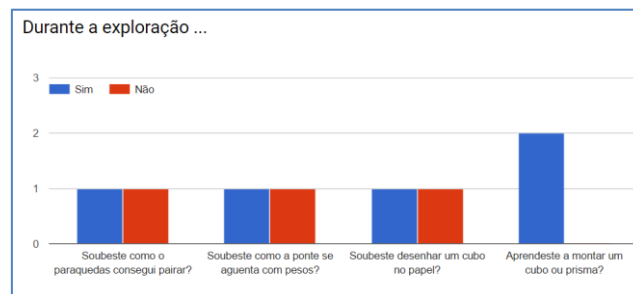


Gráfico 17 - Primeira versão: Análise de conhecimento por tarefas de aprendizagem

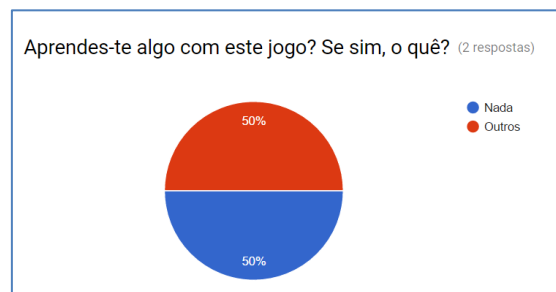


Gráfico 18 - Primeira versão: Análise de conhecimento por auto avaliação

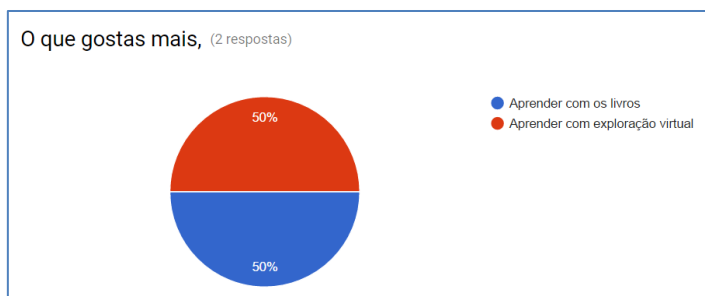


Gráfico 19 - Primeira versão: Análise de preferências por tipo de aprendizagem



Gráfico 20 - Primeira versão: Análise de preferências da jogabilidade

VI – Oficina

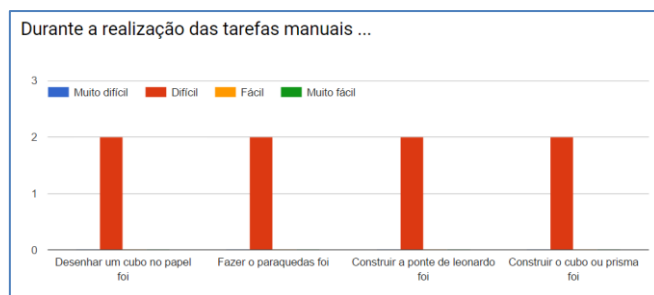


Gráfico 21 - Primeira versão: Análise da oficina quantificado por facilidade de implementação

3.3.4.5. Resumo da avaliação

As elações retiradas por apenas dois testes não são credíveis para contarem para uma conclusão final das questões de investigação. Estas tiveram a finalidade de reorganizar, aprimorar ou mesmo corrigir o protótipo e o questionário das versões finais.

Analisando o resultado do questionário, estes utilizadores estavam treinados no uso frequente de equipamentos multimédia nos variados temas, nomeadamente o uso do computador pessoal em jogos 3D, a destreza com o rato e teclado foi notável e

usando a versão menos performance (mais qualidade) não existiu nenhum problema na sua exploração.

Surpreendentemente os resultados adquiridos com estes dois utilizadores ficaram aquém da expectativa, as críticas foram algumas e as sugestões de alterações foram muitas. Notoriamente não gostaram da exploração virtual justificando que o som estava desfasado das legendas, que estas acabavam muito cedo e que os gráficos da máxima performance não prestavam.

As observações concluíram que o português empregue na exploração era de compreensão difícil e a mobilidade do avatar na terceira pessoa difícil, os utilizadores usaram maioritariamente o avatar na primeira pessoa.

Observou-se que o botão que comutava a performance da exploração virtual gerou alguma confusão entre os utilizadores e por vezes não funcionava.

Sentiram curiosidade de entrar dentro da casa de Leonardo da Vinci e tenderam em ir ao encontro da passarola para ver se voava, uma das sugestões do utilizador foi a implementação de minijogos após a aquisição dos lírios.

O questionário que foi redigido e apresentado não estava compreensível para o português de uma criança desta idade. A interpretação dos dados do questionário não foi conclusivo, este estava mal estruturado dificultando a resposta às questões da dissertação.

A maior dificuldade foi não conseguir agrupar as respostas por tema e retirar uma média correspondente desses valores.

Existiu a necessidade de efetuar algumas ao protótipo e ao questionário:

- O texto do botão de comutação da performance foi renomeado para “Máxima rapidez” e “Máxima qualidade”;
- Foram alteradas as legendas e regravação do som narrativo para se tornar legível para os utilizadores;
- Introduziu-se uma breve história de Leonardo da Vinci;
- Retirou-se a animação 3D de desenho em perspetiva e implementou-se em 2D como se de um desenho em tela se tratasse;
- Adicionou-se mais objetos alusivos ao tema;
- O mau funcionamento do botão da comutação da performance, e alguns bloqueios observados durante os testes, levou à necessidade de corrigir erros de código;

- Refez-se o questionário reformulando as perguntas e agrupá-las por temas, facilitou-se a leitura dos dados e retirou-se a informação necessária para responder às questões de investigação. O Português empregue foi simplificado e perceptível aos ouvidos de uma criança.

3.3.5. Segunda versão do protótipo

Neste subcapítulo realizou-se a consolidação da exploração virtual melhorando o mundo com base nos primeiros testes efetuados. Apresentou-se o protótipo a utilizadores, avaliou-se o registo da interação dos utilizadores, elaborou-se os trabalhos de oficina com os alunos, analisou-se os resultados e por fim resumiu-se esses resultados.

3.3.5.1. Consolidação da exploração virtual

Com base da análise da primeira versão do protótipo foram feitas as seguintes alterações:

- Foram vistos os scripts em C# do Unity3D, nomeadamente a rotina “Update”, as instruções nesta classe eram executadas demasiadas vezes prejudicando a performance do percurso;

- Restringiu-se a um segundo a execução dessa classe;

- Foi feita uma análise dos objetos mais pesados no jogo via uma funcionalidade do Unity3D Editor chamada “Profiler”, verificou-se que o objeto mais pesado é a água.

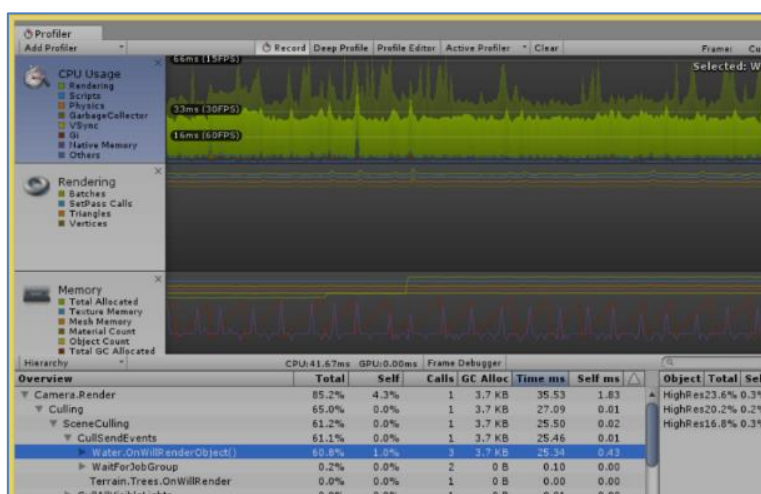


Figura 52 - Módulo de análise de performance "Profiler" em Unity3D

- Durante o jogo para validar a performance em diferentes clientes com dispositivos multimédia distintos, o programa irá contar ao segundo quantas vezes o FPS foi menor que 10, fazendo-se uma relação direta com os segundos totais percorridos na exploração, retira-se uma percentagem de performance efetiva de todo o tempo de jogo. Estes dados serão mostrados em tempo real no ecrã.

- Para agilizar a mudança entre o “modo rapidez” e o “modo qualidade” foi introduzido a possibilidade de comutar não apenas por botão mas também por tecla.

- Foi introduzido um aviso de quando o sistema está lento e a percentagem de tempo em que este esteve lento durante o tempo total de jogo, a métrica são os FPS registados;

- O texto foi revisto e simplificado e o som gravado novamente mais pausado e melhor falado, tentou-se reduzir o número de caixas de texto para não aborrecer o utilizador.

- No desenho de jogo introduziu-se novos objetos: O poço de Leonardo da Vinci, a mesa de trabalho, o quadro da Mona Lisa e o terreno de baixa resolução foi colorido com cores primárias.

- Introduzido no fim de cada tarefa foi apresentado uma tela com as instruções necessárias para realizar a oficina correspondente.

- No final do percurso da exploração virtual e após da experiência pedagógica efetuada pelo utilizador, foram introduzidos alguns objetos alusivos ao tema de diferentes autores para que no fim os utilizadores visualizassem algumas das invenções de Leonardo em realidade virtual.

3.3.5.2. Apresentação

Os testes foram efetuados com alunos de quarto ano da escola de primeiro ciclo de Paio Pires pertencente ao Agrupamento de Escolas Dr. António Augusto Louro no Seixal. Foi pedido autorização ao agrupamento de escolas para realizar esta apresentação e a cada um dos encarregados de educação dos alunos que foram sujeitos a estes testes (em anexo).



Figura 53 - Escola 1º. Ciclo Aldeia da Paio Pires

Infelizmente os recursos de equipamentos eletrónicos eram praticamente nulos, devido a esse fato os testes foram efetuados em computadores particulares.

Foram assim feitos vários grupos de três ou quatro alunos para testar o protótipo. A primeira sessão da primeira audiência foi com quatro alunos e as seguintes com três devido ao mau funcionamento de um computador que teve de ser retirado das sessões.

Na segunda audiência existiram apenas dois computadores, os testes foram rigorosos no seu tempo de execução, foi exigido a sua conclusão em menos de dez minutos, os trabalhos de oficina foram lineares, sem muitas perguntas e o questionário foi feito verbalmente com os alunos.



Figura 54 - Apresentação da exploração virtual (1)



Figura 55 - Apresentação da exploração virtual, (2)



Figura 56 - Apresentação da exploração virtual, (3)



Figura 57 - Apresentação da exploração virtual, (4)



Figura 58 - Apresentação da exploração virtual, (5)



Figura 59 - Apresentação da exploração virtual, (6)

No fim da apresentação foi entregue a cada aluno um certificado de presença de como participou na exploração, se formou como aprendiz de Leonardo da Vinci e a referência do sítio Web “Projeto da Vinci” onde está disponível o protótipo.



Figura 60 - Certificado de presença

3.3.5.3. Oficina

Foram elaborados quatro trabalhos manuais para exemplificar o conteúdo pedagógico adquirido durante a exploração virtual. Estes trabalhos representaram quatro áreas distintas da ciência aos olhos de Leonardo da Vinci.

Paraquedas

O primeiro trabalho ilustra a aerodinâmica, foi construído um paraquedas para exemplificar as leis da aerodinâmica que forçam um objeto a pairar no ar. Leonardo da Vinci desenhou um protótipo de um paraquedas em formas triangulares sendo uma visão futurista para a sua época.



Figura 61 - Paraquedas de Leonardo da Vinci

Nos dias de hoje é possível fazê-lo com materiais simples como um saco de plástico e um pedaço de fio. Basta recortar um pedaço de plástico atar uns fios nas suas extremidades e unir a outras pontas dos fios num boneco (Herbert, 1998).

Na exploração virtual foi construída uma tela com as mesmas indicações de uma forma mais simplificada, também é explicado verbalmente e escrito de como fazê-lo.

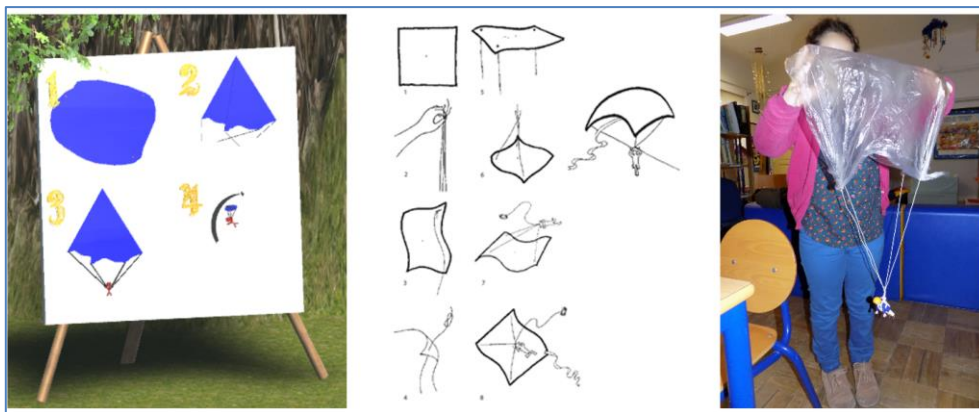


Figura 62 - Oficina de Paraquedas

Ponte autossustentada

O segundo trabalho prático foi a construção de uma ponte autossustentável, esta ponte foi desenhada por Leonardo da Vinci com o objetivo de transportar soldados por pequenos riachos sem recorrer a muitos recursos, esta ponte é desmontada e montada no local sendo facilmente transportável por vários homens. É uma forma simples de representar as forças da física com alguns lápis e elásticos.

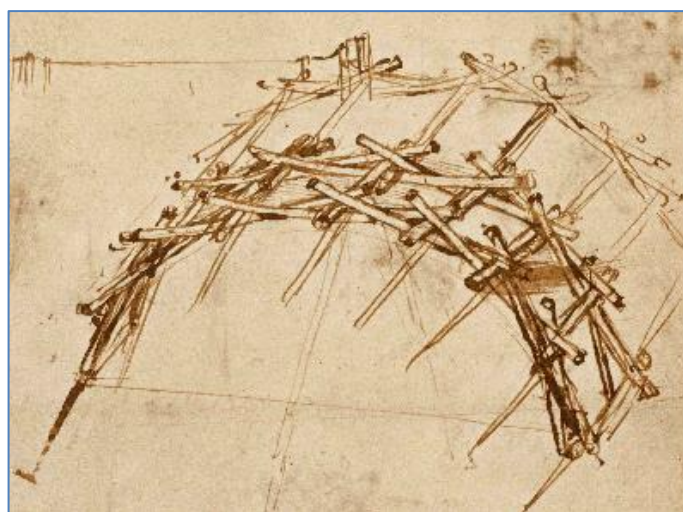


Figura 63 - Ponte autossustentada de Leonardo da Vinci

Uma forma simples de construir é usar lápis de cor com pequenos elásticos, juntos e encaixados de uma forma especial formam esta ponte autossustentada, no fim de cada montagem os alunos ficavam surpreendidos de como esta ponte construída por eles com materiais do uso diário poderia sustentar tanto peso, um dos testes efetuados era estes empurrarem a base da ponte para baixo e sentirem essa força.

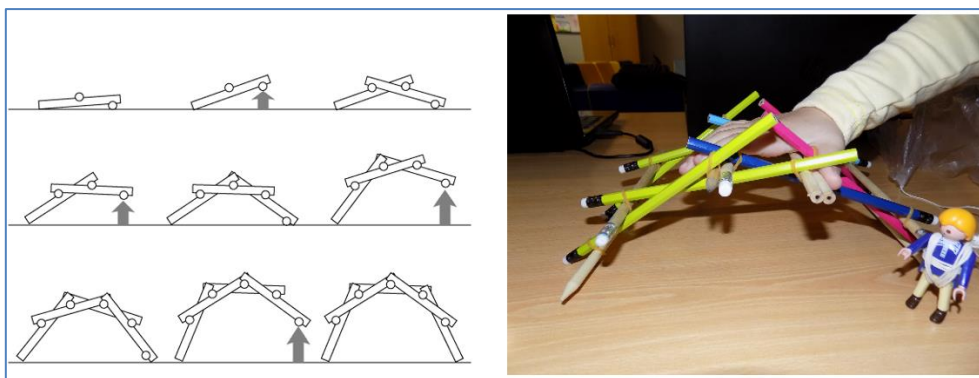


Figura 64 - Oficina de Ponte autossustentada

Na exploração virtual foi construída uma tela que exemplifica a construção da ponte autossustentada de Leonardo da Vinci:

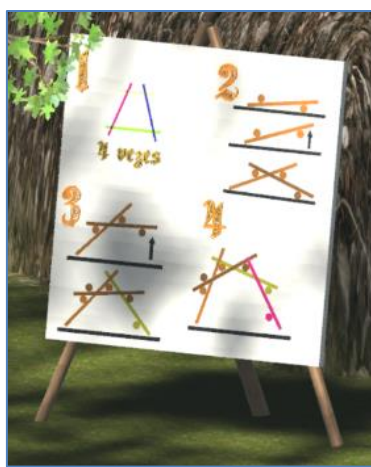


Figura 65 - Tela da Ponte autossustentada

Desenho em Perspetiva

O terceiro trabalho foi um desenho em perspectiva, esta técnica era usada por Leonardo nas suas representações 3D dos objetos, plantas e pinturas. Leonardo aprendeu a calcular a colocação de linhas nos seus desenhos e pinturas de forma a criar a ilusão de perspectiva, ele usou a matemática e a geometria para criar a sua arte (Herbert, 1998).

Foi exemplificado o desenho com um ponto de perspectiva, os alunos apenas precisaram de uma folha de papel e um lápis para efetuar este trabalho, na exploração virtual foi construída uma tela que dá indicações de uma maneira simplista de como tudo se processa (Anderson, 2006).

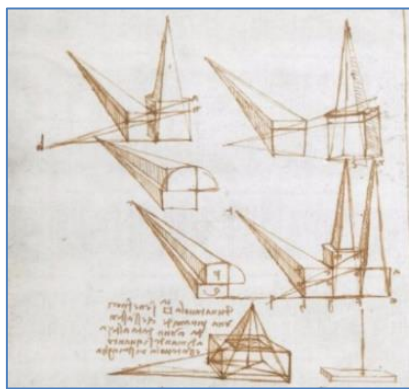


Figura 66 - Desenho em perspectiva de Leonardo da Vinci

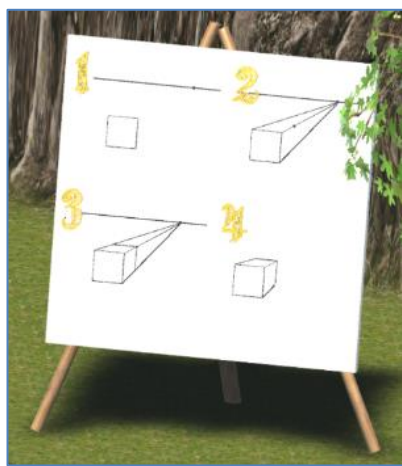


Figura 67 - Tela do desenho em perspectiva

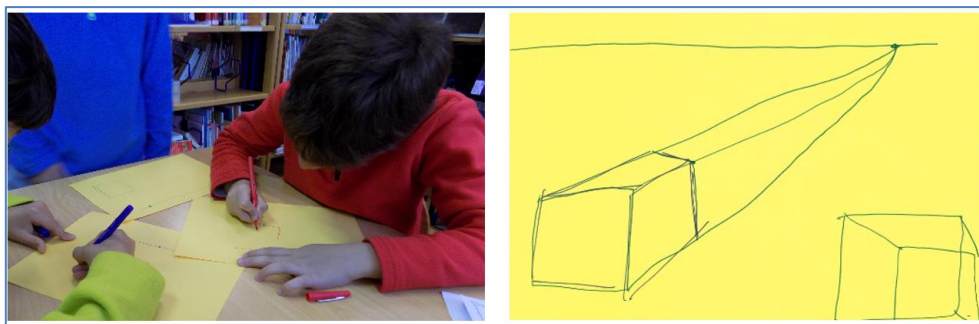


Figura 68 - Oficina de Desenho em perspectiva

Sólidos geométricos

O último e quarto trabalho foi a representação de sólidos geométricos com paus e plasticina. Leonardo representou-os ocultos sem faces, apenas em arestas de madeira, dessa forma era mais fácil compreender as suas formas 3D representadas num plano 2D, com esta engenhosa forma de ilustrar sólidos geométricos conseguiu-se distinguir facilmente as faces dianteiras das traseiras.

O sólido mais popular de todas as suas representações foi um poliedro (Polígono tridimensional) cujas faces foram representadas por quadrados e triângulos.

Por sua vez e baseado no livro de Luca Pacioli's "As proporções divinas" onde estão descritas várias técnicas de construções de sólidos geométricos com a ilustração de Leonardo da Vinci, foi sugerido a construção destes polígonos com gomas e pequenos paus de madeira (Anderson, 2006).

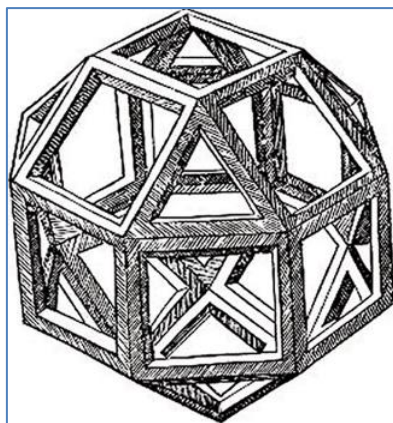


Figura 69 - Poliedro de Leonardo da Vinci

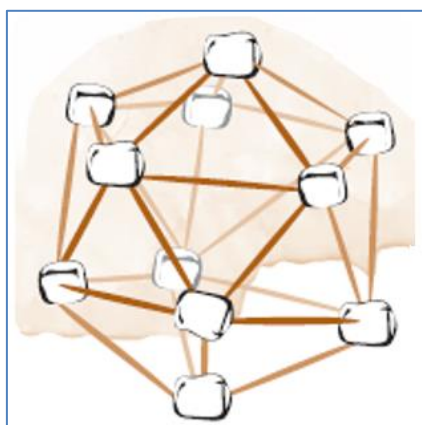


Figura 70 - Poliedro

Durante a apresentação foi usado plasticina e paus de culinária, os alunos gostaram da experiência e viram com os seus próprios olhos como construir um

polígono e percebendo o que são vértices, arestas e faces de uma maneira fácil e divertida.

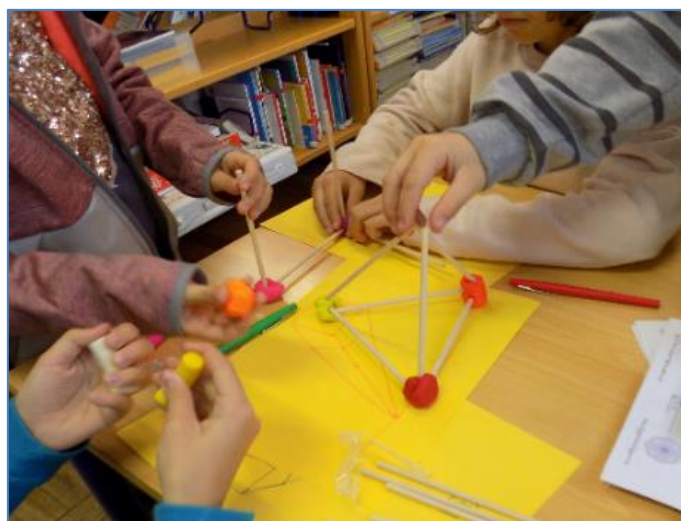


Figura 71 - Oficina de sólidos geométricos, foto 1

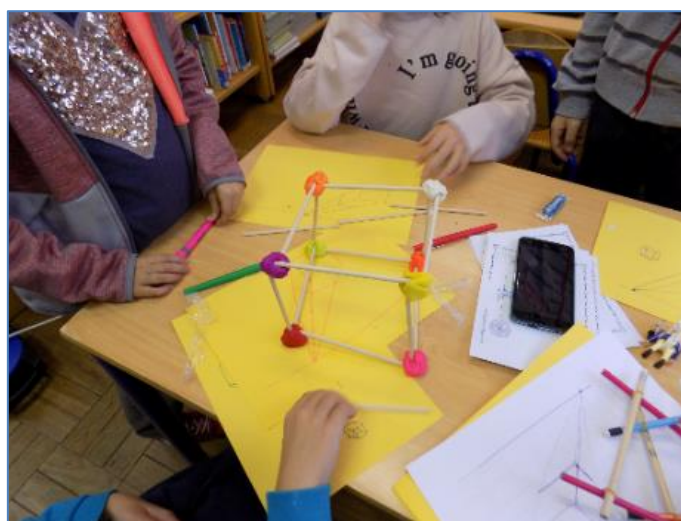


Figura 72 - Oficina de sólidos geométricos, foto 2

Na exploração virtual foi apresentada uma tela representativa para construção de um prisma e cubo.

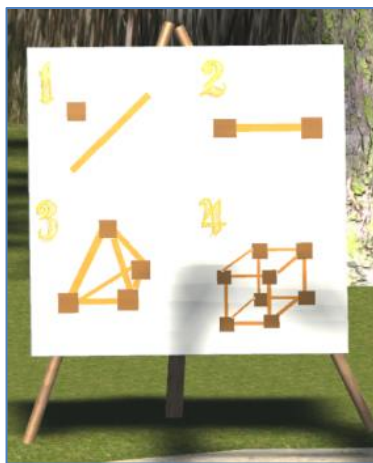


Figura 73 - Tela dos sólidos geométricos


3.3.5.4. Avaliação

Foi elaborado um novo questionário, eliminando as dificuldades de análise do primeiro questionário, foram segmentadas as questões em grupos específicos e alusivos às questões de investigação e objetivos a cumprir.

- I. Averiguar a experiência em 3D com seis perguntas
- II. Avaliação da exploração virtual em quatro segmentos distintos: Desenho com quatro perguntas, usabilidade com cinco perguntas, jogabilidade com quatro perguntas e performance com quatro perguntas
- III. Avaliação dos conhecimentos adquiridos dividido em três segmentos: Durante a exploração com sete perguntas, no decorrer da oficina com quatro perguntas e uma avaliação global com cinco perguntas.

Cada grupo de perguntas representou uma média de avaliação aos pontos-chave (respostas).

O texto das perguntas foi aperfeiçoado e adaptado à linguagem das crianças, foi representado em apenas uma folha (duas páginas) para não “assustar” ou “cansar” o utilizador no seu preenchimento e foi usado respostas por cruz para não gerar desconforto. O preenchimento foi pacífico, os alunos responderam percebendo todo o seu conteúdo sem muitas perguntas.



Questionário

Este questionário visa recolher informação, para um estudo a efetuar no âmbito de uma tese de mestrado, sobre a utilização de explorações virtuais, na elaboração de conteúdos educativos. Está garantido o anonimato e a confidencialidade dos resultados.

I. Dados pessoais

Idade: _____ Computador: _____

Sexo: Feminino Masculino

1. Experiência multimédia

Sabes o que são jogos virtuais? Sim Não

Alguma vez jogaste um jogo para aprender? Sim Não

Navegas na internet com o Computador ou Tablet? Sim Não

Estudas no Computador ou no Tablet? Sim Não

Jogas Computador ou Tablet? Sim Não

Ouves música ou vês vídeos no Computador ou Tablet? Sim Não

II. Avaliação da exploração virtual

1. Design

Como são as cores? Horríveis Maus Bons Excelentes

Como são os desenhos? Horríveis Maus Bons Excelentes

Como são as animações? Horríveis Maus Bons Excelentes

Como são os sons? Horríveis Maus Bons Excelentes

2. Usabilidade

Explorar com o rato foi fácil? Sim Não

Explorar com o teclado foi fácil? Sim Não

Apanhaste o Lírio em menos de 3 minutos? Sim Não

Os trajetos foram fáceis de percorrer? Sim Não

Durante a exploração nunca estiveste bloqueado? Sim Não

3. Jogabilidade

Encontrar os lírios foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Subir a montanha foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Apanhar os bambus e tábuas foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Atravessar as pontes foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

4. Performance

O jogo estava rápido? Sim Não

A percentagem foi menor que 75%? Sim Não

A percentagem foi menor que 50%? Sim Não

A percentagem foi menor que 25%? Sim Não

III. Avaliação dos conhecimentos

1. Ficaste a saber como ...

O paraquedas paira no ar? Sim Não

A ponte se aguenta com peso? Sim Não

Se desenha um cubo no papel? Sim Não

Se monta um prisma? Sim Não

Desenhar em perspetiva? Sim Não

São as forças da física? Sim Não

Funciona a aerodinâmica? Sim Não

2. Na workshop

Desenhar o cubo foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Fazer o paraquedas foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Construir a ponte foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

Construir o prisma ou cubo foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

3. Avaliação global

Gostaste de jogar? Sim Não

Aprendeste alguma coisa? Sim Não

Gostaste das tarefas manuais? Sim Não

Gostas de aprender com a realidade virtual? Sim Não

Voltavas a jogar este jogo? Sim Não

Figura 74 - Questionário da segunda versão



Figura 75 - Preenchimento do questionário, foto 1



Figura 76- Preenchimento do questionário, foto 2

3.3.5.5. Análise dos resultados

As respostas foram introduzidas no “Google forms”⁴² para facilitar a sua interpretação e visualização:

I. Dados pessoais

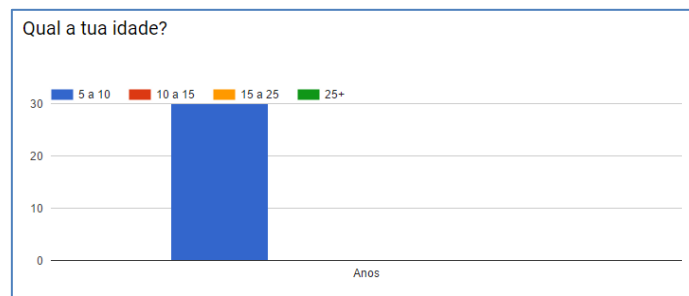


Gráfico 22 - Segunda versão: Idades dos utilizadores quantificado em grupos etários

Dos 30 indivíduos 100% têm idades entre os 5 e 10 anos

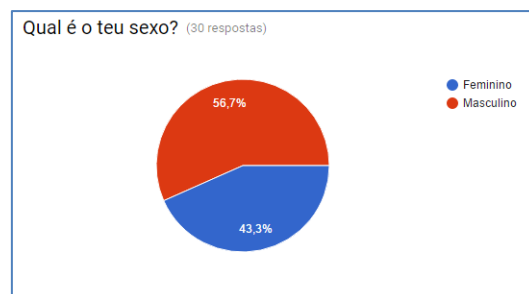


Gráfico 23 - Segunda versão: Género dos utilizadores

⁴² Retirado do sítio WEB Google Forms, obtido a partir de <https://docs.google.com/forms/u/0/>, acedido a 16 de março de 2017

Dos 30 indivíduos 43,3% são do sexo feminino e os restantes 56,7% são do sexo masculino. A População encontra-se equilibrada no que diz respeito ao género.

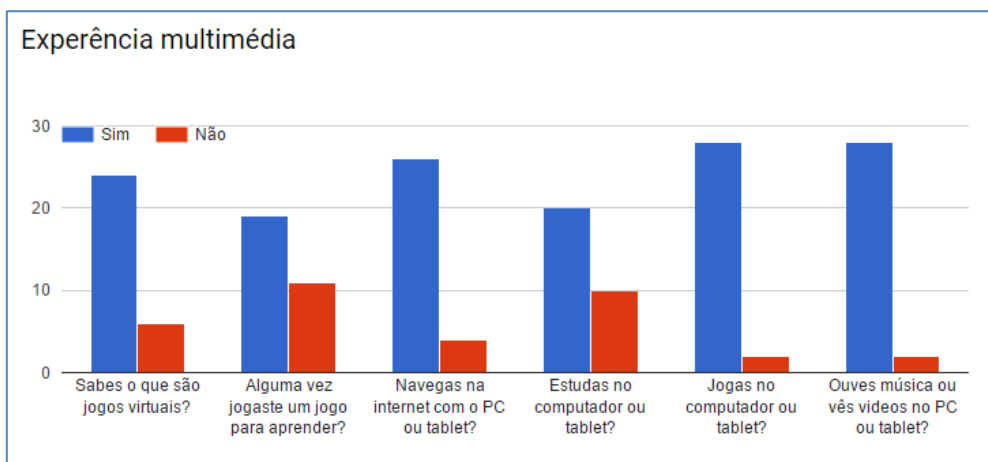


Gráfico 24 - Segunda versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos

Tabela 1 - Segunda versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos

	Sim	Não
Sabes o que são jogos virtuais?	24	6
Alguma vez jogaste um jogo para aprender?	19	11
Navegas na internet com o PC ou tablet?	26	4
Estudas no Computador ou tablet?	20	10
Jogas no computador ou tablet?	28	2
Ouves música ou vês vídeos no PC ou tablet?	28	2

II. Avaliação da exploração virtual

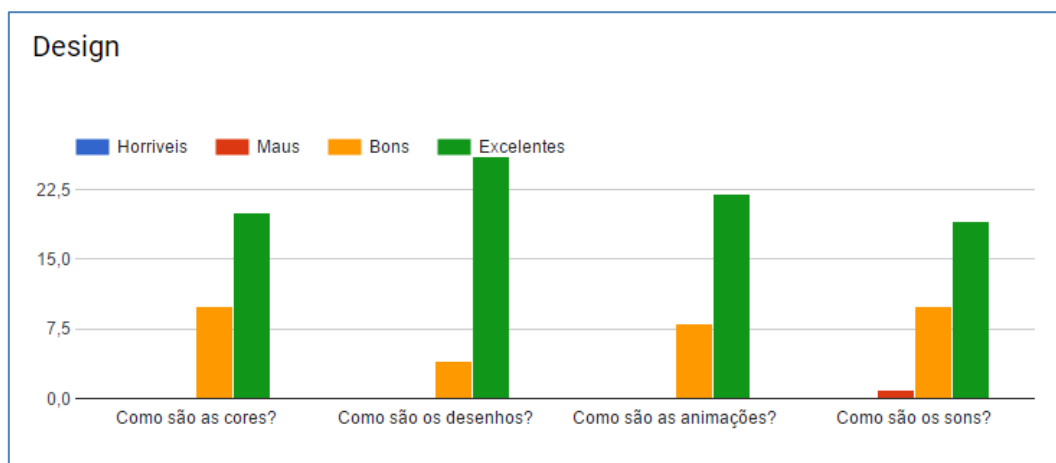


Gráfico 25 - Segunda versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo

Tabela 2 - Segunda versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo

	Horríveis	Maus	Bons	Excelentes
Como são as cores?	0	0	10	20
Como são os desenhos?	0	0	4	26
Como são as animações?	0	0	8	22
Como são os sons	0	1	10	19

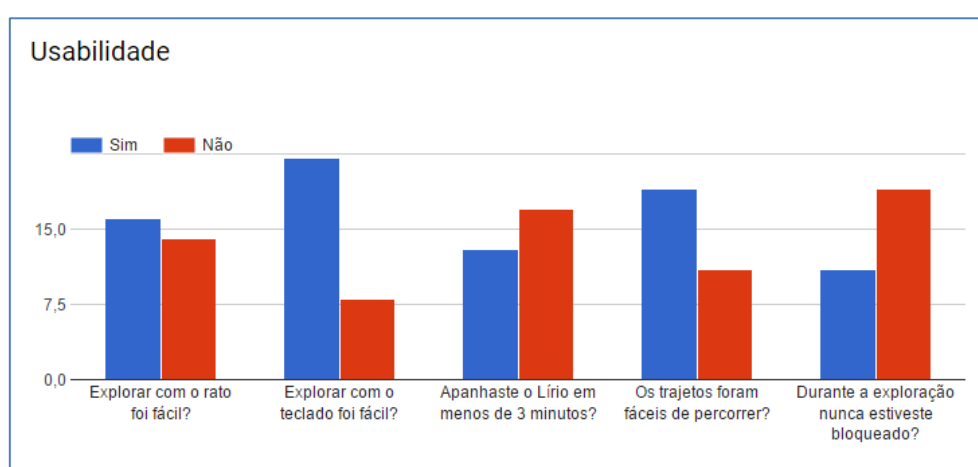


Gráfico 26 - Segunda versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração

Tabela 3 - Segunda versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração

	Sim	Não
Explorar com o rato foi fácil?	16	14
Explorar com o teclado foi fácil?	22	8
Apanhaste o lírio em menos de 3 minutos?	13	17
Os trajetos foram fáceis de percorrer?	19	11
Durante a exploração nunca estiveste bloqueado?	11	19

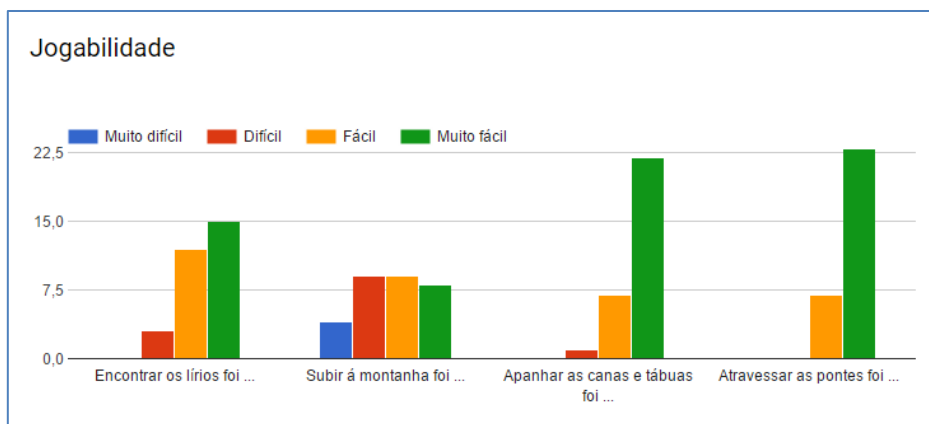


Gráfico 27 - Segunda versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração

Tabela 4 - Segunda versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração

	Muito difícil	Difícil	Fácil	Muito fácil
Encontrar os lírios foi ...	0	3	12	15
Subir à montanha foi ...	4	9	9	8
Apanhar as canas e tábuas foi ...	0	1	7	22
Atravessar as pontes foi ...	0	0	7	23

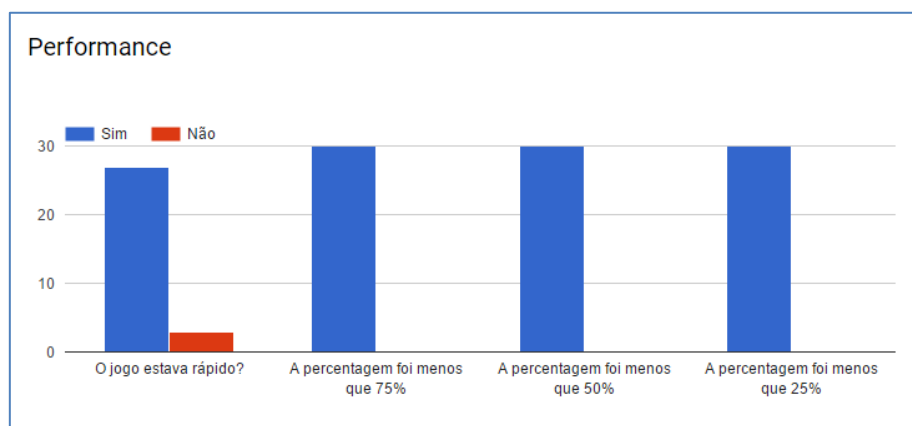


Gráfico 28 - Segunda versão: Avaliação da performance

Tabela 5 - Segunda versão: Avaliação da performance

	Sim	Não
O jogo estava rápido?	27	3
A percentagem foi menos que 75%?	30	0
A percentagem foi menos que 50%?	30	0
A percentagem foi menos que 25%?	30	0

III. Avaliação dos conhecimentos

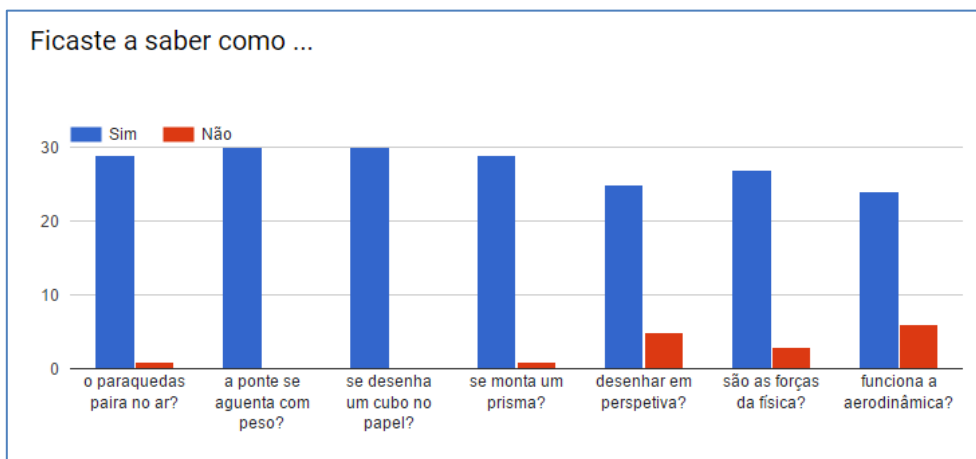


Gráfico 29 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual

Tabela 6 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual

	Sim	Não
Ficaste a saber como o paraquedas paira no ar?	29	1
Ficaste a saber como a ponte se aguenta com o peso?	30	0
Ficaste a saber como se desenha um cubo no papel?	30	0
Ficaste a saber como se monta um prisma?	29	1
Ficaste a saber como desenhar em perspetiva?	25	5
Ficaste a saber como são as forças da física?	27	3
Ficaste a saber como funciona a aerodinâmica?	24	6

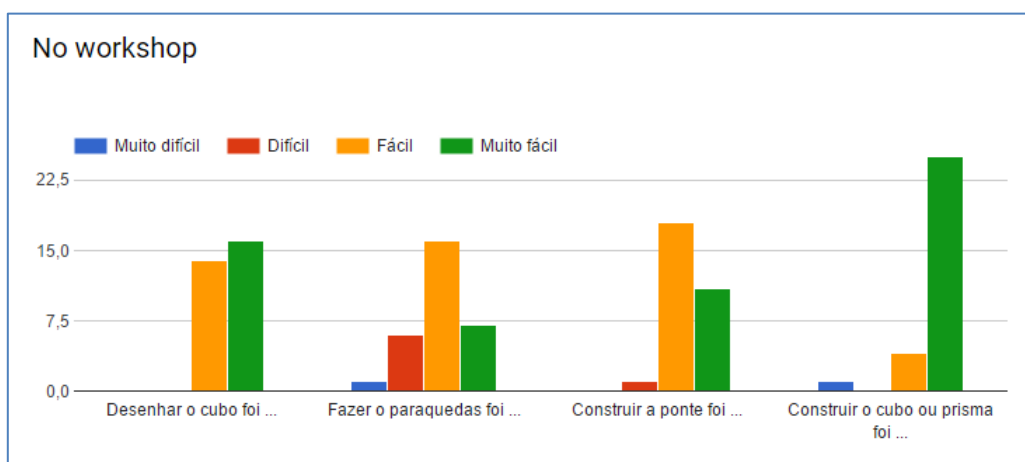


Gráfico 30 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na oficina

Tabela 7 - Segunda versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na oficina

	Muito difícil	Difícil	Fácil	Muito fácil
Desenhar o cubo foi ...	0	0	14	16
Fazer o paraquedas foi ...	1	6	16	7
Construir a ponte foi ...	0	1	18	11
Construir o cubo ou prisma foi ...	1	0	4	25

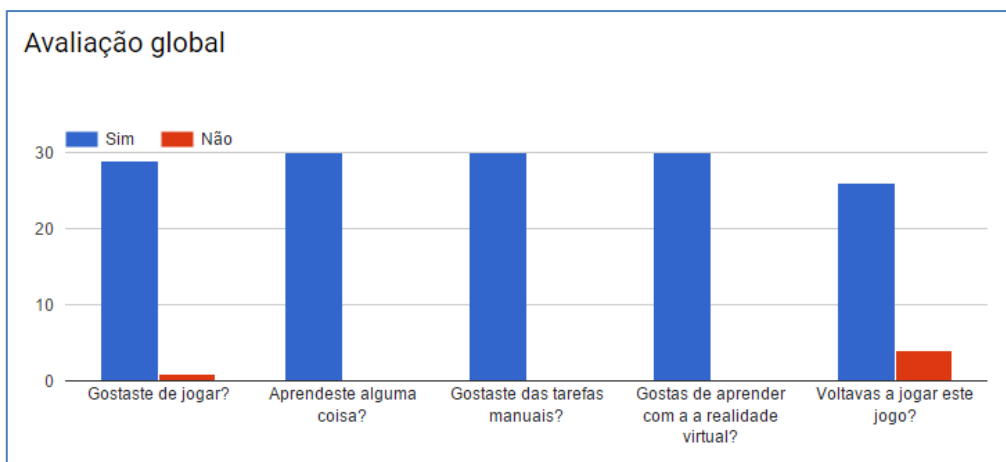


Gráfico 31 - Segunda versão: Avaliação global

Tabela 8 - Segunda versão: Avaliação global

	Sim	Não
Gostaste de jogar?	29	1
Aprendeste alguma coisa?	30	0
Gostaste das tarefas manuais?	30	0
Gostas de aprender com a realidade virtual?	30	0
Voltavas a jogar este jogo?	26	4

3.3.5.6. Resumo da avaliação

- I. Dados pessoais
 - 100% Tem as idades compreendidas entre 5 e 10 anos;
 - 43,3% Do sexo feminino;
 - 80,5% Têm experiência multimédia.
- II. Avaliação da exploração virtual
 - 99% Gostou do desenho;

- 54% Não tiveram dificuldades na usabilidade;
 - 86% Não tiveram dificuldades na jogabilidade;
 - 97,5% Não tiveram problemas de performance.
- III. Avaliação dos conhecimentos
- 92% Adquiriram conhecimentos com a exploração virtual;
 - 92% Não tiveram dificuldades em implementar os trabalhos práticos.
- IV. Avaliação global
- 97% Aprovou e gostou da apresentação.

46% dos utilizadores evidenciaram dificuldade na usabilidade, percentagem elevada tendo em conta a experiência multimédia ter ficado em 80,5%, reduzindo as percentagens ao nível das perguntas:

- 36% Acharam que não foi fácil explorar com o rato;
- 26% Acharam que não foi fácil explorar com o teclado;
- 56% Não apanharam o segundo lírio em menos de 3 minutos;
- 36% Os trajetos não foram fáceis de percorrer
- 63% Não estiveram bloqueados na exploração virtual

O segundo lírio foi difícil de apanhar para 56% dos utilizadores, estes não completaram a tarefa em menos de três minutos, justifica-se esta situação com o controle do avatar via teclas e rato cujas dificuldades correspondem a 26% e 36% respetivamente.

Acrescentando e pelas observações efetuadas, denotou-se a existência de alguma descoordenação de movimentos entre rato e teclado para controlar o avatar.

O bloqueio durante o percurso da exploração virtual em 47% dos utilizadores, deveram-se a esta descoordenação e ao ficarem presos em algum obstáculo da exploração virtual.

Os problemas de performance não ocorreram nesta versão da exploração virtual (Windows PC), apenas 2,5% é que tiveram problemas de performance.

A avaliação de conhecimento também foi positiva e 97% dos alunos gostaram e aprovaram esta experiência.

3.3.6. Terceira versão do protótipo

Neste subcapítulo adaptou-se a última versão para publicar a exploração virtual na Web numa versão WebGL. Essa publicação obrigou a adaptar o protótipo para registar o percurso virtual também na Web. Após as alterações realizadas foi efetuada uma divulgação da exploração virtual pela comunidade Web, seguido de uma avaliação, a análise dos resultados e o correspondente resumo desses resultados.

3.3.6.1. Adaptação da exploração virtual para WebGL

Foi adaptada a última versão do protótipo por uma compilação WebGL, devido a esta compilação ser disponibilizada na Web e ter sido executada fora do alcance do investigador implementou-se um registo anónimo de jogo via Web. Quando o jogo foi iniciado este registou num sítio Web (via Linguagem interpretada livre (PHP)) um ficheiro com o percurso do jogo, os seus níveis de performance, os tempos de exploração, os cenários e os tipos de avatar utilizados.

Exemplo de um registo:

```
http://prjdavinci.esy.es/WebGL_20161220_1855_34.306.txt  
0Segundos-0%Lento-Nivel0-Avatar1-LowRes,,,,  
...
```

O ficheiro foi criado quando a sessão de jogo foi iniciada e tem como nome a compilação utilizada (WebGL, PC ou Editor) a data, hora, minutos, segundos e milionésimos de segundo (para diferenciar a execuções concorrentes).

O seu conteúdo é atualizado ao segundo de forma conseguir-se registar todas as execuções da exploração via WebGL ou outra compilação que tenha acesso livre à internet.

Foi necessário diferenciar a configuração inicial do jogo dependendo da plataforma de execução, em caso de ser PC este deveria iniciar em modo “alta performance” e avatar na terceira pessoa, caso for WebGL reconfigurou-se o seu inicio para “baixa performance” e avatar na primeira pessoa facilitando a execução da exploração virtual.

A versão WebGL não usa o GPU de igual modo que a compilação Windows PC, dessa forma é conveniente que a compilação WebGL comece na versão mais performance para não causar desistências no início da sua utilização.

3.3.6.2. Apresentação

A apresentação desta versão não foi presencial, os utilizadores na sua boa fé, terão de aceder ao blogue da exploração e executar o protótipo versão WebGL.

O esforço de difusão via Web foi efetuado em várias frentes: O café virtual dos alunos do MW da Universidade Aberta, no Google plus e no Yammer do portal Office365 também da universidade.

Dia 19 Dezembro de 2016 no café virtual dos alunos do MW da Universidade Aberta com 64 contatos:



Figura 77 - Terceira versão, publicação na Universidade Aberta

Dia 19 Dezembro de 2016 no Google plus com 58 contatos:



Figura 78 - Terceira versão, publicação no plus.google.pt

Feito o reforço no dia 1 de janeiro de 2017 na plataforma Yammer da Uab.pt com 619 membros:

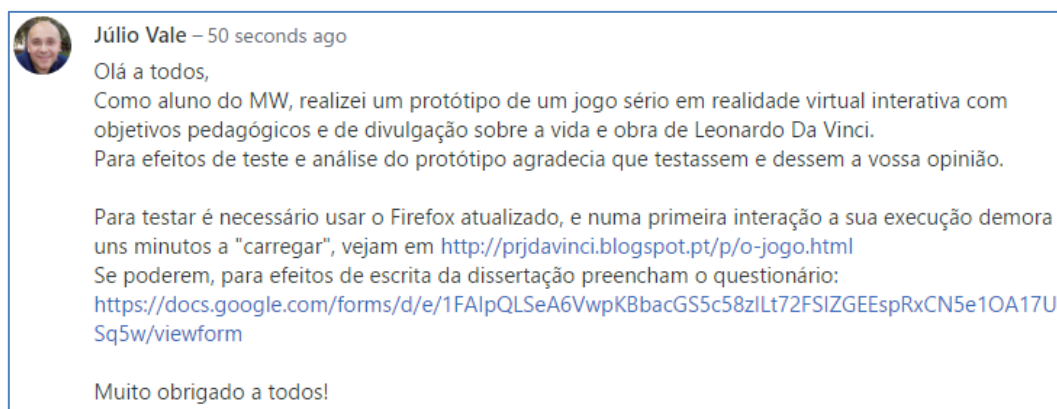


Figura 79 - Terceira versão, publicação no Yammer da Uab.pt

3.3.6.3. Avaliação

A avaliação foi efetuada de duas formas, a primeira regista os percursos virtuais realizados via Web quando os utilizadores usarem a versão WebGL, a segunda é o preenchimento voluntário de um questionário na Web por parte dos utilizadores.

Como resultado, foram registados 17 intervenções de utilização. Os dados registados contemplaram os campos:

- Total de tempo percorrido;
- Percentagem de todo o percurso efetuado que ficou lento;
- O nível de jogo corrente;
- O tipo de avatar a ser usado;
- O modo de performance corrente.

Foi elaborado um questionário via Web equivalente ao presencial sem as questões de oficina, esse questionário obriga o uso de uma conta Google e só pode ser preenchido uma vez, a estrutura do questionário é a seguinte:

- I. Averiguar a experiência em 3D com seis perguntas
- II. Avaliação da exploração virtual em quatro segmentos distintos: Desenho com quatro perguntas, usabilidade com cinco perguntas, jogabilidade com quatro perguntas e performance com quatro perguntas

- III. Avaliação dos conhecimentos adquiridos dividido em dois segmentos:
Durante a exploração com sete perguntas e uma avaliação global com cinco perguntas.

O questionário via Web:

Questionário - Explorações Virtuais

Este questionário visa recolher informação, para um estudo a efetuar no âmbito de uma tese de mestrado, sobre a utilização de explorações virtuais, na elaboração de conteúdos educativos. (Está garantido o anonimato via google forms)

Projeto Da Vinci

<http://vpridavinci.blogspot.pt/>

PRÓXIMA Página 1 de 4

Figura 80 - Terceira versão, questionário página 1

I - Dados pessoais

Qual a tua idade? *

5 a 10 10 a 15 15 a 25 25+

Anos

Qual é o teu sexo? *

Feminino

Masculino

Experiência multimédia *

	Sim	Não
Sabes o que são jogos virtuais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alguma vez jogaste um jogo para aprender?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navegas na internet com o PC ou tablet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estudas no computador ou tablet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jogas no computador ou tablet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ouves música ou vês videos no PC ou tablet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

VOLTAR PRÓXIMA Página 2 de 4

Figura 81 - Terceira versão, questionário página 2

II - Avaliação da exploração virtual

Design *

	Horribéis	Maus	Bons	Excelentes
Como são as cores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como são os desenhos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como são as animações?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como são os sons?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Usabilidade *

	Sim	Não
Explorar com o rato foi fácil?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorar com o teclado foi fácil?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apanhaste o Lírio em menos de 3 minutos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os trajetos foram fáceis de percorrer?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durante a exploração nunca estiveste bloqueado?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 82 - Terceira versão, questionário página 3.1

Jogabilidade *

	Muito difícil	Difícil	Fácil	Muito fácil
Encontrar os lírios foi ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subir á montanha foi ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apanhar as canas e tábuas foi ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atravessar as pontes foi ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Performance *

	Sim	Não
O jogo estava rápido?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A percentagem foi menos que 75%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A percentagem foi menos que 50%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A percentagem foi menos que 25%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

VOLTAR
PRÓXIMAPágina 3 de 4

Figura 83 - Terceira versão, questionário página 3.2

III - Avaliação dos conhecimentos

Ficaste a saber como ... *

	Sim	Não
o paraquedas paira no ar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a ponte se aguenta com peso?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
se desenha um cubo no papel?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
se monta um prisma?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
desenhar em perspetiva?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
são as forças da física?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
funciona a aerodinâmica?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avaliação global *

	Sim	Não
Gostaste de jogar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprendeste alguma coisa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gostaste das tarefas manuais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gostas de aprender com a realidade virtual?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voltavas a jogar este jogo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

VOLTAR
ENVIARPágina 4 de 4

Figura 84 - Terceira versão, questionário página 4

3.3.6.4. Análise de resultados

Os resultados foram adquiridos pelo registo de informação em ficheiros durante a execução da exploração virtual e pelo questionário disponibilizado via Web.

À data da recolha desta informação, recolheram-se dezassete ficheiros com as execuções das execuções virtual via Web. Estes registos correspondem ao espelho da performance da exploração virtual versão Web.

Tabela 9 - Terceira versão, resultados de performance

	Total	Lentidão	Nível1	Nível2	Nível3	Nível4	Nível5	Nível6	Fim	Avatar1	Avatar2	Avatar3	LowRes	HighRes
WebGL_20161219_0952_40.789	34	3%	19	14	0	0	0	0	0	34	0	0	34	0
WebGL_20161219_1650_20.884	709	5%	49	108	551	0	0	0	0	589	116	0	579	130
WebGL_20161220_1124_25.575	347	35%	46	229	71	0	0	0	0	277	37	33	242	105
WebGL_20161220_1347_48.298	472	27%	411	61	0	0	0	0	0	300	7	166	470	3
WebGL_20161220_1401_49.806	101	7%	101	0	0	0	0	0	0	101	0	0	87	15
WebGL_20161220_1500_11.973	240	21%	120	120	0	0	0	0	0	128	0	113	168	73
WebGL_20161220_1855_34.306	480	7%	47	29	103	79	109	107	12	546	7	27	423	57
WebGL_20161221_1034_09.570	1339	81%	1025	117	73	14	65	20	10	1267	27	62	1193	163
WebGL_20161221_1535_49.846	678	98%	80	58	345	42	151	0	0	104	73	501	678	0
WebGL_20161221_1614_26.627	270	11%	21	50	82	14	41	10	11	254	4	12	196	74
WebGL_20170101_2328_10.703	923	99%	101	612	209	0	0	0	0	69	1	853	922	0
WebGL_20170112_1032_31.082	721	19%	72	648	0	0	0	0	0	616	1	104	555	166
WebGL_20170113_2129_52.268	107	24%	106	0	0	0	0	0	0	106	0	0	106	0
WebGL_20170113_2136_16.825	274	59%	273	0	0	0	0	0	0	144	6	124	6	268
WebGL_20170117_1417_49.520	40	88%	32	7	0	0	0	0	0	21	19	0	39	1
WebGL_20170117_1420_13.503	339	10%	15	96	71	19	70	33	7	322	17	0	232	107
WebGL_20170201_1047_54.043	434	57%	30	38	107	36	99	51	6	277	153	4	265	169

O questionário foi preenchido pela boa vontade dos utilizadores, desse modo e com apenas cinco respostas recolheu-se a seguinte informação:

I. Dados Pessoais

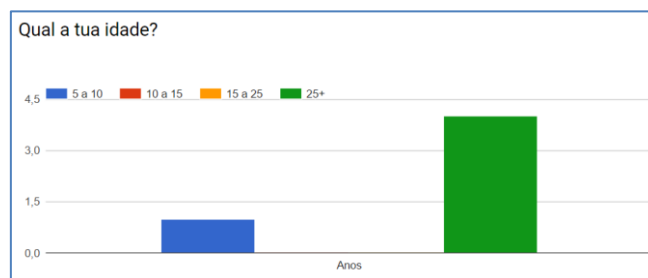


Gráfico 32 – Terceira versão: Idade dos utilizadores quantificados em grupos etários

Dos cinco indivíduos um tinha entre cinco e dez anos e os restantes mais de vinte e cinco anos.

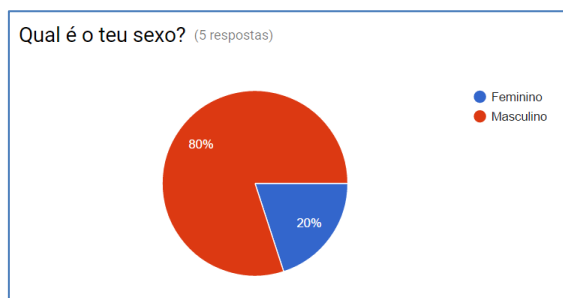


Gráfico 33 - Terceira versão: Género dos utilizadores

Dos cinco indivíduos quatro eram do sexo masculino.

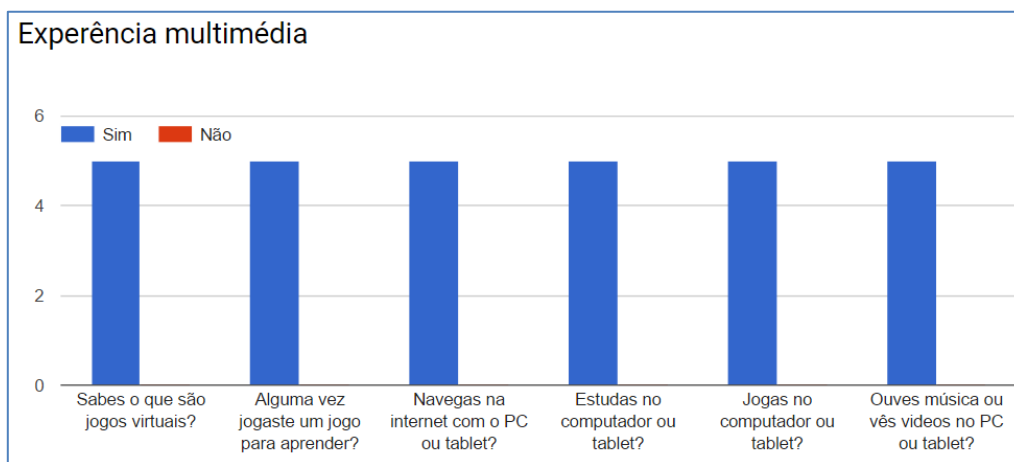


Gráfico 34 - Terceira versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos

Tabela 10 - Terceira versão: Análise da experiência multimédia quantificada por conhecimentos intrínsecos

	Sim	Não
Sabes o que são jogos virtuais?	5	0
Alguma vez jogaste um jogo para aprender?	5	0
Navegas na internet com o PC ou tablet?	5	0
Estudas no Computador ou tablet?	5	0
Jogas no computador ou tablet?	5	0
Ouves música ou vês vídeos no PC ou tablet?	5	0

II. Avaliação da exploração virtual

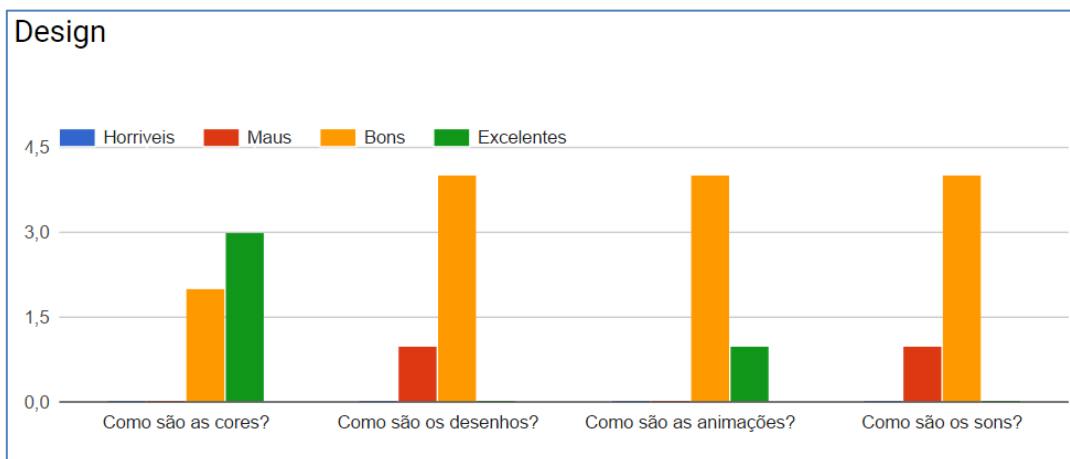


Gráfico 35 - Terceira versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo

Tabela 11 - Terceira versão: Avaliação do desenho quantificado por preferências de desenho de jogo

	Horríveis	Maus	Bons	Excelentes
Como são as cores?	0	0	2	3
Como são os desenhos?	0	1	4	0
Como são as animações?	0	0	4	1
Como são os sons	0	1	4	0

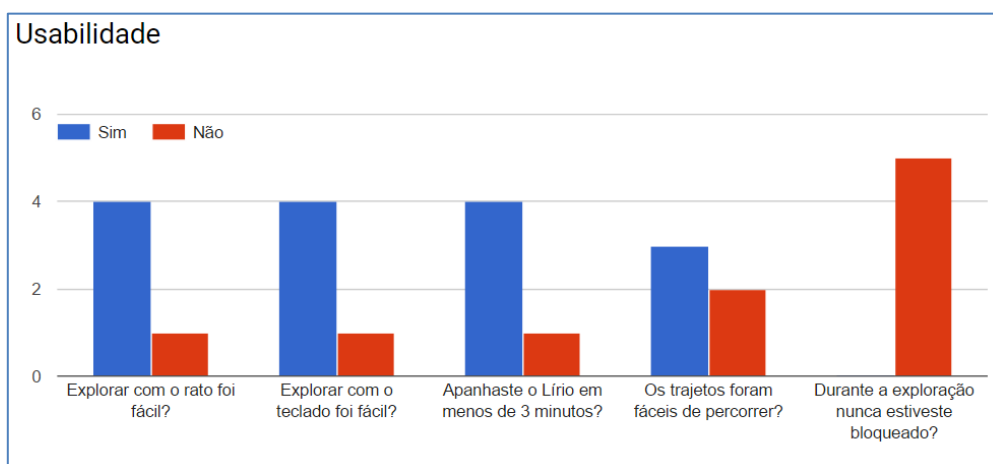


Gráfico 36 - Terceira versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração

Tabela 12 - Terceira versão: Análise da usabilidade quantificada por interação com a exploração

	Sim	Não
Explorar com o rato foi fácil?	4	1
Explorar com o teclado foi fácil?	4	1
Apanhaste o lírio em menos de 3 minutos?	4	1
Os trajetos foram fáceis de percorrer?	3	2
Durante a exploração nunca estiveste bloqueado?	0	5

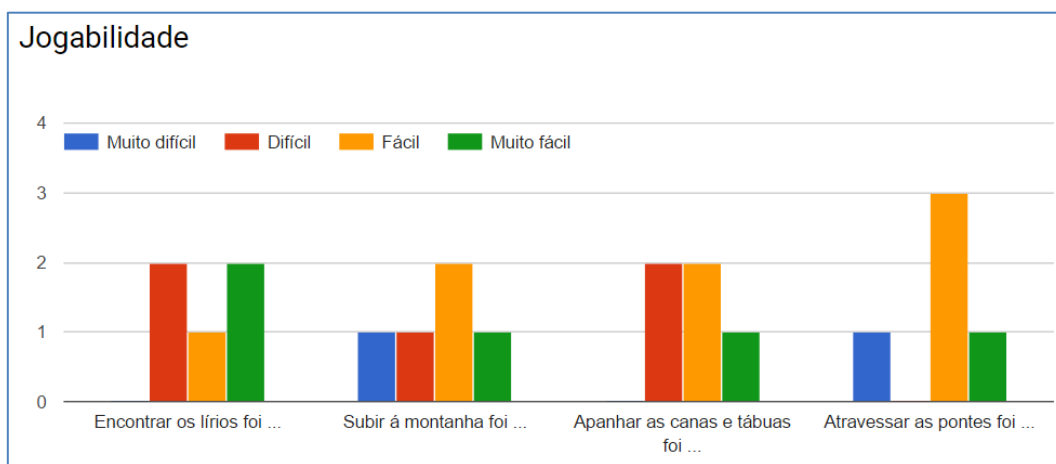


Gráfico 37 - Terceira versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração

Tabela 13 - Terceira versão: Avaliação da jogabilidade quantificada por interação com a exploração

	Muito difícil	Difícil	Fácil	Muito fácil
Encontrar os lírios foi ...	0	2	1	2
Subir à montanha foi ...	1	1	2	1
Apanhar as canas e tábuas foi ...	0	2	2	1
Atravessar as pontes foi ...	1	0	3	1

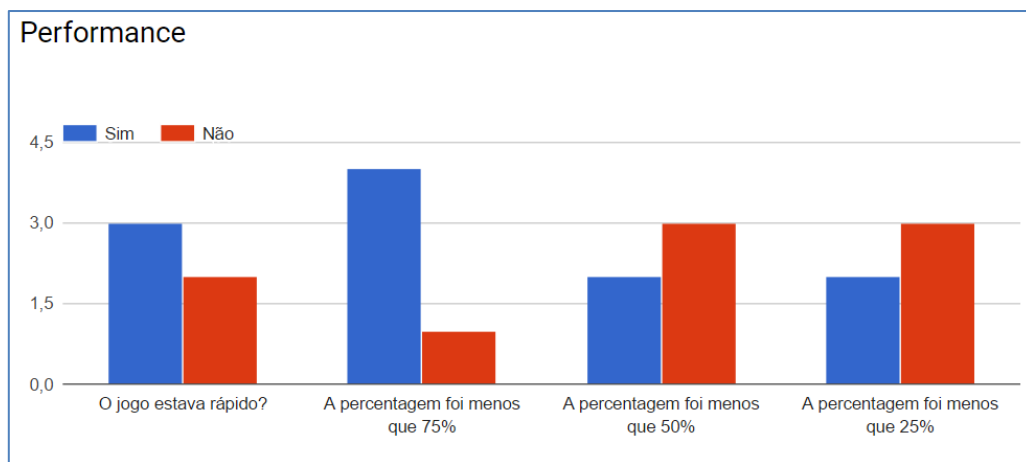


Gráfico 38 - Terceira versão: Avaliação da performance

Tabela 14 - Terceira versão: Avaliação da performance

	Sim	Não
O jogo estava rápido?	3	2
A percentagem foi menos que 75%?	4	1
A percentagem foi menos que 50%?	2	3
A percentagem foi menos que 25%?	2	3

III. Avaliação dos conhecimentos

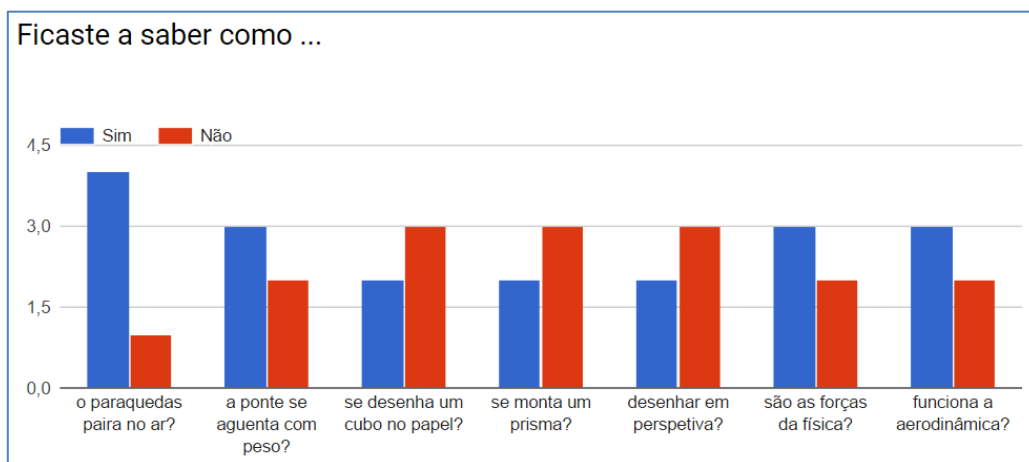


Gráfico 39 - Terceira versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual

Tabela 15 - Terceira versão: Avaliação dos conhecimentos adquiridos na exploração virtual

	Sim	Não
Ficaste a saber como o paraquedas paira no ar?	4	1
Ficaste a saber como a ponte se aguenta com o peso?	3	2
Ficaste a saber como se desenha um cubo no papel?	2	3
Ficaste a saber como se monta um prisma?	2	3
Ficaste a saber como desenhar em perspetiva?	2	3
Ficaste a saber como são as forças da física?	3	2
Ficaste a saber como funciona a aerodinâmica?	3	2

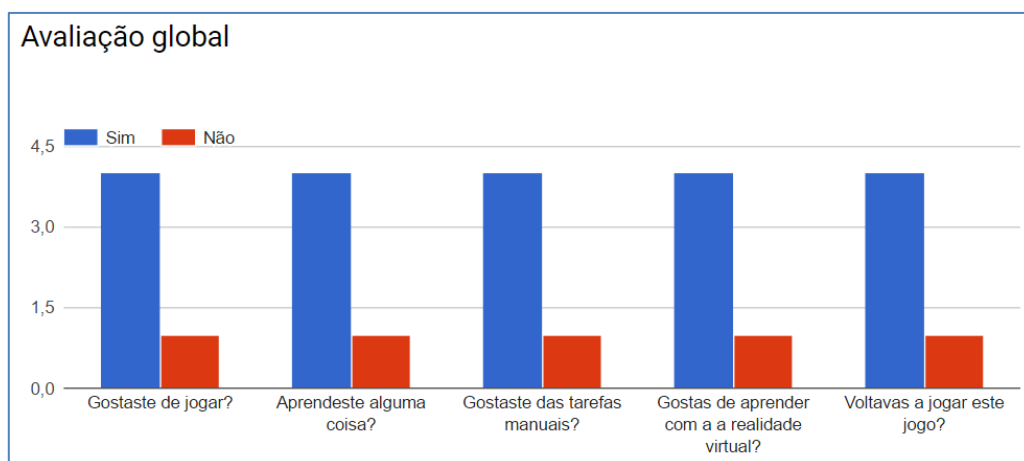


Gráfico 40 - Terceira versão: Avaliação global

Tabela 16 - Terceira versão: Avaliação global

	Sim	Não
Gostaste de jogar?	4	1
Aprendeste alguma coisa?	4	1
Gostaste das tarefas manuais?	4	1
Gostas de aprender com a realidade virtual?	4	1
Voltavas a jogar este jogo?	4	1

3.3.6.5. *Resumo da avaliação*

Analisando o registo das execuções resumiu-se:

Tabela 17 - Terceira versão, análise do registo de execuções

	Total	Lentidão	Completo	" Avatar1	Avatar2	Avatar3	LowRes	HighRes
WebGL_20161219_0952_40.789	34	3%	28%	100	0%	0%	100	0%
WebGL_20161219_1650_20.884	709	5%	42%	84%	16%	0%	82%	18%
WebGL_20161220_1124_25.575	347	35%	42%	79%	11%	10%	70%	30%
WebGL_20161220_1347_48.298	472	27%	28%	64%	1%	35%	100	1%
WebGL_20161220_1401_49.806	101	7%	14%	100	0%	0%	86%	15%
WebGL_20161220_1500_11.973	240	21%	28%	53%	0%	47%	70%	30%
WebGL_20161220_1855_34.306	480	7%	100	93%	1%	6%	88%	12%
WebGL_20161221_1034_09.570	1339	81%	100	93%	2%	5%	89%	12%
WebGL_20161227_1535_49.846	678	98%	70%	15%	11%	74%	100	0%
WebGL_20161227_1614_26.627	270	11%	100	95%	1%	4%	73%	27%
WebGL_20170101_2328_10.703	923	99%	42%	8%	0%	92%	100	0%
WebGL_20170112_1032_31.082	721	19%	28%	86%	0%	14%	77%	23%
WebGL_20170113_2129_52.268	107	24%	14%	100	0%	0%	100	0%
WebGL_20170113_2136_16.825	274	59%	14%	53%	2%	45%	2%	98%
WebGL_20170127_1417_49.520	40	88%	28%	52%	48%	0%	98%	3%
WebGL_20170127_1420_13.503	339	10%	100	95%	5%	0%	68%	32%
WebGL_20170201_1047_54.043	434	57%	100	64%	35%	1%	61%	39%

29% Finalizaram a exploração virtual, desses utilizadores:

- 75,8% Usou o ambiente de baixa performance
- 33,2% Do percurso ficou lento
- Média de permanência foi aproximadamente 7 minutos, sendo a mais curta de 4,5 minutos e a mais longa de 22 minutos

24% Completou entre 40% e 70% do percurso

- 88% Usou o ambiente de baixa performance
- 60% Do percurso ficou lento
- Média de permanência foi aproximadamente 11 minutos, sendo a mais curta de 5,5 minutos e a mais longa de 15 minutos

47% Completou entre 0% e 28% do percurso

- 79% Usou o ambiente de baixa performance
- 31% Do percurso ficou lento
- Média de permanência foi aproximadamente 4 minutos, sendo a mais curta de 34 segundos e a mais longa de 12 minutos

Questionário via Web

- I. Dados pessoais
 - 20% Das idades estão compreendidas entre 5 e 10 anos e os restantes com mais de 25 anos;
 - 80% Do sexo masculino;
 - 100% Têm experiência multimédia.
- II. Avaliação da exploração virtual
 - 90% Gostou do desenho;
 - 60% Não tiveram dificuldades na usabilidade;
 - 65% Não tiveram dificuldades na jogabilidade;
 - 55% Não tiveram problemas de performance.
- III. Avaliação dos conhecimentos
 - 54% Adquiriram conhecimentos com a exploração virtual;
 - 80% Aprovou e gostou da apresentação.

3.5. Resumo do capítulo

Este capítulo foi formado por três áreas de relevo: O desenho de jogo, as tecnologias aplicadas e a implementação e avaliação.

O desenho de jogo marcou o estudo da mecânica, dinâmica e estética de jogo necessária para uma interação imersiva do jogador com a exploração virtual.

Com base nas tecnologias existentes no mercado, estudaram-se os propósitos de construção e edição de objetos e cenários virtuais. Agruparam-se os diferentes tipos de ferramentas pelos seus campos de atuação com a edição 3D, a construção de realidade virtual aumentada, o manuseamento de linguagens de programação e a edição de formatos multimédia.

A implementação e avaliação começou com a realização de testes para escolher as ferramentas adequadas, seguiu-se a idealização do cenário virtual baseado em fatos históricos respeitantes ao tema Leonardo da Vinci; a construção dos objetos surgiu de seguida e convergiu tudo na implementação de três protótipos: um para avaliação do jogo, outro para a compilação em código nativo e o terceiro para disponibilização em WebGL.

O capítulo seguinte a “Biblioteca aberta” irá retratar o sítio Web que registou os objetos, manuais técnicos e vídeos alusivos à exploração virtual

CAPÍTULO IV – BIBLIOTECA ABERTA

Este capítulo registou todo o trabalho efetuado na construção do protótipo, para tal foi elaborado um sítio Web para divulgação e uso da exploração virtual denominado como “Projeto Da Vinci, aprendendo com o jogo” (Vale, 2017). Este sítio Web foi conseguido com recurso a diversos serviços que na sua interface confluem e se integram: um blogue (Blogger)⁴³ para artigos e notícias, um servidor Web com suporte PHP e alojamento HTML⁴⁴ para disponibilizar ao público as aplicações e conteúdos virtuais, os objetos multimédia e 3D disponibilizados por um serviço de armazenamento e sincronização de ficheiros (Google Drive)⁴⁵ e os vídeos de apoio por um repositório de vídeo via Web (Youtube)⁴⁶.

No sítio Web está informação sobre as atividades efetuadas com os alunos, a biblioteca aberta de materiais, modelos e objetos, os tutoriais com técnicas de implementação 3D, os projetos relacionados com o tema e a plataforma de acesso, a “porta de entrada” na exploração virtual.

4.1. Sítio Web

Este sítio foi implementado com a tecnologia do Blogger⁴⁷ proporcionou a criação de um repositório de informação e plataforma de apoio ao uso e consulta da exploração virtual “Projeto da Vinci, aprendendo com o jogo”. Este blogue tem a vantagem de ser gratuito e fácil utilização, efetuar automaticamente a indexação das palavras-chave de pesquisa, englobar um sistema de visualização de estatísticas de

⁴³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/inicio.html>, acedido em 04 de março de 2017

⁴⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <http://prjdavinci.esy.es>, acedido em 04 de março de 2017

⁴⁵ Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de https://drive.google.com/drive/folders/OBwHF2DyM29n_cIFTYm5qTlIGaFU, acedido em 04 de março de 2017

⁴⁶ Retirado do sítio Youtube, obtido a partir de https://www.youtube.com/playlist?list=PLtFOJNm7n-GOdknO_lzu1kosNkFjPV-Oe, acedido em 04 de março de 2017

⁴⁷ Retirado do sítio Blogger, obtido a partir de <https://www.blogger.com/> acedido em 06 de março de 2017

acesso e de possibilitar uma integração com as outras ferramentas do Google⁴⁸ como o Google Plus⁴⁹, o Youtube⁵⁰, o PicasaWeb⁵¹ e o Google drive⁵².

Foi usado um modelo para este sítio Web desenvolvido por Iksandi (Lojaya, 2017), este desenho foi alterado com a inclusão de imagens, cores e fontes apropriadas a esta investigação via edição do código HTML.

Criou-se uma página de entrada fixa com um menu simulando um sítio Web dentro de uma estrutura de blogue, possibilitou-se ao investigador a publicação de artigos e aos utilizadores o comentário livre nesses artigos. Foi utilizado um fundo branco com desenhos alusivos ao tema desta investigação de modo a evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci, foram representados no topo o porto de abrigo para embarcações, na ala esquerda o poço com extração de água, um farol e um arqueiro com escudo embutido, na ala direita o esboço da cara de uma rapariga, um estudo de uma estrutura e um sistema mecânico com pesos.



Figura 85 - Sítio Web: Projeto da Vinci

⁴⁸ Retirado do sítio Google, obtido a partir de <https://www.google.pt/>, acedido em 06 de março de 2017

⁴⁹ Retirado do sítio Google Plus, obtido a partir de <https://plus.google.com/>, acedido em 06 de março de 2017

⁵⁰ Retirado do sítio Youtube, obtido a partir de <https://www.youtube.com/>, acedido em 06 de março de 2017

⁵¹ Retirado do sítio Picasa Web, obtido a partir de <https://picasaweb.google.pt/>, acedido em 06 de março de 2017

⁵² Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de https://www.google.com/intl/pt-PT_ALL/drive/, acedido em 06 de março de 2017

Na estrutura do sítio Web foi representado em destaque uma apresentação de dispositivos com os artigos mais visitados, um menu com tópicos para facilitar a navegação e os artigos ou páginas fixas com informação desta investigação.

O menu de navegação foi compreendido pelos campos: “INICIO”, “ATIVIDADES”, “BIBLIOTECA”, “TUTORIAIS”, “PROJETOS”, “CRÉDITOS” e “JOGAR”, estes ficaram com as seguintes funcionalidades:

- “INICIO”⁵³, uma página Web de início com o resumo desta investigação;
- “ATIVIDADES”⁵⁴, este campo selecionou todos os artigos referentes às atividades desenvolvidas com os alunos;
- “BIBLIOTECA”⁵⁵, disponibilizou submenus para seleção de objetos agrupados por tipo de extensão utilizados nesta investigação: “SKETCHUP”, “BLENDER”, “VIVATY STUDIO”, “UNITY”, “IMAGENS”, “SONS” e “VIDEOS”;
- “TUTORIAIS”⁵⁶, a coleção de artigos selecionada por este campo representa os tutoriais que tiveram mais relevo nesta investigação, por submenus disponibilizou-se a sua separação por tipo de ferramenta de edição 3D ou multimédia: “SKETCHUP”, “BLENDER”, “VIVATY STUDIO”, “UNITY” e “CRAZYBUMP”;
- “PROJETOS”⁵⁷, referenciou outros projetos de explorações virtuais alusivos à arte e história de Leonardo da Vinci;
- “CRÉDITOS”⁵⁸, descreveu os créditos devidos a esta investigação e implementação do sítio Web;
- “JOGAR”⁵⁹, vinculou todas as referências que possibilitaram interação com a exploração virtual e o acesso ao questionário desta investigação.

⁵³ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/inicio.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁴ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Atividades>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁵ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Portefoleo/>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁶ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Totutorial>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁷ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/projetos.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁸ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/creditos.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁵⁹ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/o-jogo.html>, acedido em 07 de março de 2017

4.2. Atividades

Como base de suporte a este projeto e na direção de cumprir os objetivos: “Realizar oficinas de trabalho com alunos para promover a ciência interpretada por Leonardo da Vinci.” e “Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci.”, foram realizados e registados vídeos explicativos dos trabalhos efetuados nas apresentações com os alunos, esses vídeos foram os seguintes:

- “Vamos fazer um paraquedas”⁶⁰, descreveu a montagem de paraquedas com um saco de plástico, fio de pasteleiro e um boneco;
- “A ponte autossustentada de Leonardo da Vinci com lápis de colorir”⁶¹, neste vídeo foi implementada a ponte autossustentada com lápis de cor e elásticos;
- “Aprende a desenhar um cubo em perspetiva como o Leonardo da Vinci”⁶², com apenas uma folha de papel e um marcador aprendeu-se a desenhar um cubo em perspetiva;
- “Representar um prisma ou cubo à moda de Leonardo da Vinci”⁶³, construídos dois sólidos geométricos com paus de culinária e plasticina.

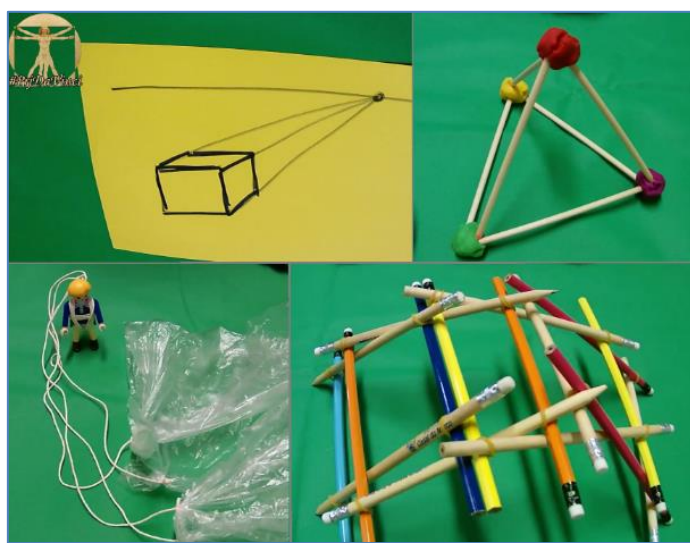


Figura 86 – Demonstração das atividades desenvolvidas com os alunos

⁶⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-paraquedas-de-leonardo-da.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁶¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-da-ponte-autossustentada-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁶² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-desenho-em-perspetiva-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁶³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-solidos-geometricos-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

4.3. Biblioteca

Para ir ao encontro dos objetivos “Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci” e “Organizar uma biblioteca aberta de materiais, modelos e objetos de Leonardo da Vinci”, registou-se uma coleção de materiais, modelos e objetos organizada em grupos cuja diferenciação foi feita pelo seu tipo de ficheiro ou ferramenta de edição. A seleção desses grupos foi feita via o campo “BIBLIOTECA”⁶⁴ residente no menu do sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017) e pelos seus submenus: “SKETCHUP”, “BLENDER”, “VIVATY STUDIO”, “UNITY”, “IMAGENS”, “SONS” e “VIDEOS”. Estes campos foram apelidados com base nas ferramentas de edição e tratamento que foram usadas.

Os modelos 3D foram editados por quatro ferramentas diferentes: Unity3D (Unity, 2017), Bender3D (Blender Foundation, 2016), Vivaty Studio (Vivaty Studio, 2016) e Sketchup (Trimble, 2016). Os restantes objetos de som, imagem e vídeo foram intervencionados por Audacity (Mazzoni & Dannenberg, 2016), Gimp (The GIMP Team, 2016) e Kdenlive (Bushuev, Eugster, Mardelle, Morton, & Pinon, 2017) respetivamente. Cada artigo conteve a descrição visual e escrita e disponibilização do código fonte das materiais, modelos e objetos utilizados na elaboração do protótipo.

4.3.1. “SKETCHUP”

Este menu identificou todos os artigos relacionados com a edição de objetos 3D pela ferramenta SketchUP (Trimble, 2016), os objetos representados no sítio Web “Projetos da Vinci” via este campo foram implementados, usados ou apenas testados na implementação da exploração virtual. A SketchUP proporcionou uma biblioteca de modelos 3D, disponível na Web e gratuita chamada 3DWarehouse⁶⁵, que foram aqui representados para “Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci”.

Os objetos foram os seguintes:

⁶⁴ Retirado do sítio Projeto da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Portefoleo/>, acedido em 07 de março de 2017

⁶⁵ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/>, acedido em 07 de março de 2017

- Paraquedas de Leonardo da Vinci⁶⁶

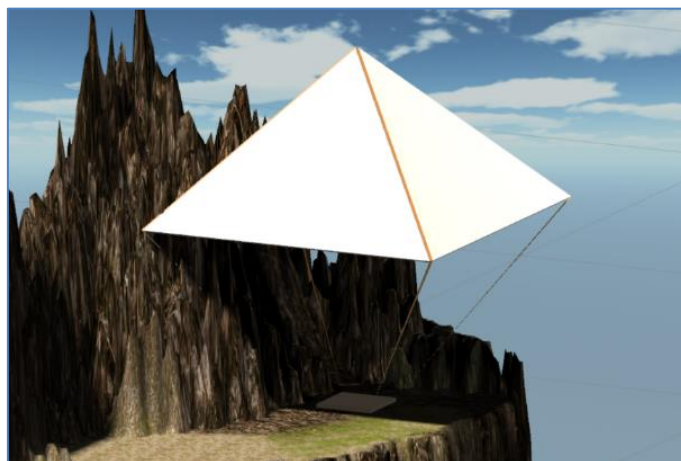


Figura 87 - Paraquedas de Leonardo da Vinci

- Ponte autossustentada de Leonardo da Vinci⁶⁷



Figura 88 - Ponte autossustentada de Leonardo da Vinci

⁶⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/paraquedas-de-leonardo-da-vinci.html> acedido em 07 de março de 2017

⁶⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/ponte-autossustentada-de-leonardo-da.html> acedido em 07 de março de 2017

- Tela descritiva: “Representação de sólido geométrico de Leonardo da Vinci”⁶⁸

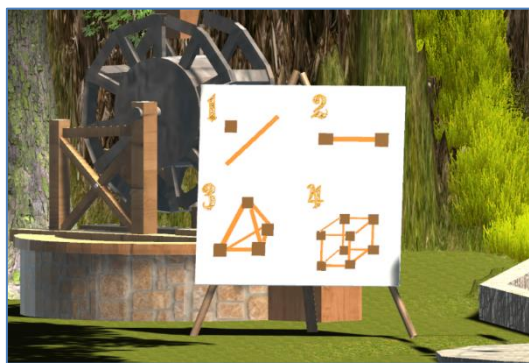


Figura 89 - Representação de sólido geométrico de Leonardo da Vinci

- Tela descritiva: “Construção de Paraquedas de Leonardo da Vinci”⁶⁹

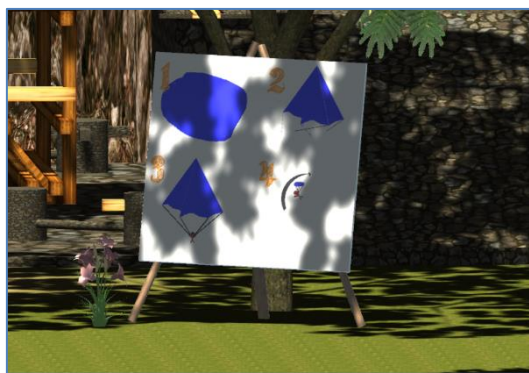


Figura 90 - Construção de paraquedas de Leonardo da Vinci

- Tela descritiva: “Desenho em perspectiva de Leonardo da Vinci”⁷⁰

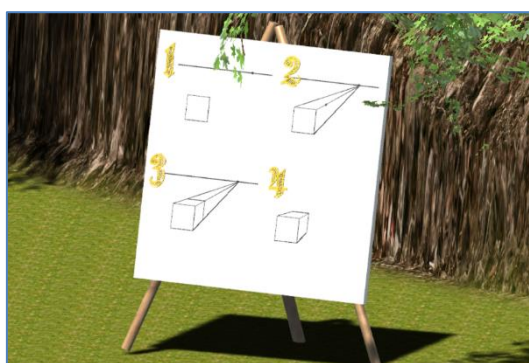


Figura 91 - Desenho em perspectiva de Leonardo da Vinci

⁶⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/tela-descritiva-representacao-de-solido.html> acedido em 07 de março de 2017

⁶⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/tela-descritiva-construcao-de.html> acedido em 07 de março de 2017

⁷⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/tela-descritiva-desenho-em-perspectiva.html> acedido em 07 de março de 2017

- Tela descritiva: “Construção de ponte autossustentada de Leonardo da Vinci”⁷¹

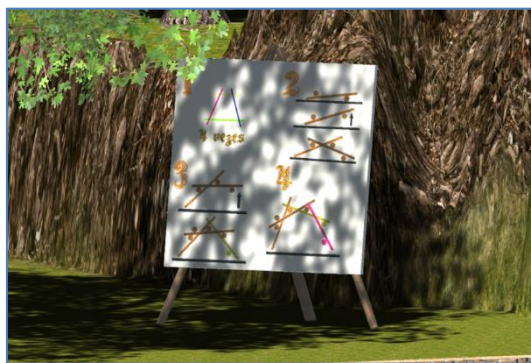


Figura 92 - Construção de ponte autossustentada de Leonardo da Vinci

- Tela vazia⁷²



Figura 93 - Tela vazia

Os objetos usados de outros autores foram os seguintes:

- Aguias⁷³

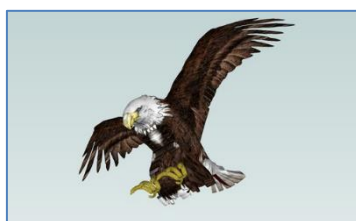


Figura 94 - Aguias⁷⁴

⁷¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/tela-descritiva-construcao-de-ponte.html> acedido em 07 de março de 2017

⁷² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/tela-vazia.html> acedido em 07 de março de 2017

⁷³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/aguias.html> acedido em 07 de março de 2017

⁷⁴ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=9fef30c98d5fd4bde25354f768841a99>, acedido em 07 de março de 2017

- Bombard⁷⁵



Figura 95 - Canhão⁷⁶

- Castelo Clos Lucé⁷⁷



Figura 96 - Castelo Clos Lucé⁷⁸

- Chariot⁷⁹



Figura 97 - Chariot⁸⁰

⁷⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/bombard.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁷⁶ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=3e772b80c9442da11e3a986a555ff964>, acedido em 07 de março de 2017

⁷⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/castelo-clos-luce.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁷⁸ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=ff627d2ef95d2a0d2cebcbdfb824713b>, acedido em 07 de março de 2017

⁷⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/chariot.html> acedido em 07 de março de 2017

⁸⁰ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=18b5dbd727f6e9945dab0bc4462c3567>, acedido em 07 de março de 2017

- Cidade ideal⁸¹

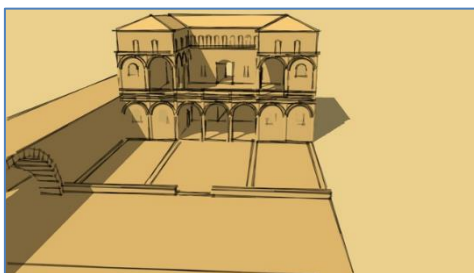


Figura 98 - Cidade ideal⁸²

- Da Vinci dome⁸³



Figura 99 - Cúpula e ponte de Leonardo⁸⁴

- Duomo Milano⁸⁵

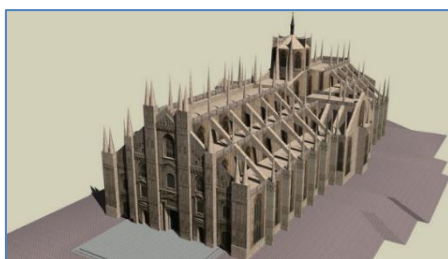


Figura 100 - Catedral de Milão⁸⁶

⁸¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/cidade-ideal.html> acedido em 07 de março de 2017

⁸² Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=75128983d5407c3831520b5d04ef2a39>, acedido em 07 de março de 2017

⁸³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/da-vinci-dome.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁸⁴ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=b5e72472a23a3c77b8a8a391cbfb0bff>, acedido em 07 de março de 2017

⁸⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/duomo-milano.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁸⁶ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=55b49f1f67f0d2082ad7385e8602e03d>, acedido em 07 de março de 2017

- Florença⁸⁷



Figura 101 - Florença⁸⁸

- Lírios⁸⁹



Figura 102 - Lírios⁹⁰

- Rochas⁹¹

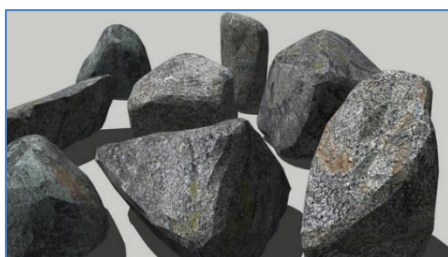


Figura 103 - Rochas⁹²

⁸⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/florenca.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁸⁸ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=947479a2a4e73faf9bfb5c112be1128>, acedido em 07 de março de 2017

⁸⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/lirios.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁰ Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=u50b06124-65f3-4965-b078-ad5c88386345>, acedido em 07 de março de 2017

⁹¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/rochas.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁹² Retirado do sítio WEB 3D WareHouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=9345ebed0fe96305f75b791738ce5d1e>, acedido em 07 de março de 2017

- Rochas 2⁹³



Figura 104 - Rochas 2⁹⁴

- Torre completa⁹⁵



Figura 105 – Torre escalonada⁹⁶

- Voladora⁹⁷



Figura 106 - Máquina voadora⁹⁸

⁹³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/rochas-2.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁴ Retirado do sítio WEB 3D Warehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=u4cb0b33c-1d48-485a-8da4-bbd67384e90f>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/torre-completa.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁶ Retirado do sítio WEB 3D Warehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=d9237223898429b275978a78289707e5>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/voladora.html>, acedido em 07 de março de 2017

⁹⁸ Retirado do sítio WEB 3D Warehouse, obtido a partir de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model.html?id=987efde30b245ac755434357794a2cba>, acedido em 07 de março de 2017

4.3.2. “BLENDER”

Este menu representa os objetos criados Em Blender3D.

- Bancada de trabalho de Leonardo da Vinci⁹⁹



Figura 107 - Mesa de trabalho de Leonardo da Vinci

- Casa de infância de Leonardo da Vinci¹⁰⁰



Figura 108 - Casa de infância de Leonardo da Vinci

- Castiçal de Leonardo da Vinci¹⁰¹

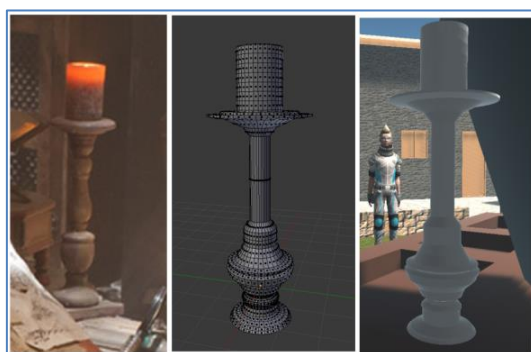


Figura 109 - Castiçal de Leonardo

⁹⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/bancada-de-trabalho-de-leonardo-da-vinci.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/casa-de-infancia-de-leonardo-da-vinci.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/castical-de-leonardo-da-vinci.html>, acedido em 07 de março de 2017

- Poço de Leonardo da Vinci¹⁰²

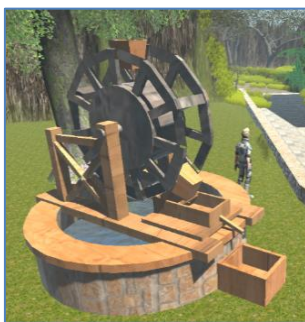


Figura 110 - Poço de Leonardo da Vinci

- Ponte portátil de Leonardo da Vinci¹⁰³



Figura 111 - Ponte autossustentada

- Quadro de Mona Lisa¹⁰⁴



Figura 112 - Quadro de Mona Lisa

¹⁰² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/poco-de-leonardo-da-vinci.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/ponte-portatil-de-leonardo-da-vinci.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/quadro-de-mona-lisa.html>, acedido em 07 de março de 2017

4.3.3. “VIVATY STUDIO”

Este menu tem a particularidade de selecionar todos os objetos desenvolvidos em Vivaty Studio:

- Swing Bridge de Leonardo da Vinci¹⁰⁵



Figura 113 - Swing Bridge de Leonardo da Vinci

- Galerias de exposição e meio ambiente¹⁰⁶



Figura 114 - Galerias de exposição e meio ambiente

- Terreno base do mundo virtual¹⁰⁷



Figura 115 - Terreno base do mundo virtual

¹⁰⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/swing-bridge.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/galerias-de-exposicao-e-meio-ambiente.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/terreno-base-do-mundo-virtual.html>, acedido em 07 de março de 2017

- Barca Ponte¹⁰⁸

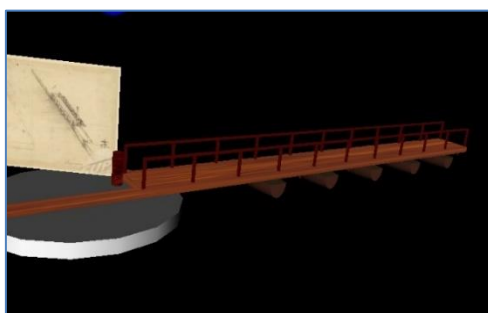


Figura 116 - Barca ponte

- Crossbow, Balestra¹⁰⁹



Figura 117 - Crossbow, Balestra

- Draga¹¹⁰

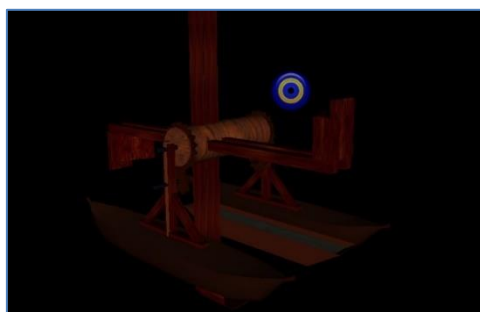


Figura 118 - Draga

¹⁰⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/barca-ponte.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁰⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/crossbow-balestra.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹¹⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/draga.html>, acedido em 07 de março de 2017

4.3.4. “UNITY”

Este campo do sítio Web selecionou os objetos usados pelo Unity3D:

- Módulo Classic Skybox¹¹¹

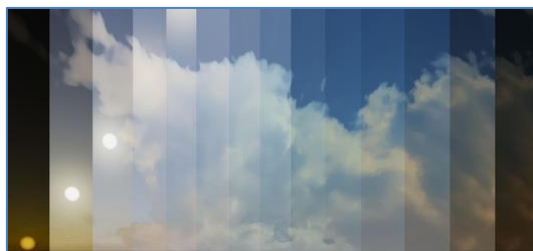


Figura 119 - Asset Classic Skybox

- Módulo Asset Medieval Environment¹¹²



Figura 120 - Asset Medieval Environment

- Módulo Standard Assets for Unity 4.6¹¹³



Figura 121 - Standard Assets for Unity 4.6

¹¹¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/asset-classic-skybox.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹¹² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/asset-medieval-environment.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹¹³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/standard-assets-for-unity-46.html>, acedido em 07 de março de 2017

- Módulo Standard Assets for Unity 5¹¹⁴

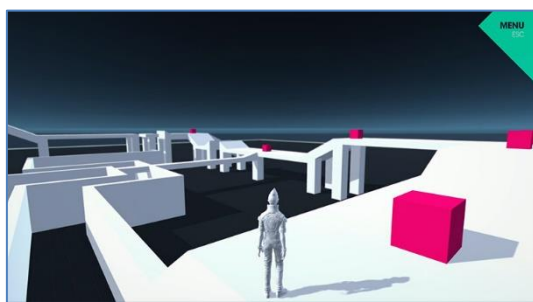


Figura 122 - Standard Assets for Unity 5

4.3.5. “IMAGENS”

Nas “IMAGENS” realçou-se as imagens utilizadas no blogue, menu e meio ambiente da exploração virtual.

- A carregar¹¹⁵

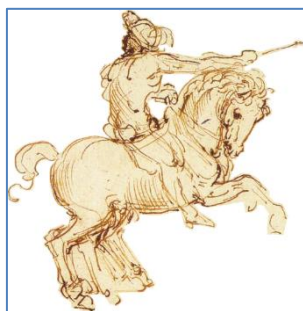


Figura 123 – A carregar

- Botão e fundo do menu¹¹⁶

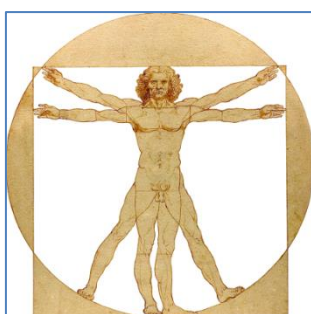


Figura 124 - Botão do menu

¹¹⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/standard-assets-for-unity-5.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹¹⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/a-carregar.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹¹⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/botao-e-fundo-do-menu.html>, acedido em 07 de março de 2017

- Fundo de um menu

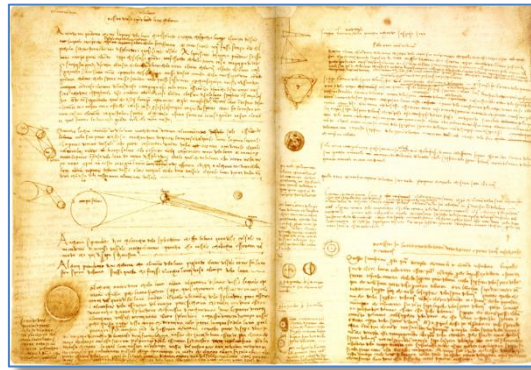


Figura 125 - Fundo do menu

- Lírios¹¹⁷

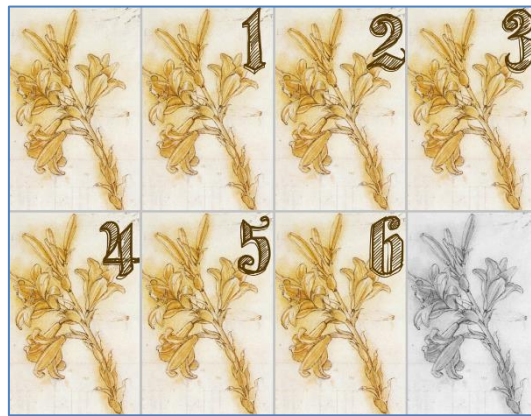


Figura 126 – Lírios

Rato e letras do teclado¹¹⁸

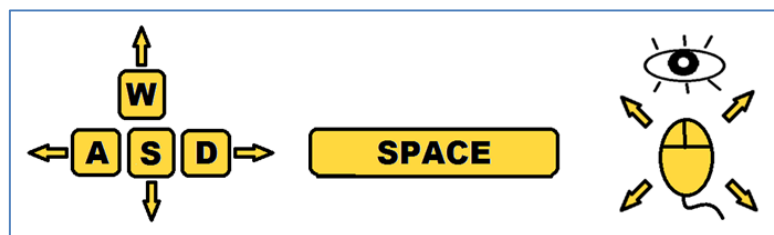


Figura 127 - Rato e letras do teclado

¹¹⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/lirios_7.html, acedido em 07 de março de 2017

¹¹⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/rato-e-letras-do-teclado.html>, acedido em 07 de março de 2017

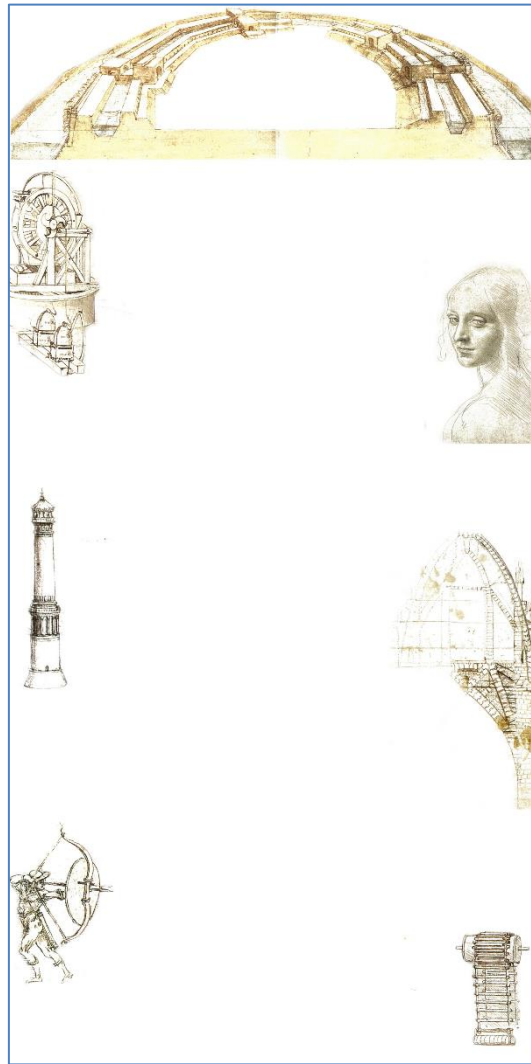
Fundo do blogue¹¹⁹

Figura 128 - Fundo do blogue

Fonte de texto¹²⁰

Figura 129 - Fonte de texto

¹¹⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/fundo-do-blogue.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/fonte-de-texto.html>, acedido em 07 de março de 2017

4.3.6. “SONS”

Pelo “SONS”¹²¹ disponibilizou-se as narrativas e o som ambiente utilizado.

- Som ambiente¹²²
- Narrativas¹²³

4.3.7. “VIDEOS”

Em “VIDEOS”¹²⁴ registou-se a referência a um percurso completo da exploração virtual, aos quatro vídeos das atividades decorridas durante a apresentação do segundo protótipo e todos os vídeos que servem de apoio aos tutoriais retratados neste sítio Web.

- “Projeto da Vinci, Exploração Virtual”¹²⁵
- “Vamos fazer um paraquedas”¹²⁶
- “A ponte autossustentada de Leonardo da Vinci com lápis de colorir”¹²⁷
- “Aprende a desenhar um cubo em perspetiva como o Leonardo da Vinci”¹²⁸
- “Representar um prisma ou cubo à moda de Leonardo da Vinci”¹²⁹

4.4. Tutoriais

Foram realizados artigos com algumas explicações e dicas de algumas técnicas usadas no desenvolvimento do protótipo. Os títulos desses trabalhos são:

¹²¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Sons+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹²² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/som-ambiente.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/03/narrativas.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Videos+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹²⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/projeto-da-vinci-exploracao-virtual.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-paraquedas-de-leonardo-da.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-da-ponte-autossustentada-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-desenho-em-perspetiva-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹²⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-solidos-geometricos-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

- Ativar animação 3D e uso de Janelas de diálogo¹³⁰;
- Gravar informação do Unity para um servidor¹³¹;
- Usar o mesh collider no Unity 5;
- Texturas realistas em Blender e Unity;
- Unity 3D – Otimização na construção;
- Construir uma casa em Blender para usar no Unity^{132 133 134};
- Como começar no Blender¹³⁵;
- Unity 5, standard assets¹³⁶;
- Primeiro trabalho no Unity 3D¹³⁷;
- Tutorial Vivaty Studio: Aplicação avançada de texturas¹³⁸;

4.5. Projetos

Com o intuito de enriquecer esta biblioteca aberta, foi referenciado e alojado o projeto “Exposição da Vinci” (Vale, Rodrigues, Sobrinho, & Battassini, 2015) realizado no âmbito da unidade curricular realidade virtual do MW^{139 140}.

¹³⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/01/uma-forma-facil-e-intuitiva-de.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2016/12/gravar-informacao-do-unity-para-um.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/04/construir-uma-casa-em-blender-para-usar_23.html, acedido em 07 de março de 2017

¹³³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/04/construir-uma-casa-em-blender-para-usar_19.html, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/06/construir-uma-casa-em-blender-para-usar.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/04/como-comecar-no-blender.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2015/04/unity5-standard-assets.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2014/12/primeiro-trabalho-no-unity3d.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2014/12/tutorial-vivaty-studio-aplicacao.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹³⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/projetos.html>, acedido em 07 de março de 2017

¹⁴⁰ Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_NldZTzJLQmxYSzA, acedido em 07 de março de 2017

4.6. Jogar

Este menu disponibiliza a página Web com as indicações para execução do protótipo¹⁴¹. Foi contemplado nesta página uma versão WebGL e outro no formato nativo Windows PC.

4.7. Resumo do Capítulo

Este capítulo retratou o registo completo via Web do trabalho realizado na construção da exploração virtual.

Ficou registada informação sobre a implementação e registo das atividades de oficina, a organização de uma biblioteca com objetos e materiais, os tutoriais mais relevantes, os projetos realizados sobre o tema Leonado da Vinci e as versões desenvolvidas para a exploração virtual.

O sítio Web funciona igualmente como porta de entrada para a exploração virtual interativa que foi desenvolvida nesta investigação.

¹⁴¹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/o-jogo.html>, acedido em 07 de março de 2017

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

A comunicação como transmissão de conhecimento foi um ponto de partida para referenciar as novas tecnologias nomeadamente as de RV que hoje tendem a transmitir informação de forma moderna e tecnologicamente acessível.

No contexto desta investigação esta tecnologia foi transmitida aos públicos-alvo por via de jogos e explorações virtuais que cativaram pela sua imersividade, criatividade e desenho gráfico. Os jogos sérios adaptados ao ensino, proporcionaram uma transmissão de conhecimento num formato que desperta interesse aos estudantes e tem efeitos positivos na aprendizagem. Tais benefícios foram constatados, levantados e retratados, não tendo sido descuradas as eventuais dificuldades de uso da RV nas salas de aula. No geral podemos considerar os jogos e explorações virtuais interativas como ferramentas muito úteis e de grande potencial para a educação. Isto não é alheio ao facto de cada vez mais investigadores e empresas explorarem o potencial da RV para o ensino.

Identificadas as metodologias usadas nesta investigação (DBR, GBL, construtivismo e ELM), delinearam-se quatro fases de implementação neste projeto:

- A primeira, o desenho de jogo e levantamento das tecnologias;
- A segunda, as escolhas de ferramentas, seus testes, o desenho dos cenários e criação de objetos;
- A terceira fase contemplou um ciclo de desenvolvimento: A realização de protótipo e oficina, apresentação, análise com resumo da avaliação e consequentes alterações de melhoramento;
- A quarta fase consistiu na apresentação final do protótipo, considerações finais e conclusões.

A aplicação dos métodos, baseou-se na DBR, na terceira fase, existindo uma colaboração estreita entre o desenhador e os colaboradores sendo o processo de desenho e conceção refinado continuamente, registando todas as influências contextuais. A GBL no uso de jogos para dar suporte ao ensino/trabalho dos estudantes com os protótipos desenvolvidos.

A ELM foi aplicada durante a exploração virtual nos percursos necessários para aprender a ciência de Leonardo da Vinci. Os pressupostos do construtivismo foram aplicados nas tarefas das oficinas realizadas com os alunos quando estes fizeram uso de conhecimentos teóricos que possuíam e os materializaram na construção de objetos.

Foi estudado o desenho de jogo, evidenciou-se a mecânica de jogo e o uso de arte na construção do jogo com o intuito de se estimular e motivar a interação no ambiente criado.

Inventariaram-se as tecnologias com as características mais relevantes para esta investigação, escolheram-se ferramentas de edição 3D, RA, linguagens de programação e de tratamento multimédia.

Implementaram-se três protótipos cada um com a sua funcionalidade. O primeiro contribuiu para efetivar alterações para o seu melhoramento. O segundo foi a versão de PC nativa com o propósito de ser apresentado a alunos do primeiro ciclo. O terceiro foi implementado para ser disponibilizado via Web para o uso livre via Web.

Após realizados os respetivos questionários presenciais e/ou via Web procedeu-se às análises e foram elaborados os resumos dos resultados.

No decorrer deste percurso investigámos tecnologias multimédia orientadas para 3D, estudámos metodologias de investigação, desenvolvemos protótipos para aplicar essas metodologias, verificámos conceitos de arte, de desenho e até de história para nos levar a responder às questões que foram propostas e a cumprir os objetivos acordados. Neste capítulo denominado Considerações Finais e Conclusão, respondemos às questões de investigação e aos objetivos propostos. No fim deste capítulo para além da conclusão desta investigação foram retratados os possíveis trabalhos futuros a realizar.

Questões de Investigação

A primeira questão foi:

- Será que o uso da realidade virtual e de conteúdo multimédia via Web contribui para a motivação e melhoria da aprendizagem?

Apesar de 80,4% dos alunos terem experiência multimédia, durante a interação com a exploração virtual, 46% dos alunos tiveram dificuldades na usabilidade, apesar de esse fato existir a sua motivação na progressão no percurso virtual não foi abalada. Analisando em pormenor a “Avaliação Global” do ponto “III. Avaliação dos conhecimentos”, auferiu-se que 96% gostou de jogar, 100% aprendeu alguma coisa, 100% gostou das tarefas manuais e 86% voltava a jogar este jogo. Visto isto, o uso da

realidade virtual e de conteúdo multimédia contribuíram positivamente para a motivação e aprendizagem.

No ponto “III. Avaliação dos conhecimentos”, as questões que avaliam o conhecimento adquirido (“Ficaste a saber como ...”), os alunos tiveram os seguintes aproveitamentos: 96% ficou a saber como o paraquedas paira no ar, 100% ficou a saber como a ponte se aguenta com peso, 100% ficou a saber como se desenha um cubo no papel, 96% aprendeu a montar um prisma, 100% ficou a saber como se desenha em perspetiva, 90% ficou a saber como são as forças da física e 80% aprendeu como funciona a aerodinâmica. Com estes valores de conhecimento adquirido afirma-se que o uso da realidade virtual é uma ferramenta válida para o ensino, a substituição do elemento tutor (professor) ou das aulas presenciais continua a não ser viável, denotei que tive de dispensar algum tempo com os alunos para explicar e tirar dúvidas durante o percurso.

É notório o interesse elevado dos alunos pela exploração virtual e pela aprendizagem dessa forma, podemos afirmar que o uso da realidade virtual e de conteúdos multimédia contribuem para a melhoria da aprendizagem, no entanto é necessário referir que estes mecanismos de aprendizagem deverão ser vistos mais como ferramentas adicionais para complementar o ensino tradicional do que para o substituir.

A segunda questão

- É possível realizar explorações virtuais em dispositivos de uso comum com performance computacional e gráfica limitada?

A forma de adquirir dados para responder a esta questão foi disponibilizar a exploração virtual via WebGL para a comunidade Web e registar as condições de performance durante os percursos da exploração virtual. Podemos afirmar que foram usados equipamentos de uso comum pela comunidade Web.

Para termos comparativos, os dados de performance adquiridos na apresentação do segundo protótipo serão usados e é importante referir que estes contêm GPU integrado ou processamento de última geração.

É imperativo referir que os protótipos da versão dois e três foram compilados para tecnologias diferentes, a versão dois para sistema operativo nativo e a terceira para WebGL. Um estudo revelou que a velocidade difere entre os dois casos, as versões

WebGL são um pouco mais lentas, 20% a 25%, que as versões nativas para sistemas operativos (Echterhoff, 2017).

Procurando sintetizar, e relativamente ao segundo protótipo, as máquinas eram relativamente recentes e tinham GPU integrado, não existiram problemas de performance (97,5%).

Na terceira versão apresentada, foram registadas dezassete execuções da exploração virtual, donde se conclui que o comportamento da velocidade de exploração em WebGL nos dispositivos de uso comum é diferente da performance em computadores pessoais com GPU:

- Apenas 29% dos utilizadores concluíram a exploração, 75% desses jogadores usaram o ambiente que consome menos recursos, e ainda assim 33% do percurso percorrido estava lento;

- 24% dos utilizadores chegaram a meio da exploração virtual, completaram entre 40% e 70% do percurso, 79% usou o ambiente de baixa performance e 31% do percurso ficou lento;

- 47% não progrediram na exploração virtual, em que 88% usou o ambiente de baixa performance e 60% desse percurso usado ficou lento.

Assume-se que com a tecnologia WebGL é possível realizar explorações virtuais em dispositivos de uso comum com performance computacional e gráfica limitada. Nos modos em que foi desenvolvido o protótipo, com todas as técnicas de performance e análise aplicadas, com um nível de desenho gráfico comprovado com 99% no segundo protótipo e 90% no terceiro protótipo. Mas há um custo da performance reduzida: reduz o interesse e a motivação do utilizador a na exploração como se comprova pelo número elevado de desistências (47%) no ambiente de baixa performance.

Respondendo à questão, é possível realizar explorações virtuais em dispositivos de uso comum com performance computacional e gráfica limitada mas com um custo elevado pelo que os gráficos 3D terão de ser simples e conseqüentemente “leves” para garantir um melhor processamento no dispositivo. Isto é particularmente importante se a aplicação for disponibilizada em WebGL dado a performance é à partida menor comparativamente ao código nativo.

Com o evoluir das tecnologias orientadas para a Web e a melhoria dos GPU integrados a performance tenderá a aumentar criando oportunidades mais amplas para

os designers e programadores poderem criar experiências RV de qualidade cada vez melhor e mais ricas graficamente.

Objetivos

A análise dos resultados dos protótipos, suas conseqüentes avaliações, a implementação da exploração virtual, o levantamento e testes das tecnologias necessárias, a construção de um sítio Web e a interação com alunos, apontaram para que os objetivos propostos tivessem sido atingidos.

O primeiro objetivo **“Divulgar as tecnologias 3D na escola”** levou à análise e levantamento das tecnologias existentes para a edição 3D e de realidade aumentada, à aquisição de conhecimento de linguagens de programação e, ao tratamento de variados formatos multimídia com a finalidade de envolver os ambientes 3D. Com esta informação criou-se um repositório para divulgar as tecnologias 3D existentes no mercado enaltecendo as suas funcionalidades e potencialidades.

Analisando a experiência multimídia do ponto “I. Dados Pessoais” do questionário do segundo protótipo, as questões “Sabes o que são jogos virtuais?” e “Alguma vez jogaste um jogo para aprender?”, retornam os seguintes valores: 20% não sabem o que são jogos virtuais e 37% nunca jogou um jogo sério. Denotou-se aqui algum desconhecimento do que são tecnologias 3D. Por sua vez e após concretização da experiência virtual, o questionário “Avaliação global” do ponto “III. Avaliação dos conhecimentos” refere que 100% dos alunos gostou de aprender com a realidade virtual e aprendeu algo, 97% gostou de jogar e 86% voltava a jogar. Desta forma divulgou-se com sucesso por meio de uma apresentação em formato de jogo sério virtual, as tecnologias 3D.

O segundo objetivo **“Difundir e promover as tecnologias 3D na Web”** foi conseguido pela forma de uma apresentação de uma aula-workshop promovendo a realidade virtual e, pelas variadas formas de utilização de sistemas informáticos Web como suporte tecnológico desta investigação, como tal:

- Foi realizado um Workshop sobre realidade virtual: “A sintonia entre Blender e Unity3D”. Durante uma aula-workshop no “4º. Retiro doutoral em média-arte digital” (Universidade Aberta, 2016) foi promovida uma apresentação de edição 3D em Blender (Blender Foundation, 2016) e a sua interligação com o Unity3D (Unity, 2017). Foram mostrados três objetos desenvolvidos nesta investigação: O castiçal, o quadro da Mona Lisa e bancada de trabalho. Entre muitas questões levantadas, estiveram em relevo áreas como a realidade virtual e aumentada, animação 3D para efeitos cinematográficos ou técnicas de aplicação de texturas.

- A utilização de um Blogue como repositório de informação, foi um excelente exemplo de um sítio Web onde facilmente e sem conhecimentos de HTML, administração de serviços alojamento Web ou bases de dados, se alojou informação em forma de artigos com diversos conteúdos multimédia como vídeo, fotografia, música ou áudio. Possibilitou-se também a interação com os utilizadores por via de comentários nesses artigos.

- A utilização de um servidor Web com serviço de PHP instalado, esta linguagem de programação permite gerar conteúdos dinâmicos na WWW, esta funcionalidade foi usada para registar os percursos virtuais realizados em tempo real via Web.

- Foi configurado e disponibilizado um formulário para preenchimento via Web do questionário do terceiro protótipo, os utilizadores responderam às questões apresentadas com a comodidade de múltipla escolha por via de um navegador Web, o investigador adquiriu no momento do preenchimento todos os dados estatísticos para a análise e avaliação dos resultados.

- Foi apresentado um protótipo em formato WebGL, este formato é uma API em JAVASCRIPT integrada na norma HTML5, dessa forma a exploração virtual pode ser experimentada via Web apenas a partir de um navegador de internet que respeite o HTML5.

- Foi usado o Youtube para disponibilizar vídeos via Web complementando visualmente os artigos disponibilizados no Blogue.

Toda a interação com a Web desde a implementação em WebGL, ao alojamento, à execução do da exploração virtual, ao registo de percurso virtual ou ao preenchimento de questionários contribuiu para difundir e promover as tecnologias e sistemas informáticos Web.

Relativamente ao terceiro objetivo **“Implementar uma exploração virtual do tema escolhido com características de jogo sério”** foi alcançado com a construção de uma exploração virtual interativa com características de jogo sério (Unity, 2017) e integrando objetos criados em modeladores como o Blender3D (Blender Foundation, 2016), SketchUp (Trimble, 2016), Vivaty Studio (Vivaty Studio, 2016) e outras aplicações como GIMP (The GIMP Team, 2016) e Audacity (Mazzoni & Dannenberg, 2016). A exploração virtual foi representada em três protótipos, o primeiro com exportação em Windows PC serviu para uma primeira análise e avaliação originando melhorias na exploração virtual, o segundo também em formato Windows PC foi apresentado aos alunos e o terceiro protótipo convertido no formato WebGL foi disponibilizado via Web. Pelos resultados recolhidos na avaliação do segundo protótipo: 84% avaliou a exploração virtual positivamente, 92% adquiriram conhecimento e 97% aprovou e gostou da apresentação. Na terceira versão: 67% avaliou a exploração virtual positivamente, 54% adquiriu conhecimento e 80% aprovou e gostou da apresentação. Com estes dados demonstrou-se que a exploração virtual foi concebida com sucesso em duas vertentes e aprovada pelos utilizadores que a testaram.

O objetivo número quarto **“Elaborar um sítio Web para divulgação e uso da exploração virtual”** foi conseguido com a configuração de um Blogue¹⁴² com a designação de “Projeto Da Vinci, aprendendo com o jogo”. Para além das alterações gráficas efetuadas ao Blogue como cores, imagens e menus, os seus conteúdos virtuais foram disponibilizados por servidor Web com suporte PHP e alojamento HTML¹⁴³, os objetos multimédia e 3D por um serviço de armazenamento e sincronização de ficheiros¹⁴⁴, os vídeos de apoio por um repositório de vídeo via Web¹⁴⁵ e o questionário

¹⁴² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/inicio.html>, acedido em 04 de março de 2017

¹⁴³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <http://prjdavinci.esy.es>, acedido em 04 de março de 2017

¹⁴⁴ Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de https://drive.google.com/drive/folders/OBwHF2DyM29n_cIFTYm5qTlIGaFU, acedido em 04 de março de 2017

¹⁴⁵ Retirado do sítio Youtube, obtido a partir de https://www.youtube.com/playlist?list=PLtFOJNm7n-GOdknO_lzu1kosNkFjPV-Oe, acedido em 04 de março de 2017

por um serviço de formulários via Web¹⁴⁶. Todos estes serviços com a exceção do alojamento Web com suporte PHP pertencem ao Google que os disponibiliza de forma gratuita, o alojamento Web com suporte PHP também gratuito foi fornecido pela Hostinger. Todos estes serviços integram-se de forma transparente no sítio Web do “Projeto da Vinci” (Vale, 2017) voltado para a divulgação deste projeto e que é também a porta de entrada da exploração virtual.

O objetivo número quinto **“Construir modelos 3D dinâmicos de equipamentos/modelos e objetos de Leonardo da Vinci”** foi igualmente alcançado com a implementação de diversos objetos. Estes modelos 3D foram realizados por quatro ferramentas diferentes: Unity3D (Unity, 2017), Bender3D (Blender Foundation, 2016), Vivaty Studio (Vivaty Studio, 2016) e Sketchup (Trimble, 2016).

O primeiro que foi implementado foi a “Swing Bridge”, objeto criado com o Vivaty Studio em formato WRL no âmbito de projeto final da unidade curricular Realidade Virtual, a sua construção foi baseada nos desenhos de Leonardo da Vinci e nas texturas aplicadas realçou-se os materiais utilizados nessa época como as madeiras e corda. Este foi importado para o Unity3D ficando em destaque sobre um riacho.

Os objetos implementados com a ferramenta Sketchup foram: o paraquedas de Leonardo em formato triangular que simula a queda controlada pelo mundo virtual, a ponte auto sustentada que aparecerá a ligar uma ilha após coleta de seus elementos e quatro telas com desenhos a explicar as atividades manuais de conteúdo pedagógico a desenvolver com os alunos.

Por sua vez em Blender3D construiu-se a bancada de trabalho e o castiçal baseados na série televisiva “Da Vinci Deamons” (Da Vinci Deamons, 2016), a tela do famoso quadro “Mona Lisa” com o cuidado de aplicar texturas realistas na moldura, o poço com a arquitetura e engenharia de extrair água de forma automática e a casa de infância de Leonardo baseada em fotografias reais da nossa época.

Por último, em Unity 3D foi construído um terreno que deu suporte à exploração virtual. Foi baseado nas descrições do ambiente na sua juventude: montanhoso com

¹⁴⁶ Retirado do sítio Google Docs, obtido a partir de <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeA6VwpKBbacGS5c58zILt72FSIZGEEspRxCN5e1OA17USq5w/viewform>, acedido em 04 de março de 2017

árvores, um pequeno riacho e rodeado por aves representadas pelo som ambiente. A estrada de início de jogo foi baseada numa foto de acesso à casa de infância de Leonardo em Anchiano (Tuscania) o seu berço Natal.

Relativamente ao sexto objetivo **“Realizar oficinas de trabalho com alunos para promover a ciência interpretada por Leonardo da Vinci”** foi igualmente assegurado durante a visita à escola EB1/JI Aldeia de Paio Pires quando os alunos realizaram quatro trabalhos de oficina alusivos ao tema Leonardo da Vinci.

Os trabalhos foram apresentados durante o final de cada nível da exploração virtual por meio escrito, visual e sonoro, foi explicado o teor científico aos olhos de Leonardo da Vinci e exemplificada a oficina de trabalho para se poder provar esse ensinamento. Após o percurso virtual ter sido completado, foram realizadas fisicamente as oficinas com os materiais próprios para o efeito. Foram elaborados quatro vídeos, disponíveis no blogue “Projeto da Vinci” (Vale, 2017), com as instruções necessárias à realização de cada uma das oficinas para que os alunos e participantes as pudessem rever se necessário e realizar posteriormente em casa e/ou com amigos e colegas. Por último foi entregue um certificado de participação com a referência do sítio Web do projeto.

As atividades consistiram em:

- Realização de um paraquedas¹⁴⁷, à semelhança do paraquedas de Leonardo da Vinci, foi retratado o efeito aerodinâmico do objeto quando este pairava durante uma queda. Foi construído com um saco de plástico, cordel de pasteleiro, tesoura e um boneco;

- Elaboração de uma ponte autossustentada de Leonardo da Vinci¹⁴⁸, esta ponte tinha por função permitir o atravessamento de pequenos riachos com uma armação criativa de paus e cordas. Com recurso a lápis de colorir e elásticos conseguiu provar-se aos jovens participantes que a estrutura consegue suportar muito peso;

¹⁴⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-paraquedas-de-leonardo-da.html>, acedido em 04 de março de 2017

¹⁴⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-da-ponte-autossustentada-de.html>, acedido em 04 de março de 2017

- Desenho de um cubo em perspectiva no papel¹⁴⁹, o desenho em perspectiva foi usado e desenvolvido por Leonardo com o fim de representar paisagens num plano de duas dimensões. Nesta atividade os alunos aprenderam a desenhar um cubo em perspectiva;

- Representação de um prisma ou pirâmide à moda de Leonardo da Vinci¹⁵⁰, a sua representação dos sólidos era feita sem faces, ocos e com arestas de madeira para ser mais fácil a compreensão das formas 3D num plano 2D. O trabalho prático foi elaborar um prisma e um cubo com paus de culinária e plasticina.

A satisfação dos alunos na execução destas atividades foi elevada e pelos resultados recolhidos na avaliação do segundo protótipo verificou-se na “Avaliação global” do ponto “III. Avaliação dos conhecimentos” que 92% dos alunos não tiveram dificuldades em implementar os trabalhos práticos, desta forma a promoção da ciência interpretada por Leonardo da Vinci foi alcançada.

O sétimo objetivo “**Evidenciar e promover a arte e história de Leonardo da Vinci**” foi cumprido e está representado no percurso da exploração virtual e no sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017).

O percurso virtual e o sítio Web mostrou ao utilizador vários objetos de modo a evidenciar a sua arte:

- O poço, com todo o seu engenho de captação de água mecanicamente;
- O quadro de Mona Lisa, representando a sua mestria nas artes gráficas;
- A ponte autossustentada, evidenciando os saberes extraordinários sobre física;
- A “Swing Bridge”, uma ponte basculante com contrapesos para permitir a passagem de barcos pelo rio e de transeuntes pela ponte, o equilíbrio na arquitetura e a beleza representadas neste desenho é extraordinária;
- O paraquedas, embora com um formato ortodoxo evidenciava uma grande noção de aerodinâmica.

¹⁴⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-desenho-em-perspetiva-de.html>, acedido em 04 de março de 2017

¹⁵⁰ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/2017/02/oficina-de-solidos-geometricos-de.html>, acedido em 04 de março de 2017

- Os desenhos expostos no sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017): O homem Vitruviano, os lírios, o cavaleiro, o porto de abrigo, o poço com extração de água, o farol, um arqueiro, o esboço da cara de uma rapariga, o estudo de uma estrutura arquitetónica e um sistema mecânico com pesos.

- Os quatro trabalhos práticos efetuados mostraram a arte de construir e representar conceitos científicos de uma maneira simples e eficaz.

A história de Leonardo da Vinci foi retratada pelo cenário virtual envolvente como a representação da sua casa de infância, o ambiente envolvente da sua infância, o gosto pela natureza representado pelos pássaros, árvores, flores e paisagens montanhosas. Para completar o percurso da vida e obra de Leonardo da Vinci foram idealizados e planeados os restantes níveis para complementar a exploração virtual, divulgou-se quatro dos pontos mais marcantes da sua história:

O segundo nível, o ateliê de Verrocchio: o objetivo deste cenário foi retratar o ateliê de seu mestre Verrocchio, o seu contacto com novas técnicas e materiais onde aperfeiçoou o seu desenho em perspetiva.

O terceiro, a catedral de Milão: o percurso inclui a catedral de Milão cuja cúpula foi desenhada e construída por Leonardo, e a inclusão de máquinas de Guerra durante a sua estadia em Milão.

O quarto nível, cidade de Florença: Foi estudado um percurso labiríntico por Florença descobrindo a arquitetura e explicado a influência do Papa nesta cidade.

Por último o Castelo de Clos Lucé: A exploração virtual foi finalizada na sua última residência, relatou-se a relação com o rei de França François e os seus avanços na robótica na construção do leão mecânico em honra do Rei Francês.

O penúltimo e oitavo objetivo **“Organizar uma biblioteca aberta de materiais, modelos e objetos de Leonardo da Vinci”** deu-se como concluído ao ficar registado os materiais, modelos e objetos desenvolvidos para a exploração virtual no sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017). Os componentes multimédia ficaram alojados em disco

fornecido pelo serviço Google Drive¹⁵¹ e registados num Blogue¹⁵² que representa o sítio Web “Projeto da Vinci”. Estes componentes são acedidos pelo menu “BIBLIOTECA” do “Projeto da Vinci” ou por submenus provenientes desse mesmo campo: “SKETCHUP”, “BLENDER”, “VIVATY STUDIO”, “UNITY”, “IMAGENS”, “SONS” e “VIDEOS”. Estes campos representam os tipos de componentes alojados.

Em “BLENDER”¹⁵³ verificou-se os seguintes objetos: Bancada de trabalho, casa de infância, castiçal, poço, ponte portátil, quadro de Mona Lisa e terreno simples

Nas “IMAGENS”¹⁵⁴ realçou-se as imagens utilizadas no blogue, menu e meio ambiente da exploração virtual.

Pelo “SONS”¹⁵⁵ disponibilizou-se as narrativas e o som ambiente utilizado.

No “VIVATY STUDIO”¹⁵⁶ ficou alojada a ponte “Swing Bridge”.

Em “UNITY”¹⁵⁷ foram representados os scripts e as animações desenvolvidos para a exploração virtual

Em “SKETCHUP”¹⁵⁸ acede-se aos objetos desenvolvidos para a exploração virtual e outros alusivos ao tema. Os respetivos criadores são devidamente referenciados.

Em “VIDEOS”¹⁵⁹ registou-se a referência a um percurso completo da exploração virtual, aos quatro vídeos das atividades decorridas durante a apresentação do segundo

¹⁵¹ Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de https://drive.google.com/drive/folders/OBwHF2DyM29n_cIFTYm5qTIIlGaFU, acedido em 04 de março de 2017

¹⁵² Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/p/inicio.html>, acedido em 04 de março de 2017

¹⁵³ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Blender+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁴ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Imagens+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁵ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Sons+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁶ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:VivatyStudio+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁷ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Unity+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁸ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Sketchup+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

¹⁵⁹ Retirado do sítio Projeto Da Vinci, obtido a partir de <https://prjdavinci.blogspot.pt/search/?q=label:Videos+label:Portefoleo> acedido em 05 de março de 2017

protótipo e todos os vídeos que servem de apoio aos tutoriais retratados neste sítio Web.

Com o intuito de enriquecer esta biblioteca aberta, foi referenciado e alojado o projeto “Exposição da Vinci” (Vale, Rodrigues, Sobrinho, & Battassini, 2015) realizado no âmbito da unidade curricular realidade virtual do MW.

Por último o nono objetivo **“Usar ferramentas apenas de uso gratuito e sem restrições de utilização”** foi igualmente atingido. As ferramentas de edição 3D, de realidade aumentada e de tratamento multimédia disponíveis no mercado foram analisadas e testadas nesta investigação, como resultado foram escolhidas as de carisma código aberto ou de uso pessoal com as funcionalidades necessárias para o decorrer desta investigação e consequente implementação do protótipo.

Os serviços necessários para suportar o sítio Web “Projeto da Vinci” (Vale, 2017) também foram usados por serem gratuitos: Blogger¹⁶⁰, um blogue para alojamento de informação; Youtube¹⁶¹, um repositório de vídeos via Web; GoogleDocs¹⁶², um serviço de edição de texto e formulários; GoogleDrive¹⁶³, serviço com a particularidade de possibilitar alojamento de dados; Hostinger¹⁶⁴, um sítio Web para alojamento HTML com suporte PHP e bases de dados.

Conclusão

Foi uma investigação que levou a delinear vários planos de ação para o desenvolvimento de um protótipo. O registo do conteúdo contextual dos percursos e da evolução do projeto, seguindo a metodologia DBR, foi importante para o desenvolvimento deste projeto e para influenciar e orientar futuras investigações.

¹⁶⁰ Retirado do sítio Blogger, obtido a partir de <https://www.blogger.com/> acedido em 05 de março de 2017

¹⁶¹ Retirado do sítio Youtube, obtido a partir de <https://www.youtube.com/> acedido em 05 de março de 2017

¹⁶² Retirado do sítio Google Docs, obtido a partir de <https://www.google.com/docs/about/> acedido em 05 de março de 2017

¹⁶³ Retirado do sítio Google Drive, obtido a partir de <https://www.google.com/drive/> acedido em 05 de março de 2017

¹⁶⁴ Retirado do sítio Hostinger, obtido a partir de <https://www.hostinger.pt/> acedido em 05 de março de 2017

A disponibilidade de tecnologias e ferramentas gratuitas de qualidade é fundamental para se produzirem sistemas multimídia orientados ao 3D sem orçamentos elevados e onde os limites são reduzidos às dificuldades de implementação, à criatividade, engenho e arte.

A componente pedagógica com crianças elevou o nível de dificuldade abrindo novos conceitos e visões que foram adquiridos: o português adaptado às crianças, os grafismos apelativos, as dificuldades de usabilidade e o cativar de interesse necessário para o uso do sistema multimídia 3D.

Por último, a divulgação desta investigação na área dos sistemas de realidade virtual orientados para a Web, foi toda feita com recurso a esta rede digital.

Trabalhos futuros

Foram pensados e iniciados trabalhos com ideias alusivas ao tema de Leonardo da Vinci mas não foram incluídos nesta dissertação por se afastarem do âmbito mais estrito das questões de investigação e dos objetivos propostos. Futuramente e no âmbito de dar continuidade ao projeto, pensamos retomá-las e quiçá aperfeiçoar o protótipo atual adicionando-lhe novos módulos cujas ideias aqui deixamos.

Surpresa para os jogadores

Foi pensada e iniciada a implementação de dois módulos que iriam enriquecer a estrutura de jogo. Um deles era um esconderijo dentro da exploração virtual, o jogador ao cair num lago ficava submerso em água e afundava, assim poderia descobrir-se o meio aquático que Leonardo da Vinci também explorou, nomeadamente um fato de mergulho com respiração.



Figura 130 - Trajeto escondido

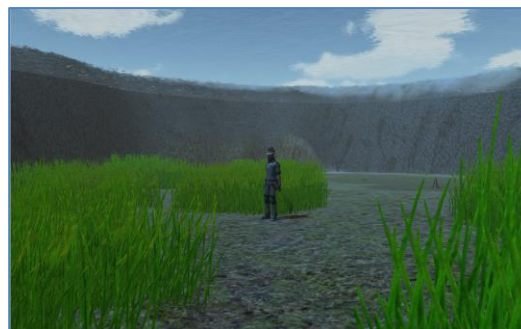


Figura 131 - Trajeto escondido

Outro módulo com uso de Realidade Aumentada. A ideia passa por usar uma aplicação Android para reconhecer imagens disponibilizadas na exploração, para se verem objetos 3D correspondentes no telemóvel ou tablet. Foi feito um protótipo que reconhecia uma imagem de um lírio e mostrava-o em 3D no Android. Em desenvolvimento está a ser testada a utilização do Vuforia no Unity 3D para utilização da realidade aumentada no trabalho, um simples telefone reconhece uma imagem no ecrã e mostra um objeto (2D ou 3D).



Figura 132 - Realidade aumentada

Versão da exploração para tablets

Foram testadas várias compilações em Android com o Unity 3D da exploração virtual com o objetivo de futuramente transpor o protótipo para tablets Android e IOS.

Níveis adicionais na exploração

A conclusão de mais quatro níveis que representam marcos na vida de Leonardo que foram referenciados e parcialmente construídos.

Os vários trabalhos, aqui apresentados como trabalhos futuros, foram iniciados e os seus componentes construídos até à data estão disponíveis na Biblioteca Aberta.

BIBLIOGRAFIA

- Ambiera. (2016). *Coopercube*. Obtido de <http://www.ambiera.com/coopercube/>
- Anderson, M. (2006). *Amazing Leonardo da Vinci Inventions*. Chicago, IL: Nomad Press.
- Arnab, S., Petridis, P., Dunwell, I., & de Freitas, S. (2011). Tactile Interaction in an Ancient World on a Web Browser. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications* 3, 687-695.
- Autodesk. (2016). *3DS Studio Max*. Obtido de <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/>
- Autodesk. (2016). *Maya*. Obtido de <http://www.autodesk.com/products/maya/>
- Away3D team. (2017). *Away3D*. Obtido de <http://away3d.com>
- Bento, J. J. (2011). *Desenvolvimento e avaliação de um ambiente de aprendizagem 3D*. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação e Formação, Bragança.
- Beyond Reality. (2016). *IN2AR*. Obtido de <https://www.beyondreality.nl/in2ar/>
- Bidarra, J., & Cardoso, V. (2007). The emergence of the exciting new Web 3.0 and the future of Open Educational Resources. *EADTU Conference 2007*. Lisbon.
- Blender Foundation. (2016). *Blender3D*. Obtido de <https://www.blender.org/>
- Brutzman, D., & Daly, L. (2007). *X3D: Extensible 3D Graphics for Web Authors*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Bushuev, A., Eugster, S., Mardelle, J.-B., Morton, R., & Pinon, V. (2017). *Kdenlive*. Obtido de <https://kdenlive.org/>
- Cardoso, V. (2014). Projectos de Realidade Virtual. *infoAbERTA*, (p. 74). Lisboa.
- Cardoso, V. J. (2007). *Aprender a Inovar, Contextos Virtuais e Ambientes Inteligentes de Aprendizagem*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Aberta, Informática, Lisboa.
- Chee, Y. S. (2011). Learning as becoming through performance, play and dialogue: A model of game-based learning with the game Legends of Alkhimia. *Digital Culture & Education* 3, 98-122.
- Clark, R. (2016). *CrazyBump*. Obtido de <http://www.crazybump.com/>
- Crytek. (2016). *CryENGINE 3*. Obtido de <https://www.cryengine.com/>
- Da Vinci Demons* (2016). [Filme]. Obtido de <https://www.starz.com/series/davincisdemons/episodes>

- da Vinci, L. (1502). *A plan of Imola. A plan of Imola*. Royal Collection, Windsor Castle, Londres, Londres, UK.
- DAQRI. (2016). *ARToolkit*. Obtido de <https://artoolkit.org/>
- de Freitas, S. (2006). *Learning in Immersive worlds: A review of game-based learning*. Bristol.
- de Freitas, S. (2008). *Serious Virtual Worlds, A scoping study*. SGI - Serious Games Institute.
- de Freitas, S., & Mayes, T. (2004). *Stage 2: Review of e-learning theories, frameworks and models*. JISC, JISC e-Learning Models Desk Study, Londres.
- de Freitas, S., & Neumann, T. (2009). The use of 'exploratory learning' for supporting immersive learning in virtual environments. *Computers & Education* 52, 343–352.
- de Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education* 46, 249-264.
- Delta3D team. (2016). *Delta 3D*. Obtido de <http://delta3dengine.org/>
- Dias, V. M. (2009). *Realidade Virtual na Aprendizagem de Conceitos Matemáticos, Aplicações 3D na Geometria*. Mestrado, Universidade Aberta, Comunicação Educacional Multimédia, Lisboa.
- Ebner, M., & Holzinger, A. (2005). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education* 49 (2007), 873 - 890.
- Echterhoff, J. (19 de 03 de 2017). *BENCHMARKING UNITY PERFORMANCE IN WEBGL*. Obtido de Blogue Unity 3D, Tecnologia: <https://blogs.unity3d.com/pt/2014/10/07/benchmarking-unity-performance-in-webgl/>
- Ecma International. (2016). *ECMAScript® 2016 Language Specification*. Obtido de <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>
- Enrich. (2017). *Mineways*. Obtido de <http://www.realtimereddering.com/>
- Fernandes, J. M. (2015). *eCOArt, Realidade Virtual na Educação*. Mestrado, Universidade Aberta, Comunicação Educacional Multimédia, Lisboa.
- Fraunhofer-Gesellschaft. (2016). *Web3Dom*. Obtido de <http://www.x3dom.org/>

- Gonçalves, A., Silva, F., & Mendes, A. J. (2006). *Reconstructions of the past – How virtual can they be?* Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.
- Gregan, C. (2016). *Fungus*. Obtido de <http://fungusgames.com>
- Herbert, J. (1998). *Leonardo da Vinci for Kids*. Chicago, Illinois: Chicago Review Press, Incorporated.
- Hewitt, J. (2016). *Firebug*. Obtido de <https://addons.mozilla.org/pt-PT/firefox/addon/firebug/>
- HITLabNZ. (2016). *BuildAR*. Obtido de <http://www.buildar.org/>
- Immersion, T. (2016). *D'Fusion Studio*. Obtido de <http://www.t-immersion.com/products/dfusion-suite>
- Jarvis, S., & de Freitas, S. (2006). A Framework for Developing Serious Games to meet Learner Needs. *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*, (pp. 2742-2753).
- Jim. (2017). *OBS Studio*. Obtido de <https://obsproject.com/>
- Khronos group. (2016). *WebGL*. Obtido de <https://www.khronos.org/webgl/>
- Kolasinski, K. (2017). *Awesomebump*. Obtido de <http://awesomebump.besaba.com>
- Lameras, P., Petridis, P., Dunwell, I., Hendrix, M., Arnab, S., de Freitas, S., & Stewart, C. (2013). *A Game-based Approach for Raising Awareness on Sustainability Issues in Public Spaces*. Coventry University, Serious Games Institute, Coventry.
- Leitão, R. M. (2013). *Aprendizagem em jogos: Realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Expressão Gráfica e Audiovisual, Universidade Aberta.
- Lojaya, I. (02 de 2017). *Iksandi Lojaya*. Obtido de Iksandi Lojaya: <https://iksandi.com>
- Magoulas, G., Poulouvassilis, A., Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F., & de Freitas, S. (2010). Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world. *British Journal of Educational Technology*, 69-85.
- Mazzoni, D., & Dannenberg, R. (2016). *Audacity*. Obtido de <http://www.audacityteam.org/>
- Microsoft. (2016). *C#*. Obtido de <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/kx37x362.aspx>

- Microsoft. (2016). *XNA*. Obtido de <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=23714>
- Microsoft Developer Network. (2016). *Introduction to the C# Language*. Obtido de <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/z1zx9t92.aspx>
- Mojang. (2016). *Minecraft*. Obtido de <https://minecraft.net/pt/>
- Morgado, L. C. (Maio de 2011). Características e desafios tecnológicos virtuais no ensino. *Seminário de provas de agregação da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, (p. 78). Vila Real.
- Mozilla. (2016). *Mozilla Developer Network*. Obtido de <https://developer.mozilla.org/>
- Nobre, J. A. (2012). *A utilização das TIC como novas abordagens no ensino das artes visuais*. Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia, Universidade Aberta.
- Ogre team. (2016). *Ogre*. Obtido de <http://www.ogre3d.org/>
- Oh, K., & Nussli, N. (2014). Teacher training in the use of a three-dimensional immersive virtual world: Building understanding through first-hand experiences. *Journal of Teaching and Learning with Technology*, 33-58.
- Panda3D Development Team. (2016). *Panda3D*. Obtido de <https://www.panda3d.org/>
- Parasi, T. (2012). *WebGL: Up and running*. Cambridge: O'Reilly.
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., & Houghton, E. (2013). *Game-based learning: latest evidence and future directions*. NFER, NFER Research Programme: Innovation in Education.
- Silva, F., Rodrigues, N., Marcos, A. F., & Ferreira, M. J. (2009). *Sistema flexível de realidade aumentada de baixo custo com base em projecção estereoscópica*. Grupo Português de Computação Gráfica.
- TagGxdo team. (2016). *TagGxdo*. Obtido de <http://www.taggedo.com/>
- Team, C. S. (2016). *Crystal Space*. Obtido de http://www.crystalspace3d.org/main/Main_Page
- The GIMP Team. (2016). *Gimp*. Obtido de <https://www.gimp.org/>
- Total Immersion. (2016). *Stach*. Obtido de <http://www.t-immersion.com/ar-keywords/augmented-reality-sdk>
- Trimble. (2016). *Sketchup*. Obtido de <http://www.sketchup.com/>
- Unity. (2017). *Unity3D*. Obtido de <https://unity3d.com/pt/unity>

- Universidade Aberta. (2016). *AD ASTRA. 4º. Retiro Doutoral em média-arte digital*. Lisboa. Obtido de https://www2.uab.pt/guiainformativo/docs/WEB_LIVRO_RetiroDMAD2016.pdf
- Vale, J. (2017). *Projeto da Vinci*. Obtido de <https://prjdavinci.blogspot.pt/>
- Vale, J., Rodrigues, J., Sobrinho, J., & Battassini, M. J. (2015). *Exposição da Vinci*. Obtido de [Google Drive: https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_NldZTzJLQmxYSzA](https://drive.google.com/open?id=0BwHF2DyM29n_NldZTzJLQmxYSzA)
- Visual Computing Lab. (2016). *MeshLab*. Obtido de <http://meshlab.sourceforge.net/>
- Vivaty Studio. (2016). *Vivaty Studio*. Obtido de <http://www.web3d.org/projects/vivaty-studio>
- Vuforia. (2016). *Vuforia*. Obtido de <https://www.vuforia.com/>
- W3schools. (2017). *CSS*. Obtido de <http://www.w3schools.com/css/default.asp>
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. *Educational Technology Research and Development*, Vol. 53, No. 4 (2005), pp. 5-23.
- Web 3D Consortium. (2016). *VRML/X3D*. Obtido de <http://www.web3d.org/x3d-vrml-most-widely-used-3d-formats>
- World Wide Web Consortium. (2016). *W3C*. Obtido de <https://www.w3.org/Consortium/>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design*. Cambridge: O'Reilly.

ANEXOS

I. Tabelas comparativas das tecnologias estudadas

Tabela 18 - Tabela comparativa das tecnologias de edição 3D

	Vivaty Studio	Coopercube	Sketchup	Minecraft	Mineways	Crystal Space	Ogre	Delta3D
Custo	Free as a service for community	shareware 14 dias trail com nag screen, basic \$69, pro \$358	Make é free, Pro com trail \$695	24\$	Free as a service for community	Free, LGPL	Open source (MIT License)	GNU Lesser General Public License 2.1 (LGPL).
Fornecedor	www.web3d.org	www.ambierra.com	www.sketchup.com	www.minecraft.net	http://www.realtimerendering.com/erich/minecraft/public/mineways/	http://www.crystalspace3d.org/	http://www.ogre3d.org/	http://delta3dengine.org/
Sistemas Operativos suportados	Windows	Windows, MacOs	Windows, MacOs	Windows, MacOs, Linux	Windows	Windows, MacOs, Linux	Windows	Linux, Windows, OSX
Ultimo Update	2009	2016	2017	2017	2017	2012	2016	2016
Foco de utilização	Objectos, Mundos	Mundos	Objetos, Arquitetura	Mundos, Objetos	Exportação Objectos e Mundos	Objetos	Highly customisable, flexible scene management,	game and simulation engine.
Facilidade Utilização (0-5)	3	3	4	5	4	NA	NA	NA
Doc Disponível (0-5)	2	3	4	5	4	2	4	2
Formatos exportados	X3D, Vrlm, H-Anim	Alias Wavefront Maya (.obj) COLLADA (.xml, .dae) Irrlicht static meshes (.irrmesh) Irrlicht scenes (.irr) STL meshes (.stl)	CAD files*.dwg, .dxf Image files*.jpg, .png, .tif, .bmp, .psd, .tga, .pdf, .eps COLLADA files*.dae 3D Studio (3DS) files*.3ds FBX files*.fbx Google Earth files*.kmz OBJ files*.obj VRML files*.vrl XSI files*.xsi"	Via Mineways: Blender, Cinema4D, Maya, 3DS MAX, Shapeways, Sculpteo, Sketchfab	Blender, Cinema4D, Maya, 3DS MAX, Shapeways, Sculpteo, Sketchfab	COLLADA (.xml, .dae)	NA	NA
Formatos importados	wrl, x3d, x3dv, dae, jt, plmxml, gml, xml	AutoCAD exchange files (.dxf), 3D Studio ASE files (.ase) 3D Studio meshes (.3ds), Alias Wavefront Maya (.obj) B3D files (.b3d), Blender files (.blend) Cartography shop 4 (.csm), COLLADA (.xml, .dae) DeleD (.dmf), FSRad oct (.oct) FBX (.fbx), Irrlicht static meshes (.irrmesh) Lightwave 3D meshes (.lwo), Microsoft DirectX (.x) Milkshape (.ms3d), My3DTools 3 (.my3D) OGRE meshes (.mesh), Pulsar LMTTools (.lmts) Quake 3 levels (.bsp), Quake 2 models (.md2) Raw heightmaps (.raw), 16 bit raw heightmaps (.r16) Floating point raw heightmaps (.r32), STL meshes (.stl) Stanford Polygon Lib files (.ply), Truespace files (.cob and .scn)	CAD files*.dwg, .dxf Image files*.jpg, .png, .tif, .bmp, .psd, .tga, .pdf, .eps COLLADA files*.dae 3D Studio (3DS) files*.3ds Digital elevation models (DEM files).dem, .ddf	NA	NA	NA	3dsMax, blender	NA
Plataformas exportadas	X3D, Web com plugin	WebGL websites (.html) Windows (.exe) apps Mac OS X (.app) apps Android (.apk) apps Flash websites (.swf)	Só objectos	NA	Blender, Cinema4D, Maya, 3DS MAX, Shapeways, Sculpteo, Sketchfab	NA	OGRE supports Windows (all major versions), Linux, OSX, Android, iOS, Javascript (via EMScipten), Windows Phone (Sponsored by Microsoft) and WinRT. Furthermore OGRE was ported to PS3 and Xbox360 for several titles.	NA

Tabela 19 - Tabela comparativa das tecnologias de edição 3D

	CryENGINE 3	Away3D	Maya	3DS Studio Max	Panda3D	XNA Game Studio	Blender3D	Unity3D	Meshlab
Custo	50\$/mes mínimo	Open source, Apache licence 2.0	Trail 30 dias, free student 3 anos, 200euros/mes	Trail 30 dias, free student 3 anos, 200euros/mes	Opensource Modified BSD License	Free	Free and open source	Free (Personal), 32/mes (plus), 115/mes professional	Open source
Fornecedor	https://www.cryengine.com/	http://away3d.com/	http://www.autodesk.com/products/maya/	http://www.autodesk.com/products/3ds-max/	https://www.panda3d.org/	https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff576659.aspx	https://www.blender.org/features/	https://unity3d.com/pt	http://www.meshlab.net/
Sistemas Operativos suportados	Windows	Flash	Windows, MacOS, Linux	Windows	Windows, linux	Windows	Windows, Linux, MacOS	Windows, MacOS, Linux (beta)	Windows, MacOS
Ultimo Update		2017	2014	2017	2016	2010	2017	2017	2016
Foco de utilização	Mundos, Objetos		Objetos, animação	3D modeling and rendering tools	game development	integrated development environment (IDE) for building video games on the Microsoft XNA platform	Game builder, Video editor, Modeling, Animation, Sculpting	Game builder, Modeling, Animation,	processing and editing 3D triangular meshes.
Facilidade Utilização (0-5)	NA	NA	=unity	NA	NA		2	4	4
Doc Disponível (0-5)		3	=unity	NA	NA		2	5	4
Formatos exportados	NA	Flash	ma,mb,mel,fbx,dae,abc,obj,iv,mov,edirMA,editMB,ctp,bullet,grp,rtg,anim,apf,flt	Al,abc,wire,ase,dfx,dwf,fbx,iges,s,ftl,sat,sti,obj	p3d	NA	Alembic, 3D Studio (3DS), COLLADA (DAE), Filmbox (FBX), Autodesk (DXF), Wavefront (OBJ), DirectX (x), Lightwave (LWO), Motion Capture (BVH), SVG, Stanford PLY, STL, VRML, VRML97, X3D.	NA	.3ds, 3D Studio format; .collada, open XML standard for 3D data exchange; .obj, Wavefront object format; .off, GEOMVIEW Object File Format; .ply, the Stanford triangle mesh format; .stl, the stereolithography format, ASCII or binary; .dxf; .u3d; .vrml, a virtual reality format;
Formatos importados	NA	NA	ma,mb,mel,iges,it,sat,stp,step,sti,iam,itm,cat,nx,fbx,dae,abc,dfx,dwg,model,cat-product,ipt,anim,apf,obj,iges,editMA,editMB,wire,jt,prt.*_wire,stp,slprt,iv,csb,mov,eps,ai,flt,sti,prt	sat,al,wire,apf,catvia_v4,catvia_v5,dfx,ipt,iam,rvt,fbx,iges,jt,prt,asm,sat,skp,sldptr,sldasm,step,sti,shp,prt,obj	NA	NA	Alembic, 3D Studio (3DS), COLLADA (DAE), Filmbox (FBX), Autodesk (DXF), Wavefront (OBJ), DirectX (x), Lightwave (LWO), Motion Capture (BVH), SVG, Stanford PLY, STL, VRML, VRML97, X3D.	.FBX, .dae (Collada), .3DS, .dxf and .obj, Max, Maya, Blender, Cinema4D, Modo, Lightwave & Cheetah3D files, e.g. .MAX, .MB, .MA etc.	.3ds, 3D Studio format; .collada, open XML standard for 3D data exchange; .obj, Wavefront object format; .off, GEOMVIEW Object File Format; .ply, the Stanford triangle mesh format; .stl, the stereolithography format, ASCII or binary;
Plataformas exportadas	Oculus Rift Windows PC Linux PC Xbox One Playstation 4	Flash	NA	NA	p3d	Windows Phone, the Xbox 360 console, and Windows-based computers	NA	tvOS, TV Android e Samsung Smart TV, WebGL, PS4,Xbox One, PlayStation Mobile, PlayStation Vita e Wii U, Windows, Linux, Mac, facebook, Oculus Rift, Gear VR, Playstation VR, Microsoft HoloLens, Steam VR / Vive e Google Daydream, Android, iOS, Windows Phone, Tizen e Fire OS	NA

Tabela 20 - Tabela comparativa das tecnologias AR e tratamento multimédia

	ARToolkit	BuildAR	D'fusion Studio	Vuforia	CrazyBump	Awesomebump	Firebug	GIMP	Audacity
Custo	Open Source (LGPLv3)	Trial, full 629\$	Not Free	Free desenvolvimento, 550\$ versão pro	Trial, 99\$ personal	Free, Open Source	Free, Open source	Free, Open source	
Fornecedor	https://artoolkit.org/	http://www.buildar.co.nz/	http://www.t-immersion.com/products/dfusion-suite/dfusion-studio	https://developer.vuforia.com/	http://crazybump.com/	http://awesomebump.besaba.com	http://getfirebug.com/	https://www.gimp.org/	http://www.audacityteam.org/
Sistemas Operativos suportados	Windows, Linux, OS X, IOS, Android	NA	Windows, Mac OS, Linux, IOS and Android	NA	Windows, Mac	Windows, IOS, Linux	Firefox addon	Windows, IOS, Linux	Windows, IOS, Linux
Ultimo Update	2016	2012	NA	2016	2016	2016	2016	2017	2016
Foco de utilização	develop augmented reality applications	develop augmented reality applications	develop augmented reality applications	develop augmented reality applications	designed to generate normal, height, specular or ambient occlusion from a single image	designed to generate normal, height, specular or ambient occlusion, roughness and metallic textures from a single image	web development tool	Image Manipulation Program	cross-platform audio software for multi-track recording and editing
Facilidade Utilização (0-5)	3	NA	NA	3	4	4	3	3	3
Doc Disponível (0-5)	3	1	NA	3	3	3	2	3	3
Formatos exportados	Unity	NA	NA	Unity	NA	NA	NA	NA	NA
Formatos importados		Na	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Plataformas exportadas	NA	NA	NA	multiple platforms (iOS, Android and UWP) and mobile devices (phones and tablets)	NA	NA	NA	NA	NA

II. Questionário em Papel – 1.ª Versão



Este questionário visa recolher informação, para um estudo a efetuar no âmbito de uma tese de mestrado, sobre a utilização de explorações virtuais, na elaboração de conteúdos educativos. Está garantido o anonimato e a confidencialidade dos resultados.

Inquérito

Responde a todas as perguntas.

I – Dados pessoais:

1. Nome: _____
2. Ano escolaridade: _____
3. Idade: _____
4. Sexo: Masculino
 Feminino

II – Equipamento informático:

1. Possui computador próprio?
 - a. Não.
 - b. Sim. Idade do equipamento: _____
2. Possui Tablet próprio?
 - a. Não.
 - b. Sim. Idade do equipamento: _____
3. Possui Consolas de jogos próprias?
 - c. Não.
 - d. Sim. Idade do equipamento: _____

III – Utilização de dispositivos:

1. Utilizas o computador essencialmente para:
 - a. Fazer os trabalhos escolares.
 - b. Jogar.
 - c. Navegar na Internet.
 - d. Ver vídeos ou ouvir música.
 - e. Quantas horas, por dia, utilizas o computador? _____

2. Utilizas o Tablet essencialmente para:
- a. Fazer os trabalhos escolares.
 - b. Jogar.
 - c. Navegar na internet.
 - d. Ver vídeos ou ouvir música.
 - e. Quantas horas, por dia, utilizas o Tablet? _____

IV – Preferências:

1. Sabes o que são jogos virtuais ou jogos 3D?
- a. Não.
 - b. Sim.
2. Qual é o jogo que mais gostas de jogar? _____
3. Onde jogas o teu jogo preferido
- a. Playstation
 - b. Nintendo
 - c. Computador
 - d. Tablet.
 - e. Outro
4. Alguma vez jogas-te um jogo para aprender?
- a. Não.
 - b. Sim. Onde? _____
Qual? _____



Avaliação do Protótipo “Explorações virtuais”

Este questionário visa avaliar a usabilidade do protótipo “Explorações virtuais”, não é uma ficha, pretende-se apenas saber a tua opinião e não existem respostas erradas.

Atividade em 3D

1. Aparência do ambiente gráfico da exploração virtual

a. O que achaste dos desenhos e animações?

- Horríveis
- Maus
- Bons
- Excelentes

b. O que achaste das cores?

- Horríveis
- Más
- Boas
- Excelentes

c. O que achaste dos sons?

- Horríveis
- Maus
- Bons
- Excelentes

2. Usabilidade

a. Qual o número do computador que usas-te?

- 1 2 3 4
- 5 6 7 8

b. Qual o botão que usas-te para jogar?

- Mais Bonito
- Mais rápido
- Os dois

c. Conseguieste perceber o que representavam os desenhos virtuais?

- Sim
- Não O quê? _____

- d. A navegação através do rato é fácil?
- Sim
- Não
- e. A navegação através do teclado é fácil?
- Sim
- Não
- f. Estava lento o jogo?
- Sim
- Não
- g. Os trajetos para as atividades são fáceis de percorrer?
- Sim
- Não
- h. Qual foi o primeiro obstáculo que encontras-te na navegação da atividade?
- _____
- i. Indica outros obstáculos:
- _____
- j. O que gostaste na exploração virtual?
- Subir à montanha
- Voar no paraquedas
- Apanhar as flores
- Outro: _____
- k. O que não gostaste exploração virtual?
- Subir à montanha
- Voar no paraquedas
- Apanhar as flores
- Outro: _____

Aprendizagem

1. Quanto tempo demoras-te a apanhar a primeira flor-de-lis?
 - Menos que 1 minuto
 - Entre 1 minuto e 5 minutos
 - Mais que 5 minutos
2. Sabes como o paraquedas consegue pairar?
 - Sim
 - Não
3. Sabes como a ponte se aguenta com pesos?
 - Sim
 - Não
4. Percebes o que é desenhar em perspetiva?
 - Sim
 - Não
5. Sabes desenhar um cubo no papel com o Leonardo da Vinci?
 - Sim
 - Não
6. Sabes montar um cubo ou prisma?
 - Sim
 - Não
7. O que aprendes-te com este jogo?
 - Nada
 - Alguma coisa, o quê? _____
8. O que gostas mais,
 - Aprender com uma exploração virtual
 - Aprender com os livros
9. Gostavas de voltar a jogar este jogo?
 - Sim
 - Não

Oficina

1. Desenhar o cubo em perspetiva no papel foi ...

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

2. Fazer o paraquedas foi ...

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

3. Construir a ponte de Leonardo foi ...

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

4. Construir um cubo ou prisma foi ...

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

III. Certificados de presença



IV. Questionário em Papel – 2.ª Versão



Questionário

Este questionário visa recolher informação, para um estudo a efetuar no âmbito de uma tese de mestrado, sobre a utilização de explorações virtuais, na elaboração de conteúdos educativos. Está garantido o anonimato e a confidencialidade dos resultados.

I. Dados pessoais

Idade: _____ Computador: _____

Sexo: Feminino
 Masculino

1. Experiencia multimédia

- Sabes o que são jogos virtuais? Sim Não
- Alguma vez jogaste um jogo para aprender? Sim Não
- Navegas na internet com o Computador ou Tablet? Sim Não
- Estudas no Computador ou no Tablet? Sim Não
- Jogas Computador ou Tablet? Sim Não
- Ouves música ou vês vídeos no Computador ou Tablet? Sim Não

II. Avaliação da exploração virtual

1. Design

- Como são as cores? Horríveis Maus Bons Excelentes
- Como são os desenhos? Horríveis Maus Bons Excelentes
- Como são as animações? Horríveis Maus Bons Excelentes
- Como são os sons? Horríveis Maus Bons Excelentes

2. Usabilidade

- Explorar com o rato foi fácil? Sim Não
- Explorar com o teclado foi fácil? Sim Não
- Apanhaste o Lírio em menos de 3 minutos? Sim Não
- Os trajetos foram fáceis de percorrer? Sim Não
- Durante a exploração nunca estiveste bloqueado? Sim Não

3. Jogabilidade

- Encontrar os lírios foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Subir a montanha foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Apanhar os bambus e tábuas foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Atravessar as pontes foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

4. Performance

- O jogo estava rápido? Sim Não
- A percentagem foi menor que 75%? Sim Não
- A percentagem foi menor que 50%? Sim Não
- A percentagem foi menor que 25%? Sim Não

III. Avaliação dos conhecimentos

1. Ficaste a saber como ...

- O paraquedas paira no ar? Sim Não
- A ponte se aguenta com peso? Sim Não
- Se desenha um cubo no papel? Sim Não
- Se monta um prisma? Sim Não
- Desenhar em perspetiva? Sim Não
- São as forças da física? Sim Não
- Funciona a aerodinâmica? Sim Não

2. Na workshop

- Desenhar o cubo foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Fazer o paraquedas foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Construir a ponte foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil
- Construir o prisma ou cubo foi ... Muito Difícil Difícil Fácil Muito fácil

3. Avaliação global

- Gostaste de jogar? Sim Não
- Aprendeste alguma coisa? Sim Não
- Gostaste das tarefas manuais? Sim Não
- Gostas de aprender com a realidade virtual? Sim Não
- Voltavas a jogar este jogo? Sim Não

V. Pedidos de autorização



Pedido de autorização para a realização de atividades com o seu educando

No âmbito de um projeto de mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web da Universidade Aberta, o aluno Júlio Miguel Guerreiro do Vale, sob a orientação técnico-científica do Professor Doutor Vítor José Crêspo Cardoso, docente do departamento de Ciências e Tecnologia da Universidade Aberta, pretende efetuar um conjunto de tarefas com um grupo de alunos da escola EB1/JI Aldeia de Paio Pires.

As tarefas previstas decorrerão durante o 1º período deste ano letivo: 2016/2017, com um grupo de alunos previamente selecionados. Estas tarefas têm um carácter pedagógico e não implicam a alteração da planificação das atividades estabelecidas no calendário escolar.

Com recurso a material informático disponibilizado, os alunos irão realizar atividades pedagógicas desenvolvidas em ambientes 3D. Durante e no final das atividades, os alunos serão observados e questionados sobre a funcionalidade desses novos ambientes.

Assim, solicito a sua autorização para permitir que o seu educando possa participar neste projeto, comprometendo-me desde já, a garantir o anonimato e assegurar que os dados recolhidos serão usados unicamente no âmbito deste projeto.

Agradeço a colaboração de V. Ex.ª, solicito que assine a seguinte declaração, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os meus cordiais cumprimentos,

Seixal, __ de _____ de 2016

(A Professora)

X

Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a), _____, a participar a participar nas atividades pedagógicas desenvolvidas em ambientes 3D conduzidas pelo professor _____.

Data: ___/___/2016

Assinatura: _____

Júlio Miguel Guerreiro do Vale

Rua [REDACTED]
[REDACTED]



Exma. Senhora Diretora do
Agrupamento de Escolas Dr. António Augusto Louro

No âmbito do meu trabalho de mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web da Universidade Aberta, proponho-me efetuar um projeto de investigação na área das tecnologias 3D com o tema “Explorações Virtuais”, sob orientação do Professor Doutor Vítor José Crêspo Cardoso.

Esta investigação visa desenvolver uma aplicação de realidade virtual interativa com objetivos pedagógicos e de divulgação sobre a vida e obra de Leonardo Da Vinci que contribua para motivar os estudantes no sentido da aprendizagem da história das técnicas e seja útil na divulgação da obra de Leonardo, um marco fundamental na história das técnicas e da tecnologia.

O produto desta investigação materializar-se-á num percurso virtual com características de jogo sério onde os utilizadores/visitantes contactam de forma dinâmica com uma seleção de conteúdos interativos, objetos virtuais e personagens com que interagem de várias formas. Na conceção serão usadas técnicas de realidade virtual, de realidade aumentada e conteúdos multimédia ajustados aos tipos de públicos-alvo definidos (crianças/jovens do ensino básico) para testar o produto final.

Assim, para a realização deste estudo prevemos promover uma sessão de avaliação da usabilidade e das funcionalidades dos ambientes gráficos e respetivos conteúdos educativos com um grupo de alunos previamente selecionados.

Vimos deste modo, solicitar a Vossa Ex.ª se digne autorizar a participação dos alunos da escola EB1/JI Aldeia de Paio Pires, de forma a podermos desenvolver o nosso estudo. As sessões serão realizadas fora ou dentro das atividades letivas e com o consentimento dos respetivos professores e encarregados de educação. Os dados recolhidos e a sua utilização futura não revelarão a identidade dos alunos e serão totalmente confidenciais.

À superior consideração de Vossa Ex.ª

Universidade Aberta, 7 de Novembro de 2016