



**MÓNICA ISABEL  
MARTINS RIBEIRO**

**EXPLORAÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS PARA  
SERIOUS GAMES**

**A motivação para a aprendizagem não-formal das  
ciências**





**MÓNICA ISABEL  
MARTINS RIBEIRO**

**EXPLORAÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS PARA  
SERIOUS GAMES**

**A motivação para a aprendizagem não-formal das  
ciências**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação Multimédia, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Veloso, Professora Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro



Dedico este trabalho à minha mãe, Custódia Martins, e ao meu namorado, Telmo Matos, pelo incansável apoio.

Para vocês.



## **o júri**

Presidente

**Prof. Doutor Pedro Alexandre Ferreira dos Santos Almeida**  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Ana María Amorós Pons**  
Professora Titular da Universidade de Vigo

**Prof. Doutora Ana Isabel Barreto Furtado Franco de Albuquerque Veloso**  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro



## **Agradecimentos**

A realização da presente investigação foi possível graças ao contributo de algumas pessoas que passo a referir:

Aos meus pais, Custódia Martins e António Pereira, ao meu namorado, Telmo Matos, e amigas, em especial, Guida Gaião, Maria João Santos, Paula Duarte, Maria João Pinheiro e Marília Bajouca, que me apoiam incondicionalmente.

À Professora Doutora Ana Veloso pela orientação e partilha de conhecimento e pela presença ativa ao longo de todo o percurso de investigação e desenvolvimento.

À professora Sara Matias, responsável pela turma de 1º CEB da Escola EB 1 de Gouxaria, pelo apoio e participação no estudo.

À turma de 1º CEB da Escola EB1 de Gouxaria e respetivos encarregados de educação, pela colaboração no projeto e pela forma alegre e divertida com que me receberam.

Obrigada.



## palavras-chave

Criança, jogo, *Serious Games*, instalações, biodiversidade, *participatory design*

## Resumo

A presente dissertação tem como objetivo explorar novos paradigmas para *Serious Games* em interface tangível, com vista a promover a aprendizagem não formal das ciências junto de crianças dos 5 aos 12 anos de idade. É composta por uma vertente teórica que enquadra o trabalho e uma vertente mais prática, onde é desenvolvido o jogo através da metodologia *participatory design*, posteriormente avaliado com recurso à metodologia observacional. É também proposta uma reformulação no design da instalação multimédia interativa *IMP.cubed*, projeto da Universidade de Aveiro em parceria com a Universidade de Concordia, Montreal, Canadá.

Neste contexto, esta dissertação abrange uma vasta panóplia de áreas do conhecimento, nomeadamente: a) as teorias da aprendizagem, que ajudam a caracterizar o público-alvo; b) as teorias de jogos e *Serious Games*, que apoiam no desenvolvimento do jogo; c) o design de jogos e de instalações multimédia, que permitem a execução.

Uma avaliação preliminar das sessões de *participatory design* revelou que as crianças se sentem bastante participativas aquando envolvidas num projeto deste género. Paralelamente, é mais fácil ir ao encontro das suas expectativas conhecendo-as à partida. A avaliação final do protótipo revelou fragilidades na tecnologia, mas elevadas potencialidades para a motivação na aprendizagem não formal das ciências e outras áreas que se possam vir a adicionar na instalação.



**Keywords**

Children, game, Serious Games, instalations, biodiversity, participatory design

**Abstract**

The present thesis has the main aim to explore new paradigms for Serious Games in tangible interfaces, in order to promote non-formal scientific learning among children from ages 5 to 12 years old. It is composed of both a theoretical and also practical model, where a game is developed through a participatory design methodology, then evaluated with the use of an observational method. It is also suggested an intervention in renovating the design of the interactive multimedia installation IMP.cubed, a project of the University of Aveiro in partnership with Concordia University, Montreal, Canada.

In this context, this work covers a wide range of knowledge areas, that includes: a) learning theories that help to portray the target audience, b) game and Serious Games theories, which support the development of the game; c ) the design of game and multimedia installations which allows its execution.

A preliminary assessment of participatory design sessions revealed that children feel pretty much involved in a project of this kind. Moreover, it is easier to meet their expectations knowing them in advance. The final evaluation of the prototype has highlighted weaknesses in the technology used, but high potential for motivation in non-formal scientific learning and other areas that might be supplementary in these types of installations.



## ÍNDICE

ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE FIGURA.....	iii
ÍNDICE DE TABELAS .....	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	v
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	vi
CAPÍTULO I .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO .....	2
1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	2
1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	3
1.4. MOTIVAÇÕES PESSOAIS .....	7
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	7
CAPÍTULO II .....	9
2. CRIANÇA .....	9
2.1. PERSPETIVAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO INFANTIL .....	9
2.2. O DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL, SOCIAL E MOTOR NA CRIANÇA DOS 5 AOS 12 ANOS DE IDADE 15 .....	9
CAPÍTULO III .....	17
3. O JOGO .....	17
3.1. DEFININDO OS JOGOS.....	17
3.2. CONTRIBUTO DO JOGAR E DO BRINCAR PARA O DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA.....	18
3.3. TIPOS DE JOGOS .....	19
3.4. GAME DESIGN .....	26
3.5. GAME EXPERIENCE .....	31
CAPÍTULO IV .....	43
4. INSTALAÇÕES .....	43
4.1. TIPOS DE INSTALAÇÕES .....	43
4.2. DESIGN DE INSTALAÇÕES PARA CRIANÇAS .....	45
4.3. FORMAS DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES.....	50
4.4. LOCAIS DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES: MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS .....	52
4.5. ARTE E CIÊNCIA: A DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES.....	54
4.6. A INSTALAÇÃO IMP.CUBED .....	55
COMENTÁRIOS FINAIS .....	59
CAPÍTULO V .....	63
5. DESENVOLVIMENTO DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA.....	63
5.1. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	63
5.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	64
5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS .....	68
5.4. CALENDARIZAÇÃO DE RECOLHA DE DADOS.....	71
5.5. SESSÕES .....	73
5.6. DESENVOLVIMENTO DO JOGO .....	80
CAPÍTULO VI .....	85
6. APRESENTAÇÃO; ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	85
6.1. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	85
6.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	101
CAPÍTULO VII .....	103
7. COMENTÁRIOS FINAIS / CONCLUSÕES .....	103
7.1. CONFRONTAR HIPÓTESES E OBJETIVOS .....	103
7.2. REFLEXÃO CRÍTICA .....	106
7.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	106
7.4. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO .....	107
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	108
ANEXOS .....	116
ANEXO I – DESENHOS DAS PERSONAGENS ELABORADOS PELAS CRIANÇAS .....	117
ANEXO II – DESENHOS DO EXPLOGADOR ELABORADOS PELAS CRIANÇAS .....	118
ANEXO III – ECRÃS DA APLICAÇÃO “EXPLOGADOR” .....	119

ANEXO IV – ORÇAMENTO PARA INSTALAÇÃO IMP.CUBED .....	120
ANEXO V – CARTA ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO .....	121
ANEXO VI – DIÁRIO DE BORDO .....	122
ANEXO VII – INQUÉRITO ENTREVISTA INICIAL.....	123
ANEXO VIII – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL .....	124
ANEXO IX – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO.....	125
ANEXO X – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL AVALIAÇÃO .....	126
ANEXO XI – RESPOSTAS INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL AVALIAÇÃO .....	127
ANEXO XII – VÍDEOS FINAIS .....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Modelo de Análise.....	5
<b>Figura 2:</b> Pirâmide das necessidades de Maslow (fonte: <a href="http://en.wikiversity.org">http://en.wikiversity.org</a> ).....	34
<b>Figura 3:</b> Estado de <i>Flow</i> , adaptado de Csikszentmihalyi (1988).....	35
<b>Figura 4:</b> Modelo de Design de Jogos Educacionais (Ibrahim & Jaafar, 2009).....	38
<b>Figura 5:</b> Modelo Sensory Immersion, Challenge-Based Immersion and Imaginative Immersion (Ermi & Mayra, 2005).....	40
<b>Figura 6 -</b> Modelo Contínuo de Participação <i>Informant Design; Balanced Design; Facilitated Design</i> (fonte: Read et al., 2002).....	48
<b>Figura 7:</b> <i>IMP</i> .....	56
<b>Figura 8:</b> <i>IMP</i> .....	56
<b>Figura 9:</b> Clip <i>IMP.cubed</i> <b>Figura 10:</b> Peças <i>IMP.cubed</i> .....	58
<b>Figura 11:</b> Disposição dos elementos na sala ao longo da sessão de avaliação.....	66
<b>Figura 12:</b> Desenho elaborado por uma criança.....	76
<b>Figura 13:</b> Desenho elaborado por uma criança.....	76
<b>Figura 14:</b> Desenho trabalhado digitalmente.....	76
<b>Figura 15:</b> Desenho trabalhado digitalmente.....	76
<b>Figura 16:</b> Protótipo da instalação <i>IMP.cubed</i> em plasticina.....	77
<b>Figura 17:</b> Protótipo das peças de jogo em plasticina.....	77
<b>Figura 18:</b> Criança em atividade "post-it".....	77
<b>Figura 19:</b> Criança simula situação de interação.....	77
<b>Figura 20:</b> Desenho "Explogador" elaborado pelas crianças.....	79
<b>Figura 21:</b> Desenho "Explogador" elaborado pelas crianças.....	79
<b>Figura 22:</b> Desenho digital do "Explogador".....	79
<b>Figura 23:</b> Desenho digital do "Explogador".....	79
<b>Figura 24:</b> Teste de protótipo.....	80
<b>Figura 25:</b> Teste de protótipo.....	80
<b>Figura 26:</b> Ecrã inicial "Explogador".....	82
<b>Figura 27:</b> Ecrã de seleção de avatar.....	82
<b>Figura 28:</b> Instalação em HPL.....	84
<b>Figura 29:</b> Instalação em PVC.....	84
<b>Figura 30:</b> Instalação em tubo galvanizado forrado a letherette.....	84

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Síntese das fases de desenvolvimento do ego, segundo Erikson (1976a, p. 227-253)..	10
<b>Tabela 2:</b> Síntese dos estádios do desenvolvimento, segundo Piaget (1964, 1990).....	12
<b>Tabela 3:</b> Elementos da definição de jogo (adaptado de Salen & Zimmerman, 2004 e Rocha, 2009).....	17
<b>Tabela 4:</b> Caracterização da amostra A.....	67
<b>Tabela 5:</b> Caraterização da amostra B .....	67
<b>Tabela 6:</b> Calendarização de sessões de PD.....	72
<b>Tabela 7:</b> Exemplo de registo de ideias de design.....	78
<b>Tabela 8:</b> Dificuldades sentidas.....	85
<b>Tabela 9:</b> Forma de jogo.....	97
<b>Tabela 10:</b> Grelha de observação.....	98
<b>Tabela 11:</b> Ocorrências no discurso .....	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Opiniões sobre o conceito de brincar.....	86
<b>Gráfico 2:</b> Opiniões sobre o conceito de jogar.....	86
<b>Gráfico 3:</b> Hábitos após a escola.....	87
<b>Gráfico 4:</b> Prática de desporto.....	87
<b>Gráfico 5:</b> Frequência de brincadeira .....	88
<b>Gráfico 6:</b> Tipos de brincadeira .....	88
<b>Gráfico 7:</b> Preferências de brincadeira .....	88
<b>Gráfico 8:</b> Frequência de jogos de tabuleiro, cartas e peças .....	89
<b>Gráfico 9:</b> Tipos de jogos de tabuleiro, cartas e peças.....	89
<b>Gráfico 10:</b> Frequência de jogos de rua .....	89
<b>Gráfico 11:</b> Tipos de jogos de rua .....	89
<b>Gráfico 12:</b> Frequência de videojogos .....	90
<b>Gráfico 13:</b> Tipos de videojogos.....	90
<b>Gráfico 14:</b> Preferências de jogo .....	90
<b>Gráfico 15:</b> Preferências de jogo .....	90
<b>Gráfico 16:</b> Frequência de uso de tecnologias para jogar .....	91
<b>Gráfico 17:</b> Locais de uso de tecnologias para jogar.....	91
<b>Gráfico 18:</b> Consolas possuídas.....	91
<b>Gráfico 19:</b> Participação no projeto "Explogador".....	92
<b>Gráfico 20:</b> Motivação após o projeto "Explogador" .....	92
<b>Gráfico 21:</b> Frequência de uso de tecnologias para jogar (inquérito final) .....	93
<b>Gráfico 22:</b> Frequência de uso de tecnologias para jogar (inquérito inicial) .....	93
<b>Gráfico 23:</b> Participação no projeto "Explogador".....	94
<b>Gráfico 24:</b> Interesse nas atividades realizadas .....	95
<b>Gráfico 25:</b> Preferência de atividades .....	96
<b>Gráfico 26:</b> Palavras sobre o projeto "Explogador" .....	96
<b>Gráfico 27:</b> Opinião sobre níveis do jogo .....	96
<b>Gráfico 28:</b> Preferências de níveis de jogo .....	96
<b>Gráfico 29:</b> Forma de jogo.....	97

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ARCS – Atenção, Relevância, Confiança, Satisfação

CEB – Ciclo do Ensino Básico

CETAC.MEDIA – Centro de Estudos das Tecnologias e Ciências da Comunicação

*DPI – Dots per inch*

EB – Ensino Básico

EE – Encarregados de Educação

*EG – Educational Games*

*EOS – Electro-Optical System*

*HD – High Definition*

*HPL – High Pressure Laminate*

*IMP – Interactive Multimedia Playroom*

*IMP.cubed – Interactive Magic Places, People and Practices*

*MDA – Mechanichs, Dynamics and Aesthetics*

*NESTAR - Network of Exploratory Spaces for Temporal Arts*

*PD – Participatory Design*

*PDA – Personal Digital Assistant*

*PICTIVE – Plastic Interface for collaborative technology through video exploration*

*PVC - Polyvinyl chloride*

*QR-Code – Quick Response Code*

*SG – Serious Games*

*TUI –Tangible User Interface*

*UCD – User Centered Design*

*UGC – User Generated Content*

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

2D – Duas dimensões

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as crianças passam muitas horas na escola, restando-lhes pouco tempo para brincar. De acordo com um estudo realizado na Universidade do Porto, uma criança em idade escolar trabalha em média 9 horas por dia, “o exato equivalente ao trabalho profissional de vida de um adulto” (Araújo, 2004, p.83). O aumento do número de horas na escola não tem evoluído em paralelo com o interesse pelas matérias escolares, registando-se, pelo contrário, um insucesso nas aprendizagens e um crescente desinteresse pela escola (Sim-Sim, 2010, p. 113).

Paralelamente, estando a criança muitas horas no interior da escola, além de ter uma disponibilidade para brincar bastante restrita, tem também pouco tempo para conviver com outros tipos de educação, como é o caso da educação não-formal – programas menos hierárquicos e rígidos de ensino (Gadotti, 2005), como por exemplo as visitas de estudo guiadas – ou educação informal – que acontece de forma espontânea, no contacto com adultos, ou através da assimilação de informação de jogos, vídeos, televisão, livros, entre outros (Pinto, 2005). Além disso, são também cada vez menos as oportunidades para conviver com outras crianças em ambientes fora da escola, algo essencial para o processo de socialização na infância. Acresce ainda a questão do sedentarismo infantil, resultado de uma diminuição dos níveis de mobilidade e autonomia das crianças, o que impede a vivência de experiências próprias da idade, associadas ao jogo e à atividade física (Neto, 2001).

Tendo em conta estas questões, urge a criação de ferramentas que permitam à criança exercer o seu direito de brincar livremente (declarado na Convenção Internacional dos Direitos da Criança, artigo 31º), de preferência promovendo simultaneamente a motivação para a aprendizagem em ambiente não-formal, a socialização e a mobilidade.

As instalações multimédia de interface tangível ou realidade aumentada que têm vindo a surgir nos últimos anos em espaços públicos (como Museus e Centros de Ciências) são um exemplo de ferramenta que permite a persecução de objetivos lúdicos e sociais (brincar em grupo), ao mesmo tempo que promovem a movimentação livre das crianças. Contudo, a utilização de jogos educativos que incentivem a motivação para a aprendizagem não-formal através deste tipo de interfaces não está ainda suficientemente explorada.

### 1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

É neste contexto que se coloca o problema de investigação do presente projeto. Assim, pretende-se desenvolver um *Serious Game* para a instalação multimédia *IMP.cubed*, que promova a motivação para a aprendizagem não-formal e colaborativa junto de crianças dos 5 aos 12 anos de idade, de modo a que se possa avaliar as potencialidades desta ferramenta para a motivação na aprendizagem das ciências. Outros aspetos de interesse (nomeadamente a socialização e a mobilidade) serão referidos apenas de uma forma breve, dado que não é possível a sua contemplação numa investigação deste âmbito, quer por motivos de espaço, quer de tempo.

O ponto central do projeto em termos práticos diz respeito à fase de conceção (uma vez que segue a metodologia de investigação de desenvolvimento), fase na qual se pretende o envolvimento ativo do utilizador final (neste caso, as crianças). O *participatory design*, como mecanismo de promoção do envolvimento dos utilizadores no processo de design, revela-se como a ferramenta ideal para o alcance destes objetivos, nomeadamente porque se traduz numa oportunidade para os utilizadores influenciarem o processo de design (Shneiderman & Plaisant, 2010). Contudo, segundo estes autores, um maior envolvimento significa igualmente mais custos e provavelmente um período de implementação mais alargado, o que faz com que seja evitado pelos investigadores. Existem também algumas limitações na utilização da metodologia de *participatory design* com crianças (Alborzi et al., 2000; Taxen et al., 2001), dado que, por exemplo, existe uma estrutura de poder entre as crianças e os professores. Apesar de se tratar de um processo difícil de levar a cabo, vários investigadores defendem que o uso do *participatory design* com crianças traz uma mais-valia a todo o projeto desenvolvido (Read et al., 2002).

### 1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

No seguimento do problema de investigação anteriormente apresentado, este estudo tem como principal finalidade perceber se a utilização de um jogo do tipo *Serious Game* numa instalação de interface tangível em ambiente não-formal promove a motivação para a aprendizagem das ciências junto das crianças dos 5 aos 12 anos de idade. Além disso, pretende-se relevar o contributo do envolvimento destas crianças (utilizadores finais) no processo de conceção e desenvolvimento. Desta forma, será concebido um jogo do tipo *Serious Game* em colaboração com o público-alvo do projeto, que participará também no redesign da instalação. O jogo será posteriormente prototipado e testado com o intuito de avaliar o seu contributo para a motivação dos utilizadores.

Este projeto visa assim a persecução de uma série de objetivos, todos eles orientados para a criação de uma solução final de *Serious Game* em instalação multimédia de interface tangível para ambientes de aprendizagem não-formal. Foram delineados alguns objetivos específicos, que orientam todo o processo de investigação de desenvolvimento:

1. Explorar um sistema de **identificação e catalogação de bibliotecas de elementos multimédia** (som, imagem e vídeo) adaptadas a diferentes contextos

históricos, culturais e científicos, de modo a possibilitar a construção de narrativas temáticas na instalação para potenciar a aprendizagem não-formal de conceitos.

2. Recolher, identificar e catalogar **elementos multimédia** captados pelo investigador e pelos utilizadores para algumas bibliotecas temáticas (ciência, matemática, física, cultura...) de modo a que se consiga adicionar as temáticas pretendidas conforme o contexto de uso da instalação.
3. Reformular o design da **instalação multimédia de interface tangível** para que possa ser utilizada como exposição itinerante para abertura ao público em ambientes de aprendizagem não-formal, como Museus e Centros de Ciências (Fábrica de Ciência Viva, em Aveiro, por exemplo).
4. Desenvolver em *participatory design* um **jogo do tipo Serious Game** que faça uso de uma das bibliotecas temáticas e promova a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências na instalação multimédia pelo público-alvo da mesma (crianças dos 5 aos 12 anos de idade).
5. Testar o **protótipo** do *Serious Game* na instalação multimédia de interface tangível e avaliar qualitativamente a **motivação para a aprendizagem das ciências junto do público-alvo**.

### 1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Dado o carácter inovador da utilização de *Serious Games* em contexto de aprendizagem não-formal através de instalações interativas de interface tangível, o estudo a desenvolver é do tipo **exploratório**. Deste modo, segue-se o **método indutivo**, uma vez que se pretende recolher dados e analisá-los não com o intuito de generalização, mas de estudo em profundidade e no tempo (preponderância da **abordagem qualitativa**). Segundo Goldenberg (2004), na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, e de uma trajetória. Pretende-se assim detetar relações entre variáveis, verificar a existência de padrões e construir modelos e teorias a partir dos mesmos (indução).

Relativamente à estratégia do estudo em si, este trata-se de uma **investigação de desenvolvimento**, que

"começa, de forma geral, por analisar o possível objeto (que possa responder a uma necessidade identificada), conceptualizar esse objeto para poder elaborar um modelo (uma representação dos elementos que o vão compor), elaborar estratégias de realização, avaliar as possibilidades de concretização, proceder à construção de uma forma provisória desse objeto (protótipo) e implementá-lo"

(Van Der Maren, 1996 apud Oliveira, 2004, p.79)

Segundo Oliveira (2004), este tipo de investigação privilegia sobretudo a ação, que permitirá desenvolver modelos e princípios que guiam os processos de design, desenvolvimento e avaliação (Richey & Nelson., 1996).

O projeto prevê então o seu desenvolvimento em três etapas. Após i) **análise do objeto de estudo** realizada com base na revisão da literatura sobre a criança e respetivas teorias da aprendizagem, os jogos e as instalações, seguir-se-á a ii) **conceptualização do objeto e elaboração de um modelo** a ser testado para posterior iii) **implementação e avaliação** do protótipo. A abordagem metodológica a seguir será então adaptada a cada fase do projeto.

Como foi já referido, o estudo pretende sobretudo avaliar a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências através de *Serious Games*, com base na análise qualitativa. Deste modo, é essencial que se destaquem as metodologias centradas no utilizador.

### 1.3.1. Questões de Investigação

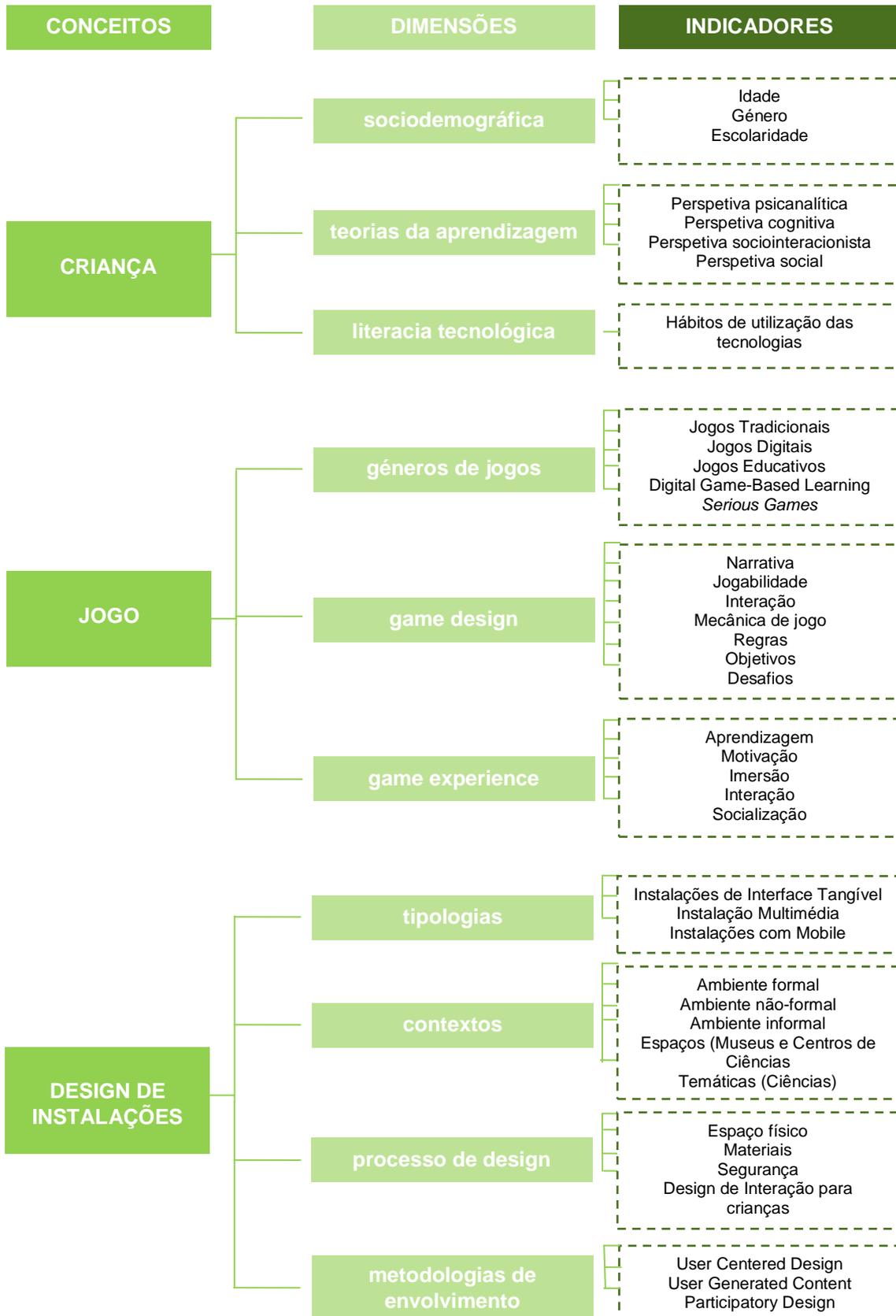
Tendo em conta o problema de investigação e os objetivos que se pretendem atingir neste projeto, foram delineadas as seguintes questões de investigação:

1. ***Que género de jogos adotar no sentido de promover a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos através de instalações multimédia de interface tangível?***
2. ***Como envolver o utilizador no processo de design de modo a contribuir para o desenvolvimento de produtos multimédia para crianças?***
3. ***Que tipo de materiais poderão ser utilizados na reformulação da instalação multimédia de interface tangível IMP.cubed de modo a melhorar a versatilidade, segurança e facilidade de montagem e transporte?***

### 1.3.2. Modelo de Análise

No sentido de suportar o estudo a desenvolver no decorrer da investigação, foi construído um modelo de análise que compreende vários conceitos, dimensões e indicadores, diretamente relacionados com as palavras-chave da investigação.

Figura 1: Modelo de Análise



Este modelo resultou em algumas **hipóteses de investigação**:

**H1:** O género de jogo do tipo *Serious Game* em instalação multimédia de interface tangível promove a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos nas crianças dos 5 aos 12 anos de idade.

**H2:** A metodologia de *participatory design*, através da técnica *PICTIVE*, contribui para o envolvimento dos utilizadores no desenvolvimento de produtos multimédia para crianças.

**H3:** A utilização de materiais como o plástico e a borracha contribui para a versatilidade, segurança e facilidade de montagem e transporte da instalação *IMP.cubed*.

### 1.3.3. Resultados esperados

Com base no que foi sendo referido em secções anteriores, o projeto de investigação visa alcançar resultados em duas vertentes, uma mais teórica e outra mais prática.

Em termos teóricos, pretende-se que este projeto venha a ser um contributo para a área de investigação dos *Serious Games* utilizados em ambientes de aprendizagem não-formal, nomeadamente no que respeita ao papel que estes terão na motivação das crianças em idade escolar. Interessa perceber se de facto os jogos reforçam a motivação para a aprendizagem não formal das ciências, nomeadamente quando suportados por plataformas inovadoras que se distanciam do tradicional rato e teclado, como é o caso das instalações multimédia de interface tangível. Deste modo, será possível contribuir para a divulgação do conhecimento científico junto do público infantil. É ainda uma finalidade desta investigação perceber se o envolvimento do utilizador final no processo de design contribui para o alcance das suas expectativas, esperando-se que, em caso positivo, esta metodologia venha a ser cada vez mais inserida no processo de design de produtos para crianças em Portugal, nomeadamente no caso de produtos que servem os mesmos propósitos desta investigação.

Ainda no âmbito do contributo empírico para as áreas de investigação em questão, prevê-se a publicação posterior de artigos em revistas científicas temáticas com o intuito de disseminar os resultados relevantes da dissertação de modo a que venham a ser utilizados em projetos futuros.

Em termos práticos, o projeto de investigação visa a criação de uma solução final de *Serious Game* em instalação multimédia de interface tangível, sendo que esta instalação deverá estar igualmente preparada para receber outros *Serious Games* (SG) de outras áreas, com base na associação a uma base de dados de bibliotecas temáticas de suporte a outros SG. Dado que a instalação se destina a servir como exposição temporária e/ou permanente em espaços de aprendizagem não-formal, esta deverá estar preparada também para ser utilizada com outros fins que não o jogo, como a simples categorização de elementos multimédia que deu origem à instalação original. Pelos mesmos motivos, e embora de momento se preveja apenas a apresentação pública do projeto na Fábrica de Ciência Viva de Aveiro e, eventualmente, no Centro Ciência Viva do Alviela, a instalação deverá igualmente estar preparada para ser facilmente acondicionada, transportada e montada em diversos locais, seja em espaços interiores ou exteriores.

Pretende-se assim criar um produto versátil e potenciador de experiências imersivas diversificadas, inovando na forma como os conteúdos são transmitidos aos visitantes de espaços de aprendizagem não-formal e fomentando ainda mais o interesse pela aquisição de conhecimentos, algo que faz já parte do dia a dia destes espaços cada vez mais tecnológicos.

O projeto visa beneficiar assim de conhecimentos multidisciplinares provenientes das áreas da psicologia, design de jogos, design de equipamentos, informática, arte e ciência, entre outros, com o intuito de desenvolver modelos e princípios que guiem os processos de design de jogos em interfaces inovadoras que visem sobretudo o ensino não-formal a crianças em idade escolar.

### 1.4. MOTIVAÇÕES PESSOAIS

A área da comunicação foi desde cedo um interesse forte para mim, nomeadamente no que respeita à sua aplicação à divulgação das ciências, dado que se trata da temática base da minha vida profissional. Transmitir conhecimentos científicos de uma forma simples e acessível ao público em geral, nomeadamente às crianças, é uma das premissas que orienta o meu dia a dia e faz com que procure constantemente novas formas de efetuar esta transmissão.

Os jogos representam uma área que se veio a juntar aos interesses iniciais, por meio de uma disciplina frequentada no âmbito do Mestrado em Comunicação Multimédia, a disciplina de Narrativas e Jogos Interativos. Tendo em conta as suas potencialidades enquanto ferramentas de motivação e envolvimento dos jogadores, tornam-se mecanismos bastante úteis no âmbito do ensino, seja este formal ou não formal.

Deste modo, aliando os *Serious Games* à aprendizagem não formal das ciências, revelou-se de grande interesse a possibilidade de criar um produto multimédia inovador e potenciador de aprendizagens, nomeadamente devido ao facto de este se servir de uma instalação de interface tangível, o *IMP.cubed*.

### 1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente investigação está organizada em 7 capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, pela caracterização do problema de investigação, pelos objetivos gerais e específicos, pela apresentação da metodologia de investigação, das questões de investigação, bem como pelo modelo de análise, resultados esperados e motivações pessoais.

No segundo capítulo, Criança, é explorado o conceito de criança desde os aspetos de desenvolvimento psico-motor e teorias da aprendizagem. Evidenciam-se várias perspetivas de desenvolvimento infantil, com enfoque para a posição de Vygotsky.

No terceiro capítulo é abordado o conceito de jogo nas suas várias vertentes, nomeadamente no que respeita ao tipo *Serious Games*. São também apresentados os conceitos de *Game Design* e *Game Experience*.

No quarto capítulo são exploradas as instalações, nomeadamente as instalações multimédia para crianças. São também apresentadas algumas metodologias de envolvimento da criança no processo de design, bem como os tipos de aprendizagem através de instalações. Por último, é descrita a instalação *IMP.cubed*, o cerne de toda a investigação.

O quinto capítulo é dedicado ao desenvolvimento da investigação empírica, onde são apresentados os métodos e técnicas utilizados na investigação e as várias etapas do processo de desenvolvimento colaborativo do protótipo do jogo “Explogador”.

No sexto capítulo, é feita a apresentação, análise e discussão dos resultados relativos ao processo de desenvolvimento do jogo.

No sétimo e último capítulo, são apresentados os comentários finais ao desenvolvimento da investigação e as limitações e propostas de melhoria relativas ao jogo obtido, bem como propostas de investigações futuras.

## CAPÍTULO II

### 2. CRIANÇA

A fase da infância é essencial para o ser humano. Contudo, os estudos sobre esta fase da vida são relativamente recentes, pois até aos finais do século XVIII não foi dada a devida importância à infância enquanto período de desenvolvimento. A criança não era vista enquanto tal, mas sim como um adulto em ponto pequeno. A obra de Jean-Jacques Rousseau (século XVIII) começa a abrir portas para uma maior atenção sobre as crianças, na medida em que, para este filósofo, a formação / educação do homem deve ter lugar a partir do nascimento (Neto, 2001), pois só assim este poderá posteriormente vir a fazer parte da sociedade.

A partir deste momento, começam a surgir os primeiros estudos sobre a infância, focados essencialmente nos bebés. No século seguinte, Charles Darwin, autor da teoria da evolução das espécies, revela também o seu contributo para os estudos da infância. Em resultado de observações do desenvolvimento dos seus filhos, sobretudo o mais velho (William Erasmus), Darwin coloca questões que ainda hoje se discutem, nomeadamente de como aprendem e como comunicam as crianças (Celeri et al., 2010). Mas é no século XX que se traçam as bases para a psicologia do desenvolvimento infantil, destacando-se o nome de Jean Piaget como um dos principais precursores desta área do conhecimento.

Atualmente, são ainda várias as perspetivas sobre o desenvolvimento humano, não havendo ainda um consenso generalizado de como se desenvolve, como aprende e como pensa o ser humano. Embora algumas perspetivas tenham mais força que outras, serão aqui apresentadas as linhas gerais das teorias mais conhecidas, com maior enfoque nas que serão tidas em conta no desenvolvimento do presente trabalho de investigação (Piaget, Vygotsky e Bandura). Interessamos a caracterização da criança na fase dos 5 aos 12 anos, não só numa perspetiva de desenvolvimento e da forma como constrói o seu conhecimento, mas também numa perspetiva social, nomeadamente no que respeita à interação com outras crianças.

#### 2.1. PERSPETIVAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO INFANTIL

##### 2.1.1. Perspetiva psicanalítica

Erikson, nos anos 50, aprofunda a teoria psicosexual de Freud, rejeitando contudo a descrição da personalidade com base apenas na sexualidade e dando ênfase ao ego, numa perspetiva muito mais positiva, na medida em que o indivíduo tem a possibilidade de modificar o seu comportamento (Veríssimo, 2002, p. 6). Embora reconhecendo a importância das pulsões instintuais, Erikson destaca as interações da criança com o ambiente, propondo 8 estádios de desenvolvimento (ver Tabela 1) sendo que cada um deles se confronta com uma série de crises, desafios e conflitos, que têm que ser ultrapassados para que se alcance a fase seguinte sem problemas. Ao resolver uma crise, o indivíduo alcança determinados aspetos da sua personalidade, mas a resolução do conflito não implica que este não se repita (Veríssimo, 2002).

Tabela 1: Síntese das fases de desenvolvimento do ego, segundo Erikson (1976a, p. 227-253)

FASE	SENTIMENTO	DESCRIÇÃO	INTERVALO ETÁRIO
<b>Estádio I</b> Oral Sensorial	<b>Confiança Básica x Desconfiança Básica</b>	A atenção da criança centra-se na mãe. Nasce a força da esperança, nomeadamente do regresso da mãe quando esta não está. Desenvolve assim confiança ou desconfiança, conforme o sucesso da sua esperança.	0-18 meses, aprox.
<b>Estádio II</b> Muscular-Anal	<b>Autonomia x Vergonha e Dúvida</b>	Atividade exploratória e conquista da autonomia, que terá que ser equilibrada com regras sociais. Os pais exploram a vergonha para transmitir estas regras.	18 meses -3 anos, aprox.
<b>Estádio III</b> Fase do controlo Locomotor-Genital	<b>Iniciativa x Culpa</b>	A criança já conseguiu a confiança e a autonomia, faltando-lhe associar a iniciativa, pela expansão do intelectual. Surge o sentimento de culpa quando há fracasso. Nesta fase, as crianças querem responsabilidade.	3-5 anos, aprox.
<b>Estádio IV</b> Período de latência	<b>Diligência/Engenho x Inferioridade</b>	Período marcado pelo controle da atividade, tanto física como intelectual, no sentido de equilibrar com a aprendizagem formal. Criança sente que adquiriu competência.	5-13 anos, aprox.
<b>Estádio V</b> Puberdade e Adolescência	<b>Identidade x Confusão de Identidade</b>	Nesta fase, o adolescente precisa de segurança frente a todas as transformações – físicas e psicológicas – do período. Encontra essa segurança na sua identidade. Surge o envolvimento ideológico. Toda a preocupação do adolescente em encontrar um papel social provoca uma confusão de identidade.	13-21 anos, aprox.
<b>Estádio VI</b> Fase da maioridade jovem	<b>Intimidade x Isolamento</b>	Esta fase caracteriza-se pela união da identidade à de outra pessoa. Quando o ego anteriormente construído não é suficientemente forte, prefere o isolamento à união.	21-40 anos, aprox.
<b>Estádio VII</b> Fase da maioridade adulta	<b>Generatividade x Estagnação</b>	Nesta fase, o indivíduo tem a preocupação com tudo o que pode ser gerado, desde filhos até ideias e produtos. Há um cuidado com a tradição.	40-60 anos, aprox.
<b>Estádio VIII</b> Fase da maturidade	<b>Integridade x Desespero</b>	O ser humano pensa principalmente em termos de ordem e significado das suas realizações.	Após os 60

Interessa-nos aqui o período de latência (ver Tabela 1), onde a escola tem um papel significativo para a criança, contribuindo para o alargamento da sua esfera social para o exterior do convívio familiar (Rabello & Passos, s.d.). Na ótica de Erikson (1976a), esta é para a criança a fase mais decisiva em termos sociais, na medida em que realiza tarefas ao lado de outros e com eles. Contudo, este teórico da psicologia social alerta para a possibilidade de desagregação do desenvolvimento das crianças caso estas não estejam suficientemente preparadas para a vida escolar “ou quando a vida escolar deixa de cumprir as promessas das etapas anteriores” (Erikson,

1976a, p. 239). Erikson realça também o papel que têm os adultos e outras crianças mais velhas na aprendizagem das crianças, sobretudo nos “povos pré-alfabetizados” (Erikson, 1976a, p. 123). De facto, neste período da vida da criança, durante algum tempo as outras crianças são mais importantes que o professor, sendo a escola considerada como “algo mais para suportar do que para saborear” (Erikson, 1976b, p. 125). Deste modo, Erikson defende que um bom professor consegue reagir a estas questões estimulando a criança, mostrando-lhe o que ela sabe para minimizar o que não sabe, e promovendo o equilíbrio entre jogo e trabalho, diversão e estudo.

Nesta fase, a competência é muito importante para a criança (ela aprende a conseguir reconhecimento pela produção de coisas) pelo que qualquer sensação contrária (incompetência) pode levar a sentimentos de inferioridade ou inadequação, “retornando às fantasias da fase anterior ou simplesmente entrando em inércia” (Rabello & Passos, sd, p. 8). Paralelamente à competência, surgem as noções de responsabilidade e as primeiras preocupações com o futuro. A criança começa a integrar-se numa situação produtiva, ultrapassando gradualmente “as fantasias e aspirações inerentes ao jogo” (Erikson, 1976a, p. 238). Após esta fase, termina a infância propriamente dita.

### 2.1.2. Perspetiva cognitiva

Jean Piaget é um dos grandes teóricos da psicologia do desenvolvimento, que dominou as ideias sobre a natureza do pensamento e aprendizagem da criança ao longo dos anos 60 e 70 (Wood, 1988). Para este epistemólogo e psicólogo suíço, o desenvolvimento precede a aprendizagem, correspondendo a “uma marcha em direção ao equilíbrio” (Piaget, 1990, p. 3). A teoria de Piaget é assim uma teoria construtivista (como o sujeito constrói o conhecimento). Para Piaget (1964), o desenvolvimento de determinadas estruturas cognitivas é um pré-requisito necessário para aprender, sendo que o cérebro não é de forma alguma passivo, construindo os seus próprios mecanismos com que capta a informação do meio ambiente. O conhecimento é, assim, uma consequência das ações e interações do sujeito com o objeto de conhecimento, tratando-se de um processo espontâneo. Piaget considerou que o desenvolvimento se dá de acordo com estádios (ver Tabela 2), sendo que cada um deles se caracteriza pelo “aparecimento de estruturas originais” (Piaget, 1990, p. 4), diferentes das anteriores, mas tendo estas por base.

De acordo com a síntese da Tabela 2, podemos concluir que a criança compreende o mundo de formas diferentes, consoante o estádio em que se encontra:

- **Estádio sensório-motor:** através de sensações e ações;
- **Estádio pré-operatório:** através de linguagem e imagens mentais;
- **Estádio das operações concretas:** através do pensamento lógico e de categorias;
- **Estádio das operações abstratas:** através do pensamento hipotético e do raciocínio científico.

Tabela 2: Síntese dos estádios do desenvolvimento, segundo Piaget (1964, 1990)

PERÍODO		ESTÁDIO DO DESENVOLVIMENTO	DESCRIÇÃO	INTERVALO ETÁRIO
RECÉM-NASCIDO / BEBÉ	Estádio Sensorio-Motor	<b>Estádio I (Reflexos)</b>	Primeiros reflexos, primeiras tendências instintivas e primeiras emoções/medos. Nesta fase, a vida mental da criança está reduzida aos reflexos.	0-1 meses
		<b>Estádio II (Hábitos e Percepções)</b>	Primeiros hábitos motores, primeiras percepções organizadas e primeiros sentimentos diferenciados (agradável /desagradável, prazer/dor, êxito/ fracasso...). Não há ainda inteligência, apenas resultados automatizados que surgiram de reflexos interessantes.	1-4 meses
		<b>Estádio III (Inteligência sensorio-motora)</b>	Inteligência sensorio-motora ou prática (anterior à linguagem), regulações afetivas elementares e primeiras fixações exteriores da afetividade. A criança dedica-se sobretudo à manipulação de objetos e utiliza percepções e movimento organizados em “esquemas de ação”. Não repete apenas reflexos, varia-os para observar o resultado.	4-24 meses
PRIMEIRA INFÂNCIA		<b>Estádio IV (Pré-operatório)</b>	Inteligência intuitiva, sentimentos individuais espontâneos (simpatias, antipatias, respeito...) e relações sociais de submissão ao adulto. Aparecimento da linguagem e da função simbólica. Dá-se a interiorização da palavra e da ação. A criança já não enfrenta apenas o universo físico, mas também o mundo social e o mundo das representações interiores. Fase do egocentrismo.	2-7 anos
SEGUNDA INFÂNCIA		<b>Estádio V (Operações concretas)</b>	Operações intelectuais concretas (aparecimento da lógica), sentimentos morais e sociais de colaboração. Opera-se com objetos e não ainda com hipóteses expressadas verbalmente.	7-11/12 anos
ADOLESCÊNCIA		<b>Estádio VI (Operações abstratas)</b>	Operações intelectuais abstratas, formação da personalidade e inserção afetiva e intelectual na sociedade dos adultos. A criança já consegue raciocinar com hipóteses e não só com objetos.	A partir dos 12 anos

Há que ter em conta, contudo, que os intervalos etários em que se situa cada estágio não são totalmente fixos, podendo haver ligeiras variações, mantendo-se contudo a ordem de sucessão.

“A ordem de sucessão é constante, embora as idades médias que as caracterizam possam variar de um indivíduo para outro, conforme o grau de inteligência, ou de um meio social a outro.”

(Piaget & Inhelder, 1973, p. 131)

Paralelamente, existem fatores que influenciam o desenvolvimento das estruturas mentais (Piaget, 1964, p. 178), também eles ocorrendo em idades cronológicas díspares consoante o sujeito. Os fatores são:

- i) **maturação**, uma vez que este desenvolvimento é uma continuação da embriogénese (desenvolvimento do corpo, sistema nervoso e funções mentais);
- ii) **experiência**, na medida em que o ambiente físico influencia a estrutura da inteligência. Esta experiência é simultaneamente física (interação com objetos) e lógico-matemática (construção de conhecimento sobre os objetos mediante a abstração dos mesmos);
- iii) **transmissão social** (linguagem, educação...); contudo, é necessário ter em conta a fase em que a criança se encontra, já que é essencial que tenha a estrutura que a capacite para assimilar a informação respetiva;
- iv) **equilíbrio / autorregulação**, um processo ativo que conduz ao equilíbrio que se segue às perturbações externas por via da compensação, essencial para o conhecimento lógico-matemático. Esta equilíbrio permite assim eliminar contradições, incompatibilidades e conflitos por meio do raciocínio.

Em suma, para Piaget as crianças constroem o seu próprio conhecimento em resposta às suas experiências, e podem aprender muitas coisas por elas próprias sem a intervenção de crianças mais velhas ou adultos. As crianças estão intrinsecamente motivadas para aprender e não precisam de recompensas de adultos para que tal aconteça. Na ótica deste teórico, “a própria criança, suas interpretações, seus comentários e seus questionamentos fornecem a chave para o entendimento do pensamento infantil” (Ferracioli, 1999, p.181). A teoria de Piaget destaca então a ação e a resolução de problemas autodirigida como o cerne da aprendizagem e desenvolvimento (Wood, 1988), deitando por terra a exigência de um estímulo externo para que ocorra uma resposta do indivíduo.

### 2.1.3. Perspetiva sociointeracionista

No âmbito das teorias do desenvolvimento, existem autores que relevam a importância do contexto em detrimento do desenvolvimento individual. Um exemplo é Lev Vygotsky, para quem o contexto social e cultural têm também um relevo extremo (interaccionismo), paralelamente às estruturas internas de cada um. Vygotsky, contrariamente a Piaget, acredita que a aprendizagem / socialização precedem o desenvolvimento, sendo que as estruturas e as relações sociais facilitam o desenvolvimento de estruturas cognitivas mais maduras.

“Aprender é um aspeto necessário e universal do processo de desenvolvimento cultural organizado, especificamente das funções psicológicas humanas”

(Vygotsky, 1978, p. 90)

Além disso, Vygotsky diz-nos que, quer a aprendizagem quer o desenvolvimento ocorrem muito antes da idade escolar, estando ligados entre si desde o nascimento da criança. Contudo, embora diretamente ligados, nunca se produzem de modo simétrico e paralelo (Vygotsky, 1991).

Este autor distingue dois níveis de desenvolvimento na criança: o i) **nível de desenvolvimento efetivo** e a ii) **área de desenvolvimento potencial**. No nível de desenvolvimento efetivo, são consideradas as funções psicointelectuais da criança, resultantes de um processo específico de desenvolvimento anterior, independente de fatores externos. A área de desenvolvimento potencial diz respeito às tarefas que a criança realiza com o apoio de adultos (Vygotsky, 1991). Neste âmbito, surge o conceito de **Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**, ou seja, a distância entre a capacidade de desenvolver atividades / problemas independentemente, e o nível de desenvolvimento proximal, onde se regista o apoio de uma pessoa mais experiente, abrangendo todas as funções e atividades que a criança consegue desempenhar apenas se houver assistência de outra pessoa (Vygotsky, 1978). As aprendizagens que ocorrem na ZDP contribuem para que a criança se desenvolva ainda mais, complementando as suas habilidades parciais. Na educação, a ZDP suporta então a ideia de que as interações sociais são a base da aprendizagem humana.

Para Vygotsky, a inteligência é então a “capacidade de aprender através da instrução” (Wood, 1988, p.10), sendo que as realizações da criança com a ajuda dos outros são mais indicativas do seu desenvolvimento mental do que aquelas que realiza sozinha. Sob este ponto de vista, o desenvolvimento não pode ser visto isoladamente do contexto social, pois a cultura afeta a forma como pensamos e o que pensamos. Deste modo, a aprendizagem envolve sempre a interação com outros indivíduos.

#### 2.1.4. Perspetiva social

À semelhança dos defensores da perspetiva contextual, existem outros autores que dão ênfase a fatores externos ao indivíduo, neste caso sustentando que este pode aprender através da observação dos outros. É o caso de Albert Bandura, autor que destaca o comportamento do indivíduo durante a interação. A sua teoria da aprendizagem social concentra-se no “poder do exemplo” (Griffin, 1991, p. 348), na medida em que o indivíduo não só é capaz de aprender sem qualquer tipo de reforço, como também o pode fazer através do reforço indireto, ou seja, da observação do comportamento dos outros e das respetivas consequências. Para Bandura, os “modelos” podem ter tanto impacto como uma experiência direta.

*“Most human behavior is learned observationally through modeling: from observing others, one forms an idea of how new behaviors are performed, and on later occasions this coded information serves as a guide for action.”*

(Bandura, 1977, p. 22)

Para o autor, existem condições necessárias para que este “modeling” ocorra: a atenção (que é influenciada pelas características de cada um, como as capacidades sensoriais, por exemplo), a retenção (lembrar o que prestámos atenção), a reprodução (da imagem) e a motivação (ter boas razões para imitar).

A última versão da teoria da aprendizagem social “coloca um ênfase crescente na autorregulação” (Griffin, 1991, p. 371), sendo conhecida como a “teoria da autoeficácia”. De facto, em meados da década de 70, Bandura concluiu que tanto as teorias em vigor como a sua própria teoria da aprendizagem social careciam de um elemento fundamental: o papel do indivíduo. Segundo Griffin

(1991), nesta reformulação teórica Bandura revela não acreditar no determinismo puro, na medida em que a personalidade é não só influenciada pelo ambiente como pelo comportamento e pelos processos psicológicos de cada um. Em 1986, Bandura defende já que a capacidade mais “distintamente humana” é a da autorreflexão (Bandura, 1986, p. 21). Esta mudança de perspetiva levou a que Bandura mudasse o nome da sua teoria de “social” para “cognitiva” (Pajares & Olaz, 2008, p. 97). Independentemente desta mudança de rótulo, Bandura continua a valorizar o papel dos fatores ambientais, que influenciam o indivíduo em conjunto com fatores pessoais e comportamentais. Contudo,

“Para prever como o comportamento humano é influenciado por fatores ambientais, é crítico compreender como o indivíduo processa e interpreta esses fatores cognitivamente.”

(Pajares & Olaz, 2008, p. 99)

No seguimento da sua teoria, Bandura apresenta o conceito de crenças de autoeficácia, um “julgamento das próprias capacidades de executar cursos de ação exigidos para se atingir certo grau de performance” (Bandura, 1986, p. 391).

## 2.2. O DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL, SOCIAL E MOTOR NA CRIANÇA DOS 5 AOS 12 ANOS DE IDADE

De acordo com a secção anterior, percebemos claramente que a fase de desenvolvimento em que se encontra o público-alvo deste projeto é extremamente importante para a construção da sua personalidade adulta, bem como para o seu relacionamento com os outros.

Ao **nível intelectual**, segundo Piaget (1964, 1990), a criança dos 7 aos 11/12 anos de idade encontra-se no período das operações concretas, fase em que o seu pensamento é cada vez mais lógico. Nesta fase, a criança tem capacidade para realizar operações mentais pois compreende que existem ações reversíveis (percebe que é possível transformar o estado de um objeto, sem que todo o objeto mude, e depois reverter esta transformação, voltando ao estado inicial). A criança também já compreende que existem conceitos que não variam em função das mudanças dos objetos, que há características que se conservam independentemente da aparência (peso, volume...). Estas capacidades vão permitir à criança compreender a relação parte-todo, fazer classificações (agrupar objetos segundo determinadas características), seriações (ordenar objetos segundo uma característica que tem diferentes graus) e perceber a conservação do número. Contudo, neste estágio há que ter em conta que a criança ainda não consegue desprender-se do real e raciocinar sem se apoiar em factos, pois ainda não possui a estrutura mental necessária para o raciocínio hipotético-dedutivo, algo que só vai adquirir na fase seguinte (Piaget, 1990).

Ao **nível social**, de um modo geral percebemos que a criança vive uma fase de isolamento até cerca dos 4 anos de idade, sendo que é a partir desta altura que começa a interagir em grupo. Começam a abrir-se as primeiras brechas no egocentrismo, na medida em que os conflitos obrigam a criança a ter em conta a existência dos outros. Se antes dos 7 anos a criança fala

constantemente consigo própria e estabelece as suas regras nos jogos, centrando-se em si mesma e dando primazia ao seu ponto de vista (egocentrismo), a partir desta idade começa a haver lugar a uma cada vez maior compreensão do ponto de vista do outro, tendo a escola um papel fundamental nesta questão. Segundo Erikson (1976a), esta é de facto a fase mais decisiva para a criança em termos sociais, e qualquer sentimento de inferioridade relativamente às suas competências poderá significar uma crise de desenvolvimento. Se considerarmos a teoria de Vygotsky (1978) sobre a Zona de Desenvolvimento Potencial, é então fulcral o papel que os outros desempenham na aprendizagem da criança, sejam adultos ou outras crianças.

Em termos de **desenvolvimento motor**, nesta fase a criança apresenta bastante atividade motora, uma maior coordenação de movimentos e um aumento da força. Regista-se também um aumento da rapidez e da precisão, o que faz com que aprecie jogos violentos e jogos de competição. Dado que socializa cada vez mais, a criança começa também aqui a controlar os seus impulsos motores.

## CAPÍTULO III

### 3. O JOGO

#### 3.1. DEFININDO OS JOGOS

De acordo com Neto (s.d.), a investigação sobre jogos tem vindo a receber grande interesse por parte da comunidade científica, nomeadamente devido ao surgimento de publicações, eventos científicos, centros de investigação, espaços museológicos, serviços e estruturas comunitárias ligados aos conceitos de brincar e jogar, paralelamente ao grande crescimento industrial nestas áreas e a mudanças no estilo de vida familiar. Além disso, têm vindo a surgir novas discussões sobre o direito da criança ao jogo e, conseqüentemente, projetos de intervenção neste âmbito (Neto, s.d., p. 1).

Existem várias definições para os conceitos de jogar e brincar, pelo que se sintetizam na tabela seguinte os principais elementos contidos nas definições de jogos de vários autores.

**Tabela 3:** Elementos da definição de jogo (adaptado de Salen & Zimmerman, 2004 e Rocha, 2009)

Elementos da definição de jogo	Parlett	Abt	Huizinga	Caillois	Suits	Crawford	Costikyan	Avedon   Sutton-Smith
Procede de acordo com regras que limitam os jogadores	√	√	√	√	√	√		√
Conflito ou competição	√					√		√
Orientado a objetivos / resultados	√	√			√		√	√
Atividade, processo ou evento		√			√			√
Limitado no espaço e no tempo			√	√				
Envolve a tomada de decisões		√				√	√	
Não sério e absorvente			√					
Nunca associado a ganhos materiais			√	√				
Artificial / Seguro / Fora da vida normal			√	√		√		
Cria grupos sociais especiais			√					
Voluntário			√	√	√			√
Incerto				√				
Fictício / Representacional				√		√		
Ineficiente					√			
Sistema de partes / recursos e símbolos						√	√	
Forma de arte							√	

De acordo com de Freitas (2006), a multiplicidade de definições de jogos e a falta de consenso entre as mesmas leva a que estes sejam utilizados de diferentes formas e com resultados variados consoante a perspectiva adotada. A investigadora dá o exemplo do enfoque nas regras (que acabam por ser referidas por vários autores, mas com diferentes graus de importância) face a uma atividade mais livre e voluntária (na opinião de Huizinga e Callois, por exemplo). Estas diferenças de perspectivas levam a que o jogo tenha uma maior ênfase na tomada de decisões, no primeiro caso, ou na componente de lazer, no segundo caso. Na opinião desta investigadora do *Serious Game Institute*, a disparidade de termos e significados associados aos jogos prende-se com a falta de coesão entre as comunidades de pesquisa e desenvolvimento, bem como com a multidisciplinaridade inerente aos jogos, que leva a que sejam estudados no âmbito da psicologia, da etnografia, da educação, entre outras áreas do conhecimento (de Freitas, 2006, p. 11).

Apesar destes constrangimentos, adotamos para a presente investigação a definição de Salen e Zimmerman (2004), que nos parece reunir os elementos mais importantes das várias definições presentes na literatura sobre o tema.

*“A game is a system in which players engage in an artificial conflict, defined by rules, that results in a quantifiable outcome.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 80)

As palavras-chave desta definição (sistema, envolvimento, conflito artificial, regras e resultado quantificável) servirão de base para o delineamento do jogo aqui em questão.

### 3.2. CONTRIBUTO DO JOGAR E DO BRINCAR PARA O DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA

Após um melhor entendimento do conceito de jogo, pretende-se relevar a importância que o jogar e o brincar têm no desenvolvimento da criança, tendo em conta as perspectivas do desenvolvimento infantil apresentadas no capítulo anterior. De facto, esta posição é defendida pelos principais teóricos da psicologia infantil que abordámos previamente. Por exemplo, Piaget defende que a brincadeira gera comportamentos de assimilação e acomodação, essenciais ao desenvolvimento, e Vygotsky interpreta a brincadeira “como uma situação imaginária mediatizada pela relação que a criança tem com a realidade social” (Ancinelo & Caldeira, 2006, p. 3). Este autor dá muita importância aos conceitos de brincar e jogar (Vygotsky, 1978), sendo estes motores do desenvolvimento da criança. Com a brincadeira, as crianças têm oportunidade de compreender o mundo, de interagir com os outros socialmente, expressar e controlar emoções, e de desenvolver potencialidades simbólicas. O jogo simbólico promove junto da criança a capacidade de representação simbólica, essencial ao seu desenvolvimento.

*“É no brinquedo que a criança aprende a agir numa esfera cognitiva, ao invés de uma esfera visual externa, dependendo das motivações e tendências internas, e não dos incentivos fornecidos pelos objetos externos”.*

(Vygotsky, 1989, p. 126)

É no ato de brincar que a criança consegue separar o pensamento (significado das palavras) dos objetos, transitando da ação com objetos concretos para ações com significados. Neste âmbito, Vygotsky afirma que “a essência do brincar é a criação de uma nova relação entre o campo do significado e o campo da percepção visual, ou seja, entre situações no pensamento e situações reais” (Vygotsky, 1998, p. 137). Já dizia Montaigne que “os jogos infantis são essenciais para a construção e a maturidade da personalidade da criança”, embora considere que poderão ser um luxo inútil e perigoso (Velo, 2006, p. 54). Kishimoto (1990) diz-nos que remontam já à antiga Roma e Grécia as primeiras reflexões em torno da importância do brincar na educação.

Brincar serve importantes funções no desenvolvimento físico, emocional e social (Herron & Sutton-Smith, 1971). O mesmo se passa com o jogo, na medida em que, ao nível cognitivo,

- i) promove o **desenvolvimento** - descoberta, capacidade verbal, produção divergente, habilidades manipulativas, resolução de problemas, processos mentais (Rubin, Fein & Vandenberg, 1983 apud Neto, 2001), capacidade de processar informação em simultâneo (Prensky, 2000), construção de novas estruturas mentais (Ancinelo & Caldeira, 2006) e mudanças na complexidade das operações mentais (Levy, 1984, apud Neto, 2006);
- ii) suporta a **estruturação da linguagem** (Garvey, 1977, apud Neto, 2006); ao nível físico-motor,
- iii) contribui para o **desenvolvimento de habilidades motoras** (Neto & Piéron, 1993 apud Neto, 2006);

ao nível sociocultural,

- iv) transmite **cultura** (Sutton-Smith, 1979 apud Neto, 2006; Huizinga, 2001);
- v) apoia o **desenvolvimento da vida social** (Huizinga, 2001; Winnicott, 1975 apud L. Oliveira et al., 2009);
- vi) favorece a **autoconfiança** e a **confiança no grupo** em que se insere (Ancinelo & Caldeira, 2006);

e ao nível emocional,

- vii) proporciona **estados de prazer, diversão, alegria**, levando à descontração e, consequentemente, imaginação e criatividade (Ancinelo & Caldeira, 2006).

Desta forma, o jogo é “um elemento primordial na descoberta de si mesmo, na criação, na experimentação e na transformação do mundo pelo ser humano” (L. Oliveira et. al, 2009, p. 3011). Na fase em que se encontra o público-alvo da investigação, há um gosto particular pelo jogo, sendo que as crianças se reúnem espontaneamente em grupo para competirem entre elas. Deste modo, o jogo pode e deve ser aproveitado com fins educativos, pelo que, após uma breve apresentação dos tipos de jogos que existem na atualidade, focamo-nos nesta questão.

### 3.3. TIPOS DE JOGOS

De acordo com Velo, os jogos existem desde a antiguidade, em que as crianças brincavam com o ioiô ou atiravam o arco (Velo, 2006). Desde então até à atualidade, o universo dos jogos tem

crescido em grande escala, e nos dias de hoje os seus tipos são muitos e variados, desde os jogos ditos mais tradicionais, aos jogos digitais e aos mais recentes jogos digitais de interface tangível.

No que respeita aos jogos mais tradicionais (característicos da era pré-computador), podemos considerar as distinções entre os jogos de tabuleiro (Xadrez, Damas, Gamão, Ludo, entre outros), os jogos de mesa (bilhar, snooker, pingue-pongue, entre outros) e os jogos de cartas. Relativamente aos jogos de tabuleiro, Bergeron (2006) realça a sua importância para o desenvolvimento de competências específicas de resolução de problemas.

No universo dos jogos digitais, muitas são as taxonomias propostas. Um exemplo é a taxonomia sugerida por Oxland (2004):

- i) desporto;
- ii) aventura;
- iii) ação;
- iv) simulação;
- v) estratégia;
- vi) puzzle;
- vii) role-playing games;
- viii) gestão;
- ix) não categorizados;
- x) jogos online.

Para a investigação em causa, interessa-nos aqui considerar diferenças de suporte tecnológico e não de temáticas, pelo que é útil a distinção de Bergeron (2006) entre jogos de computador, jogos de arcada, consolas, jogos online, jogos portáteis e jogos de telemóvel. No que respeita às novas categorias de jogos que têm vindo a surgir na sequência da evolução tecnológica (jogos de interface tangível, por exemplo), não foram encontradas referências aos mesmos nas tipologias presentes na revisão da literatura realizada.

### **2.2.1. Jogos Digitais**

Os jogos digitais são uma prova de que a sociedade e o jogo se desenvolvem em paralelo (L. Oliveira et al., 2009): a influência das tecnologias de informação e comunicação no século XXI reflete-se na evolução dos jogos, que veem o seu poder aumentar continuamente enquanto ferramentas de entretenimento por excelência. O conceito de jogos eletrónicos ou digitais está relacionado com a presença da tecnologia (Pivec & Kearney, 2007), sendo que são várias as plataformas de suporte possíveis, como vimos na secção anterior. De acordo com Veloso (2006), um jogo eletrónico interativo é um jogo “que se desenvolve num universo virtual e com o qual o jogador interage de modo a atingir um determinado conjunto de objetivos” (Veloso, 2006, p. 81). Também Gee (s.d.) realça o fator tecnologia e a presença de objetivos num videojogo, onde o jogador pode manipular personagens virtuais, alterar o mundo virtual ou até construir um novo mundo virtual. Na ótica de Carvalho (2005), os jogos digitais podem ser analisados de acordo com vários critérios, nomeadamente

- i) o tema / atividades;
- ii) a duração;
- iii) aparelho utilizado;
- iv) número de jogadores;
- v) oponentes;
- vi) acesso ao jogo.

Os jogos digitais surgiram em meados da década de 70, e a partir da década de 80 a sua produção encontrava-se já totalmente industrializada (Veloso, 2006). Desde aí até aos dias de hoje, o crescimento dos jogos eletrónicos tem sido exponencial.

#### Aplicação de jogos digitais à aprendizagem

Entre as várias áreas de utilização dos jogos digitais, estes têm vindo a ser cada vez mais utilizados em contextos de aprendizagem (Shaffer et al., 2005; L. Oliveira et al., 2009), não só pelo elevando nível de motivação envolvido no ato de jogar (L. Oliveira et al., 2009), pois trata-se de uma das mais fortes fontes de divertimento (Vygotsky, 1989), mas também pela possibilidade de exploração e assimilação de novos conhecimentos através de narrativas (L. Oliveira et al., 2009). Neste âmbito, surge-nos o conceito de jogos educativos, ou *educational games*. Paralelamente a este conceito, é também utilizado na literatura o conceito de *edutainment*, onde a base é a educação através do entretenimento (Susi et al., 2007), focada nos artefactos dos jogos e em princípios educacionais (Stanpleton & Taylor, 2003 apud Ferreira, 2002), e de *Serious Games*.

Embora os jogos digitais possam ser utilizados na aprendizagem em várias faixas etárias, alguns teóricos defendem que as crianças e os adultos aprendem de forma diferente, sendo que nas crianças é necessária a construção de novas estruturas mentais na formação da sua inteligência (Ancinelo & Caldeira, 2006), tarefa para a qual os videojogos são especialmente adequados.

O uso de jogos em contextos educacionais apresenta várias vantagens além daquelas referidas para os jogos em geral (tal como se refere na secção 2.2.), nomeadamente, ao nível cognitivo,

- i) a organização e estruturação do pensamento cognitivo (Vygotsky, 1989);
- ii) o reforço da autonomia e aprendizagem ativa através da experiência (Vygotsky, 1989; Clua et al., 2006), a aprendizagem envolvida (Malone, 1981; Garris et al., 2002), implícita e divertida (Ferreira, 2002; Clua et al., 2006);
- iii) o aceleração da aprendizagem, com melhor retenção por períodos mais alargados (de Freitas, 2006).

ao nível emocional,

- iv) o elevado potencial para a motivação e envolvimento no ato de jogar (Malone, 1981; Prensky, 2000; Gee, 2003; Clua et al., 2006; de Freitas, 2006; Pivec & Kearney, 2007) e consequente aumento da participação (Clua et al., 2006).

relativamente às competências,

v) o desenvolvimento de competências como o trabalho em equipa / aprendizagem colaborativa, competitividade, consciência para atividades reais e práticas sociais (Ferreira, 2002; Clua et al., 2006).

Destaca-se no nível comportamental

vi) a promoção de mudanças de atitudes (de Freitas, 2006).

Os jogos apresentam ainda outra vantagem importante para a aprendizagem a nível social, na medida em que

vii) não são consideradas diferenças de raça, cultura, religião ou outras, mas apenas a identidade do jogador em si.

Prensky antecipa ainda uma vantagem dos jogos educativos num futuro próximo: a nova geração de “nativos digitais” / “imigrantes digitais” vai ensinar-se a si própria (Prensky, 2001; 2011). Tudo isto acontece porque os jogos permitem o desenvolvimento de novas estratégias de aprendizagem, baseadas em novos padrões de interatividade, como o *feedback* e a aprendizagem refletida e crítica, níveis-alvo de compreensão de semiótica, a aprendizagem através da descoberta e exploração, a aprendizagem situada, o jogo de papéis e a aprendizagem construtivista (Prensky, 2000; Gee, 2003). Por todos estes motivos, a geração mais jovem apresenta uma atitude positiva relativamente aos jogos como ferramentas de aprendizagem, tendo assim a “liberdade de abandonar caminhos de aprendizagem tradicionalmente prescritos” (Hallmeir et al., 2009, p. 3).

A aplicação de jogos à aprendizagem apresenta, contudo, alguns aspetos negativos, nomeadamente

- i) a complexidade e dificuldade (Gee, 2003);
- ii) a não inserção de conteúdos dos programas curriculares;
- iii) a baixa tolerância da comunidade em relação aos jogos (tidos como menos sérios);
- iv) reduzida capacidade técnica das escolas para suportar este tipo de aprendizagem.

(Online Educa Berlim, 2006)

Entre os vários aspetos que devem ser tidos em conta na aplicação de jogos digitais à aprendizagem, contam-se

- i) as regras e objetivos;
- ii) um contexto de aprendizagem com sentido;
- iii) uma história apelativa;
- iv) feedback imediato;
- v) um elevado nível de interatividade, desafio e competição;
- vi) elementos aleatórios de surpresa;
- vii) ambientes ricos para a aprendizagem.

(Garris et al., 2002; Malone, 1981)

Gee (2003) salienta também alguns princípios de aprendizagem que os jogos podem proporcionar:

- i) interação (nada acontece enquanto o jogador não agir);
- ii) problemas bem ordenados;
- iii) desafio e consolidação;
- iv) frustração agradável;
- v) pensamento sistemático;
- vi) exploração, pensamento lateral e objetivos repensados;
- vii) equipas multidisciplinares (jogos multiplayer, por exemplo).

Num artigo produzido sobre o jogo “Quimgame”; Azevedo et al. (2009) dão a conhecer alguns aspetos que devem ser tidos em conta aquando da avaliação deste tipo de ferramentas:

- i) os objetivos pedagógicos;
- ii) a orientação à navegação;
- iii) a adaptação da linguagem utilizada;
- iv) a flexibilidade e adaptabilidade;
- v) a interatividade;
- vi) a motivação;
- vii) o layout e quantidade de informação disponível.

Como referimos, existem vários outros conceitos associados à utilização de jogos para a aprendizagem, sendo que o que se encontra mais em voga é o conceito de *Serious Games*.

### 3.3.1. *Serious Games*

Na sequência da utilização dos jogos digitais com o intuito de aprendizagem, surgiram os *Serious Games*, um termo ainda hoje com uma grande variedade de definições, sobretudo porque se confunde com outros como o *edutainment* ou os jogos educativos (abordados no capítulo anterior). Vários autores concordam que os *Serious Games* são jogos digitais utilizados para outros propósitos que não apenas o entretenimento (Susi et al., 2007; Pannese et al., 2010; Corti, 2006; Bergeron, 2006; Clua et al., 2006; de Freitas, 2006), onde se faz uso do poder dos jogos de computador para objetivos diversos como a educação e a formação (Corti, 2006; de Freitas, 2006). Bergeron (2006) define o *Serious Game* como

*“an interactive computer application, with or without a significant hardware component, that has a challenging goal; is fun to play and/or engaging; incorporates some concept of scoring; imparts to the user a skill, knowledge, or attitude that can be applied in the real world”.*

(Bergeron, 2006, p. XVIII)

Segundo a investigadora Sara de Freitas, o movimento dos SG visa sobretudo conjugar os pontos de vista de designers de jogos e educadores, “para assegurar o divertimento e motivação bem como demonstrar o valor educacional” (de Freitas, 2006, p. 6). Assim, de Freitas define os jogos utilizados para a aprendizagem (onde se inserem os *Serious Games*) como

*“applications using the characteristics of video and computer games to create engaging and immersive learning experiences for delivering specified learning goals, outcomes and experiences.”*

(de Freitas, 2006, p. 9)

Embora para a investigadora esta definição se aplique a todos os jogos utilizados em contexto de aprendizagem, outros autores distinguem claramente *Serious Games* dos conceitos de *educational games* e *edutainment* na medida em que, apesar de terem objetivos comuns, os SG vão mais além dos factos de ensino e hábitos de memorização, incluindo todos os aspetos da educação – ensinar, formar e informar – em todas as idades (Chen & Michael, 2006), abrangendo desde as crianças aquando da aprendizagem da língua até aos adultos na aprendizagem ao longo da vida. Para alguns autores, o conceito de *Serious Game* é também distinto de *Game-Based Learning*, sendo que este se trata de “um ramo dos *Serious Games* que lida com aplicações que têm resultados de aprendizagem definidos” (Wikipedia) ou *Digital Game-Based Learning* (o mesmo, mas em formato digital). Para outros autores, os conceitos são semelhantes (Corti, 2006). Esta problemática inerente à dificuldade de definir *Serious Games* advém não apenas das várias terminologias associadas à utilização de jogos em contexto de aprendizagem, mas também da contradição que emerge entre as definições de jogo de alguns autores como Huizinga (2001) - atividade fora da “vida normal”, “não séria” - ou Callois (1961) – atividade “voluntária” – e a terminologia *Serious Games* propriamente dita – jogo sério. Embora um *Serious Game* não tenha como principal objetivo entreter, este fator é bastante importante na sua utilização como ferramenta de ensino. Na opinião de Prensky (2001), aliás, a questão do entretenimento nos *Serious Games* é essencial, devendo os jogos ser primeiro divertidos e apenas depois encorajar a aprendizagem. Michael e Chen (2006) apresentam uma visão contrária:

*“A serious game is a game in which education (in its various forms) is the primary goal, rather than entertainment.”*

(Michael & Chen, 2006, p. 17)

Os *Serious Games* têm áreas de utilização bastante vastas além da educação, na medida em que permitem aos jogadores viver situações que são impossíveis de experienciar no mundo real por razões como a segurança dos jogadores, o custo dos materiais, o tempo para o desenvolvimento, entre outros aspetos (Corti, 2006; Prensky, 2001; Chen & Michael, 2006; Pannese et al., 2010). Na verdade, os primórdios dos SG não residem exatamente na educação. Alguns autores apontam a primeira utilização de um SG para o jogo *Army Battlezone*, um projeto desenvolvido pela Atari em 1980 (Macedónia, 2001). Bergeron (2006) refere que as raízes dos SG poderão situar-se ainda mais cedo, aquando da utilização do jogo LOGO, de Papert, para a transmissão de princípios matemáticos e princípios de construção da aprendizagem por crianças pequenas, ou ainda previamente aos jogos de computador, com o primeiro simulador de voo criado em meados de 1920 (Bergeron, 2006). Paralelamente à área militar, muitas outras áreas têm vindo a fazer uso dos SG, nomeadamente a medicina. Bergeron (2006) classifica a utilização dos SG em cinco categorias:

- i) jogos com uma **agenda**;

- ii) jogos **noticiosos**;
- iii) jogos **políticos**;
- iv) jogos **realistas**;
- v) jogos de **competência central**.

No que respeita especificamente à utilização dos SG na aprendizagem, estes apresentam várias vantagens, comuns aos jogos educativos indicados na secção anterior. Além disso, os SG utilizados para a aprendizagem apresentam alguns atributos (Yousoff et al., 2009):

- i) aprendizagem incremental e contínua;
- ii) linearidade / sequencialidade;
- iii) coluna de aprendizagem (processamento cognitivo e carregamentos de memória a curto prazo);
- iv) suporte e ajuda às atividades de aprendizagem;
- v) interação, respostas e envolvimento do utilizador;
- vi) controlo do utilizador através de autoestudo e autoexploração;
- vii) prática e exercício, com tarefas de dificuldade crescente;
- viii) *feedback* intermitente;
- ix) recompensas;
- x) aprendizagem situada e autêntica e
- xi) adaptação aos estilos do jogador.

Apesar de a literatura sobre o tema referir que os jogos, nomeadamente os *Serious Games*, são ferramentas extremamente eficazes para a aprendizagem, a verdade é que é necessária ainda mais pesquisa de modo a que se encontre evidência empírica que “quantifique o quanto e de que forma os jogos e as simulações estão a ser usados da forma mais efetiva para suportar a aprendizagem” (de Freitas, 2006, p. 7). De facto, esta é uma questão essencial para o crescimento da utilização dos *Serious Games* como ferramentas de aprendizagem, a avaliação. Como verificar se houve de facto aprendizagem se esta não for de alguma forma mensurada? Também na perspetiva de Chen e Michael (2006), esta área não está ainda suficientemente explorada. Os autores referem que, regra geral, a avaliação nos SG é feita sobretudo através de questões de escolha múltipla, na medida em que são a forma mais simples e rápida de avaliar (Chen & Michael, 2006). Contudo, combinando as formas tradicionais de avaliação com os métodos modernos potenciados pelos videojogos, as possibilidades são imensas, devendo para tal haver um trabalho conjunto entre os designers de jogos e os profissionais da educação, opinião partilhada por de Freitas (2006), que salienta a possibilidade de criar assim vocabulários e expectativas partilhadas. De Freitas (2006) aponta ainda como caminho a seguir o fomento de metodologias de desenvolvimento participativo.

*“Os Serious Games não vão crescer como indústria a não ser que a experiência de aprendizagem seja definida, quantificável e mensurável (...) A avaliação é o futuro dos Serious Games.”*

(Corti, 2006)

### 3.4. GAME DESIGN

*“A game designer doesn’t create technology. A game designer creates an experience”.*

(Salen & Zimmerman, 2004, p.87)

Quando falamos em desenvolvimento de jogos, apesar da interdisciplinaridade já referida em secções anteriores, existem duas palavras-chave que se destacam: o design e a implementação. Para uma melhor compreensão do que significa o design de jogos, é essencial o entendimento do que é o design em si, pois, tal como defendem Salen e Zimmerman, “o design é metade *do game design*” (Salen & Zimmerman, 2004, p. 40). Como salientam Salen e Zimmerman, o termo design é um conceito com muitos significados, que dependem sobretudo da perspetiva que é considerada. Deste modo, mais uma vez assumimos aqui a definição destes investigadores, que nos parece sintetizar as questões relevantes para o projeto. Salen e Zimmerman (2004) definem o design como “um processo pelo qual o designer cria um contexto a ser encontrado pelo participante, a partir do qual o sentido emerge” (Salen & Zimmerman, 2004, p. 41).

Jesse Schell (2008) fornece uma definição bastante útil e simples para o *game design*. Na perspetiva da investigadora, este conceito diz respeito “ao ato de decidir o que um jogo deve ser” (Schell, 2008, p. xxiv). Contudo, não se trata aqui de apenas uma decisão mas normalmente de milhares. Não é assim um processo simples, pois é necessário decidir sobre a jogabilidade, narrativa, interação, mecânica de jogo e regras, objetivos e desafios, e todos os elementos que definem a experiência do jogador (Schell, 2008). Inerente ao *game design*, surge assim o conceito de *game designer*, que, de acordo com Salen e Zimmerman (2004), é um tipo específico de designer que se foca no desenho da jogabilidade, na conceção e desenvolvimento das regras e estruturas que resultam na experiência dos jogadores. Para Salen e Zimmerman (2004), o processo de design de jogos deve ser iterativo, sendo que as decisões de design devem ser baseadas na experiência de jogar um jogo enquanto este está em desenvolvimento.

Além da evolução tecnológica, outros desafios se colocam no design de jogos. Como foi referido em capítulos anteriores, há um género emergente de jogos que cada vez mais se destaca no mercado: os *Serious Games*. Assim, também as áreas do *Game Design* e *Game Theory* têm que se adaptar a esta realidade que visa outros fins que não apenas o lazer, algo que, segundo de Freitas (2006), está já a acontecer no universo académico, com a introdução de perspetivas mais críticas à jogabilidade (em inglês, *gameplay* ou *playability*). Os jogos que promovem a aprendizagem têm muito a beneficiar dos vários mecanismos hoje em dia disponíveis, que lhes permitem oferecer “verdadeiras experiências de aprendizagem imersivas” (de Freitas, 2006, p. 8), pelo que assistimos continuamente a um trabalho multidisciplinar entre equipas de pesquisa e desenvolvimento de jogos, no sentido de um uso cada vez mais eficiente em contextos de aprendizagem.

### 3.4.1. Design Educacional para *Serious Games*

O design educacional abrange três níveis:

- i) o nível prático;
- ii) o nível de planeamento;
- iii) o nível teórico de reflexão (Dale, 2000, apud Sorensen, 2009).

Tendo em conta esta premissa, Sorensen (2009) apresenta uma proposta conceptual para o design educacional de *Serious Games*, com base no projeto *Global Market Place* (2007-2010), que integra dois jogos: um SG que ensina inglês a alunos do ensino básico e outro SG que ensina ciências sociais ao ensino secundário. Este modelo abrange seis dimensões:

- i) **aprendizagem** (definição de tipos de aprendizagem – formal, informal);
- ii) **didática** (perspetivas de ensino e aprendizagem);
- iii) **play** (componente de prazer);
- iv) **perspetiva pedagógica** (aplicação das teorias pedagógicas);
- v) **comunicação / multimodalidade** (adequação do domínio semiótico do jogo com o domínio semiótico do currículo escolar);
- vi) **jogo**.

Yusoff et al. (2009) apresentam também uma proposta conceptual para o design de *Serious Games*, que inclui igualmente as teorias da aprendizagem e da pedagogia. Este modelo considera as seguintes dimensões:

- i) **capacidade** (competências cognitivas, psicomotoras e afetivas que o jogador poderá desenvolver com o jogo);
- ii) **conteúdo instrucional** (tema que o jogador deverá aprender);
- iii) **resultados de aprendizagem pretendidos** (objetivos do *serious game*);
- iv) **atributos do jogo** (que suportam a aprendizagem e envolvimento);
- v) **atividade de aprendizagem** (atividade desenhada para manter o jogador envolvido no mundo do jogo);
- vi) **reflexão** (momentos em que o jogador pensa sobre o propósito das atividades de aprendizagem e decide a estratégia a aplicar na próxima atividade);
- vii) **género de jogo** (tipo ou categoria de jogo a desenvolver);
- viii) **mecânica de jogo** (mecânica e regras que definem o detalhe do jogo);
- ix) **alcance do jogo** (nível de alcance de aprendizagem).

Quando se trata de jogos com fins educacionais, Prensky (2001) salienta alguns destes fatores como influenciadores da motivação do jogador, nomeadamente:

- i) a diversão,
- ii) os objetivos,
- iii) as regras,

enquanto Proposals et al. (2010) destacam aspetos como

- iv) sistema de pontuação,
- v) interação social.

### 3.4.2. Jogabilidade

O conceito de jogabilidade (*gameplay*) tem sido algo difícil de definir na literatura sobre o tema. Alguns autores recusam-se inclusive a apresentar uma definição, na medida em que a jogabilidade resulta de uma conjugação de um grande número de elementos (Rollings & Adams, apud Ermi & Mayra, 2005), que variam conforme o género dos jogos, bem como as capacidades e preferências dos jogadores.

Independentemente destas questões, existem algumas definições de jogabilidade, nomeadamente

“é um termo na indústria de jogos eletrónicos que inclui todas as experiências do jogador durante a sua interação com os sistemas de um jogo, especialmente jogos formais, e que descreve a facilidade na qual o jogo pode ser jogado, a quantidade de vezes que ele pode ser completado ou a sua duração.”

(Usability First Glossary (<http://www.usabilityfirst.com/glossary/playability/>))

Quando aplicamos a jogabilidade a *Serious Games*, devemos ter em conta que estes são mais intuitivos do que, por exemplo, simulações, mas não estão focados em reproduzir a realidade, pelo que há maior liberdade para o uso de metáforas (Vieira & Nörnberg, 2006).

### 3.4.3. Narrativa

A narrativa é um dos elementos que deve ser tido em conta aquando do design de jogos. De acordo com Lindley (2003), esta pode ser definida como

*“...an experience that is structured in time. Different structures then represent different forms of narrative, and a narrative is an experience manifesting a specific narrative structure”.*

(Lindley, 2003)

Para Abbott (2002), a definição de narrativa está dependente da definição de história.

“A história é um evento ou sequência de eventos (a ação), e o discurso da narrativa é a forma como esses eventos são representados.”

(Abbott, 2002, p. 16, apud Ryan, 2006)

Já Ryan (2006) define a narrativa como uma construção cognitiva, com um invariável núcleo de significado, ligada à utilização de signos. A autora sugere três dimensões semânticas e uma dimensão formal e pragmática para a narratividade:

- i) **dimensão espacial** (mundo populado de indivíduos);
- ii) **dimensão temporal** (mundo situado no tempo e sujeito a alterações significativas);
- iii) **dimensão mental** (alguns participantes devem ser agentes inteligentes);

A dimensão pragmática e formal diz respeito à sequência dos eventos que deve formar uma corrente casual unificada, conduzir a um final e a história deve comunicar algo com significado (Ryan, 2006).

#### 3.4.4. Interação

Paralelamente a todas as características que os jogos apresentam enquanto sistemas criados por designers, uma das que mais se destaca é a interatividade, na medida em que o jogo requer a participação direta do jogador (Salen & Zimmerman, 2004).

*“Interaction takes place across all levels, from the formal interaction of the game’s objects and pieces, to the social interaction of players, to the cultural interaction of game with contexts beyond its space of play.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p.58)

Segundo estes autores, a multiplicidade do conceito de interatividade faz com que seja também algo difícil de definir, pelo que em vez de apresentar uma definição, elaboram um modelo composto por quatro modos de interatividade:

- i) **interatividade cognitiva ou participação interpretativa** (participação psicológica, emocional, e intelectual entre uma pessoa e um sistema);
- ii) **interatividade funcional ou participação utilitária** (interações funcionais e estruturais com os componentes materiais);
- iii) **interatividade explícita ou participação com escolhas e procedimentos desenhados**;
- iv) **interatividade-além-do-objeto**, ou participação no seio da cultura do objeto (interação fora da experiência de um único sistema desenhado)

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 59 e 60)

Neste âmbito, interessa-nos o terceiro modo, que inclui escolhas, eventos aleatórios, simulações dinâmicas, e outros procedimentos programados na experiência interativa. No que respeita à questão da escolha, Salen e Zimmerman (2004) propõem a decomposição deste elemento numa “anatomia da escolha”, a ter em conta aquando do design da interatividade no jogo. Esta anatomia passa por um conjunto de interrogações, nomeadamente

- i) o que acontece antes de a escolha ser proporcionada ao jogador;
- ii) como é que esta escolha é proporcionada ao jogador;
- iii) como é que este realizou a escolha;
- iv) qual o resultado da escolha e como afetará escolhas futuras;
- v) como é que o resultado da escolha é apresentado ao jogador.

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 64 e 65)

Uma questão importante na interatividade do jogo no âmbito desta investigação é o suporte tecnológico, dado que são explorados novos paradigmas de interação. De facto, desenvolver jogos na atualidade é um grande desafio, nomeadamente no que respeita ao público-alvo mais jovem. Hoje em dia, as crianças fazem parte da chamada geração dos “nativos digitais” (Prensky,

2001, 2006), pelo que estão perfeitamente familiarizadas com as mais diversas tecnologias, que vão desde os computadores, consolas, dispositivos portáteis, telemóveis, ao uso de interfaces mistas, como a realidade aumentada em telemóveis (de Freitas, 2006) ou as interfaces tangíveis. Assim, as crianças do mundo atual requerem

“múltiplos sistemas de informação, preferem o raciocínio indutivo, querem interações frequentes e rápidas com o conteúdo e têm capacidades de literacia visual excepcionais.”

(Van Eck, 2006, in de Freitas, 2006, p. 14)

### 3.4.5. Mecânica de jogo

De acordo com Salen e Zimmerman (2004), todos os jogos têm uma mecânica central (*core mechanic*), que consiste na atividade de jogo essencial que os jogadores repetem constantemente ao longo do jogo. Pode por vezes dizer respeito a apenas uma ação, como por exemplo nos jogos de corridas, em que a mecânica central é correr. Segundo os autores, a mecânica central de um jogo “contém os blocos do edifício experimental da interatividade do jogador” (Salen & Zimmerman, 2004, p. 317). Ao longo do jogo, esta mecânica central vai criando padrões de comportamento, que se manifestam como experiência para os jogadores. É através deste elemento que os jogadores realizam escolhas e alcançam uma experiência de jogo com sentido. Deste modo, Salen e Zimmerman (2004) salientam a necessidade de definir concretamente este elemento no início do processo de design, mesmo que se venha a alterar *à posteriori*.

Apesar da importância que as regras apresentam para vários autores no seio do jogo, Salen e Zimmerman (2004) defendem que estas são apenas um meio para criar a ação de “jogar”. As regras controlam as ações do jogador, não com o intuito de lhe restringir o prazer de jogar, mas sim para o maximizar.

*“To observe the rules of the play structure promises much greater pleasure from the game than the gratification of an immediate impulse.”*

(Vygotsky, 1976, p. 548)

Deste modo, embora as regras constituam a identidade formal do jogo, não devem ser consideradas como um elemento restritivo do prazer de jogar. As regras são tudo o que é necessário para começar um jogo, a estrutura básica a partir da qual derivam todas as instâncias do jogo (Salen & Zimmerman, 2004).

### 3.4.6. Objetivos

A diferença principal entre os jogos e outras formas de brincar é sobretudo o facto de que os jogos têm um objetivo e um resultado quantificável (Salen & Zimmerman, 2004). Muitas vezes, o objetivo geral do jogo é o elemento mais forte no alcance do prazer do jogador, mas atingir o objetivo nunca é algo fácil de obter. Normalmente este objetivo geral está associado ao ato de ganhar, a um nível macro-global. Contudo, paralelamente a este nível, existe um outro também fulcral: o

nível das micro-interações, dos pequenos momentos de jogo que emergem à medida que o jogador se envolve com a mecânica central do jogo (Salen & Zimmerman, 2004).

*“The link between the macro and the micro level is short-term goals. A game never simply provides a single long-term goal. Along the way, a player struggles toward short-term goals, each one providing a kind of pleasure that is less immediate than the instant gratification of the core mechanic, but more rapidly obtained than the long delayed ultimate outcome of the game.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 343)

Os autores referem que o incentivo ao alcance dos objetivos fornece aos jogadores uma sensação de controlo do jogo. Os objetivos de curto-prazo apoiam o jogador a fazer planos, sendo também fontes de satisfação e prazer.

### 3.4.7. Desafios

Os desafios são compostos por duas dimensões principais: o **desafio da velocidade** e o **desafio cognitivo** (Ermi & Mayra, 2005). De acordo com estes autores, a qualidade do jogo é boa se estas dimensões estiverem equilibradas, o que depende do jogador e não propriamente do jogo. Outros autores defendem que o jogador deve fazer uso de determinadas competências motoras e cognitivas para se envolver no desafio do jogo (Grodal, 2003). Já na perspetiva de Csikszentmihalyi, o estado de equilíbrio bem sucedido (*flow state*) depende do nível percebido de desafio e das capacidades de cada um. Quando falamos de jogos com fins educacionais, estes devem também oferecer um desafio adequado às competências e capacidades atuais do jogador, sob pena de serem aborrecidos se demasiado fáceis ou frustrantes de muito difíceis (Verhaegh et al., 2008). Se considerarmos a teoria do desenvolvimento infantil de Erikson (ver cap. 2), esta frustração pode mesmo conduzir a regressões no desenvolvimento da criança. Paralelamente a todas estas questões de *game design*, Bergeron (2006) refere que uma questão essencial para quantificar a eficácia dos *Serious Games* como ferramentas educacionais passa por compreender a experiência de jogo.

## 3.5. GAME EXPERIENCE

Apesar de ultimamente termos assistido a um grande incremento da investigação académica relativa à definição e ontologia dos jogos, o mesmo não se tem passado com a experiência de jogo propriamente dita (Ermi & Mayra, 2005), ainda pouco investigada. Tal acontece devido ao *background* das pessoas que desenvolvem os jogos, que frequentemente provêm da área da arte, literatura ou media ou do campo do design de jogos, o que faz com que foquem a sua atenção no jogo e não no jogador (Ermi & Mayra, 2005). Contudo, não existe jogo sem um jogador, e não é possível compreender um jogo sem perceber o seu principal interveniente e a experiência vivida pelo mesmo. Para Salen e Zimmerman (2004), jogar um jogo significa sobretudo fazer escolhas e realizar ações, algo impossível sem a intervenção do jogador, que assim vai produzir mudanças que alteram todo o sistema de jogo. Tendo em conta os aspetos referidos na secção anterior sobre o design de jogos, atualmente a experiência de jogo está em constante mudança, não

envolvendo apenas estar sentado em frente a um ecrã, mas interações muito mais diversificadas (de Freitas, 2006).

Ermi e Mayra (2005) alegam que a experiência de jogo está em tudo relacionada com qualquer experiência vivida pelo ser humano, sendo constituída por

- i) sensações;
- ii) pensamentos;
- iii) sentimentos;
- iv) ações;
- v) atribuições de significado.

Contudo, num jogo os jogadores desempenham um papel ativo na construção das suas experiências, algo que é considerado por vários autores como o fator que distingue os jogos de outros media como o cinema ou a literatura, por exemplo (Hunicke et al., 2004, apud Ermi & Mayra, 2005) e que contribui largamente para a motivação dos indivíduos. Salen e Zimmerman (2004) referem também a atribuição de significado como algo essencial na experiência de jogo. Os autores apresentam o conceito como *meaningful play*, com base na premissa de Huizinga “*all play means something*” (Huizinga, 1955, p. 446, apud Salen & Zimmerman, 2004), ou seja, há sempre algum sentido na função de jogar. Deste modo, na perspetiva de Salen e Zimmerman (2004), os designers de jogos devem ter em consideração a relação entre o significado e o ato de jogar, sendo este o objetivo de um design de jogo bem sucedido.

*“Play doesn’t just come from the game itself, but from the way that players interact with the game in order to play it. In other words, the board, the pieces, and even the rules of chess can’t alone constitute meaningful play. Meaningful play emerges from the interaction between players and the system of the game, as well as from the context in which the game is played.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 33)

O conceito de *meaningful play* apresenta para estes autores duas vertentes:

- i) a forma como as ações do jogador originam resultados no sistema do jogo e, assim, criam significado;
- ii) a comunicação perceptível e integração das ações e resultados no contexto mais vasto do jogo.

A questão do significado e da forma como este é atribuído aos objetos tem levado a que, nos últimos anos, outros campos contribuam para o design de jogos, nomeadamente a semiótica, ciência que estuda os signos. Tal acontece porque o “significado surge quando um signo é interpretado” (Salen & Zimmerman, 2004, p. 43).

### 3.5.1. Divertimento e motivação no jogo

Para que possamos falar em divertimento e motivação em jogos, é essencial compreender um conceito que lhe está inerente: a emoção. A palavra “emoção” deriva do latim *emovere*, em que e-

(variante de ex-) significa “para fora” e *movere* significa “passar”. Em qualquer experiência de jogo, o divertimento (em inglês, *fun*) é o estado emocional último que se pretende alcançar como consequência do ato de jogar (Ermi & Mayra, 2005). Contudo, o divertimento é uma emoção bastante subjetiva, e que depende sempre do estado de espírito de cada um. Experiências que por vezes são classificadas como desagradáveis poderão ser agradáveis noutros contextos e vice-versa (DeJean, 2002, apud Ermi & Mayra, 2005). A revisão da literatura revela que vários fatores contribuem para o divertimento, entre eles

- i) o suspense;
- ii) a ansiedade;
- iii) a excitação física (Klimmt, 2003, apud Ermi & Mayra, 2005);
- iv) a repetição (Grodal, 2003).

Associado ao divertimento, encontramos a noção de motivação. De acordo com o Dicionário de Psicologia da *ITS Tutorial School*, a motivação baseia-se em retirar prazer de uma atividade, em vez de procurar uma recompensa externa. Barata (2006) apresenta-nos a motivação como um neologismo relacionado com motivo (do latim *motus* – movimento), sendo “o motivo aquilo que nos move, que nos leva a agir e a realizar qualquer coisa” e a motivação “tudo o que desperta, dirige e condiciona a conduta” (Barata, 2006, p. 42). Este conceito está bastante relacionado com a aprendizagem, havendo uma ligação muito forte entre as teorias da motivação e as teorias da aprendizagem (sintetizadas no capítulo II). Deste modo, também consoante a perspetiva adotada (behaviorista ou cognitivista, por exemplo), há diferenças na forma como é entendida a motivação (mais influenciada por fatores externos ou por fatores internos). Numa perspetiva cognitivista, a motivação é vista como uma força interna que leva o sujeito a agir (Lemos & Estrela, 1991, apud Barata, 2006), tendo as cognições um papel mediador entre os estímulos e as respostas. Por exemplo, como vimos na secção 2.1., Bandura considera que a autoeficácia (autorregulação) é

“um determinante crítico de como os indivíduos regulam o seu pensamento e o seu comportamento.”

(Pajares & Olaz, 2008, p. 102)

Neste âmbito, convém distinguir entre motivação extrínseca e motivação intrínseca. A motivação intrínseca é, segundo Deci e Ryan (2000), a base para o crescimento, integridade psicológica e coesão social dos seres humanos. Na perspetiva destes autores, a motivação intrínseca é determinada pela satisfação das necessidades psicológicas básicas de autodeterminação ou autonomia, de competência e de estar vinculado a outras pessoas. A motivação extrínseca está mais relacionada com estímulos externos, como recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, obediência a pressões de outros ou necessidade de mostrar competência ou valor (Guimarães & Bzuneck, 2002). Maslow (1968) foi um dos primeiros defensores desta diferenciação, defendendo que as pessoas trabalhavam arduamente numa tarefa não por recompensas externas, mas porque o próprio trabalho era considerado compensatório. A sua pirâmide das necessidades é utilizada atualmente nas mais diversas áreas, desde a formação profissional ao marketing, entre outras (ver figura 2).

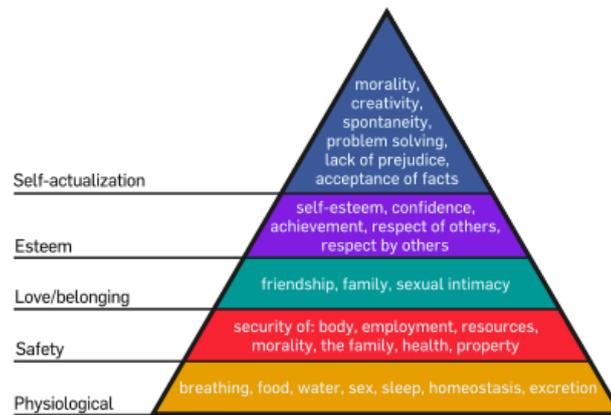


Figura 2: Pirâmide das necessidades de Maslow (fonte: <http://en.wikiversity.org>)

A motivação está a tornar-se um fator extremamente importante na área dos jogos (Oxland, 2004). Uma das teorias mais influentes sobre motivação é conhecida como “*flow theory*”, e foi desenvolvida por Mihaly Csikszentmihalyi. A teoria, embora tenha outras aplicações tal como o desporto, o lazer ou o trabalho (Csikszentmihalyi, 1988), é especialmente útil para a área dos jogos. Csikszentmihalyi começou a estudar esta teoria durante a pesquisa de doutoramento sobre artistas masculinos nos anos 60, notando que estes estavam completamente imersos no seu trabalho quando estavam a pintar, mas que perdiam todo o interesse quando o terminavam. Não estando satisfeito com as respostas proporcionadas pelas teorias e pesquisas já elaboradas à data sobre a motivação intrínseca, Csikszentmihalyi desenvolveu novas pesquisas com indivíduos que passavam muito tempo a realizar atividades que não lhes ofereciam recompensas externas como dinheiro ou reconhecimento, solicitando-lhes que descrevessem a atividade quando esta estava a correr bem. O facto de ter encontrado características comuns na experiência vivida pelos vários alvos do estudo suportou o desenvolvimento do conceito de “*flow*”, também conhecido por experiência autotélica (Csikszentmihalyi, 1988). Csikszentmihalyi concorda com Maslow, defendendo que existem certos princípios básicos que conduzem a pessoa a fazer determinada ação, não sendo contudo totalmente explicativos de todas as situações. Uma vez que determinadas condições estejam satisfeitas, o comportamento é influenciado por mecanismos internos ao indivíduo.

*“The function of the self is to mediate between the genetic instructions that manifest themselves as ‘instinctual drives’ and the cultural instructions that appear as norms and rules.”*

(Csikszentmihalyi, 1988, p. 17)

O que Csikszentmihalyi chama de “*self*” é o elemento que vai regular estas instruções por vezes conflituosas por meio da consciência, que por sua vez é composta pela atenção, consciencialização e memória (Csikszentmihalyi, 1988). Quando todos estes elementos estão em harmonia, é alcançado o estado de *flow*. Csikszentmihalyi identifica assim o “*flow state*” como um momento de equilíbrio em que estamos totalmente envolvidos numa atividade, pela própria atividade em si, alcançando-se assim a experiência ótima (Csikszentmihalyi, 1991). Neste ponto, o indivíduo perde noção do tempo e recebe uma poderosa gratificação. As experiências subjetivas

de prazer, felicidade, satisfação e diversão são manifestações deste estado de *flow* (Csikszentmihalyi, 1988).

*“In other words, optimal experience requires a balance between the challenges perceived in a given situation and the skills a person brings to it.”*

(Csikszentmihalyi, 1988, p. 30)

Desta forma, para que o indivíduo se mantenha continuamente em estado de *flow*, deve aumentar a complexidade da atividade desenvolvendo novas competências para ir ao encontro de novos desafios (Csikszentmihalyi, 1988). O autor dá o exemplo de um jogo de ténis, em que mesmo que inicialmente o jogador não tenha muita experiência e se satisfaça com desafios simples, à medida que aumenta as suas competências, sente necessidade que aumente também o grau de dificuldade do jogo, caso contrário aborrece-se. Esta situação é perceptível pelo esquema da figura 3. Como o estado de *flow* é uma experiência ótima, o indivíduo vai procurar manter-se constantemente nesse estado, podendo até tornar-se um vício (Csikszentmihalyi, 1988).

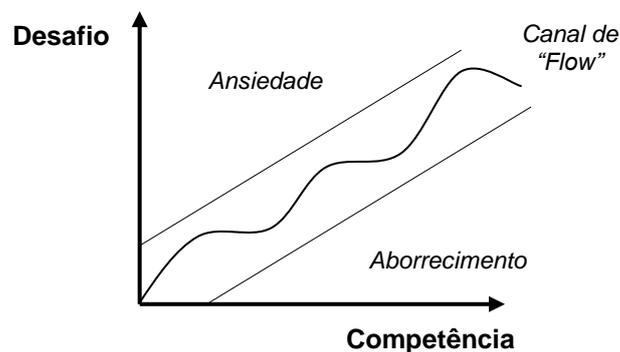


Figura 3: Estado de *Flow*, adaptado de Csikszentmihalyi (1988)

Quanto às dimensões da experiência de *flow*, Csikszentmihalyi (1988) refere que uma atividade que tenha objetivos claros e que forneça *feedback* rápido e pouco ambíguo tem mais facilidade de vir a proporcionar esta experiência. Relativamente aos jogos, “um jogo sem regras ou sem uma forma de alcançar a performance é impossível de jogar” (Csikszentmihalyi, 1988, p. 32). Quanto à experiência de *flow*, alguns aspetos reportados pelos indivíduos deste estudo são a

- i) imersão,
- ii) sensação de controlo,
- iii) distorção temporal,
- iv) perda de consciência de si mesmo e dos problemas do dia a dia
- v) sentimento de transcendência.

Uma outra perspetiva sobre a motivação que pode ser aplicada aos jogos é apresentada por Oxland (2004): as teorias dirigidas a objetivos. Um exemplo é a teoria desenvolvida por Locke e Latham, que defende que os objetivos de jogo determinam a performance do jogador e o esforço e persistência no alcance dos mesmos (Oxland, 2004). Para Oxland (2004), os objetos são a

principal motivação do jogador, elemento que é também referido por de Freitas (2006) e Garris et al. (2002). Outros fatores contribuem também para a motivação do jogador:

- i) a ação continuada;
- ii) os segredos escondidos;
- iii) a provocação do jogador;
- iv) as peças de cenário;
- v) som (Oxland, 2004);
- i) o realismo do jogo (de Freitas, 2006)
- vi) a incerteza do resultado (Garris et al., 2002).

Por sua vez, existem também motivos que podem levar o jogador a desistir de jogar, nomeadamente

- i) o esforço/investimento de inovação que é feito no primeiro quarto de jogo;
- ii) pouco conteúdo e/ou jogo repetitivo;
- iii) mudança repentina da mecânica de jogo;
- iv) pouco tempo para equilibrar o jogo;
- v) inconsistência;
- vi) desafios ambíguos;
- vii) descrições longas (Oxland, 2004).

#### Motivação, aprendizagem e jogo

A motivação é um aspeto fundamental quer no que respeita à experiência de jogo em si, quer no que se refere à eficácia da aprendizagem (Garris et al., 2002), sendo essencial que o indivíduo esteja simultaneamente envolvido, motivado, suportado e interessado. Para que a motivação seja eficiente na vertente de aprendizagem, é necessário que seja suportada por

- i) respostas / *feedback*;
- ii) envolvimento ativo e direto (Garris et al., 2002; Houser & Deloach, 1998);
- iii) reflexão (Garris et al., 2002);
- iv) ferramentas apropriadas que se adaptem ao utilizador e às tarefas, apoiando e não distraindo (Houser & Deloach, 1998).
- v) objetivos de aprendizagem bem definidos e procedimentos estabelecidos (Garris et al., 2002; Houser & Deloach, 1998);
- vi) que estes sejam relevantes para contextos de prática no mundo real (Garris et al., 2002),
- vii) e que proporcionem um sentimento contínuo de desafio (Houser & Deloach, 1998; Lepper & Malone, 1987);
- viii) e devem evitar-se distrações e interrupções que acabam por destruir a experiência subjetiva (Houser & Deloach, 1998).

Se for conseguido o equilíbrio entre o divertimento e os objetivos de aprendizagem, será mais fácil motivar os indivíduos para aprender, ou seja, fornecer-lhes um incentivo para se envolverem no ato de adquirir conhecimentos (Paras & Bizzochi, 2005). De acordo com Chan e Ahern, “quando as pessoas estão intrinsecamente motivadas, não só aprendem mais, como também têm uma

experiência mais positiva” (Chan & Ahern, 1999, apud Paras & Bizzochi, 2005). Através da motivação, fornecem-se aos indivíduos motivos para aprender, para melhorar e rentabilizar as suas capacidades (Balanchó & Coelho, 2001, apud Barata, 2006). Paras & Bizzochi (2005) apresentam um modelo desenvolvido por Jonh Keller, intitulado de Modelo ARCS do Design Motivacional, composto por quatro componentes estratégicos essenciais na motivação para a aprendizagem:

- i) **estratégias de [A]tenção** (que suscitem curiosidade e interesse);
- ii) **estratégias de [R]elevância** (que se ligam às necessidades, interesses e motivos dos alunos);
- iii) **estratégias de [C]onfiança** (que ajudam a desenvolver uma expectativa positiva no alcance do sucesso);
- iv) **estratégias de [S]atisfação** (que fornecem reforço extrínseco e intrínseco pelo esforço).

Os jogos apresentam um grande potencial para motivar para a aprendizagem (Paras & Bizzochi, 2005; Garris et al., 2002), além das potencialidades de motivação no geral, apresentadas na secção anterior. Isto acontece principalmente porque

- i) permitem manter o jogador envolvido durante um determinado período de tempo;
- ii) conseguem alcançar altos níveis de atenção (Garris et al., 2002);
- iii) fornecem oportunidades para explorar e descobrir novas informações;
- iv) possibilitam o controlo da aprendizagem (de Freitas, 2006).

Além disso, os caminhos para o sucesso são múltiplos (Bonk & Dennen, 2005, p.3 apud Garris et al., 2002). Deste modo, os designers de produtos educativos podem fazer uso de ambientes de jogo que suportem simultaneamente o estado de *flow* e permitam a aprendizagem (Paras & Bizzochi, 2005).

Com base em alguns modelos já existentes na literatura compilados no artigo “*Educational Games (EG) Design Framework*” e entrevistas a peritos da área do desenvolvimento de jogos educacionais, Ibrahim e Zaafar (2009) desenvolveram um modelo para o design de jogos educacionais, que contempla também a questão da motivação (ver figura 4). O objetivo dos autores prende-se com o desenvolvimento de jogos que conjuguem aspetos relevantes do design de jogos (usabilidade, multimédia e interação, divertimento) com a pedagogia (resultados de aprendizagem, teorias da motivação, autoaprendizagem e resolução de problemas) e com a modelação de conteúdos de aprendizagem.

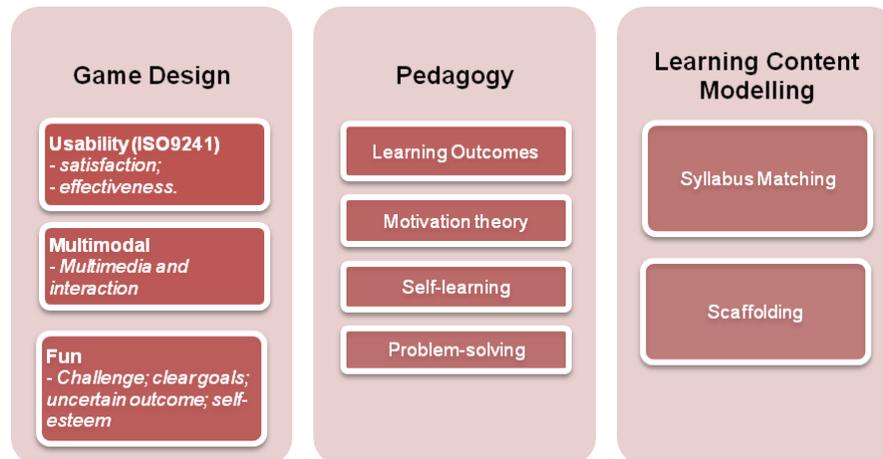


Figura 4: Modelo de Design de Jogos Educacionais (Ibrahim & Jaafar, 2009)

Também Hunicke et al. (2004) propõem um modelo para o design de jogos, apelidado de *MDA framework* (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics*). A mecânica refere-se aos componentes particulares do jogo, nomeadamente as várias ações, comportamentos e mecanismos de controlo fornecidos ao jogador no âmbito do contexto de jogo. A mecânica de jogo ajuda a definir a dinâmica geral do mesmo. Por sua vez, a dinâmica descreve o comportamento da mecânica sobre os *inputs* do jogador e *outputs* de outros ao longo do tempo. A estética descreve as respostas emocionais desejadas evocadas no jogador, quando interage com o sistema do jogo. No âmbito da estética, os autores propõem a seguinte taxonomia:

- i) sensação;
- ii) fantasia;
- iii) narrativa;
- iv) desafio;
- v) amizade;
- vi) descoberta;
- vii) expressão;
- viii) submissão.

Este modelo evidencia o comportamento em detrimento do meio (media) que o promove no jogador. Jogos educacionais bem desenhados apresentam então um grande potencial, na medida em que o ato de jogar produz um estado de *flow*, o que aumenta a motivação e, consequentemente, suporta o processo de aprendizagem (Paras & Bizzochi, 2005). Estes aspetos foram já testados por vários investigadores, nomeadamente Gareau e Guo (2009). Estes investigadores analisaram a potencialidade dos jogos educacionais para motivar e envolver os estudantes na sala de aula, através de uma abordagem qualitativa, um paradigma construtivista e uma estratégia de investigação-ação participativa, em que os alunos participaram também no desenvolvimento dos jogos. Os resultados foram bastante positivos.

### 3.5.2. Imersão

A imersão é um fator fundamental para a experiência de jogo. De acordo com Pine e Gillmore (1999), este conceito insere-se numa categoria mais ampla: a **conexão**, que pode variar entre

**absorção** e **imersão**. No que respeita à categoria de conexão, enquanto a absorção significa dirigir a atenção a uma experiência, a imersão implica tornar-se física e virtualmente parte da experiência em si (Pine & Gillmore, 1999).

Os autores definem ainda outra categorização para a experiência de jogo: a **participação**, que pode variar entre **ativa** e **passiva**. Também Brown e Cairns (2004) sugerem uma categorização para a imersão do jogador na experiência de jogo em três níveis de envolvimento: desde o “**engagement**”, passando pelo “**engrossment**” até uma “**total immersion**”. Para Brown e Cairns (2004), a imersão total está associada ao sentimento de pertença; contudo, estes termos apresentam algumas diferenças entre si. Enquanto o sentimento de presença/envolvimento se refere à sensação de estar num mundo gerado pelo computador em vez de apenas usar o computador (Lombard & Ditton, 1997, apud Ermi & Mayra, 2005), a imersão define-se pela “sensação de estar rodeado por uma outra realidade (...) que controla toda a nossa atenção” (Murray, 1997, apud Ermi & Mayra, 2005).

Salen e Zimmerman (2004) apresentam o conceito de *magic circle*, o lugar onde o jogo acontece, podendo não ter fronteiras físicas, ou ter uma componente física. Segundo os autores, este conceito está associado à noção de “mundos temporários” apresentada por Huizinga (2001), e é fundamental para a imersão.

“A arena, a mesa de jogo, o círculo mágico, o templo, o palco, a tela, o campo de ténis, o tribunal etc., têm todos a forma e a função de terrenos de jogo, isto é, lugares proibidos, isolados, fechados, sagrados, em cujo interior se respeitam determinadas regras. Todos eles são mundos temporários dentro do mundo habitual, dedicados à prática de uma atividade especial.”

Huizinga, 2001

A imersão no *magic circle* ocorre de duas formas: primeiro, os jogadores são seduzidos a entrar no *magic circle* do jogo; de seguida, são seduzidos para continuarem a jogar. Ambas as formas de imersão são difíceis de alcançar pelos designers de jogos. No que respeita à primeira, isto acontece sobretudo devido à qualidade formal dos jogos, que faz com que seja muito mais difícil iniciar e interromper a ação de jogar do que numa simples brincadeira (Salen & Zimmerman, 2004). Os jogos normalmente requerem uma participação formal: encontrar jogadores, ler as regras, abrir um ficheiro, baralhar cartas, preparar o tabuleiro, entre outras ações. Desta forma, os designers devem não apenas criar o jogo, mas também a forma como o jogador entra no sistema do jogo.

A literatura revela que, no sentido de criar a sensação de imersão nos jogos, algumas condições devem ser reunidas:

- i) ir ao encontro das expectativas dos jogadores (McMahn, 2003);
- ii) ações com sentido (McMahn, 2003; Salen & Zimmerman, 2004);
- iii) integração entre as ações e os resultados (Salen & Zimmerman, 2004);
- iv) universo de jogo consistente (McMahn, 2003);
- v) absorção num esquema familiar (Douglas & Hargadon, 2000);

- vi) jogabilidade funcional e estrutural (Järvinen et al., 2002);
- vii) qualidade audiovisual (Grodal, 2003).

Além de altamente imersivos, os espaços de jogo podem ser colaborativos (de Freitas, 2006). Ermi e Mayra (2005) analisaram o conceito de imersão junto de crianças finlandesas, que destacaram

- i) a **interatividade do jogo** (a oportunidade para tomar decisões, realizar ações e ter um efeito no jogo),
- ii) a **qualidade audiovisual e estilo** e
- iii) o **mundo imaginário** e a **fantasia** como elementos centrais que conduzem à imersão no jogo.

As investigadoras concluíram também que a experiência de jogo e a imersão são fenómenos multidimensionais, na medida em que foram entendidas de forma diferente pelas crianças que jogavam e pelos pais que as observavam. Com base nestas conclusões, Ermi e Mayra (2005) desenharam um modelo (ver figura 5) que sintetiza os elementos-chave que caracterizam a experiência de jogo:

- i) imersão sensorial (qualidade audiovisual dos jogos);
- ii) imersão baseada no desafio;
- iii) imersão imaginativa (personagens, narrativa).

Todos estes elementos estão interligados entre si, influenciando-se mutuamente.

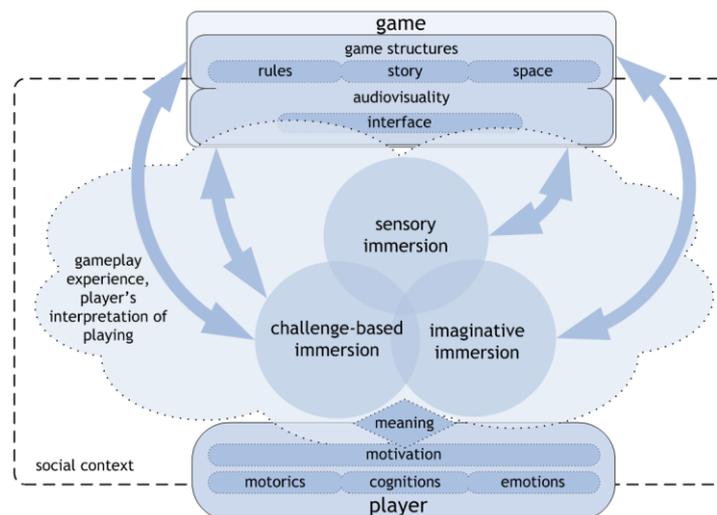


Figura 5: Modelo Sensory Immersion, Challenge-Based Immersion and Imaginative Immersion (Ermi & Mayra, 2005)

### Imersão, aprendizagem e jogo

Como vimos anteriormente, os ambientes de jogo apresentam um enorme potencial para suportar experiências imersivas de aprendizagem (Paras & Bizzochi, 2005). Os autores defendem que estes ambientes se distanciam de qualquer outro ambiente imersivo, na medida em que permitem

a ação livre e espontânea praticamente sem consequências para o jogador. Neste sentido, os ambientes de jogo

“não devem restringir os processos cognitivos do jogador mas sim permitir-lhes fazer escolhas livremente que os ajudem a alcançar um objetivo final.”

(Paras & Bizzochi, 2005, p. 3)

De Freitas (2006) refere que há uma dificuldade em definir a aprendizagem imersiva, nomeadamente na sua aplicação aos jogos. A imersão nos jogos educacionais é diferente da imersão em jogos de lazer, algo que deve ser tido em conta na utilização desta terminologia. A investigadora refere que, para que a aprendizagem seja efetiva em ambientes imersivos, é necessário que exista uma relação entre o que é aprendido e como é aplicado na prática. Por sua vez, Csikszentmihalyi (1991) afirma que aprender em mundos imersivos acaba por ser um processo de aprendizagem, *flow* ou atividade por si só.

### 3.5.3. Contexto e socialização

Vários autores referem que o contexto é essencial para a experiência de jogo (Ermi & Mayra, 2005; Salen & Zimmerman, 2004), na medida em que o jogador importa para o jogo os seus desejos, antecipações e experiências prévias. De acordo com a definição que adotamos nesta investigação (ver 3.1.), os jogos, enquanto sistemas, fornecem contextos de interação “que podem ser espaços, objetos, e comportamentos que os jogadores exploram, manipulam e habitam” (Salen & Zimmerman, 2004, p. 50). Por sua vez,

*“A system is a set of things that affect one another within an environment to form a larger pattern that is different from any of the individual parts.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 50)

De acordo com estes autores, as associações físicas, psicológicas e culturais têm um papel fundamental no delineamento do ambiente em que a experiência de jogo ocorre.

A par destas questões, os jogos promovem a interação e o contacto social entre os jogadores, nomeadamente quando se tratam de crianças. Holmes e Pellegrini (2005) referem que, embora atualmente os adultos revelem preocupações relativamente ao comportamento social das crianças, associando o isolamento e a falta de interações sociais aos jogos, as pesquisas revelam o contrário. Os autores dão o exemplo de um trabalho de Bonnafont, que sugere que os jogos de vídeo promovem o contacto social e interações entre as crianças, nomeadamente quando estas partilham conhecimentos acerca do jogo e dos equipamentos associados. Holmes e Pellegrini (2005) referem ainda que o jogo (neste caso o videojogo) promove a atividade social e a cooperação entre os jogadores. Num estudo que realizaram, Holmes e Pellegrini (2005) analisaram também a questão das interações sociais entre as crianças no decorrer do jogo, com base nos comportamentos verbais e não-verbais, nomeadamente

- i) as **expressões faciais**, dado que são indicativas de respostas emocionais;
- ii) a **distância social**, porque reflete o conforto;

iii) e os **comportamentos verbais**, que refletem a qualidade, direção e conteúdo do discurso das crianças.

Os autores analisaram intervalos de 6 minutos de gravação vídeo, suportados em quatro categorias:

- i) **facial**;
- ii) **toque**;
- iii) **conteúdo verbal**;
- iv) **interação verbal**.

Por sua vez, estas categorias continham quatro níveis de resposta:

- i) **positiva** (sorrisos, mover-se em direção a um jogador, comentários de ajuda e simpatia, conversas com outros jogadores);
- ii) **neutral** (falar para o monitor do computador);
- iii) **negativa** (franzir as sobrancelhas, afastar-se de um jogador, comentários cínicos ou críticos, falar para si mesmo);
- iv) **mista**.

## CAPÍTULO IV

### 4. INSTALAÇÕES

Após uma melhor compreensão do nosso público-alvo (crianças), dos processos inerentes à aquisição de conhecimentos e das estratégias de design e jogo que poderão contribuir para a motivação para a aprendizagem, interessa-nos uma questão fundamental para o alcance dos objetivos propostos: a forma como a criança vai interagir com os conteúdos e com a tecnologia. Tendo este projeto como base uma instalação multimédia de interface tangível, interessa-nos perceber estes conceitos e o contributo que poderão ter para o alcance de uma experiência mais rica e cativante.

#### 4.1. TIPOS DE INSTALAÇÕES

Com o avanço da tecnologia vimos surgir o conceito de instalação multimédia, que, segundo Domingues (1988), se caracteriza por reunir vários média (som, imagem estática, vídeo), oferecendo estímulos de natureza visual, auditiva, tátil e olfativa, e promovendo assim a sinestesia (associação espontânea entre sensações de natureza diferente). Um outro conceito importante no âmbito das instalações é o de videoinstalações, instalações que exploram as características próprias da linguagem de vídeo e que solicitam ao espetador que participe na obra, caminhando no espaço, deslocando-se entre as imagens e objetos, estabelecendo relações múltiplas com estes e o corpo do espetador (Domingues, 1988).

Neste âmbito, destaca-se ainda o conceito de instalações interativas, que, por meio de

“interfaces de acesso ao público e, através de sensoriamento, ou por dispositivos de captura como teclados, mouses, telas sensíveis, permitem a ação do público com respostas em tempo real por parte das máquinas”

(Domingues, 1988, p. 7)

Fragoso (2010) define instalações multimédia interativas como ambientes que abrigam sistemas artificiais, em interação com sistemas físicos, que utilizam interfaces complexas. Assim, estas instalações interativas vão mais longe que as videoinstalações, na medida em que ultrapassam a simples contemplação de uma apresentação onde o corpo do espetador é também incluído, mas na qual este não pode intervir no sentido de modificar aquilo que vê. Pelo contrário, as instalações interativas permitem uma verdadeira interatividade, onde o espetador pode alterar o que vê, o que ouve, o que sente no seio da instalação, na medida em que os “sinais enviados pelo corpo são recebidos pelo computador e transformados em respostas” (Domingues, 1988, p. 14).

Recentemente, estas interfaces que permitem a interatividade têm vindo a ser denominadas de “interfaces tangíveis”, um conceito que surgiu na sequência das instalações de realidade virtual (Ratti et al., 2004) e faz parte de uma área mais vasta de tecnologia em desenvolvimento, a

computação ubíqua (Falcão & Gomes, 2006, p. 1), onde a tecnologia está de tal forma “embutida no mundo físico que chega a tornar-se invisível”, sendo a ideia central a interação natural através das interfaces. De facto, os designers tendem cada vez mais a utilizar recursos do mundo real para estabelecer um significado social partilhado (Gay & Lentini, 1997), sendo que num ambiente virtual é difícil alterar as propriedades de um objeto físico (Billingham et al., 2001). Criaram-se assim novas formas de interação, que juntam os mundos físico e virtual, na medida em que as chamadas *TUIs – Tangible User Interfaces* permitem que as pessoas interajam com computadores através de objetos tangíveis familiares (Ratti et al., 2004). Quando estas interfaces são de tal forma invisíveis ao espetador que este não se aperceba da sua presença, podemos falar em media sociais imersivos. O sucesso deste tipo de exposições está relacionado com as experiências que proporcionam: emocionais, sociais e físicas (Snibbe & Raffle, 2009). O espetador sente-se importante, sendo ele parte da instalação; interage socialmente com outros espetadores e reage fisicamente com todo o seu corpo.

#### Instalações interativas, interfaces tangíveis e aprendizagem

Dado o crescente interesse na motivação dos utilizadores e a vontade do regresso à interação corporal, as interfaces tangíveis têm vindo a adquirir cada vez mais popularidade, nomeadamente no que respeita à sua utilização como mecanismo de acesso à aprendizagem (Marshall, 2007). Os motivos para tal são muitos e variados, e o interesse nas experiências psicomotoras vem já de longe (Falcão & Gomes, 2006). Ao considerarmos a teoria do desenvolvimento de Piaget sobre a manipulação de objetos físicos concretos no suporte e desenvolvimento do pensamento (sobretudo em crianças jovens), verificamos que usar a fisicalidade em atividades de aprendizagem faz com que esta seja mais efetiva, natural (Triona et al., 2005) e divertida. As interfaces tangíveis, ao explorarem a interação direta com o corpo, são mais acessíveis a crianças e jovens que ainda não tenham um contacto alargado com a computação, bem como a pessoas com dificuldades de aprendizagem, portadores de deficiência, idosos e novíços (Marshall, 2007). As potencialidades das interfaces tangíveis ao nível do número de utilizadores em simultâneo favorecem a aprendizagem colaborativa, um conceito muito em voga sobretudo em espaços museológicos. Os utilizadores têm um contacto face-a-face ao interagirem com estas tecnologias, incrementando-se assim a visibilidade da atividade do outro e encorajando-se a aprendizagem situada (Marshall, 2007).

As interfaces tangíveis permitem dois tipos de aprendizagem:

- i) a **aprendizagem por descoberta** (de Jong, & van Joolingen, 1998), onde se aprende explorando materiais já existentes,
- ii) a **construção de representações externas ou artefactos** (Papert, 1980), onde o que se desenvolve é normalmente fruto das ideias e entendimento do próprio utilizador.

Tanto uma como outra perspetiva podem ser benéficas para a aprendizagem. Embora a utilização de interfaces tangíveis para a aprendizagem seja já algo adquirido, ainda muito há para explorar. Os designers têm-se focado sobretudo nos materiais a usar na construção de interfaces tangíveis, fazendo uso da espacialidade. Contudo, outros aspetos podem ser desenvolvidos, tais como a massa, textura ou maleabilidade dos objetos físicos (Blackwell, 2003).

## 4.2. DESIGN DE INSTALAÇÕES PARA CRIANÇAS

O design de ambientes multimédia para crianças, embora pareça recente, é algo que remonta já a 1967, quando Papert utilizou o seu projeto LOGO, um ambiente multimédia em que as crianças podem interagir com objetos através de uma linguagem de programação (Druin & Solomon, 1996). Dada a especificidade deste público, são muitos os aspetos que devem ser tidos em conta aquando do design de ambientes multimédia para crianças.

*“When designing multimedia environments for children, we as designers must remember that children are not just short adults. (...) Young people have their own likes, dislikes, curiosities, and needs that are not the same as their adult parents or teachers. (...) they love to draw, use clay, build with blocks, watch videos and play games. (...) they love repetition (...) but only when they are in control. (...) they are honest. (...) children are also naturally curious.”*

(Druin & Solomon, 1996, p. xii)

Outro aspeto que Druin & Solomon (1996) salientam é a constante evolução das tecnologias que se podem utilizar no design de ambientes multimédia para crianças. As tecnologias são um fator fundamental, quer para a questão da motivação, quer para o fator aprendizagem, na medida em que, conjugadas com objetos do mundo real, “os ambientes multimédia físicos podem oferecer experiências de aprendizagem mais poderosas e envolventes às crianças” (Druin & Solomon, 1996, p. 176). Contudo, um mesmo ambiente pode oferecer experiências de aprendizagem diferentes devido às características individuais de cada um. Ruth (2003) salienta também que a diferença entre desenhar equipamentos para uma população adulta ou para crianças não é apenas uma questão de tamanho. É necessário ter em conta o reduzido nível de experiência com o ambiente construído e a interpretação e uso do espaço por parte da criança. Ruth (2003) sintetiza assim os pontos a considerar em três categorias:

- i) **escala;**
- ii) **questões físicas** e de **desenvolvimento;**
- iii) **questões psicológicas.**

O fator escala influencia não só o sentimento de controlo e conforto da criança, como também o grau de segurança, pelo que devem ser tidos em conta os dados antropométricos de cada região. A questão da segurança é também fundamental. Vários estudos foram já feitos para averiguar quais os melhores materiais a utilizar para crianças. Um exemplo é Mott et al. (1997), que estudaram a segurança de materiais utilizados em parques infantis, sendo que os materiais que revelaram taxas mais elevadas de danos físicos foram o cimento e a casca de árvore, enquanto a borracha revelou ser o material mais seguro.

Druin & Solomon (1996) apresentam já à data alguns exemplos de ambientes multimédia inovadores, nomeadamente o *Media Room*, onde a interação não é realizada através do rato ou do teclado, mas sim através de gestos. Estas formas de interação revelaram potencialidades para ampliar e clarificar o sentido para o utilizador, ao contrário de sensores físicos que não permitam

uma movimentação tão intuitiva. Da mesma forma, o projeto *Immersive Environments* apresenta sensores embebidos no ambiente físico, e não no corpo do indivíduo. As perspectivas futuras de desenvolvimento de ambientes multimédia para crianças são bastante promissoras, podendo envolver o trabalho multidisciplinar entre a ciência dos computadores, o design de ambientes, a engenharia robótica, o cinema, o design instrucional, a arte multimédia, por exemplo (Druin & Solomon, 1996).

Tiemestra et al. (2011) apresentam linhas orientadoras para o desenvolvimento de instalações para crianças, nomeadamente

- a) comunicar as possibilidades de ação da instalação através de uma semântica clara e consistente;
- b) fornecer feedback nas oportunidades de interação;
- c) a interação social fornece vantagens ao jogo que é jogado;
- d) o divertimento que a instalação desperta deve ser subordinado à quantidade de jogadores que estão envolvidos;
- e) aquando do desenvolvimento para um sistema que permite facilmente juntar durante jogos em curso, as barreiras físicas devem ser eliminadas;
- f) design para a ambiguidade;
- g) fornecer oportunidades que suportam a mudança nas características da atividade de jogo.

#### 4.2.1. Metodologias de envolvimento da criança no processo de design

À medida que as tecnologias evoluem, o ser humano começa também a aumentar o seu grau de exigência, pelo que se torna cada vez mais relevante ir ao encontro das suas expectativas, sobretudo no que respeita à área multimédia, que se encontra em constante evolução. Tal aplica-se não só aos adultos, mas também às crianças, que estão atualmente bastante familiarizadas com as novas tecnologias, como vimos anteriormente. Deste modo, temos vindo a assistir a um envolvimento crescente do utilizador no processo de design de aplicações multimédia, através de mecanismos como o *user centered design*, o *user generated content* ou o *participatory design*. Contudo, estes conceitos, embora largamente trabalhados com adultos e em contexto de aplicações para computador, não foram ainda suficientemente explorados com crianças em contexto de interfaces tangíveis.

Apresenta-se de seguida uma breve síntese acerca destes conceitos, uma vez que, em termos de envolvimento do utilizador, são aqueles que têm maior relevância para o presente projeto de investigação.

##### User Centered Design

As primeiras aproximações a um maior envolvimento do utilizador no processo de design foram realizadas através da metodologia de *user centered design (UCD)*, onde o utilizador é um *tester* ou *evaluator* do sistema (Read et al., 2002). Ou seja, o utilizador apenas intervém no processo de design como avaliador, normalmente numa fase final do projeto.

*‘User-centered design’ (UCD) is a broad term to describe design processes in which end-users influence how a design takes shape. It is both a broad philosophy and variety of methods. There is a spectrum of ways in which users are involved in UCD but the important concept is that users are involved one way or another.”*

(Abrás et al., 2004, p. 1)

Pesquisas diversas revelaram que esta metodologia é insuficiente, na medida em que os utilizadores consideram que as aplicações são mais fáceis de utilizar quando estão envolvidos tanto no design como na construção da aplicação em si (Papert, 1980). Tal é ainda mais evidente no que respeita às crianças.

### User Generated Content

Outra metodologia não tão conhecida de envolvimento do utilizador é o *user generated content* (*UGC*). Como o nome indica, trata de conteúdos gerados pelo utilizador, ou seja, pelo público em geral e não por profissionais pagos para o efeito (*PCMAG.com*).

Num estudo sobre um jogo que faz uso da *UGC*, Casey et al. (2007) referem que com o advento da Web 2.0, o *UGC* está a aumentar em vários sentidos, não só através do computador, mas também dos telemóveis. Com a convergência de tecnologias *mobile*, blogs e geolocalização, tal é ainda mais evidente, tendo vindo proporcionar a partilha de conteúdos praticamente em tempo real.

### Participatory Design

Face à insuficiência das metodologias anteriores, surgiu uma corrente desenvolvida por investigadores escandinavos em contexto laboral (Schuler & Namioka, 1993), que está atualmente a ser aplicada a diversas áreas do conhecimento, nomeadamente o design de aplicações multimédia para crianças (Read et al., 2002; Druin & Solomon, 1996). Nesta metodologia de *participatory design*, os utilizadores e os designers atuam como parceiros no processo de design (Greenbaum et al., apud Schuler & Namioka, 1993), na medida em que assistimos a

*“the direct involvement of people in the collaborative design of things and technologies they use.”*

(Shneiderman & Plaisant, 2010, p. 130)

Os utilizadores são envolvidos direta e ativamente no processo de design, tornando-se assim *“design partners”*, como proposto na taxonomia desenvolvida por Druin (2002). Nesta taxonomia, a investigadora propõe vários níveis de envolvimento do utilizador, nomeadamente

- i) o *“tester”*,
- ii) o *“informant”*
- iii) o *“design partner”*.

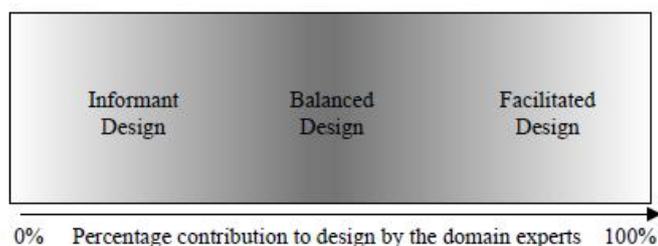
No primeiro caso, Druin (2002) diz-nos que os *“testers”* são simplesmente observados enquanto experimentam novos designs. Os *“informants”*, como o nome indica, fornecem informações aos

designers através de entrevistas e *focus groups*. Já os “*design partners*” são membros ativos da equipa de design (Druin, 2002). De acordo com Read et al. (2002), o conceito de *participatory design* distingue-se assim de *collaborative design*, na medida em que este último se refere apenas a “uma situação em que mais do que uma pessoa está envolvida na vertente de design do processo” (Read et al., 2002, p. 2), podendo até nem se tratar da categoria de utilizadores. Deste modo, o *participatory design* faz parte do *collaborative design*, havendo contudo lugar ao envolvimento de diferentes categorias de participantes (como os utilizadores – *domain experts* – e os designers – *design experts*), que contribuem de diversas formas no processo, nomeadamente numa participação que passa pelos níveis

- i) *informant design*
- ii) *balanced design*
- iii) *facilitated design*.

(Read et al., 2002)

No primeiro caso, os utilizadores (*domain experts*) limitam-se a fornecer informações aos peritos de design (*design experts*), sendo estes últimos os principais intervenientes no processo de desenvolvimento. No segundo caso, é assumida uma parceria igualitária entre as duas categorias de participantes. Por último, o *design expert* atua apenas como facilitador, sendo o *domain expert* que fornece as ideias e desenvolve o design. Estes diferentes níveis de participação são contínuos, não discretos, como podemos observar na figura 6.



**Figura 6** - Modelo Contínuo de Participação *Informant Design*; *Balanced Design*; *Facilitated Design* (fonte: Read et al., 2002)

De acordo com os autores do modelo (Read et al., 2002), existem diversas variáveis que afetam o nível de envolvimento dos participantes (sobretudo quando se trata de crianças), nomeadamente

- i) o **ambiente cultural e físico**, como a iluminação ou o equipamento disponível;
- ii) o **conhecimento prévio à realização da atividade**, seja ele genérico, específico sobre o assunto ou técnico;
- iii) as **competências cognitivas**, motoras ou articuladoras;
- iv) a **segurança** relacionada com fatores de conforto, estabilidade emocional ou stress.

A literatura sobre o tema aborda já múltiplas formas de envolver os utilizadores através do *participatory design*, fazendo uso de recursos que vão desde os protótipos de alta-fidelidade e as simulações a exposições de fotografia, representações dramáticas, jogos, ou simplesmente esboços e cenários escritos (Shneiderman & Plaisant, 2010), protótipos de baixa-fidelidade e brainstorming (Read et al., 2002). Schuler e Namioka (1993) sintetizam igualmente algumas

técnicas bastante utilizadas neste âmbito. Embora o livro esteja mais direcionado para o *participatory design* utilizado no seio do local de trabalho, estas técnicas são também aplicadas noutros contextos, como é o caso das crianças em sala de aula. Bodker, Gronbaek e Kyng (in Schuler & Namioka, 1993), por exemplo, sugerem o *mock-up design*. Segundo os autores, esta técnica, além de incentivar o envolvimento do utilizador, tem a capacidade de proporcionar a estes e aos designers a oportunidade de “transcender os limites da realidade e imaginar o que é frequentemente impossível” (Bodker et al., p. 157, apud Schuler & Namioka, 1993). Além disso, os *mock-ups* apresentam diversas vantagens, nomeadamente

- i) o incentivo da “**hands-on experience**”;
- ii) a **facilidade de compreensão**;
- iii) os **baixos custos**;
- iv) o **divertimento** que proporcionam;

vantagens estas que são essenciais quando falamos de utilizadores como as crianças. Já Holtsblatt e Jones (in Schuler & Namioka, 1993) propõem uma técnica que resulta da adaptação de outras técnicas de pesquisa de campo utilizadas em diversas áreas do conhecimento como a psicologia ou a sociologia, o *contextual inquiry*. Este processo é guiado por três princípios base:

- i) o **contexto**;
- ii) a **parceria** (diálogo entre designer e utilizador, que neste caso é considerado o perito);
- iii) o **enfoque**.

Outro modelo utilizado no âmbito do *participatory design* é o *plastic interface for collaborative technology through video exploration (PICTIVE)*, uma técnica que faz uso de materiais do dia a dia como pedaços de papel ou plástico, tesouras, fita-cola, no sentido de facilitar o desenvolvimento em termos de custos materiais, evitando inclusive a necessidade de conhecimentos especializados por parte dos utilizadores (Muller in Schuler & Namioka, 1993). Esta perspetiva é especialmente adequada a crianças, já que frequentemente não possuem acesso ou conhecimentos sobre ferramentas de prototipagem mais sofisticadas (Read et al., 2002). Este método foi também utilizado por Druin e Solomon (1996) para trabalhar com crianças nos eventos *ChiKids*. No que respeita especificamente à utilização do *participatory design* com crianças, Druin (1999) sugere que

- i) se usem **roupas informais**;
- ii) os adultos estejam **sentados** em vez de estarem de pé;
- iii) se peçam às crianças **opiniões** e se forneça algum tempo para as articular;
- iv) se faça uso de **linguagem informal**;
- v) se tomem **notas discretamente**,

tudo isto no sentido de desinibir a criança e libertá-la da associação do adulto enquanto líder.

Vários autores consideram que as idades mais adequadas para a utilização do *participatory design* entre crianças se situam entre os 7 e os 10 anos de idade (Read et al., 2002), nomeadamente devido à sua capacidade para a reflexão e abstração (como verificámos em capítulos anteriores

sobre as teorias da aprendizagem), bem como devido à inexistência de preconceitos relativamente ao processo de design.

Segundo Shneiderman & Plaisant (2010), a utilização da técnica de *participatory design* é positiva no sentido em que um maior envolvimento do utilizador conduz a uma informação mais correta acerca das tarefas, bem como a uma oportunidade para os utilizadores influenciarem as decisões de design. Contudo, um maior envolvimento significa igualmente mais custos e provavelmente um período de implementação mais alargado (Shneiderman & Plaisant, 2010).

Existem também algumas limitações na utilização da metodologia de *participatory design* com crianças, nomeadamente

- i) a dificuldade na mudança da estrutura de poder entre adultos e crianças que se estabelece nas escolas;
- ii) a falta de hábitos de feedback crítico por parte das crianças;
- iii) o desconforto de alguns investigadores em trabalhar com crianças (Alborzi et al., 2000; Taxen et al., 2001).

Apesar de se tratar de um processo difícil de levar a cabo, vários investigadores defendem que o uso do *participatory design* com crianças vale todo e qualquer esforço (Read et al., 2002).

### 4.3. FORMAS DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES

Os SG são utilizados como ferramentas de aprendizagem em contextos espaciais distintos, desde a escola a cursos de formação ou espaços museológicos. Importa-nos aqui então distinguir estes contextos, nomeadamente no que respeita à questão das tipologias associadas de educação formal, não-formal e informal, sendo que nos importa especificamente a educação não-formal.

#### 4.3.1. Educação formal

A educação formal

*“corresponds to a systematic, organized education model, structured and administered according to a given set of laws and norms, presenting a rather rigid curriculum as regards objectives, content and methodology.”*

(Dib, 1988, p. 1)

Este tipo de educação vai desde a escola primária até à universidade, desenvolvendo-se no seio de instituições próprias (Coombs, 1973; Chagas, 1993; Etling, 1993) e de acordo com várias etapas de desenvolvimento (anos escolares). Geralmente funciona a tempo inteiro, estando associada a estruturas hierárquicas e burocráticas (Gadotti, 2005). Regra geral, é obrigatória até um determinado nível (Pinto, 2005). É comumente aceite que ensinar é tarefa da escola (Gaspar, 1993), cabendo à família e à sociedade educar. Contudo, a

“educação formal, escolar, tem sido complementada ou acrescida de uma educação não-formal e informal, extraescolar, que tem oferecido à sociedade o que a escola não pode oferecer”

(Gaspar, 2003, p.1)

Tem havido uma proliferação bastante rápida de programas de educação não-formal, na medida em que se concluiu que a escola já não consegue satisfazer “um conjunto vasto de necessidades educacionais cada vez mais diversificadas” (Carron, 1991).

#### 4.3.2. Educação não formal

A educação não formal tem sido um conceito algo complexo de definir, sendo que nos últimos anos tem vindo a ser classificada como “educação fora da escola” (Pinto, 2005), confundindo-se até com a educação informal (Gadotti, 2005), frequentemente num sentido desfavorável (Cross, 2006). Contudo, estes conceitos apresentam claras diferenças. De facto, a educação não-formal é mais difusa, menos hierárquica e menos burocrática que a educação formal (Gadotti, 2005), mas é mais organizada, sistemática e intencional que a educação informal (Kleis, 1973 apud Etling, 1993).

Os programas de educação não-formal não requerem um sistema sequencial e hierárquico de “progressão”, podendo ter duração variável, bem como conceder ou não certificados de aprendizagem (Gadotti, 2005). Podem também variar em termos de localização, número e tipo de participantes, equipas de formação, dimensões de aprendizagem e aplicação dos seus resultados (Pinto, 2005), não se invalidando contudo a qualidade dos programas e qualificação dos educadores. A educação não formal está assim associada a processos educativos com currículos e metodologias flexíveis, centrados no estudante e muito mais individualizados, não havendo um julgamento dos resultados da aprendizagem individual, embora, de acordo com Pinto (2005), isto não signifique que não exista avaliação. Apesar desta flexibilidade, a educação não-formal é “conscientemente organizada” e “destina-se a servir grupos particulares da população” (Coombs, 1989), desenvolvendo-se de acordo com os desejos de cada um (Chagas, 1993; Gadotti, 2005), num ambiente propício à motivação, à participação e à autonomia e responsabilidade de cada um (Pinto, 2005). O indivíduo tem a liberdade de interromper a aprendizagem sempre que não se sinta motivado para tal, o que no caso das crianças é um aspeto muito importante, dado que em ambiente escolar a estrutura é muito menos flexível.

Apesar de, segundo Etling (1993), frequentemente os educadores formais tenderem a relegar a educação não formal a um papel de menor importância, Pinto (2005) defende que a educação não formal deve ser vista como complementar “e não contraditória ou alternativa – ao sistema de educação formal” (Pinto, 2005, p. 3), ideia que é reforçada por Gadotti (2005), que alega que não devem ser estabelecidas fronteiras muitas rígidas entre o formal e o não-formal. Na escola e na sociedade, interagem diversos modelos culturais (Gadotti, 2005), pelo que a educação formal e não formal podem complementar-se se forem bem compreendidas (Etling, 1993), beneficiando igualmente da educação informal.

### 4.3.3. Educação informal

A educação informal, como foi já referido, embora seja comumente confundida com a educação não-formal, acontece de forma muito mais espontânea e inconsciente e muito menos estruturada, uma vez que não é planeada ou organizada (Kleis, 1973 apud Etling, 1993). Estando mais relacionada com a aprendizagem que obtemos do mundo que nos envolve, das pessoas com quem nos relacionamos, dos livros ou da televisão que vemos (Pinto, 2005), a educação informal distingue-se dos dois conceitos apresentados nas secções anteriores na medida em que

“não contempla necessariamente a estrutura dos currículos tradicionais, não oferece graus ou diplomas, não tem carácter obrigatório de qualquer natureza e não se destina exclusivamente aos estudantes, mas também ao público em geral.”

(Gaspar, 1993, p. 34)

A educação informal diz assim respeito a um processo ao longo da vida, no qual intervêm sobretudo a experiência do dia a dia e a exposição ao ambiente (Coombs, 1973; Pinto, 2005), não sendo necessário haver lugar a uma organização ou orientação específica, acabando por se confundir com o processo de socialização dos indivíduos (Pinto, 2005). Embora este tipo de educação seja geralmente definido em oposição à educação na escola, Gee (2009) alerta para a existência do fator ensino na aprendizagem informal a que assistimos nos dias de hoje.

Gee (2009) defende que os humanos aprendem mais profundamente e equitativamente (sem diferenças entre ricos e pobres) quando aprendem fora da escola, em áreas que escolhem e para as quais estão motivados (Gee, 2003). Este autor refere ainda que a aprendizagem informal tem vindo a tornar-se cada vez mais complexa, o que é verificável por exemplo na televisão ou nos videojogos, que exigem maior concentração para o alcance dos muitos e variados objetivos (Gee, 2009). Independentemente das diferenças entre os vários tipos de educação, estes complementam-se e todos promovem “poderosas oportunidades de aprendizagem” (Etling, 1993).

### 4.4. LOCAIS DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES: MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS

A palavra “museu” tem desde sempre sido alvo de um enorme preconceito (Gaspar, 1993), sendo associada a algo ultrapassado, sem vida. O termo deriva do latim “*museum*”, que por sua vez tem origem no grego “*museion*”, o templo ou santuário das musas na antiga Grécia. É atribuída a Ptolomeu a criação da primeira instituição com esta denominação, o Museu de Alexandria. Contudo, o termo “museu” só viria a ser utilizado mais tarde com o significado que possui hoje em dia, associado a um conjunto de coleções. Embora se desse um grande crescimento no número de museus, estes tiveram pouca aceitação popular na medida em que a atmosfera de então não cativava os mais jovens (Chagas, 1993), continuando a despoletar um pouco por todo o mundo mesmo assim.

A revolução industrial e o progresso científico deram origem aos museus de ciências e tecnologia, enquanto o impacto da teoria de Darwin contribuiu a larga escala para a proliferação de museus

de história natural (Gaspar, 1993; Chagas, 1993). Estes museus de ciência e tecnologia resultaram nos novos museus e centros de ciências da atualidade que, ao invés de se focarem no passado, colocam o enfoque no presente e no futuro, substituindo as coleções de objetos em exposição por módulos interativos que visam um maior envolvimento por parte dos visitantes. Estes espaços “são instituições museológicas pouco usuais” que visam o ensino de diferentes áreas do saber, desde a física à engenharia, “de uma forma simultaneamente rigorosa e agradável” (Danilov, 1982, apud Chagas, 1993, p. 5).

Atualmente, existem em todo o mundo mais de 35.000 museus dos mais variados tipos, sendo que em Portugal o número de espaços museológicos ronda os 360 (dados do Instituto Nacional de Estatística de 2009 apontam para 363). No que respeita especificamente a centros de ciência, existem atualmente em Portugal 20 Centros Ciência Viva, pertencentes à Rede Nacional de Centros da Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, e mais cerca de 10 museus vocacionados para a área científica e tecnológica. Estes espaços de divulgação da cultura científica e tecnológica são ideais para a aprendizagem não-formal, na medida em que “tanto a descoberta como a exploração ativa pressupõem envolvimento pessoal, curiosidade, uso dos sentidos, esforço intelectual (...) e satisfação no desempenho da atividade em si” (Gregory, 1983, apud Chagas, 1993, p. 6). Vários estudos têm sido feitos ao nível do comportamento dos visitantes em museus e centros de ciências, nomeadamente no que respeita às crianças, uma vez que são o principal público-alvo destes espaços (visitas escolares).

Destaca-se, por exemplo, o estudo efetuado por Carlisle (apud Gaspar, 1993), que concluiu que estes espaços proporcionam às crianças uma experiência simultaneamente solitária e social, na medida em que estas, após efetuarem observações e experiências sozinhas, têm tendência a partilhá-las com os colegas. Não só o comportamento imediatamente observável dos visitantes tem tido influência na conceção dos materiais expositivos nestes espaços, mas também algumas teorias da aprendizagem. É o caso das teorias de ensino por descoberta, da teoria da aprendizagem afetiva e da teoria da aprendizagem através da interação ativa (Vergaegh et al., 2008), esta última proposta por Piaget. Combinar atividades de aprendizagem com a manipulação de objetos reforça a retenção e persistência de competências e conhecimentos, fator que tem influenciado bastante na opção por esta forma de interação.

Tendo como objetivo primordial a promoção da aproximação e compreensão pública da ciência e da tecnologia (Sabattini, 2003), os museus e centros de ciência têm vindo a fazer uso de tecnologias cada vez mais avançadas com o intuito de motivar o visitante para a aprendizagem.

“As novas tecnologias digitais permitem estabelecer um diálogo interativo, que implica na mudança de um paradigma conservador, que se reduzia à simples observação da coleção por parte do visitante.”

(Marins et al., 2008, p. 4)

Assim, há agora a possibilidade de manipulação direta e ação física do visitante sobre a exibição (Hawkey, 2002, apud Marins et al., 2008).

#### 4.4.1. Aprendizagem em Museus e Centros de Ciências através de instalações

A caracterização do tipo de educação que se dá em espaços como os museus e centros de ciências é algo controversa, na medida em que alguns autores referem que se trata de uma educação informal (Gaspar, 1993), enquanto outros se referem aos espaços museológicos como espaços de educação não-formal (Chagas, 1993). Além disso, há autores que não fazem a distinção entre educação não formal e informal (Chagas, 1993). Contudo, na literatura sobre o tema encontramos também autores que esclarecem que ambos os tipos de aprendizagem estão presentes nestes espaços museológicos (Eshach, 2007).

Os espaços públicos permitem a aprendizagem colaborativa, potenciada pelo envolvimento suscitado pelo fator jogo. A motivação é acrescida aquando do contacto com interfaces tangíveis, que apresentam inúmeras vantagens face ao hardware e software tradicional, o qual não permite a aprendizagem colaborativa (Plitcha et al., 2007). Partilhar um rato ou um teclado faz com que os indivíduos se aborreçam facilmente, sobretudo no que respeita a crianças, que têm tendência a amontoar-se e assim perder visibilidade da área de interação. Deste modo, as instalações surgem como uma possível resposta a estas questões, podendo vir a ser bastante úteis sobretudo na área da divulgação científica.

#### 4.5. ARTE E CIÊNCIA: A DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA ATRAVÉS DE INSTALAÇÕES

A necessidade de popularização da ciência tem vindo a ganhar destaque em todo o mundo (A. Oliveira et al., 2009). Na opinião destes autores, a utilização de instalações interativas poderá apoiar o processo de disseminação da ciência ao público em geral, bem como a tornar esta temática mais apelativa.

“O conceito de divulgação científica dentro dessa abordagem toma como fio condutor o facto de tanto a Ciência quanto a Arte serem produtoras de conhecimento, e busca entender como elas podem ser articuladas para o enriquecimento das atividades de divulgação científica e de processos de ensino e aprendizagem.”

(A. Oliveira et al., 2009, p. 2)

Para a produção de instalações multimédia que divulguem a ciência, é então necessário

- i) o entendimento da **relação entre Arte e Ciência**;
- ii) a compreensão das **implicações artísticas, filosóficas e científicas** do conceito de interatividade (já definido em capítulos anteriores);
- iii) a definição de **estratégias para a composição de interfaces interativas**.

(A. Oliveira et al., 2009).

Os museus e centros de ciências apresentam-se como os espaços ideais para a divulgação da ciência através de novas tecnologias, na medida em que apresentam

*“the potential to engage students, to teach them, to stimulate their understanding, and most important, to help them assume responsibility for their own future learning”*

(Gardner, 1991, p. 202, apud Eshach, 2007)

Eshach (2007) refere que, apesar das críticas que têm surgido a estes espaços defendendo que apenas divertem e não ensinam, a maioria dos centros de ciências acredita que as visitas incrementam a compreensão e consciencialização para a ciência. Esta é uma das principais razões para a forte procura por parte de professores no sentido de organizar visitas escolares a museus e centros de ciências. Na sequência de estudos realizados por Kiesel, Eshach (2007) sintetiza as motivações que levam os professores a incluir estas atividades nas suas agendas:

- i) ligação ao currículo (visitas de estudo como oportunidades para reforçar e expandir o currículo escolar);
- ii) novas experiências de aprendizagem;
- iii) experiência de aprendizagem memorável;
- iv) promoção do interesse e motivação dos estudantes;
- v) mudança de cenário e rotina;
- vi) aprendizagem ao longo da vida;
- vii) promoção do divertimento;
- viii) satisfação dos pedidos da escola.

Como linha de raciocínio, as instalações poderão vir a contribuir ainda mais para esta procura por parte dos professores, sobretudo se a ligação entre Arte e Ciência for promovida através de novas formas de interação bastante apelativas para as crianças e jovens, como é o caso do telemóvel (mecanismo de interação que se pretende adicionar no *IMP.cubed*). Lai et al. (2007) salientam que a aplicação das tecnologias *mobile* à aprendizagem é uma área em grande crescimento, na medida em que promovem a aprendizagem experiencial (utilização da experiência num contexto único para facilitar a aquisição e criação de conhecimentos). Com o intuito de suportar as visitas de estudo, os autores desenvolveram um fluxo de aprendizagem embebida através de tecnologias *mobile* (nesta caso PDA's), composto pelos seguintes estágios:

- i) captura de fotografias;
- ii) experiência sensorial;
- iii) observação mais aprofundada;
- iv) comparação;
- v) colocação de questões;
- vi) relatório final.

A avaliação comparativa de grupos que realizaram a visita com e sem a tecnologia *mobile* revelou que esta contribuiu quer para a consciencialização para a aprendizagem, quer para a criação de conhecimentos.

#### **4.6. A INSTALAÇÃO *IMP.CUBED***

A presente dissertação de mestrado enquadra-se no projeto em curso na Universidade de Aveiro, o *IMP.cubed*, que resulta de uma adaptação para crianças de um trabalho desenvolvido por Rosemary e Harry Mountain na Universidade de Concordia, Montreal – Canadá. Inicialmente com

o nome de *Interactive Multimedia Playroom (IMP)*, o projeto foi posteriormente denominado *NESTAR – Network of Exploratory Spaces for Temporal Arts Resource* mantendo contudo a sua vocação original: facilitar o desenvolvimento de uma série de ferramentas, técnicas, e estratégias para explorar os sons e as suas correlações latentes e potenciais com o espaço, a luz, a cor, a imagem e o movimento.

O *IMP* tem como base uma plataforma para a investigação do som, movimento, imagem, palavras e tempo, e as interações entre os mesmos (Mountain, 2003, 2005, 2007). É principalmente uma ferramenta de colaboração e partilha, com inúmeras potencialidades, quer para experimentos ao nível psicológico (perceção, estado de espírito e emoções); quer para análises de música, filmes e multimédia; colaborações artísticas; composição musical; estudos culturais; estudos de mercado; *team-building* e jogos.

A instalação *IMP* consiste numa grelha tridimensional cúbica de 2m por 2,60m, com 25 correntes de plástico dispostas na vertical, acopladas a uma grelha de madeira suspensa ao teto (ver figura 8 e 9). O cubo tem um tamanho compatível com a movimentação de adultos no seu interior. As correntes estão colocadas a igual distância entre si (65 cm), criando um sistema tridimensional de 125 coordenadas, também elas equidistantemente colocadas entre si.

Estas coordenadas estão associadas a uma escala de categorização, que permite a classificação de um conjunto de artefactos tangíveis de várias cores e formas, cada um deles com um código de barras específico. A escala de categorização é representada por palavras escritas junto aos eixos do cubo tridimensional. O código de barras, ao ser captado por um *scanner wireless*, envia o sinal por Bluetooth para um computador que o interpreta e efetua a ligação a uma base de dados / catálogo de imagens estáticas, sons e vídeos de curta duração (entre 2 a 10 segundos), que por sua vez são apresentados ao utilizador através de um sistema de projeção e sonorização (Mountain, 2005). A duração dos elementos multimédia está relacionada com a questão da memória de curto-prazo (inerente ao ser humano), permitindo-se que assim que sejam percebidos enquanto elementos com uma identidade singular, e que se consigam isolar características ou estados de espírito específicos (Mountain, 2007). Os artefactos tangíveis podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto (por exemplo, associar um som e um vídeo para estudar a ligação entre estes).



Figura 7: *IMP*



Figura 8: *IMP*

A versão básica da interação com a instalação consiste em classificar os artefactos em grupos diferentes através da colocação em cestos, varões, tabuleiros, entre outros, de acordo com semelhanças entre características salientes dos elementos multimédia. A versão mais avançada consiste na categorização destes elementos em diferentes posições da grelha tridimensional, cujos eixos podem ser associados a etiquetas diversas, selecionadas de uma lista ou inventadas pelos utilizadores. De acordo com Mountain (2005), algumas destas etiquetas referem-se a parâmetros musicais ou visuais específicos, enquanto outras se referem a características mais gerais como estados de espírito ou associações. Esta categorização em grelha tridimensional não teve como base um sistema cromático, na medida em que seria inadequado para descrições mais dinâmicas (Mountain, 2005). As interações dos utilizadores, apoiadas por documentos impressos com regras de estratégias, são registadas numa base de dados, por forma a permitir a construção de bancos de dados.

O conceito central do *IMP* é que este foi desenhado para promover a consciência de que existem ou devem existir uma multiplicidade de pontos de vista analíticos (Mountain, 2003, 2005), ao mesmo tempo que se promove o enriquecimento de um vocabulário para expressar percepções e reações. Mountain (2007) refere ainda que a utilização de variações na iluminação, decoração, acústica, entre outros elementos, permite a criação de atmosferas variadas, que por sua vez influenciarão a receção e percepção dos conteúdos pelos utilizadores.

*“The Playroom is characterized by a mixture of technology and traditional aspects in a playful and easily navigated environment, and is set up to link closely with other research projects both locally and internationally”.*

(Mountain, 2007, p. 1)

É esta interligação de aspetos tradicionais (grelha de correntes e artefactos tangíveis) com a vertente tecnológica (*scanner* de código de barras, computador com base de dados de elementos multimédia e respetiva meta-informação, sistema de projeção e sistema áudio) que faz com que o *IMP* se constitua como uma instalação interativa de múltiplas potencialidades nas mais diversas áreas.

O projeto *IMP.cubed – Interactive Magic Places, People and Practices* da Universidade de Aveiro começou com o desenvolvimento e adaptação da instalação original para crianças dos 7 aos 11 anos de idade e para pessoas com necessidades especiais no âmbito da dissertação de mestrado de Inês Rocha. Rocha (2009) desenvolveu igualmente jogos com base no sistema de categorização proporcionado pela grelha tridimensional, resultante da disposição das correntes numa forma cúbica. O nome *IMP.cubed* resulta da tridimensionalidade do projeto nas suas várias vertentes: investigação colaborativa e ligação em rede entre três cidades (Montreal – Canadá, Dallas – EUA e Aveiro – Portugal); três tipos de conteúdo (som, imagem e vídeo); três dimensões espaciais.

Nesta reformulação da instalação original, Rocha (2009) manteve os elementos multimédia – sons, imagens, vídeos - já existentes (a maioria deles extraídos de fontes diversas, e alguns criados especificamente para o *IMP*), bem como o sistema de categorização, selecionando para os eixos x, y e z os pares de categorias leve/pesado, feliz/triste e bonito/feio. No sentido de adaptar a instalação ao público-alvo, Rocha alterou as dimensões, segurança e conforto da

instalação de acordo com um estudo ergonómico e antropométrico. Rocha (2009) desenhou assim uma nova instalação em que as correntes plásticas já não se encontram suspensas nas extremidades inferiores, mas presas a uma estrutura cúbica de madeira através de elásticos com 200% de elasticidade, permitindo às crianças alcançar pontos mais altos que a sua própria estatura. A estrutura tem uma altura de 2m, largura e profundidade de 2,60m e os espaços entre as correntes correspondem a 65cm. As correntes são brancas e as peças de jogo encaixam nas mesmas através de argolas de plástico (figura 9), de forma a não caírem no chão aquando de interações mais abruptas das crianças (Rocha, 2009). Rocha alterou também a solução tecnológica utilizada, pelo que as peças originais tiveram que sofrer modificações, sendo a forma ideal apresentada na figura 10.



Figura 9: Clip *IMP.cubed*

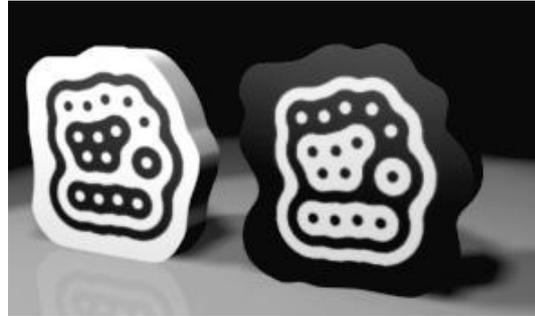


Figura 10: Peças *IMP.cubed*

Na nova solução tecnológica, Rocha (2009) substituiu a leitura de código de barras (devido a problemas de segurança para as crianças causados pelo laser) por um sistema de leitura de marcas fiduciais através de uma *webcam*. A câmara capta o fiducial e envia um sinal digital para o software *ReactIVision*, que processa a informação e comunica ao *Processing*, que por sua vez reproduz os conteúdos nos dispositivos de saída. O sistema de áudio e de projeção foram colocados no interior da instalação, de forma a proporcionar “uma experiência imersiva” (Rocha, 2009, p. 73). Em termos de segurança, embora estas questões não tenham sido contempladas na produção do protótipo, Rocha sugere pisos flexíveis e revestimento da estrutura de madeira com materiais mais macios, bem como o uso de uma rede por baixo do teto da instalação. A estratégia de jogo desenvolvida por Rocha (2009) mantém a questão da categorização, não considerando o fator tempo. São assim propostos vários jogos, o primeiro deles com o nome **circuito – composição multimédia**, em que são utilizados 3 cubos com funções distintas:

- i) no primeiro, a **selva de elásticos**, o jogador recolhe as peças de jogo;
- ii) no segundo, o **IMP** propriamente dito, o conteúdo multimédia associado à peça é reproduzido e o jogador categoriza-o no sistema de coordenadas;
- iii) no terceiro, o jogador dispõe as peças numa área de **composição**. Terminando o circuito, o jogador regressa ao início, repetindo as vezes que forem necessárias até que tenha uma composição multimédia completa. O vencedor do jogo é escolhido entre os jogadores através da atribuição de pontos.

O segundo jogo tem por base a **categorização**, em que duas equipas competem tentando replicar categorizações realizadas pela outra equipa, vencendo a equipa que conseguir que a sua categorização seja descoberta. Outra proposta de jogo de Rocha (2009) diz respeito a uma adaptação do 4 em linha, o **5-em-linha 3D**, fazendo-se uso da grelha tridimensional como

tabuleiro. Este jogo, disputado entre dois adversários (individuais ou equipas), tem como objetivo acumular pontos através da criação de linhas de 5 peças do mesmo tipo de conteúdo (áudio, vídeo ou imagem). A pontuação é atribuída de acordo com a orientação das linhas. Outra sugestão de jogo toma o nome de “**imagem desorganizada**”, consistindo num puzzle de quadrículas que terão que ser reorganizadas pelo jogador. Rocha (2009) testou o jogo 5 em linha 3D, denotando algumas falhas, bem como aspetos positivos. Salienta-se, em termos de falhas, a dificuldade das crianças em compreender a categorização. Em termos de aspetos positivos, as crianças compreenderam facilmente o sistema de coordenadas.

No âmbito da licenciatura em Novas Tecnologias da Comunicação, outros alunos colaboraram também neste projeto, nomeadamente no que respeita aos aspetos técnicos e à criação de um website. Atualmente enquadram-se no *IMP.cubed* duas dissertações de mestrado na Universidade de Aveiro: aquela que aqui apresentamos e uma outra que visa sobretudo a introdução de novos paradigmas de interação com a instalação e a partilha de conteúdos entre vários locais. A introdução do conceito de *Serious Games* em ambientes de aprendizagem não-formal, a reformulação da estrutura da instalação e a introdução de novas formas de interação através de tecnologias *mobile* apresentam-se como os elementos inovadores nestas dissertações de mestrado, que visam assim ir ao encontro dos objetivos iniciais do projeto *IMP*: multidisciplinaridade e partilha de conteúdos.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar de ser ainda vasta a lista de pensadores que de alguma forma contribuíram para os estudos sobre o desenvolvimento humano em geral e a psicologia do desenvolvimento infantil em particular, não nos é possível ir mais além, destacando-se que as perspetivas apresentadas já nos permitem retirar informação de relevo sobre o público-alvo em questão, como vimos no capítulo II. De referir que as diferentes perspetivas estão relacionadas com o *background* de cada um dos seus teóricos. Por exemplo, no caso de Piaget, há que considerar o seu passado relacionado com a biologia e as ciências naturais, e no caso de Vygotsky, uma ligação à história e à cultura (Wood, 1988, p.11). Neste estudo, interessa-nos a ótica de Wood (1988), que partilha com Piaget a crença de que as crianças constroem ativamente o seu conhecimento acerca do mundo, mas que dá maior destaque aos adultos, às interações sociais e à comunicação como elementos chave no processo de pensamento e aprendizagem das crianças (à semelhança de Vygotsky).

“As interações sociais (particularmente aquelas que ocorrem entre as próprias crianças) podem facilitar o curso do desenvolvimento expondo a criança a outros pontos de vista e ao conflito de ideias que pode encorajá-la a repensar ou rever as suas ideias”.

(Wood, 1988, p.17)

Portanto, neste sentido o conhecimento das crianças é o produto de uma “construção conjunta” da compreensão pela criança e por membros mais experientes da sua cultura. Deste modo, e apesar de o investigador ter abandonado um pouco esta posição, consideramos também que a força do

exemplo apresentada por Bandura (1977) é relevante no âmbito desta investigação, nomeadamente na fase de design colaborativo, em que a participação de cada criança é influenciada por aqueles que a rodeiam.

No que respeita ao projeto de investigação que aqui tratamos, estas questões são essenciais para o design da interação das crianças com a instalação *IMP*. Na sequência dos estudos já realizados neste projeto (ver capítulo IV), a instalação encontra-se já adaptada a nível motor (estudos ergonómicos e antropométricos) e a nível intelectual (sistema de categorias, adequado à fase de operações concretas e pensamento lógico em que se encontra a criança). Independentemente da necessidade de termos em conta os aspetos apresentados no capítulo II relativamente ao desenvolvimento intelectual e motor, interessa-nos então aqui trabalhar sobretudo a questão social, determinante quer na fase de design colaborativo, quer na fase de experiência de jogo propriamente dita, nomeadamente no que respeita à motivação para a aprendizagem não-formal. O trabalho de design e o jogo em equipa devem ser bem preparados no sentido de não causar na criança qualquer sentimento de inferioridade em relação aos outros, sob pena de vir a condicionar a sua participação.

Exploramos no capítulo III a questão do jogo e o seu contributo para o desenvolvimento da criança, bem como aspetos que devem ser tidos em conta no desenvolvimento de jogos para este público, tendo em conta as finalidades do projeto de investigação. O universo dos jogos é de tal forma vasto que um aprofundamento de todos os elementos descritos nas secções deste capítulo seria uma tarefa bastante árdua e impraticável por limitações espaciais e temporais. Da revisão da literatura realizada, podemos contudo retirar algumas noções que serão essenciais para o desenvolvimento de um jogo do tipo *Serious Game* neste projeto de investigação. Se é facto que não existe uma ligação única entre a definição de jogo e o conceito de brincar, apoiamo-nos aqui numa definição que nos parece estabelecer corretamente esses limites, ao mesmo tempo que sintetiza alguns dos aspetos que terão que ser tidos em conta no design do jogo:

*“A game is a system in which players engage in an artificial conflict, defined by rules, that results in a quantifiable outcome.”*

(Salen & Zimmerman, 2004, p. 80)

Uma vez que tanto o jogar como o brincar contribuem para o desenvolvimento da criança na ótica de investigadores como Herron & Sutton-Smith (1971), Huizinga (2001), Kishimoto (1990), L. Oliveira et. al (2009), Neto (2006), Prensky (2000), Piaget (1990, 1964), Vygotsky (1978), ambos os conceitos são úteis para os objetivos desta investigação, embora nos foquemos aqui especificamente no jogo. Maior dificuldade encontramos em suportar o enquadramento do jogo que se pretende desenvolver em termos de tipologias, não pela questão do tema e objetivos (é claramente um *Serious Game*), mas no que respeita ao suporte tecnológico, dado que, como vimos no capítulo IV, a utilização de jogos em novas tecnologias interativas é uma área bastante recente, e por isso, menos abordada na literatura sobre o tema dos *Serious Games*. Tal não é um fator totalmente negativo, na medida em que demonstra que a sociedade e os jogos se desenvolvem em paralelo, mas poderá dificultar o processo de design de jogo nas vertentes de interação, por exemplo. Contudo, as evidências apontam não só para que os jogos venham cada

vez mais a ser utilizados nestas novas tecnologias (de Freitas, 2006), como também para que venham a proporcionar uma aprendizagem cada vez mais autónoma à nova geração de nativos digitais (Prensky, 2000).

No caso do *IMP.cubed*, dadas as especificidades desta instalação (grealha tridimensional associada a coordenadas e a um sistema de categorização), o processo de design será bastante complexo nas suas várias vertentes, quer ao nível da jogabilidade, da narrativa, da interação, da mecânica de jogo, das regras, dos objetivos ou até dos desafios. Contudo, muitas potencialidades se apresentam a nível da experiência de jogo, seja ao nível da motivação ou da imersão.

Ao longo da revisão da literatura sobre jogos, encontramos vários elementos que deverão ser tidos em conta aquando do design, análise e avaliação de um jogo e de um *Serious Game*. Serão com certeza úteis para o processo de design enquanto elementos que deverão constar do jogo, mas menos relevantes para a avaliação que aqui se pretende realizar, com enfoque na motivação para a aprendizagem. Neste ponto, consideramos a teoria desenvolvida por Csikszentmihalyi (1988), bem como os vários modelos apresentados e os testes realizados por Gareau e Guo (2009). Dos vários fatores que julgamos poderem contribuir para resultados positivos neste aspeto, destacamos o equilíbrio entre os desafios e as competências do jogador (Csikszentmihalyi, 1988), ponto em que é essencial ter em conta as teorias da aprendizagem desenvolvidas no capítulo II; uma definição clara dos objetivos de aprendizagem e estabelecimento dos procedimentos (Garris et al., 2002; Houser & Deloach, 1998) e a aplicabilidade dos mesmos para contextos de prática no mundo real (Garris et al., 2002), algo que se procurou atingir através do acompanhamento dos programas curriculares do público-alvo em questão.

Tendo em conta as perspetivas teóricas adotadas até aqui, bem como as potencialidades do *IMP.cubed* na vertente de interação social (dado que se trata de uma instalação que estará presente num espaço público de visitação), o conceito de contexto social foi também tido em conta quer na fase de desenvolvimento colaborativo quer na fase de testes/avaliação. O estudo desenvolvido por Holmes e Pellegrini (2005) foi igualmente bastante útil, na medida em que contempla estas questões.

Atualmente as crianças passam a maioria do seu tempo de lazer em frente de ecrãs (Rosales, 2010), jogando em televisões, consolas de vídeo, computadores, telemóveis, perdendo cada vez menos tempo a jogar e a brincar face-a-face com outras crianças. Esta situação torna-se grave, na medida em que as competências sociais são fundamentais para o desenvolvimento da personalidade das crianças, como vimos no capítulo II. Deste modo, urge encontrar novas formas de interação que promovam quer o contacto social, quer a motivação para a aprendizagem.

As características das novas instalações multimédia que têm vindo a surgir em espaços públicos permitem uma verdadeira interatividade ao utilizador, promovendo igualmente a interação social (são permitidos vários utilizadores em simultâneo) e a reação física (o corpo do utilizador é o principal mecanismo de interação). Esta fisicalidade, potenciada também pela introdução de interfaces tangíveis, vai de encontro às premissas de teorias da aprendizagem como a de Piaget (Triona et. al, 2005), contribuindo igualmente para que crianças que tenham menos familiaridade com as novas tecnologias consigam utilizá-las de forma fácil e intuitiva. O *IMP.cubed* revela-se

assim como uma estrutura que reúne inúmeras potencialidades não apenas para a aprendizagem não-formal através de jogos, como vimos no capítulo IV, mas também como mecanismo potenciador da aprendizagem colaborativa.

No redesign da instalação, vários fatores foram considerados, nomeadamente o facto de que as crianças têm gostos, curiosidades e necessidades particulares, diferentes dos adultos (Druin & Solomon, 1996). Se questões mais objetivas como a escala ou a segurança dos materiais são possíveis de considerar com base em estudos já realizados, as questões psicológicas (influência das cores, disposição dos elementos, entre outros aspetos) revelam peculiaridades que necessitam de um acompanhamento mais próximo, nomeadamente através de processos como o *participatory design*. Tendo em conta que se trata aqui de crianças, técnicas muito robustas seriam difíceis de utilizar adequadamente em tempo útil, pelo que a técnica *PICTIVE* se revela a mais adequada para os objetivos da investigação.

Os locais para que se destina a instalação (museus e centros de ciências) revelam as condições ideais para a persecução de objetivos de aprendizagem não-formal (Gregory, 1983, apud Chagas, 1993), pelo que a instalação deve ser suficientemente versátil e facilmente transportável para que possa ser utilizada sem restrições nestes espaços.

## CAPÍTULO V

### 5. DESENVOLVIMENTO DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

#### 5.1. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Este estudo segue a metodologia de **investigação de desenvolvimento**, na medida em que privilegia sobretudo a ação (Oliveira, 2004), que permitirá desenvolver modelos e princípios que guiam os processos de design, desenvolvimento e avaliação (Richy et al., 1996).

A investigação desenvolve-se assim em 3 fases:

##### Fase I – Análise do objeto de estudo

Nesta fase, seguiu-se uma **metodologia exploratória**, tendo como suporte a revisão da literatura e conversas com especialistas das áreas (Saunders et al., 2007).

##### Fase II – Conceptualização do objeto e elaboração de um modelo

Nesta etapa do projeto de investigação, procurou-se envolver diretamente o utilizador final (crianças dos 5 aos 12 anos de idade) no processo de design colaborativo. Deste modo, foi utilizada a metodologia de **participatory design**. De acordo com Druin (2002), através desta metodologia os utilizadores tornam-se verdadeiros “*design partners*”, membros ativos da equipa de design, algo que será um fator de motivação para as crianças, que entre os 7 e os 10 anos se situam nas idades mais adequadas para o uso da mesma (Read et al., 2002).

##### Fase III – Implementação e avaliação do protótipo

A última fase é umas das etapas mais importantes do projeto, na medida em que permitirá validar os modelos criados de forma a verificar se estes se ajustam aos objetivos da investigação. Assim, será utilizada preferencialmente a **metodologia observacional** para análise da interação das crianças com a instalação. Aquando da utilização desta metodologia, devem seguir-se alguns requisitos básicos, entre eles:

- i) a **espontaneidade do comportamento**, onde o investigador não deverá interferir na conduta dos sujeitos observados;
- ii) a produção do comportamento em **contextos naturais**;
- iii) a prioridade ao **estudo ideográfico** (número reduzido de sujeitos observados);
- iv) a elaboração de **instrumentos ad hoc com sistemas de categorias**;
- v) a **observação contínua no tempo**, devido à mutabilidade do comportamento humano

(Anguera et al., 2000).

No decorrer da interação espontânea com a instalação, as crianças poderão não só jogar um jogo do tipo *Serious Game*, que lhes permitirá adquirir ou reforçar conhecimentos na área da biodiversidade, mas também contribuir elas próprias para o mesmo, através da metodologia *user*

*generated content* (carregamento de conteúdos multimédia a partir dos telemóveis pessoais para a base de dados de bibliotecas temáticas).

### 5.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo enquadra-se na necessidade de promover a aprendizagem das ciências junto dos mais jovens, de uma forma divertida e motivadora. Justifica-se igualmente pelas necessidades de socialização e movimentação física, proporcionada através das instalações.

Pretende-se assim contribuir para a motivação na aprendizagem das ciências, socialização e movimentação física das crianças que participam no estudo. Para isso, incluiu-se um grupo de crianças no processo de design de um jogo de interface tangível, nomeadamente através da metodologia de *participatory design*. A utilização desta metodologia permite aos utilizadores tornarem-se verdadeiros parceiros no processo de design. Em Portugal, esta área encontra-se ainda pouco explorada, como podemos concluir pela revisão da literatura.

Em suma, a presente investigação pretende revelar a importância dos *Serious Games* enquanto ferramenta de aprendizagem não formal, bem como o contributo do utilizador no processo de desenvolvimento.

#### 5.2.1. População

A população-alvo do presente estudo diz então respeito às crianças com idades compreendidas entre os **5 e os 12 anos de idade**, que frequentem o **1º ou 2º ciclo do Ensino Básico**. Dado que é impossível estudar toda a população, torna-se essencial definir uma amostra.

#### 5.2.2. Processo de amostragem e do tamanho da amostra

O processo de amostragem do presente estudo, uma vez que não se pretende que seja estatisticamente representativo da população, foi efetuado **por conveniência**. Trata-se assim de uma **amostragem não probabilística**. Saliencia-se que Carmo et al. (2008) defendem que este tipo de amostras é o mais adequado para estudos qualitativos. Como critérios de seleção, foram tomados em conta as idades dos participantes (5 a 12 anos de idade) e o nível de escolaridade (1º e 2º ciclos do Ensino Básico), tentando-se um equilíbrio entre género masculino e feminino. De acordo com o modelo de análise, foi também tida em conta a familiaridade com as novas tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente o telemóvel, dado que será uma das principais interfaces de interação. Foi também requisito que as crianças estivessem familiarizadas com os jogos de uma forma geral, sendo este aspeto um dado praticamente adquirido no universo infantil. O contexto temático é uma questão que não se coloca, já que tanto no 1º como no 2º ciclo do Ensino Básico a disciplina das ciências faz parte do currículo obrigatório. Já no que respeita ao contexto espacial, não foi requisito que a criança já tivesse visitado um ambiente de aprendizagem não-formal, uma vez que tal fator não irá influenciar à partida os resultados da investigação (o fator novidade estará sempre presente devido ao uso da instalação de interface tangível).

Uma vez que o projeto passa por três fases distintas, após a fase I mais teórica foram também utilizadas duas amostras distintas:

- a) Uma amostra de 10 crianças para a fase de conceptualização e implementação, que foi envolvida no processo de design através do uso da metodologia de *participatory design*;
- b) Um grupo de avaliação externo de 4 crianças para a fase de avaliação, que foi alvo da metodologia observacional.

Deste modo, a amostra principal foi constituída por alunos do 1º ciclo de escola(s) do distrito de Santarém, uma vez que a investigadora lecionou Atividades de Enriquecimento Curricular no concelho de Alcanena e tem assim facilidade no contacto continuado com as estas crianças, bem como em entrar em contacto com os pais. A segunda amostra de crianças foi constituída por alunos do 2º ciclo de uma escola do distrito de Aveiro, na medida em que a avaliação do protótipo requer a experimentação do mesmo, que se encontra instalado na Universidade de Aveiro.

### Amostra A (grupo experimental)

Neste processo, foi então incluída uma turma de 1º ciclo do Ensino Básico da Escola EB 1 de Gouxaria. A seleção desta turma prendeu-se com o conhecimento prévio do investigador em relação à mesma, no âmbito das Atividades Extra-Curriculares do 1º CEB. A Gouxaria é uma pequena povoação situada na freguesia e concelho de Alcanena, distrito de Santarém. A maioria da população ativa desta aldeia emprega-se na indústria de curtumes e químicas.

A escola EB1 de Gouxaria possui duas salas de aula, 2 hall, 2 WC, uma casa da lenha, um alpendre, um logradouro e um campo de jogos com duas balizas. Possui também um pequeno parque infantil. A turma tem 10 alunos (6 de 1º e 2º ano, 4 de 3º ano), com apenas uma professora titular, Sara Matias. O ambiente é bastante acolhedor e percebe-se a cumplicidade entre a professora e os seus alunos.

As sessões de *PD* decorreram numa das salas da escola, destinada a atividades de intervalo. Esta sala, com 48 m<sup>2</sup>, dispõe de 3 janelas e 2 portas, pelo que é bastante luminosa e arejada. Na maioria das sessões, as crianças encontravam-se dispostas em redor de três mesas, duas retangulares e uma redonda, sentadas em cadeiras. As câmaras foram colocadas do lado direito ou do lado esquerdo das mesas, consoante a concentração das atividades. Atrás das mesas, encontrava-se a instalação *IMP.cubed*.

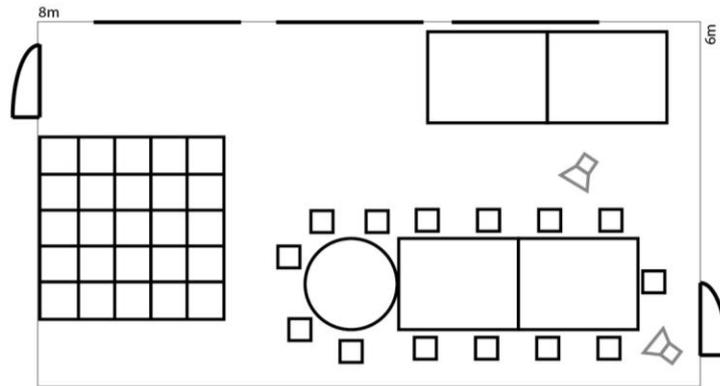


Figura 11: Disposição dos elementos na sala ao longo das sessões de PD

No início do estudo foram efetuados os contactos institucionais com o Agrupamento de Escolas de Alcanena (ver pedido de autorização no ANEXO V) e com a Câmara Municipal de Alcanena, bem como com a professora Sara Matias (professora titular) para a realização do estudo em contexto de aula. No início do estudo todos os Encarregados de Educação (EE) autorizaram o envolvimento dos seus educandos através de consentimento por escrito (ANEXO V).

Amostra B (Grupo de avaliação externo)

O grupo de avaliação externo foi constituído por 4 jovens do 6º ano de escolaridade de uma escola do distrito de Aveiro, decorrendo a sessão numa sala da Universidade de Aveiro. Esta sala encontra-se subdividida em duas, estando uma parte destinada às atividades do grupo de investigação CETAC.MEDIA. Na sala onde se realizou a sessão, encontra-se a instalação *IMP.cubed* no centro da mesma. A sala dispõe de uma porta e uma janela, sendo suficientemente iluminada e arejada. As câmaras foram dispostas em torno da instalação, e do lado esquerdo foram colocados puffs para que as crianças se pudessem sentar durante a realização da entrevista. Durante a sessão de avaliação, as crianças movimentaram-se livremente pela sala.

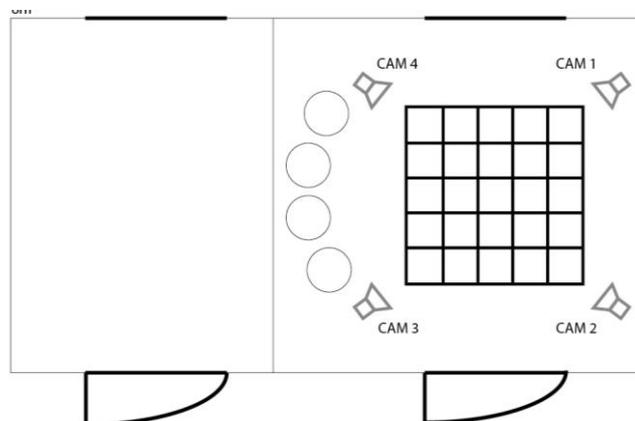


Figura 11: Disposição dos elementos na sala ao longo da sessão de avaliação

### 5.2.3. Caracterização das amostras

A amostra A desta investigação é constituída por 10 crianças. Na tabela seguinte apresenta-se a caracterização da amostra, de acordo com a idade, género, ano de escolaridade e área de residência.

Tabela 4: Caracterização da amostra A

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Idade</b>	<b>Sexo</b>	<b>Ano Escolaridade</b>	<b>Área de Residência</b>
A1	Afonso	8	M	3º	Aldeia
A2	Amélia	8	F	3º	Cidade
A3	Gina	8	F	3º	Aldeia
A4	Rodrigo	6	M	1º	Aldeia
A5	Bernardo	7	M	2º	Aldeia
A6	Susana	8	F	3º	Vila
A7	Patrícia	5	F	1º	Aldeia
A8	Daniel	6	M	1º	Aldeia
A9	Ruben	7	M	1º	Aldeia
A10	Valéria	7	F	1º	Aldeia

A amostra apresenta uma média de 7 anos de idade, sendo constituída por 5 elementos do sexo feminino e 5 elementos do sexo masculino. 5 crianças frequentam o 1º ano de escolaridade, 1 criança frequenta o 2º ano e 4 crianças frequentam o 3º ano de escolaridade. 1 criança referiu residir numa cidade, 1 referiu residir numa vila e as restantes 8 referiram residir numa aldeia.

A amostra B desta investigação é constituída por 4 crianças. Na tabela seguinte apresenta-se a caracterização da amostra, de acordo com a idade, género, ano de escolaridade e área de residência.

Tabela 5: Caraterização da amostra B

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Idade</b>	<b>Sexo</b>	<b>Ano Escolaridade</b>	<b>Área de Residência</b>
A1	Maria	11	F	6º	Cidade
A2	Patrícia	11	F	6º	Cidade
A3	Raquel	11	F	6º	Cidade
A4	Emília	11	F	6º	Cidade

A amostra apresenta uma média de 11 anos de idade, sendo constituída por 4 elementos do sexo feminino. Todas frequentam o 6º ano de escolaridade e residem em áreas urbanas.

### 5.2.4. Atitude do investigador

A atitude do investigador no âmbito das sessões de *participatory design* é fundamental para o seu sucesso. O investigador deve comportar-se de forma discreta, mas eficaz, assumindo uma postura

descontraída e aproximada das crianças (Veloso, 2006). Além disso, deve ir ao seu território, dar-lhes tempo e não estar de pé junto das crianças, mas sentar-se ao seu lado (Druin, 1999).

Deve ter cuidado na forma como se veste, usando roupas o mais próximas possível das roupas das crianças, e evitando enfeites, bordados, rendas, lantejoulas, e qualquer tipo de joias e bijuteria. Um modo de vestir simples aproxima as crianças, enquanto um modo de vestir mais formal pode criar distanciamento (Druin, 1999).

O investigador deve tornar-se um observador e ouvinte das atividades das crianças, evitando o efeito de bloco de notas. Aliás, não deve ser o próprio investigador a tomar notas, mas sim um investigador de apoio, que não se deve mover nem estabelecer contacto visual com as crianças.

O investigador deve fazer perguntas às crianças sobre as suas opiniões e sentimentos e usar uma linguagem informal (Druin, 1999). As questões que coloca não devem interromper as atividades das crianças (Druin, 1999). Paralelamente, ao ser usado o registo de vídeo, este deve ser de forma disfarçada, dado que “as crianças tendem a representar quando veem uma câmara de vídeo na sala” (Druin, 1999).

### 5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Por forma a alcançar os objetivos do estudo e a responder às questões de investigação, foram utilizadas várias técnicas e instrumentos de recolha de dados, adequados a cada fase de desenvolvimento, de acordo com o que foi referido em secções anteriores.

#### **Fase I – Análise do objeto de estudo**

Nesta fase, foi utilizada a recolha de informação e factos relevantes relacionados com as áreas subjacentes às palavras-chave do projeto: criança, jogo, instalações e aprendizagem não-formal das ciências (enquadramento teórico). Esta recolha foi suportada por livros, artigos científicos, artigos de jornais, bases de dados e websites.

#### **Fase II – Conceptualização do objeto e elaboração de um modelo**

No âmbito da metodologia de *participatory design*, recorreu-se à técnica *PICTIVE* (*plastic interface for collaborative technology through video exploration*) (Muller apud Schuler & Namioca, 1993). Tendo em conta os elementos que constituem a amostra (crianças), a técnica *PICTIVE* é a mais adequada para o envolvimento no processo de design, na medida em que faz uso de materiais do dia a dia como pedaços de papel ou plástico, tesouras, fita-cola, materiais estes com os quais as crianças estão já familiarizadas e não havendo assim necessidade de conhecimentos especializados (Muller apud Schuler & Namioca, 1993), nomeadamente no que respeita a ferramentas de prototipagem mais avançadas (Read et al., 2002). A técnica *PICTIVE* foi utilizada, por exemplo, fazendo uso de plasticina para a construção de um protótipo de baixo nível da instalação *IMP.cubed*, sendo que é um material com o qual as crianças estão já habituadas a trabalhar.

### Fase III – Implementação e avaliação do protótipo

No âmbito da metodologia observacional, foi utilizada a **observação participante**, com recurso a uma grelha de observação (**observação direta**) e a um diário de bordo, suportados por registos audiovisuais para posterior análise mais detalhada (**observação indireta**). A grelha de observação foi construída com base num sistema de categorias, desenvolvido a partir da literatura referente ao tema, nomeadamente os estudos elaborados por Anguera (1999).

Por exemplo, como instrumentos de observação do jogo infantil, a investigadora da Universidade de Barcelona sugere sistemas de categorias que recolham dados sobre o comportamento da criança numa situação de jogo, destacando a importância que têm os aspetos contextuais e situacionais neste tipo de observação (Anguera, 1999, p. 15). Para a análise da interação entre as crianças no decorrer do jogo, a investigadora sugere a escala de “participação social” de Parten, composta por 6 níveis:

- 1) o **comportamento desocupado** (em que aparentemente a criança não joga);
- 2) o **jogo solitário** (joga sozinho);
- 3) o **comportamento observador** (observa os outros);
- 4) o **jogo paralelo** (joga o mesmo que os outros);
- 5) o **jogo associativo** (joga com os outros) e
- 6) o **jogo cooperativo** (joga em grupo em função de objetivos comuns).

Outras categorias são sugeridas por esta investigadora e, regra geral, foram já testadas em contexto real, pelo que serviram de base para a construção do instrumento de observação.

Os instrumentos de recolha de dados utilizados nas várias fases foram os seguintes:

#### Observação participante

A observação participante diz respeito a um processo que ocorre de forma consciente e sistemática, com o objetivo de obter dados sobre o comportamento “através do contacto direto e em termos de situações específicas em que seja mínima a distorção produzida nos resultados devido ao efeito do pesquisador como agente externo” (Kluckholm, 1940, apud Anguera, 1999). Esta técnica pode compreender a observação de vários níveis de resposta dos sujeitos, nomeadamente

- i) a **conduta não-verbal** (expressões motoras);
- ii) a **conduta espacial ou proxémica** (espaço e distância interpessoal);
- iii) a **conduta vocal ou extralinguística** (vocalizações sem que interesse o conteúdo da mensagem);
- iv) a **conduta verbal ou linguística** (conteúdo da mensagem).

No presente estudo, foi dada especial atenção à conduta não-verbal indicativa de motivação/alegria (expressões faciais, movimentos corporais) e à conduta espacial ou proxémica (nomeadamente, interações entre os sujeitos). Para esta análise, foram montadas quatro câmaras de vídeo, uma em cada um dos cantos do cubo/instalação. As crianças que constituem o grupo de avaliação foram assim observadas em contexto real pelo investigador principal durante a interação

com a instalação e por um investigador de apoio, num determinado período de tempo. Posteriormente, os vídeos foram utilizados pelo investigador principal para auxílio em ocasião posterior à interação.

A observação é muito importante porque permite entender de que forma os utilizadores interagem com a instalação, como se movimentam e como se relacionam com ela, bem como com as interfaces associadas.

### Registo audiovisual

Para este registo, na fase II, foi utilizada uma máquina fotográfica Canon EOS 550D, que permite a gravação de vídeo em HD (alta-definição), e uma máquina fotográfica Fujifilm. Como boa prática de investigação, foi solicitado aos Encarregados de Educação que autorizassem os educandos a participar no estudo. O registo audiovisual serviu como complemento do diário de bordo, apoiando a sua elaboração, dado que é difícil para o investigador recordar-se de todos os detalhes. O registo audiovisual permitiu não só completar o diário de bordo com mais informações e detalhes, como também registar alguns comentários de relevo feitos pelas crianças no decorrer das sessões de *PD*. Na fase III, foram utilizadas três máquinas fotográficas Canon EOS 550D e uma máquina fotográfica Toshiba, sendo que os vídeos serviram para realizar a avaliação através de observação indireta.

### Diário de bordo

Na fase II, recorreu-se ao diário de bordo (Anexo VI) para registar todo o processo de design participativo, da forma mais detalhada possível. O diário de bordo foi redigido pelo investigador após a realização de cada sessão, por forma a não criar o efeito de anotador durante as sessões. Este registo de sessões serviu como base para o desenvolvimento do jogo “Explogador”.

Na fase II, foi também utilizado um diário de bordo, elaborado no sentido de registar todos os eventos de relevo resultantes da interação das crianças com a instalação *IMP.cubed* e com o jogo “Explogador”.

### Inquéritos

De modo a verificar o contributo da metodologia para o envolvimento das crianças, foi realizado um inquérito antes e depois das sessões de *participatory design*. O inquérito inicial (Anexo VII) era constituído por 3 grupos. O grupo I, relativo ao Perfil e Motivação Inicial, era composto por 5 questões de resposta fechada (escolha múltipla), nomeadamente sobre idade, área de residência (aldeia, vila ou cidade), interesse pela aprendizagem, interesse por visitas a museus e centros de ciências. O grupo II, sobre Hábitos de Brincadeira e Jogo, continha 11 perguntas, algumas de resposta fechada (escolha múltipla com escalas de Likert) e outras de resposta aberta, nomeadamente sobre hábitos de brincar e jogar depois da escola, desportos praticados, tipos de brincadeiras, jogos e videojogos. O grupo III, relativo aos Hábitos de utilização de Tecnologias, era composto de 5 questões, algumas de resposta fechada (escolha múltipla com escala de Likert) e outras de resposta aberta, nomeadamente quais as tecnologias utilizadas para jogar, locais onde jogam, consolas possuídas e telemóveis.

As questões foram elaboradas com uma linguagem simples e direta de modo a serem facilmente percebidas pelas crianças, e foram colocadas em forma de entrevista, sendo as respostas anotadas pelo investigador de forma sintética, dado que a entrevista foi gravada.

O inquérito final (Anexo VIII) visou sobretudo verificar o grau de satisfação relativamente ao teste de protótipo do jogo “Explogador” no âmbito das sessões de *PD*, pelo que foram realizadas várias questões rápidas, a maioria delas com base numa escala de Likert. Procurou-se saber como as crianças classificavam de forma geral a sua participação no projeto “Explogador”; a vontade que sentiram para realizar atividades de aprendizagem, brincadeira e jogo; os hábitos de utilização de tecnologias; o grau de participação nas atividades de *participatory design*; a classificação dessas mesmas atividades; a atividade preferida; a opinião sobre os desafios do jogo “Explogador”; o desafio preferido; o grau de dificuldade dos desafios; a preferência por jogo em equipa ou individual.

No final das sessões de *PD*, foi também elaborado um inquérito por questionário aos Encarregados de Educação das crianças participantes (Anexo IX). Este inquérito encontrava-se também dividido em três partes, construídas com o objetivo de validar as informações dadas pelas crianças. O grupo I, relativo ao Perfil e Motivação Inicial, era composto por quatro questões, visando o interesse pela aprendizagem, pela visitação a museus e centros de ciências e pela área das ciências. O grupo II, sobre Hábitos de Brincadeira e Jogo, visou conhecer os hábitos das crianças quando chegam a casa, os hábitos de brincadeiras, jogos e videojogos. O grupo III, acerca de Hábitos de Utilização de Tecnologias, visou conhecer a frequência de utilização das mesmas. O grupo IV, sobre o projeto “Explogador”, visou classificar o grau de motivação das crianças em relação ao projeto, bem como a opinião dos Encarregados de Educação acerca do envolvimento das crianças no design de produtos e da utilização de jogos para a aprendizagem.

Também na fase III foram utilizados **inquéritos** pós-sessão (Anexo X) de modo a que possam ser analisadas as respostas das crianças, embora seja do conhecimento geral que é difícil para os indivíduos (sobretudo crianças) falar sobre experiências e emoções, daí a preferência pela técnica da observação. A entrevista visou recolher informações sobre a opinião das crianças acerca do jogo e do modo de interação do mesmo, dos níveis, dos temas, de outras hipóteses de jogo, da ajuda, da possibilidade de existir *user generated content*.

#### 5.4. CALENDARIZAÇÃO DE RECOLHA DE DADOS

A recolha de dados decorreu entre fevereiro e novembro de 2012, como podemos verificar na tabela seguinte.

Tabela 6: Calendarização de sessões de PD

Fases	Sessão	Data	Atividades / tarefas	Objetivos
<b>AMOSTRA A</b>				
<b>I – Atividades Exploratórias</b>	0	22 março 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentações;</li> <li>• Apresentação do projeto <i>IMP.cubed</i> / “Explogador”;</li> <li>• Primeiros esboços da personagem “Explogador”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar a conhecer o projeto <i>IMP.cubed</i> / “Explogador”;</li> <li>• Iniciar as atividades de <i>participatory design</i>.</li> </ul>
	1	23 março, 11 e 13 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista de caracterização inicial dos utilizadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer o perfil, motivação e hábitos dos utilizadores.</li> </ul>
	2	13 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de grupos;</li> <li>• Primeiros contactos com a instalação: atividades exploratórias na grelha tridimensional com peças de jogo (demonstração prévia do sistema de encaixe);</li> <li>• Simulação de uma situação de jogo (5 em linha 3D).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divisão das crianças para facilitar realização de tarefas;</li> <li>• Descoberta da instalação e dos jogos possíveis na mesma.</li> </ul>
<b>II – Game Design</b>	3	16 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicação do sistema de categorização (elos / coordenadas);</li> <li>• Apresentação de peças de jogo enquanto ligações a elementos multimédia;</li> <li>• Demonstração de situações de categorização (bonito/feio);</li> <li>• Criação de cenários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreensão do sistema de categorização;</li> <li>• Compreensão das peças de jogo;</li> <li>• Imaginação de cenários hipotéticos com base naqueles simulados.</li> </ul>
	4	20 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação Power Point sobre <i>Game Design</i> (tema, objetivo geral, narrativa, desafios, interação, mecânica de jogo, regras, experiência de jogo);</li> <li>• Formação de grupos;</li> <li>• Prototipagem em papel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreensão do processo de <i>Game Design</i>;</li> <li>• Início das atividades de prototipagem do jogo.</li> </ul>
	5	23 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visionamento de vídeo exemplificativo;</li> <li>• Simulação de situação de jogo com conteúdos associados;</li> <li>• Atividades de jogo para ideias;</li> <li>• Continuação das atividades de prototipagem em papel e em suporte informático;</li> <li>• Prototipagem noutros materiais (plasticina).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perceção de exemplos de jogos semelhantes;</li> <li>• Perceção do funcionamento de jogos semelhantes;</li> <li>• Imaginação de jogo com base em exemplos testados;</li> <li>• Continuação de atividades de prototipagem.</li> </ul>
	6	23 abril 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação e discussão dos protótipos;</li> <li>• Revisão e melhoramento de protótipos;</li> <li>• Atividades de prototipagem (técnica <i>PICTIVE</i> – desenho de peças de jogo);</li> <li>• Atividades de narrativa (técnica <i>POST-IT</i> – dispor post-its com temáticas de jogo por sequência na narrativa e níveis de dificuldade);</li> <li>• Atividades de interação (colocação de elementos de interação no local mais adequado);</li> <li>• Atividades de mecânica de jogo (simulação de interação com a grelha e o telemóvel em situação de categorização simples, categorização em sistema de 5 em linha);</li> <li>• Atividades de regras (sugestão de regra de jogo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexão crítica e melhoria dos protótipos elaborados;</li> <li>• Continuação das atividades de prototipagem;</li> <li>• Início de atividades de narrativa;</li> <li>• Início de atividades de interação;</li> <li>• Início de atividades de mecânica de jogo;</li> <li>• Início de atividades de regras.</li> </ul>
	7	25 maio 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação e discussão dos protótipos de baixo nível da mascote “Explogador”;</li> <li>• Construção de protótipo de alto nível da mascote “Explogador” (seleção de sexo, olhar, boca, cabelo, roupas, calçado, chapéus e acessórios).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexão crítica sobre protótipos;</li> <li>• Início de atividades de prototipagem de alto nível.</li> </ul>
	8	6 junho 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de narrativa (revisão de personagens já desenhadas, demonstração de personagens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuação de atividades de narrativa através de simulação de gravações.</li> </ul>

			criadas em computador, simulação de conteúdo associado à peça através de gravação de falas).	
III – Teste de Protótipo	9	12 junho 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste do protótipo original (desafio de categorização simples, desafio de categorização 5 em linha 3D, Bingo, Damas da cadeia alimentar);</li> <li>• Ler <i>QR-Codes</i>, colocar peças na coordenada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar jogo e perceber seus pontos fortes e fracos;</li> <li>• Compreensão do sistema de leitura de coordenadas.</li> </ul>
	10		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação das atividades de <i>participatory design</i> e do protótipo do jogo.</li> </ul>
<b>AMOSTRA B</b>				
I – Teste de Protótipo	11	1 novembro 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste de protótipo original (CuboPaper)</li> <li>• Ler <i>QR-Codes</i>, responder a questões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar o jogo e perceber seus pontos fortes e fracos;</li> <li>• Compreensão do sistema de leitura de coordenadas.</li> </ul>
	12	1 novembro 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação do jogo.</li> </ul>

## 5.5. SESSÕES

### 5.5.1. Espaços e Equipamentos

As sessões (1 a 10) de *participatory design* decorreram, como referido anteriormente, numa sala da Escola EB1 de Gouxaria. Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Computador portátil Sony Vaio;
- Máquina fotográfica / filmar CANON EOS 550 D com duas baterias e três cartões de memória (8, 16 e 32 GB);
- Máquina fotográfica Fujifilm com uma bateria e um cartão de memória.
- Tripé;

Foi também montado na sala um protótipo da instalação *IMP.cubed*. Para a montagem da instalação no espaço disponível na escola EB1 de Gouxaria, vários fatores tiveram que ser considerados, tendo estes influenciado a escolha dos materiais a utilizar:

- A sala disponibilizada pela escola para montagem da instalação é uma sala de apoio aos alunos, onde estes brincam em dias de chuva, sendo a área disponível (com mobiliário e outros equipamentos) não muito superior a 48 m<sup>2</sup>;
- O teto da sala tem uma altura considerável, pelo que não permitia que a instalação fosse suportada neste local;
- Sendo uma escola pública, não era possível furar paredes, sendo apenas possível pendurar elementos num friso de madeira que se encontra a uma altura de cerca de 2 metros do chão, ao longo de toda a parede.

Tiveram ainda que ser consideradas questões de transporte, armazenamento e custos, bem como questões de segurança dos alunos e coerência com a instalação *IMP.cubed*, adaptada em Aveiro para crianças dos 7 aos 11 anos. Deste modo, após avaliação de soluções em fio de nylon, cabo de aço, madeira (pinho), tubo galvanizado e tubo PVC, optou-se por uma estrutura em ferro de fácil montagem e transporte e suficientemente resistente às brincadeiras das crianças. Esta estrutura, de 2m x 2m, foi montada durante a interrupção letiva da Páscoa, em que os alunos se

encontravam de férias. As 25 correntes, cada uma com 2m de comprimento, foram dispostas equidistantemente ao longo da estrutura (cerca de 50 cm de intervalo entre cada uma). As coordenadas foram marcadas com fita adesiva preta também equidistantemente, mas com início no chão, de modo a que todos os alunos conseguissem alcançar a coordenada mais alta.

A sessão de avaliação (11 e 12) decorreu, como referido anteriormente, numa sala da Universidade de Aveiro. Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 3 Máquinas fotográficas / filmar CANON EOS 550 D com duas baterias e três cartões de memória (8, 16 e 32 GB);
- 1 Máquina fotográfica / filmar TOSHIBA com uma bateria e um cartão de memória;
- 4 Tripés;

Foi também montado na sala um protótipo da instalação *IMP.cubed* em madeira. Esta estrutura, de 2m x 2,60m, contém igualmente 25 correntes, cada uma com 2,60m de comprimento, dispostas equidistantemente ao longo da estrutura (cerca de 65 cm de intervalo entre cada uma). As coordenadas foram marcadas com fita adesiva preta também equidistantemente, com início no topo da instalação.

### 5.5.2. Descrição geral das sessões

As dinâmicas de *PD* foram realizadas na Escola de 1º Ciclo do Ensino Básico de Gouxaria, com um grupo de 10 crianças de 1º, 2º e 3ºs anos, com idades compreendidas entre os 5 e os 9 anos de idade, como foi já referido anteriormente. Em algumas sessões (sessão 3, 6 e 7), as crianças foram divididas em dois grupos consoante a faixa etária, resultando num grupo de 6 crianças de 1º e 2º ano (média de idades de 6,33) (Grupo A) e 4 crianças de 3º ano (todas com 8 anos de idade) (Grupo B). Uma das crianças do primeiro grupo possuía Necessidades Educativas Especiais (NEI). As sessões decorreram entre abril e junho de 2012, durante o período letivo. As dinâmicas tiveram a participação permanente de um adulto (investigadora principal da área do design de jogos) e ocasional de 3 adultos (um investigador de apoio da área da investigação desportiva e duas professoras de 1º ciclo do Ensino Básico, uma delas a professora titular da turma). Estes adultos serviram como apoio ao registo dos dados, para que o investigador principal pudesse estar liberto para a dinamização das atividades e para que as crianças não notassem que as suas atividades estavam a ser registadas.

As sessões decorreram com uma duração média aproximada de 90 minutos cada. As atividades foram planeadas previamente e por vezes estendiam-se por mais do que uma sessão. Por norma, as sessões iniciavam-se com a chegada do investigador ao local, seguia-se a preparação do material (câmaras, tripé, computador). De seguida o investigador chamava as crianças por grupos ou individualmente, consoante a atividade, cumprimentava-as e resumia as atividades já realizadas, explicando posteriormente as tarefas a realizar naquela sessão. De um modo geral, tentou-se sempre utilizar uma linguagem simples e facilmente perceptível no universo infantil. Para quebrar o gelo e estabelecer uma relação de proximidade com as crianças, o investigador criou uma espécie de partilha de segredos com as crianças, em que lhes dizia que as conversas que tinham eram confidenciais e apenas acessíveis a estes. De acordo com as indicações de Druin

(1999), o investigador optou também por, regra geral, se manter sentado ao lado das crianças e usar roupas informais, sem acessórios de bijuteria exagerados ou outros elementos de distração.

A sessão de avaliação decorreu numa sala da Universidade de Aveiro, com um grupo de 4 crianças com 11 anos de idade, como foi também já referido. A sessão decorreu apenas num dia (1 de novembro), um feriado, em que as crianças se encontravam disponíveis. As dinâmicas tiveram a participação permanente de dois adultos: um investigador principal e um investigador auxiliar. O investigador responsável pela investigação que aqui se trata não esteve presente por forma a não interferir no processo de recolha de dados. A sessão teve uma duração média de 120 minutos e iniciou-se com a chegada dos investigadores ao local e preparação do material (câmaras e tripés). De seguida os investigadores explicaram às crianças como deveriam entrar na aplicação e iniciar sessão, bem como funcionava o jogo CuboPaper. Estas iniciaram depois o jogo e, quando terminado, foram entrevistadas pelos investigadores, em grupo. Entre o jogo e a entrevista, foi oferecido às crianças um lanche para que pudessem conviver e descontraír.

### **5.5.3. Atividades de *Participatory Design* realizadas**

Como vimos na tabela de calendarização das sessões, estas podem agrupar-se em três fases principais: as atividades exploratórias (Fase I), o *Game Design* (Fase II) e o teste de protótipo (Fase III). Descrevem-se de seguida os eventos de maior relevo no decorrer destas sessões, sintetizados com recurso à observação participante, registo audiovisual, diário de bordo e grelhas de observação. Todas as atividades encontram-se descritas em pormenor no diário de bordo em anexo.

#### **Fase I – Atividades Exploratórias**

Desde as primeiras conversas sobre o projeto “Explogador”; as crianças revelaram sempre uma alta motivação para iniciar os contactos com a instalação. Antes do início das atividades, e para facilitar as mesmas, as crianças foram divididas em dois grupos (A e B), e por vezes estes foram também subdivididos em duas equipas (A1 e A2). Na sessão 1, as crianças foram entrevistadas por forma a ser avaliado o seu perfil e motivação inicial, os seus hábitos de jogo e hábitos de utilização de tecnologias. Na sessão 2, iniciaram-se as atividades exploratórias com o grupo A1, seguindo-se o grupo A2, B1 e B2.

De imediato, nestas primeiras interações, praticamente todas as crianças optaram por colocar as peças nas coordenadas marcadas a preto. Começaram de imediato por dar ideias, nomeadamente pendurar peças apenas, fazer pares com as peças, fazer pares com os desenhos, fazer pares com peças brancas e peças pretas (grupo A); a construção de um padrão com peças brancas e pretas, jogar ao xadrez, aos tamanhos ou a um jogo de adivinhas (grupo B). Nos primeiros testes de categorização na instalação realizados na sessão 3, as crianças conseguiram facilmente assimilar o conceito e classificar peças com base no mesmo. Iniciaram também o processo de design de jogo, elaborando autonomamente desenhos sobre os animais que gostariam de ver no jogo “Explogador” (ver figuras 12 e 13). Estes desenhos foram depois trabalhados digitalmente pelo investigador, de modo a serem utilizados no jogo (ver figuras 14 e



Na sessão 5, foi utilizado um protótipo 2D em papel da instalação para simular situações de categorização de elementos multimédia, através de cartões com fotografias de animais. Embora necessitassem inicialmente de ajuda, as crianças conseguiram depois classificar facilmente os animais, quer no grupo A quer no grupo B.

Seguiu-se depois uma atividade de prototipagem com recurso à técnica *PICTIVE*, onde as crianças construíram um protótipo da instalação *IMP.cubed* em plasticina e lã (ver figura 16). Sugeriram cores para a mesma (verde, azul, roxo, laranja e vermelho), bem como para as peças de jogo (brancas) e para as correntes (verde, azul, rosa, amarelo, laranja e roxo).



Figura 16: Protótipo da instalação *IMP.cubed* em plasticina

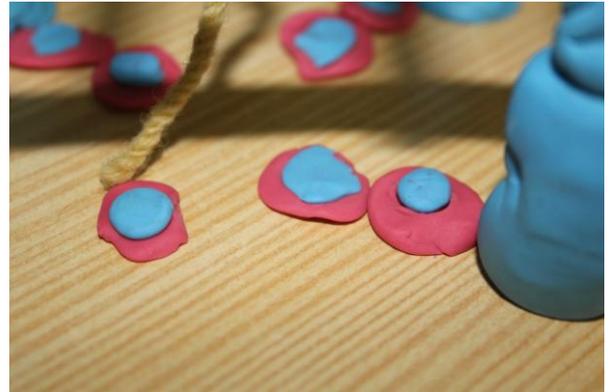


Figura 17: Protótipo das peças de jogo em plasticina

Na sessão 6, continuaram as atividades de prototipagem com o desenho das peças de jogo. De seguida, por forma a organizar as temáticas do jogo de acordo com a narrativa e o grau de dificuldade, as crianças realizaram uma atividade com recurso à técnica post-it (ver figuras 16 e 17) (técnica utilizada, por exemplo, por Allison Druin, 1999b, com crianças, em que estas escreviam notas nos post-its que eram posteriormente analisados). Individualmente, ordenaram as temáticas associadas à biodiversidade dos animais por níveis de dificuldade e ordem na narrativa. A opção pela realização individual da tarefa prende-se com a necessidade de concentração da criança na tarefa a realizar e a não inibição por parte dos colegas. Como resultado desta atividade, percebeu-se que alguns temas seriam considerados pelas crianças como mais fáceis que outros, conforme havia já sido notado por Veloso (2006), devendo portanto o seu enquadramento nos níveis de jogo ser ajustado a estas conclusões.



Figura 18: Criança em atividade "post-it"



Figura 19: Criança simula situação de interação

Ainda nesta sessão, as crianças simularam algumas atividades de interação com os elementos que haviam prototipado na sessão anterior, experimentando também algumas situações de jogo e sugerindo regras. Como resultado, percebemos que a leitura de *QR-Code* devia ser simplificada; que os *QR-Codes* podiam ser impressos a partir de um computador da instalação para colocação nas peças; que a projeção deveria estar localizada próxima da instalação; que o telemóvel deveria já estar com o jogador quando este inicia o jogo; que os conteúdos poderiam aparecer apenas no telemóvel; que as peças poderiam estar visíveis ao jogador, numa área próxima da instalação ou já colocadas na grelha, ou poderiam estar escondidas do mesmo; que este só deveria descobrir a categoria após saber qual o elemento que está associado à peça; que as categorias estivessem identificadas nas próprias coordenadas; que as categorias pudessem ser sugeridas pelo próprio jogador ou que estas fossem mudadas de sítio na instalação em vez de serem colocadas peças.

Como hipóteses de regras de jogo, como podemos ver na tabela exemplificativa (Tabela 7), as crianças sugeriram a limitação do número de toques nas correntes; a proibição de retirar a peça da corrente após esta ser colocada.

**Tabela 7:** Exemplo de registo de ideias de design

<i>Tempo</i>	<i>Frases</i>	<i>Padrão de atividades</i>		<i>Ideias de design</i>
12:52		Coloca telemóvel na mão do jogador	Game Designer	Telemóvel deve estar já com o jogador quando inicia jogo
00:09	“A peça estava aqui...”	Coloca peças na lateral do cubo		Peças devem estar visíveis ao jogador, próximas do cubo
00:18	“Agarrava na peça...” (...) “Vinha à projeção” (...) “Não, vinha ao computador, analisava”	Agarra na peça e leva jogador até à área de projeção e depois ao PC		Leitura da peça é feita junto à área de projeção

Na sessão 7, com base nos primeiros esboços de personagem “Explogador” desenhados pelas crianças (ver figuras 20 e 21), foi construída uma personagem digital totalmente personalizável pelo utilizador (ver figura 22, 23 e ANEXO II). Assim, as crianças elaboraram uma personagem selecionando de entre vários olhares, sorrisos, penteados, roupas, calçado, chapéus e acessórios. A atividade foi realizada a pares, dado que apenas existia um computador. Desta atividade, que inicialmente se previa ter como resultado a construção da mascote “Explogador”, resultou na hipótese de as crianças criarem o seu avatar para o jogo e imprimirem-no no final. A sessão 8 consistiu na simulação das falas das personagens do jogo, incluídas na narrativa. As crianças gravaram um pequeno diálogo onde descreviam o animal que selecionaram, tendo em conta as temáticas do jogo da biodiversidade.



Figura 20: Desenho "Explogador" elaborado pelas crianças



Figura 21: Desenho "Explogador" elaborado pelas crianças

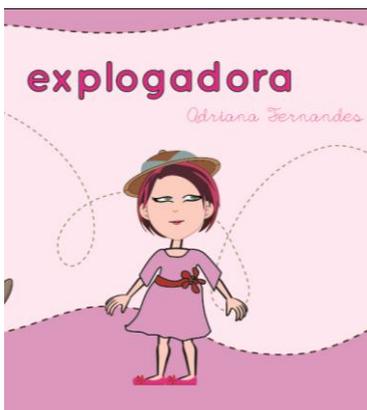


Figura 22: Desenho digital do "Explogador"

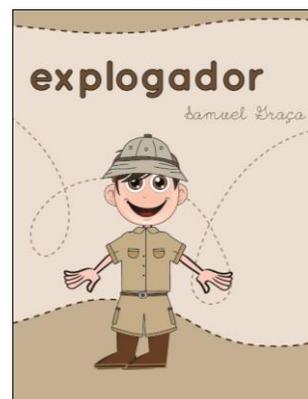


Figura 23: Desenho digital do "Explogador"

### **Fase III – Teste de protótipo**

Por último, na sessão 9, as crianças testaram o protótipo do jogo construído com a sua colaboração. Experimentaram os vários níveis de jogo (figuras 24 e 25), com exceção do 4º (CuboPaper da biodiversidade) devido à sua complexidade (este foi testado na sessão de avaliação, já com a vertente tecnológica em funcionamento). Como resultado deste teste, percebemos que é necessário que cada categoria contenha uma breve explicação, de modo a que se facilite a jogabilidade mas também para que se promova a aprendizagem. Percebemos também que é importante que esta informação de ajuda seja transmitida não apenas de forma visual mas também sonora, de modo a que esteja acessível quer a crianças que não sabem ler, quer a crianças invisuais. No nível 5 (damas da biodiversidade), percebemos também que é importante a ajuda nas possíveis deslocações das peças. Regra geral, as crianças gostaram do jogo e ficaram satisfeitas com o resultado do seu trabalho. Consideraram o mesmo relativamente fácil de jogar e bastante divertido.

Todos os resultados das sessões de *PD* foram trabalhados no processo de design e implementação do jogo "Explogador".



Figura 24: Teste de protótipo



Figura 25: Teste de protótipo

#### 5.5.4. Atividades de avaliação

Durante a sessão de avaliação do jogo “Explogador” (sessão 11), as crianças testaram o protótipo de alta-fidelidade, experimentando fazer login na aplicação, ler *QR-codes* das coordenadas e responder a perguntas através de opções.

### 5.6. DESENVOLVIMENTO DO JOGO

#### 5.6.1. Modelo conceptual

O jogo “Explogador” é um jogo do tipo *Serious Games*, que visa sobretudo transmitir conhecimentos às crianças dos 5 aos 12 anos de idade sobre a temática da biodiversidade dos locais. O jogo assenta no tabuleiro tridimensional do *IMP.cubed*, composto por 25 colunas, cada uma delas com 5 coordenadas marcadas (total de 125 coordenadas). Estas coordenadas encontram-se identificadas através de um código composto por letras (abecedário), formas (estrela, quadrado, triângulo, círculo e flor) e cores (azul, verde, laranja, rosa e vermelho).

Os jogadores podem assim colocar peças de jogo nos eixos x, y e z. A cada eixo associa-se sempre um conjunto de categorias (por exemplo, nascimento), cada uma delas composta por 2 a 5 classes (por exemplo, nascimento – ovo, nascimento – não aplicável ou nascimento – corpo da mãe). A cada coordenada está associado um *QR-Code* que, ao ser lido através de um telemóvel Android, indica ao jogador qual a categoria/classe associada através de uma fotografia e/ou texto/som. Esta categoria/classe vai mudando à medida que transitamos entre níveis no jogo.

Uma das primeiras fases de desenvolvimento deste jogo passou pela elaboração de uma base de dados de elementos multimédia, devidamente identificados e catalogados de acordo com a respetiva biblioteca temática, neste caso sobre a biodiversidade.

#### Regras e objetivos

As regras de jogo consistem na leitura por telemóvel de *QR-Codes* presentes nas peças de jogo, cada uma delas associada a um conteúdo multimédia distinto, e consequente colocação numa coordenada da instalação *IMP.cubed*, também ela lida através de telemóvel. Os *QR-Codes* são

códigos de barras bidimensionais que podem ser facilmente lidos através da aplicação própria instalada no telemóvel. O código é convertido num texto interativo, regra geral um URL (wikipedia). Cada peça está associada a um ser vivo característico da biodiversidade nacional, para que, aquando da interligação com outros países, se possa promover a troca de conhecimentos da biodiversidade de cada local. Para conseguir categorizar a peça, o jogador pode pedir ajuda, sendo penalizado pela utilização da mesma.

Os objetivos e regras de jogo dependem do nível em que o jogador se encontra. Contudo, existem objetivos e regras genéricos, nomeadamente: o jogador tem como objetivo principal a colocação da peça na coordenada correta; como regras, as peças não podem ser colocadas nas coordenadas sem antes ser feita a leitura das mesmas; uma vez colocada, a peça de jogo não pode ser retirada da grelha; cada jogador apenas pode retirar uma peça de cada vez, tendo apenas 3 tentativas de leitura de peças, sendo que à terceira é obrigado a colocar a peça na grelha; as peças apenas podem ser colocadas nos locais assinalados na grelha (coordenadas).

### Jogabilidade e narrativa

O jogo “Explogador” desenrola-se em 5 níveis, cuja ordem foi definida de acordo com os testes de protótipo com crianças. O nível 1 consiste num **desafio de categorização simples**, em que o jogador/equipa apenas terá que categorizar os elementos multimédia contidos nas peças considerando a conjugação das categorias das coordenadas (por exemplo, nascimento, anatomia e revestimento do corpo). O nível termina quando 10 coordenadas estiverem corretamente preenchidas.

O nível 2 consiste no **bingo dos comportamentos**. Neste nível, cada fila de coordenadas (eixo X) encontra-se preenchida com peças associadas a elementos multimédia relativos ao comportamento dos animais na época de reprodução (vídeo, som, fotografia). Os jogadores têm que recolher peças de jogo desse mesmo animal, lendo os *QR-Codes* que nelas se encontram e tentando fazer corresponder ao elemento já existente na coordenada. Ganha o jogador/equipa que concluir a linha de bingo em primeiro lugar.

O nível 3 baseia-se num **desafio de categorização 5 em linha 3D**. Este nível tem que ser jogado em equipa, sendo que cada uma das equipas coloca alternadamente peças na grelha de modo a formar uma linha de elementos multimédia da mesma classe (por exemplo, mamíferos). Existem animais que podem ser classificados em mais que uma hipótese. O nível é ultrapassado quando a primeira equipa conseguir colocar 5 elementos em linha.

O nível 4 tem como base o jogo do *peddy-paper*, tratando-se aqui do **CuboPaper da Biodiversidade**. Neste nível, os jogadores/equipas têm que percorrer um caminho com questões/desafios para responder/completar. Ao responderem/completarem corretamente a questão/desafio, o sistema indica-lhes a coordenada seguinte que devem procurar. Ganha o jogador/equipa que completar o percurso com maior pontuação.

O nível 5 consiste no tradicional jogo de damas, aplicado à temática das cadeias alimentares (**Damas da Cadeia Alimentar**). Neste nível, o jogador terá que jogar às damas com os elementos multimédia considerando o tipo de alimentação, por forma a seguir uma cadeia alimentar. As

peças representam animais (consumidores primários, secundários e terciários) e plantas (produtores). Não são considerados nesta cadeia alimentar os decompositores. O jogo apenas pode ser jogado com dois adversários (individuais ou equipas), não podendo ser jogado individualmente. Segue sensivelmente as mesmas regras do jogo de damas tradicional. Cada jogador/equipa dispõe de 15 peças de jogo, 5 produtores, 5 consumidores primários, 4 consumidores secundários e 1 consumidor terciário. Estas 15 peças são dispostas na primeira face de coordenadas do *IMP.cubed*, em 3 filas (1 fila de intervalo entre cada fila de peças). Uma vez que os jogadores não têm conhecimento do conteúdo da peça sem fazer a leitura do *QR-Code* correspondente, estas estão todas misturadas para aumentar o desafio.

Os adversários deslocam-se no tabuleiro 3D alternadamente, tentando chegar ao lado oposto sem serem “comidos” e tentando “comer” o máximo possível de peças do adversário. Podem deslocar-se na horizontal ou na vertical, avançando apenas uma coordenada de cada vez. Não podem deslocar-se na diagonal. As peças apenas podem “comer” ou ser “comidas” na ordem correta da cadeia alimentar (produtores, consumidores primários, secundários e terciários). As peças que alcançarem o lado oposto do tabuleiro de jogo adquirem a possibilidade de deslocar-se também na diagonal e para trás, no número de coordenadas possível até ao final da fileira, aumentando assim as possibilidades de “comer” peças adversárias. Estas peças especiais devem ser assinaladas pelo jogador com uma fita vermelha, disponível na aplicação. Perde o jogo o jogador/equipa que ficar em primeiro lugar apenas com a peça que não pode ser comida (consumidor terciário). Para apoio ao desenvolvimento do jogo, foi elaborado um fluxograma com as linhas de fluxo principais da aplicação.

### 5.6.2. *Layout* do jogo no telemóvel

O *layout* da aplicação foi desenvolvido (ver figuras 26 e 27) tendo em conta as ideias fornecidas pelas crianças no decorrer das sessões de *participatory design*, como por exemplo a possibilidade de seleção da cor dos olhos no avatar ou a possibilidade de selecionar mais do que um acessório. Paralelamente, foram seguidas as indicações de design para aplicações Android (site Developer Android), por forma a respeitar as regras genéricas seguidas nestes softwares. A aplicação foi desenhada com o intuito de ser flexível para que se acomode a qualquer formato de *layout* (várias alturas e larguras). Desta forma, os *layouts* são flexíveis e possuem características adaptadas a todas as situações, nomeadamente em termos de densidades de ecrã (DPI).



Figura 26: Ecrã inicial "Explogador"



Figura 27: Ecrã de seleção de avatar

Tentou-se seguir ao máximo os temas base da Android, especificamente o *Halo Light* e o *Halo Dark*, fazendo uso da fonte do sistema (*Roboto*), das medidas padrão para a mesma (12pt para texto micro, 14pt para texto pequeno, 18pt para texto médio e 22pt para texto grande). As cores utilizadas seguem a paleta de cores da Android e os ícones criados tentam manter uma coerência visual com a iconografia específica da Android, respeitando igualmente as proporções. Também o estilo de escrita simples e breve foi algo tido em conta no desenvolvimento da aplicação. Foram utilizadas barras de navegação / ação (ver ANEXO III), à semelhança das barras nativas, sendo igualmente fomentada a navegação através de gestos, em detrimento do teclado do telemóvel.

De um modo genérico, foram seguidas as orientações relativas à estrutura típica da Android, bem como o *feedback* de confirmação, conhecimento e notificações ao utilizador de modo a que este reflita sempre sobre as ações que pretende realizar. Foi igualmente considerada a questão da ajuda, que, segundo a Android, deve aparecer quando solicitada, seguir o design standard de navegação e assumir que cada pedido de ajuda é urgente. Por sua vez, os botões seguem um design significativamente diferente dos botões básicos da Android, apresentando cantos arredondados em vez dos conhecidos retilíneos e uma cor gradiente em vez da cor sólida habitual. Foram contudo utilizados botões sem limites, semelhantes aos padrões deste sistema operativo. Foram utilizadas barras de progresso conforme as indicações da Android (contagem sempre dos 0% até aos 100%).

### 5.6.3. Restruturação dos materiais da instalação

A instalação *IMP.cubed* foi construída com o intuito de ser utilizada por crianças dos 7 aos 11 anos de idade. Desta forma, foram seguidos os requisitos de ergonomia e antropometria nos primeiros trabalhos desenvolvidos por Rocha (2009). Nesta fase, foi avaliado o redesign da instalação por forma a ser segura, facilmente armazenada e transportável e com um aspeto agradável para as crianças. Assim, foram analisadas as possibilidades de construir a instalação em HPL (figura 28), PVC (figura 29), tubo galvanizado forrado a letherette (figura 30), perfis de alumínio ou cartão, tendo resultado em diferentes designs, consoante o material utilizado. Qualquer uma destas soluções permite a fácil portabilidade, dado que são totalmente desmontáveis e facilmente acondicionadas. Por exemplo, a estrutura em HPL é montada através de parafusos e encaixes simples. A estrutura em PVC contém encaixes simples, semelhantes à tubagem das habitações, com peças padrão (U, T), tal como o tubo galvanizado. Os perfis de alumínio existem numa enorme panóplia de peças encaixáveis e o cartão pode também ser facilmente montado através de cortes. Outros materiais ficaram por analisar. Por exemplo, segundo Mott et al. (1997), a borracha é o material mais seguro para crianças, enquanto o cimento e a casca de árvore são aquelas que mais danos físicos podem causar. Não foi contudo estudada esta possibilidade, pelo que se aconselham estudos posteriores.

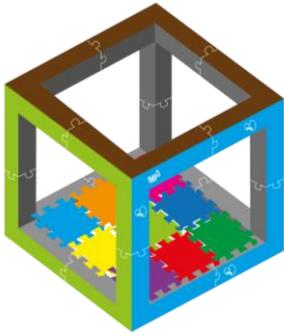


Figura 28: Instalação em HPL

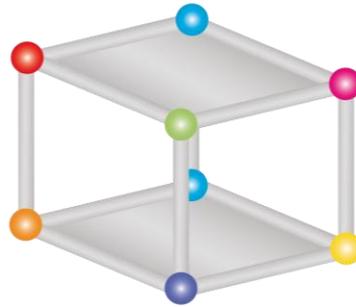


Figura 29: Instalação em PVC

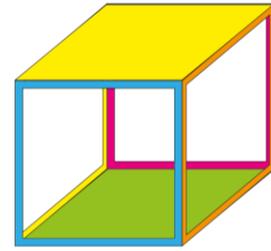


Figura 30: Instalação em tubo galvanizado forrado a letherette

Para estas soluções, foram recolhidos orçamentos genéricos junto de empresas nacionais, bastante díspares entre si (ver ANEXO IV). No caso de uso de metal, este deve ser pintado, galvanizado ou tratado de qualquer forma para prevenir o enferrujamento, a corrosão e deterioração. No caso de utilização de madeira, esta deve ser resistente à podridão e aos insetos, ou tratada para prevenir essa deterioração (*US Consumer Product Safety Commission*). Para a superfície da instalação, são aconselhados materiais como fibra de madeira, cascalho, areia, cobertura de borracha reciclada, palha de madeira ou lascas de madeira. Não são aconselhados asfalto, carpetes não testadas, cimento, lama, relva e palha de madeira tratada (*Consumer Product Safety Commission*).

#### 5.6.4. Protótipo

A prototipagem de baixa fidelidade do jogo “Explogador” foi feita em maquete em tamanho pequeno (ver figura 16) e depois em cantoneiras de ferro, em tamanho aproximado ao real (ver figura 24). O jogo foi já testado neste protótipo de tamanho aproximado à instalação final, tendo funcionado bem enquanto espaço imersivo. As alturas da instalação e das correntes revelaram-se adequadas para crianças a partir dos 5 anos de idade, bem como as distâncias entre as mesmas. Em termos do protótipo, estão a ser estudados os melhores locais para colocação da tela de projeção, do projetor, do computador, das peças de jogo e do telemóvel da instalação. Foi ponderada a colocação da tela numa das faces do cubo por forma a tornar o espaço mais imersivo, contudo isso significaria que se tornaria num espaço semifechado. Desta forma, a solução em análise prevê a colocação da tela de projeção junto à instalação, numa das laterais, e do projetor na parede oposta, junto ao computador. As peças de jogo e o telemóvel seriam colocados à entrada da instalação, em local facilmente acessível aos jogadores. Em alguns níveis de jogo, as peças estariam já colocadas nas coordenadas da instalação.

O jogo foi também testado num protótipo de alta-fidelidade, onde as crianças realizaram a leitura de *QR-Codes* através do telemóvel, que lhes davam depois acesso a perguntas com várias hipóteses de resposta, as quais indicavam uma coordenada para continuar o percurso.

## CAPÍTULO VI

### 6. APRESENTAÇÃO; ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 6.1. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nas primeiras sessões de exploração da instalação pelas crianças, percebeu-se que estas tinham tendência para brincar com as correntes, pelo que estas devem ser substituídas por outro material (elásticos, por exemplo). Verificaram-se algumas dificuldades na tarefa de categorização e interligação entre os eixos, pelo que o jogo deve ser complementado com a vertente de Ajuda para estas questões. Verificou-se também, já nas sessões de simulação da interação, que as crianças tendiam a esquecer a ação de leitura do *QR-Code*, talvez porque nesta fase a funcionalidade ainda não se encontrava implementada. Na vertente de jogo, as crianças revelaram algumas dificuldades em jogar em equipa, notando-se uma competitividade extrema.

No que respeita ao processo de desenvolvimento em *Participatory Design*, as atividades devem ser adequadas às capacidades de desenvolvimento das crianças – pensamento abstrato (Piaget, 1964), ou seja, imaginar uma narrativa ou ideias de interação sem trabalharem com elementos concretos, como cartões ou protótipos de baixa fidelidade. Tal deve-se ao facto de as crianças destas idades não terem ainda capacidades de pensamento abstrato, dado que se encontram ainda na fase das operações concretas (Piaget, 1964, 1990). Revelaram também dificuldades em trabalhar em equipa, gerando-se discussões de diferenças de opinião e desdém das tarefas realizadas pelos colegas. Tal deve-se ao facto de apenas nesta fase a criança começar a colocar de parte o egocentrismo que a caracterizou até agora. Na tabela seguinte apresentam-se os resultados da observação das principais dificuldades encontradas ao longo das sessões, bem como sugestões de melhorias, algumas das quais sugeridas pelas crianças.

Tabela 8: Dificuldades sentidas

	<i>Principais dificuldades</i>	<i>Sugestões</i>
Instalação / Jogo	Dificuldades no trabalho em equipa	Competição individual
	Angústia em perder o jogo	
	Brincar e puxar correntes	Prender as correntes ou substituir por outro material
	Colocação de peças nas coordenadas mais altas	Baixar a altura das coordenadas mais altas
	Dificuldade de categorização de elementos	Ajuda na categorização e descrição das classes
	Peça de jogo não apelativa	Utilização de mais cores na peça e de diferentes formas
	Dificuldade em compreender regras do jogo	Ajuda nas regras do jogo
	Dificuldade nas movimentações das peças	Ajuda nos possíveis movimentos das peças de jogo
Game Design	Dificuldade no trabalho em equipa	Trabalho individual
	Dificuldade na criação de uma narrativa de forma abstrata	Utilização de cartões para criação da narrativa
	Algumas crianças não sabiam ler	Utilização de informação sonora e imagens
	Dificuldade na construção da instalação em plasticina	Utilização de cartão para construção do protótipo da instalação
	Dificuldade em fazer leitura de <i>QR-Code</i>	Simplificar o processo de leitura de <i>QR-Code</i> , com leitura direta

### 6.1.1. Entrevista inicial – *Participatory Design*

Por forma a caracterizar a amostra e a perceber a sua relação com o jogo e com as tecnologias, foi elaborado um inquérito inicial em forma de entrevista. De acordo com a análise efetuada e dados recolhidos no questionário inicial, todas as crianças afirmaram gostar de aprender coisas novas, quer através da escola, livros, em casa com os pais, irmãos e outros familiares. A1, A3, A4, A7 e A8 (50% da amostra) referiram nunca ter visitado um museu ou centro de ciência. Todas as crianças que afirmaram já ter visitado um destes locais, referiram que gostaram da experiência.

Solicitados para caracterizar os conceitos de brincar e jogar, as respostas foram diversas, como se pode observar pelos gráficos seguintes (1 e 2). Das 10 crianças, 8 (número de referências) conseguiram distinguir os conceitos de brincar e jogar, embora nem sempre com grande clareza. Em termos de brincadeiras, destacam-se “brincar com brinquedos” e “brincar com bonecas”. Em termos de jogos, destacam-se “jogar na playstation” e “jogar na PSP”.

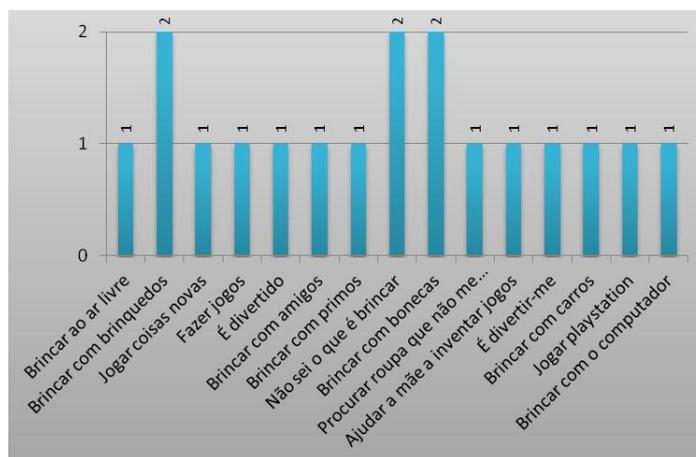


Gráfico 1: Opiniões sobre o conceito de brincar

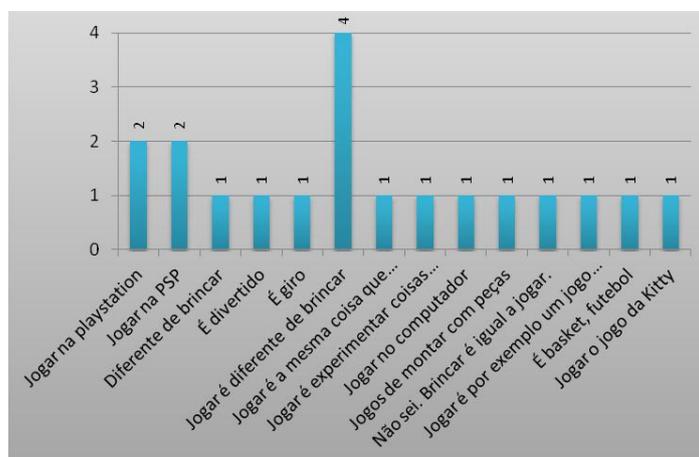


Gráfico 2: Opiniões sobre o conceito de jogar

Todas as crianças inquiridas (10 referências) afirmaram que uma das coisas que faziam quando chegavam a casa eram os trabalhos de casa. Algumas referiram também ajudar os pais, brincadeiras ou jogos. Todas as crianças praticam desporto, mas algumas apenas na escola, no

âmbito das Atividades Extra-Curriculares. De notar que as crianças podiam referir mais do que uma hipótese (valores relativos), livremente.

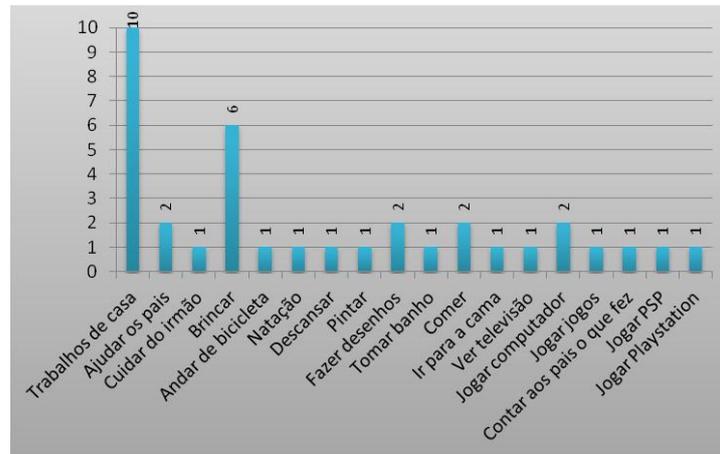


Gráfico 3: Hábitos após a escola

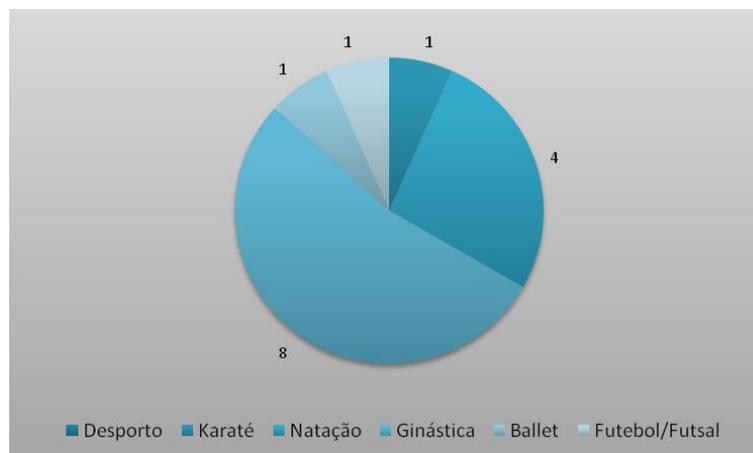


Gráfico 4: Prática de desporto

Relativamente às frequências de brincadeira, 1 criança referiu brincar *sempre que pode*, 4 crianças referiram brincar *muito*, 2 crianças referiram brincar *às vezes* e 3 crianças afirmaram brincar *pouco*. Escondidas e apanhada foram as brincadeiras referidas por mais que uma criança, sendo que algumas confundiram o conceito de brincar com jogar. A maioria referiu preferir brincar *com familiares (mãe, pai, irmãos, primos...)* e *com amigos / colegas da escola*, enquanto apenas 1 criança referiu preferir brincar *sozinha*.

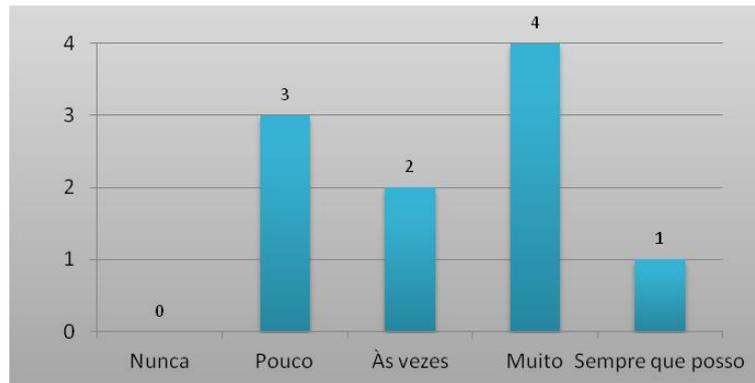


Gráfico 5: Frequência de brincadeira

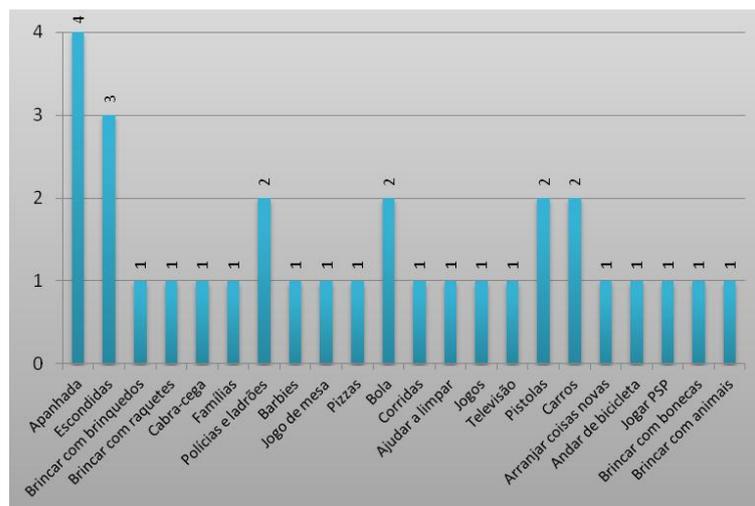


Gráfico 6: Tipos de brincadeira

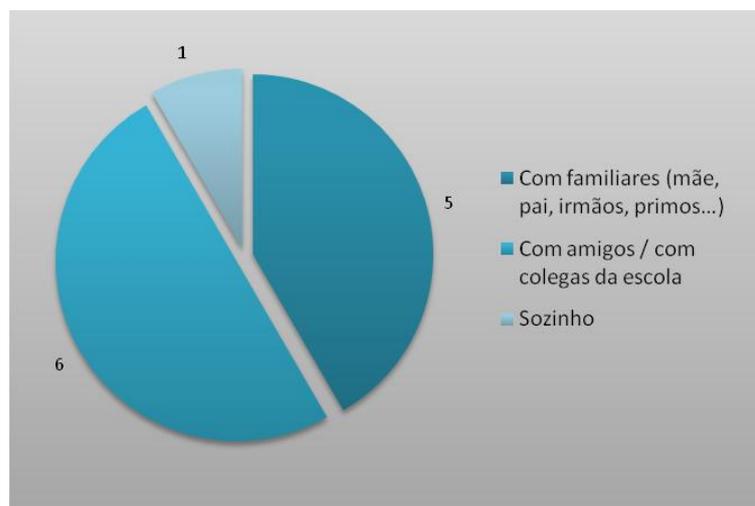


Gráfico 7: Preferências de brincadeira

Relativamente à frequência de jogos de tabuleiro, cartas e peças, 3 crianças referiram jogar *sempre que podem*, 3 crianças referiram jogar *muito*, 1 criança referiu jogar *às vezes* e 3 crianças afirmaram jogar *pouco*. *Cartas e damas* foram os jogos deste tipo referidos por mais que uma criança.

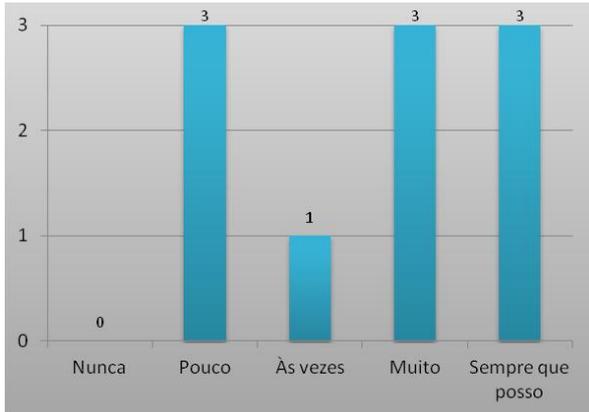


Gráfico 8: Frequência de jogos de tabuleiro, cartas e peças

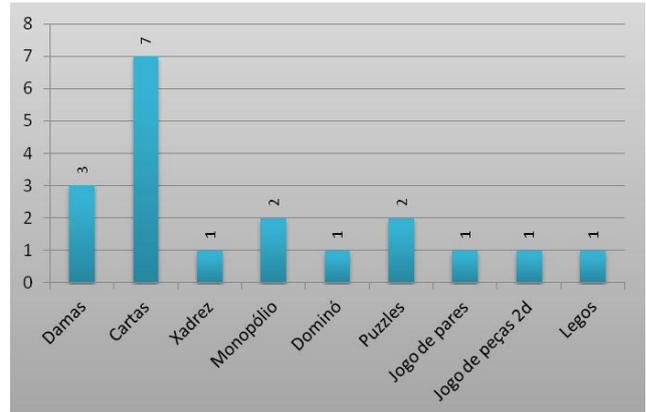


Gráfico 9: Tipos de jogos de tabuleiro, cartas e peças

Relativamente à frequência de jogos de rua, 3 crianças referiram jogar *sempre que podem*, 2 crianças referiram jogar *muito*, 2 crianças referiram jogar *às vezes* e 3 crianças afirmaram jogar *pouco*. *Escondidas*, *apanhada* e *macaca* foram os jogos de rua referidos por mais que uma criança.

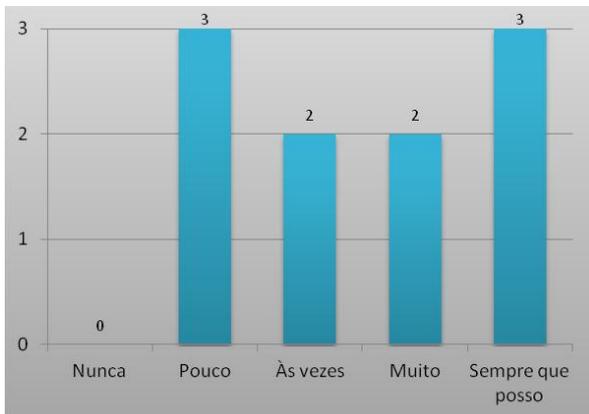


Gráfico 10: Frequência de jogos de rua

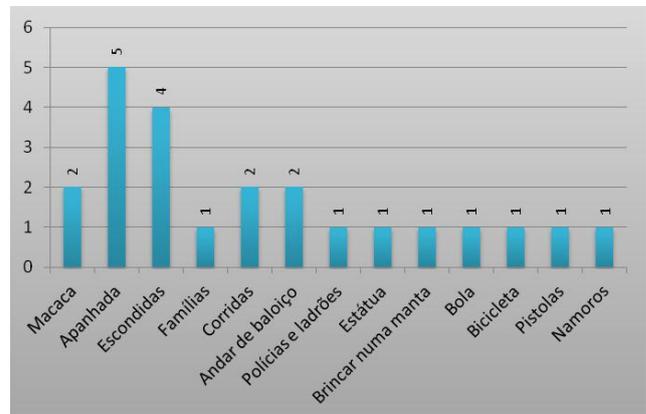


Gráfico 11: Tipos de jogos de rua

Relativamente à frequência de videojogos, 7 crianças referiram jogar *sempre que podem*, 2 crianças referiram jogar *muito* e 1 criança referiu jogar *às vezes*. Nenhuma criança afirmou jogar *pouco*. Quanto aos *jogos educativos*, estes foram referidos 2 vezes. Os *jogos de carros* foram os videojogos referidos por mais que uma criança. Os *videojogos* foram aqueles que as crianças referiram jogar com mais frequência, e também os preferidos, como pode ser observado no gráfico 14. Embora a maioria das crianças prefira jogar estes jogos *com amigos e colegas da escola*, algumas crianças referiram preferir jogar *sozinhas*.

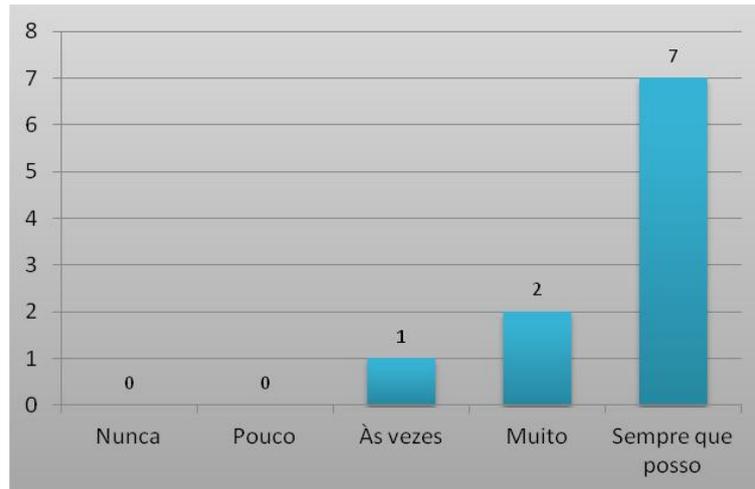


Gráfico 12: Frequência de videojogos

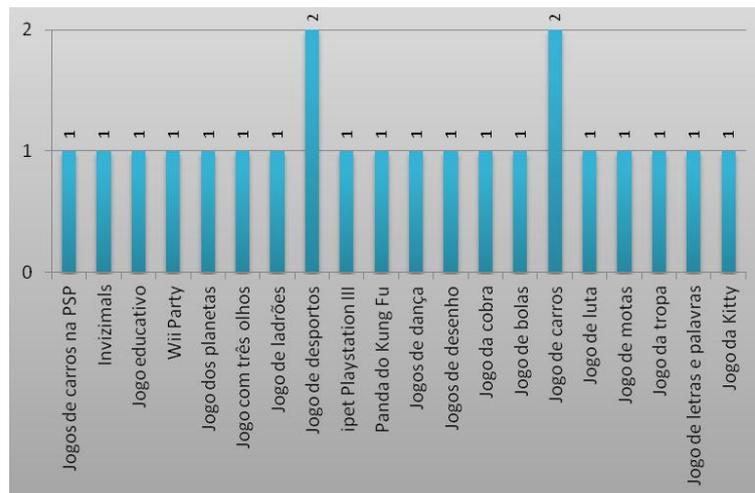


Gráfico 13: Tipos de videojogos

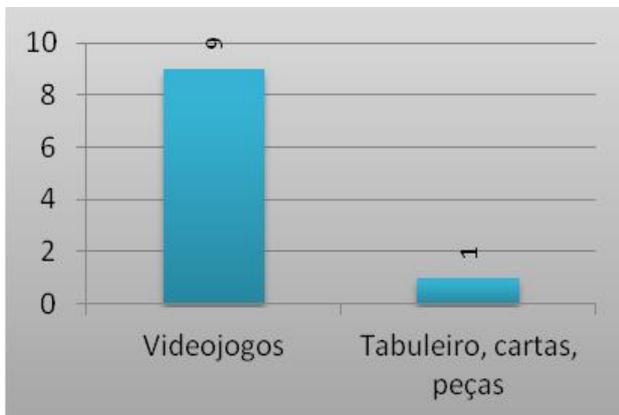


Gráfico 14: Preferências de jogo

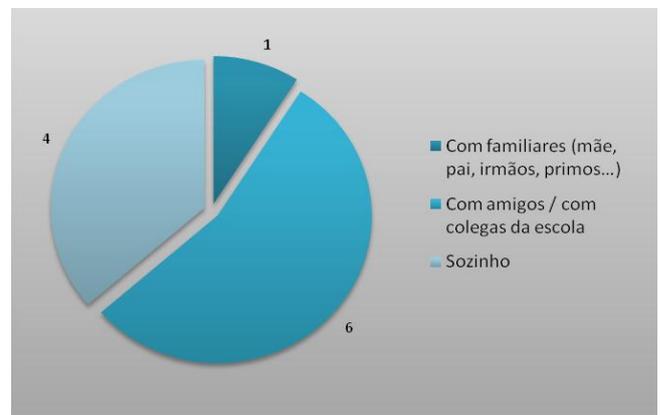


Gráfico 15: Preferências de jogo

Relativamente ao uso de tecnologias para jogar, a maior parte das crianças refere que utiliza com maior frequência a *consola*, principalmente *em casa* e *em casa de amigos / familiares*. Relativamente às consolas, 9 das 10 crianças inquiridas possuíam pelo menos uma, com destaque para a *Nintendo Wii*.

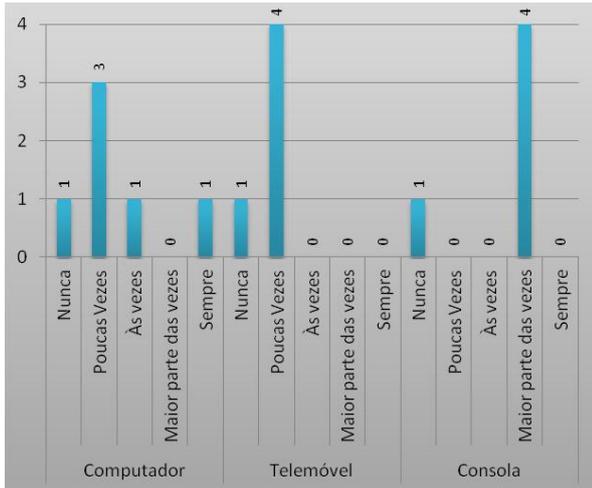


Gráfico 16: Frequência de uso de tecnologias para jogar

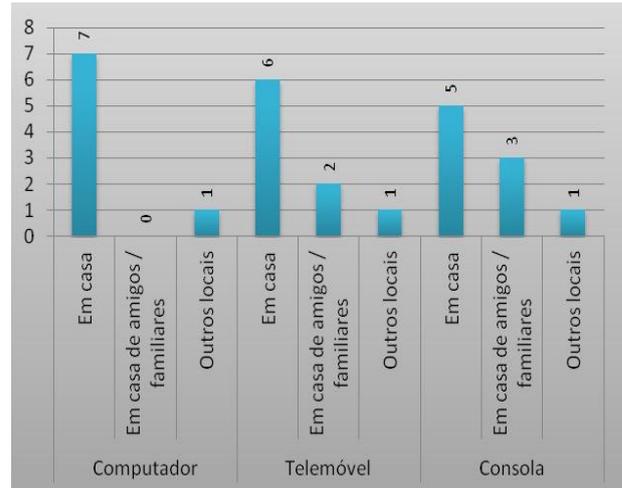


Gráfico 17: Locais de uso de tecnologias para jogar

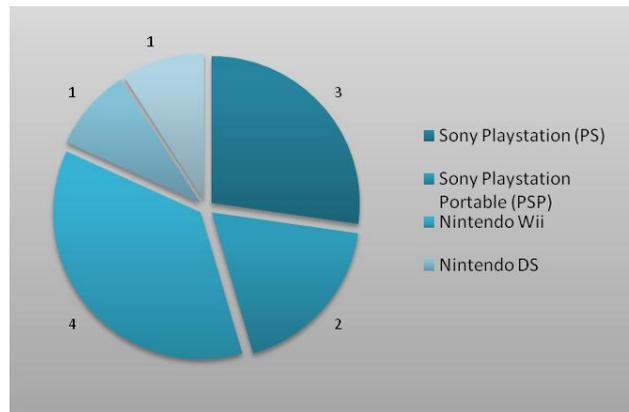


Gráfico 18: Consolas possuídas

De todas as crianças inquiridas, apenas 2 referiram possuir *telemóvel*.

### 6.1.2. Entrevista final – *Participatory Design*

Por forma a avaliar todo o processo de design participativo e o jogo “Explogador” que resultou do mesmo, foi elaborado um inquérito final em forma de entrevista. Foi solicitado às crianças que classificassem a sua participação no projeto “Explogador” com base numa Escala de Likert, que varia entre “*Não gostei nada*” até “*Gostei muitíssimo*” (passando por “*Gostei pouco*”, “*Gostei*”; “*Gostei muito*”).

Todas as crianças afirmaram terem *gostado muitíssimo* de participar no projeto. Regra geral, as crianças revelaram *muita vontade* de aprender sobre novos assuntos/temas, estudar ciências, visitar museus e centros de ciências, brincar, jogar jogos de tabuleiro, cartas e peças, jogar jogos de rua e jogar videojogos.

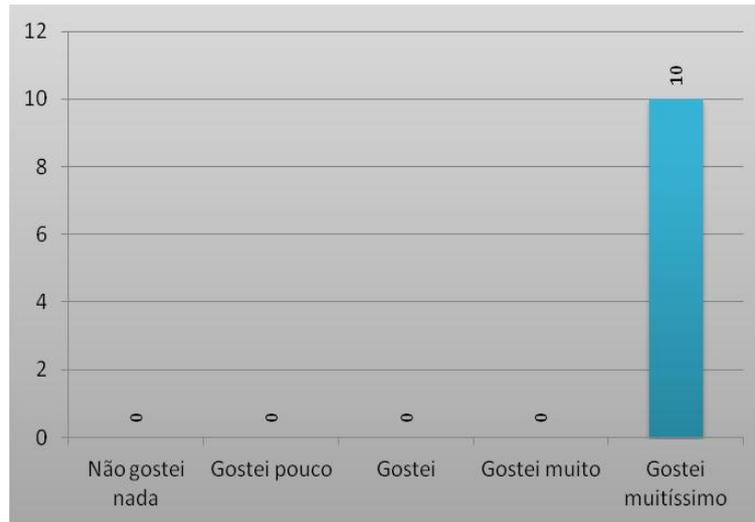


Gráfico 19: Participação no projeto "Explogador"

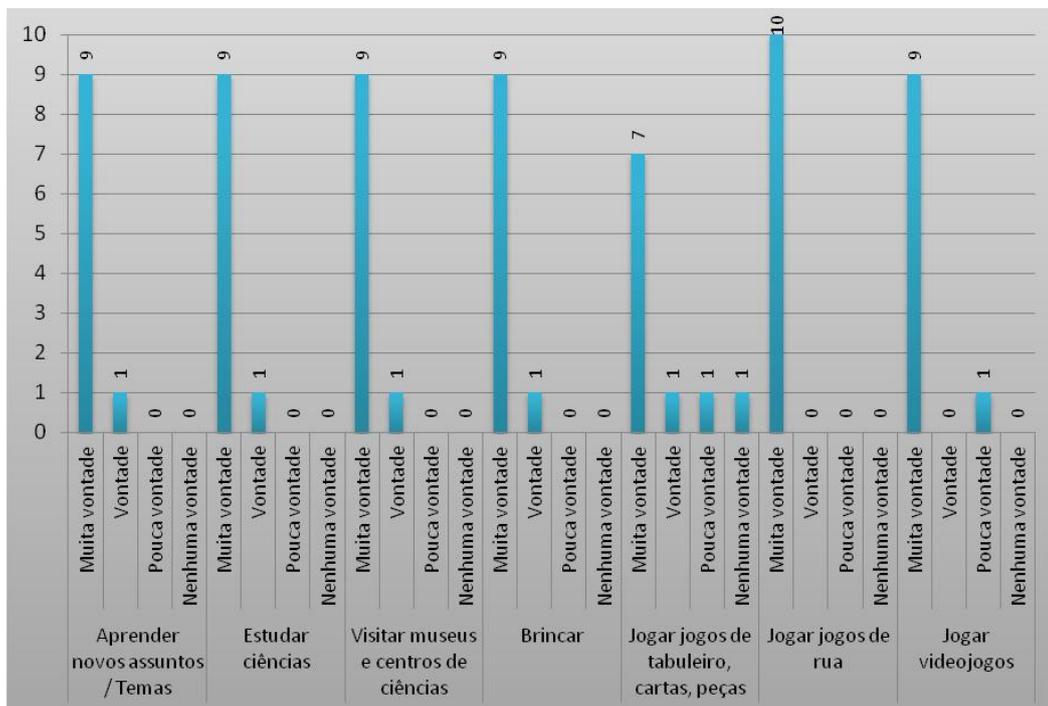
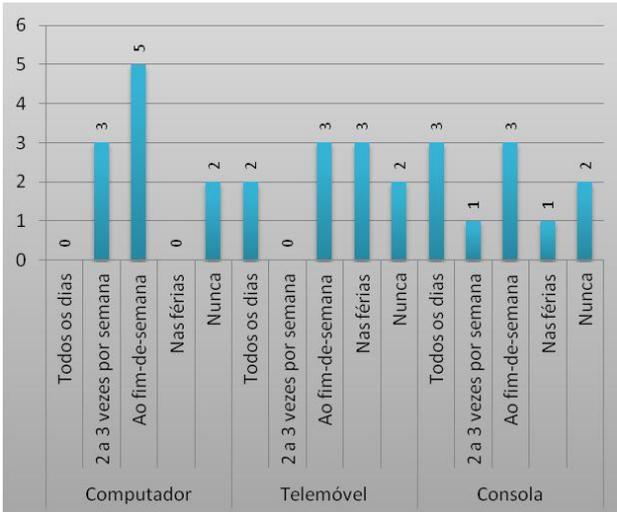
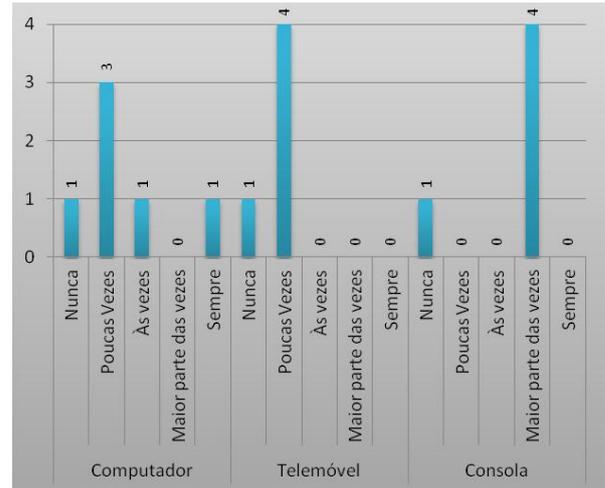


Gráfico 20: Motivação após o projeto "Explogador"

Relativamente ao início do projeto "Explogador", nota-se que se registou em alguns casos um aumento na utilização de tecnologias, dado que algumas que tinham sido referidas como *nunca* utilizadas são agora utilizadas *poucas vezes*, ao *fim-de-semana*, por exemplo. O contrário, contudo, também acontece.

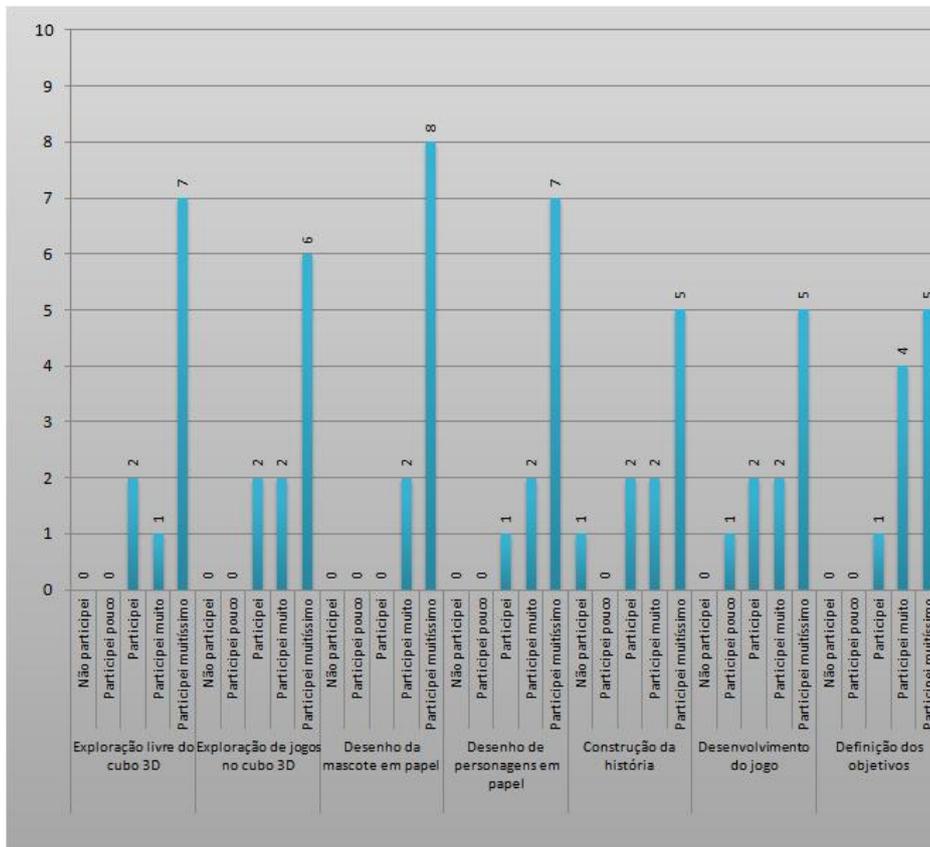


**Gráfico 21:** Frequência de uso de tecnologias para jogar (inquérito final)



**Gráfico 22:** Frequência de uso de tecnologias para jogar (inquérito inicial)

No que respeita à participação nas atividades do projeto “Explogador”; a maioria das crianças considera que *participou muitíssimo* nas mesmas em quase todas as situações. Poucos foram os casos em que consideraram *não participar* ou *participar pouco*.



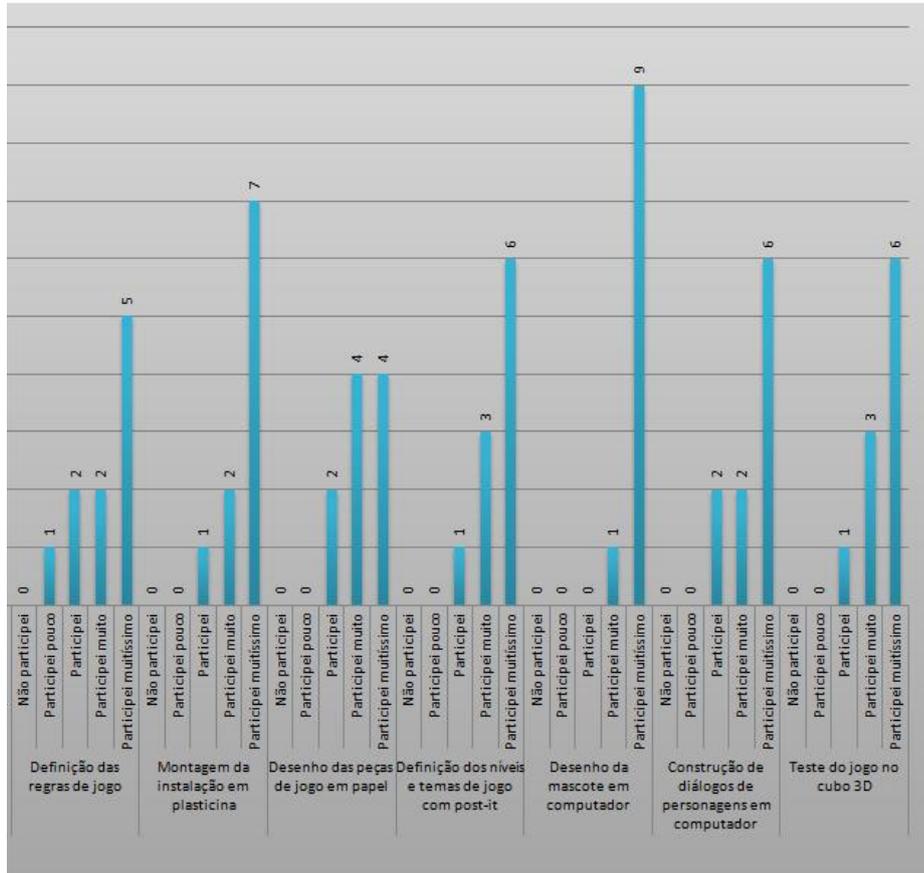


Gráfico 23: Participação no projeto “Explogador”

Relativamente à forma como classificam as atividades do projeto “Explogador”, regra geral as crianças consideraram que as mesmas foram *muito interessantes*, havendo poucos casos em que classificaram como *nada interessantes* ou *pouco interessantes*.

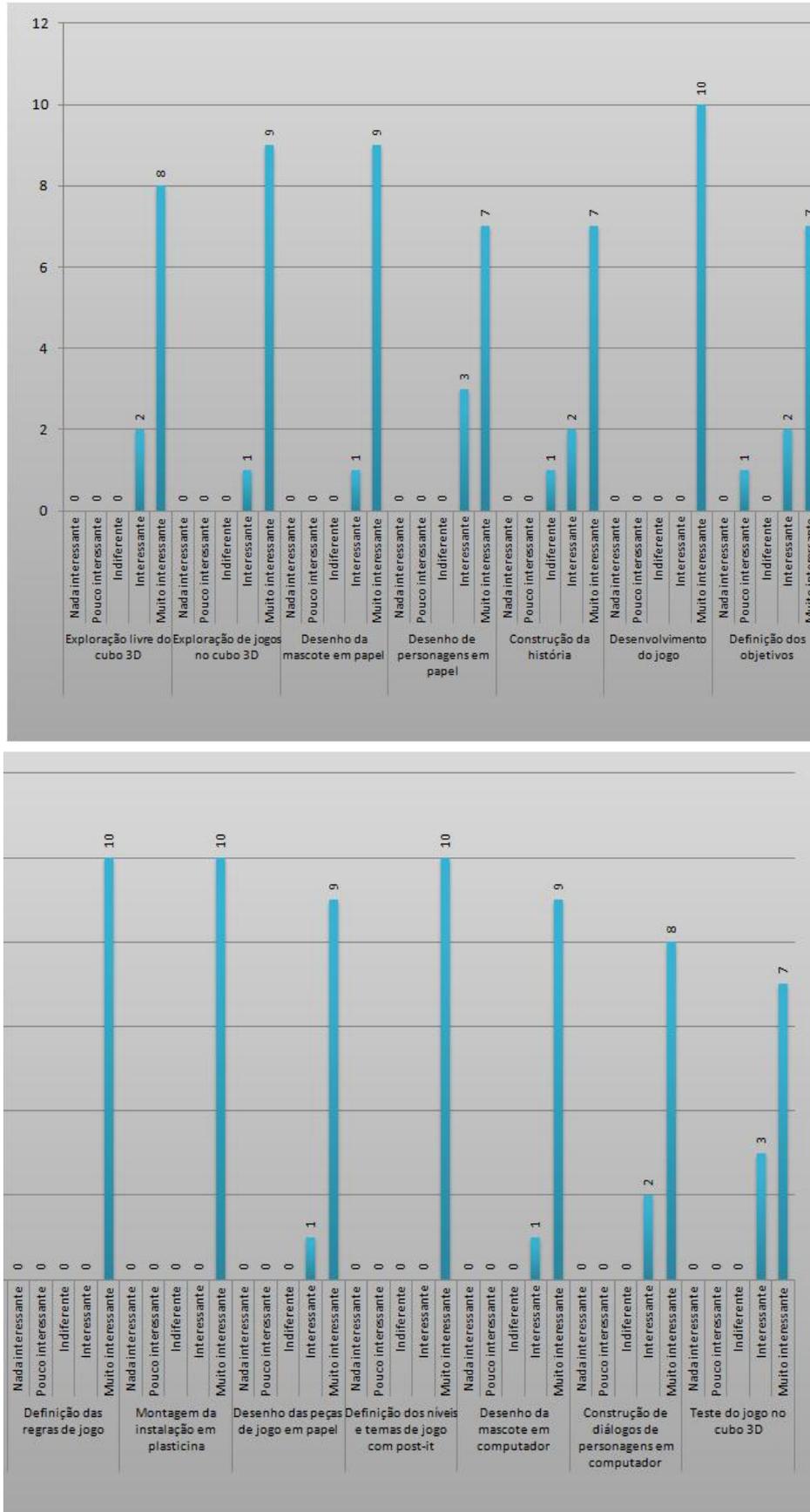


Gráfico 24: Interesse nas atividades realizadas

Relativamente à preferência de atividades no projeto “Explogador”, a maioria das crianças afirmou gostar mais de realizar o *desenho da mascote em computador*, curiosamente em detrimento do teste do protótipo. Solicitadas para referirem 3 palavras sobre o projeto “Explogador”, praticamente todas elas salientam aspetos positivos, como pode ser verificado no gráfico 26.

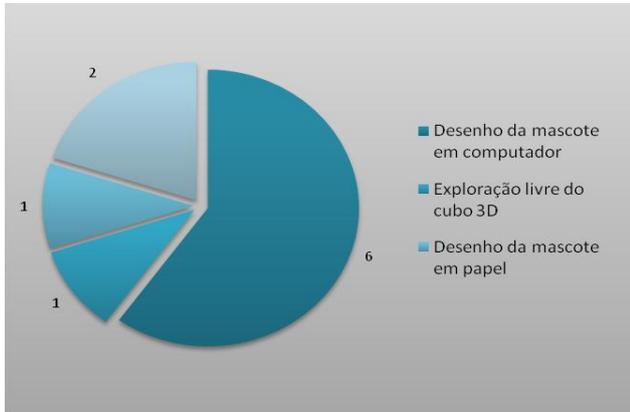


Gráfico 25: Preferência de atividades

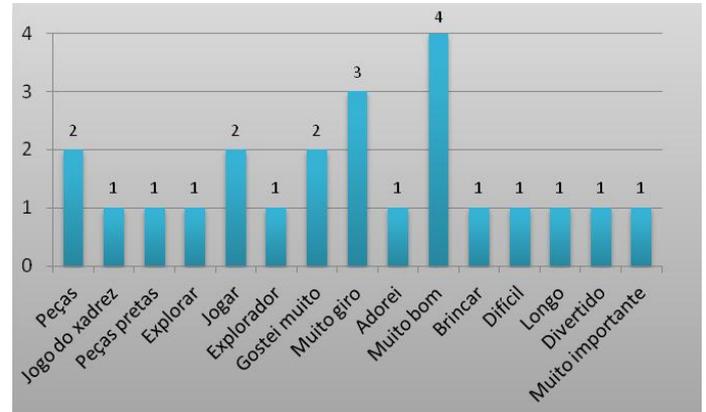


Gráfico 26: Palavras sobre o projeto "Explogador"

Relativamente aos níveis do jogo “Explogador”, a maioria das crianças afirma que gostou *multíssimo* da maior parte deles, sendo que com frequência alteraram o nível em que este se encontrava por o considerarem mais ou menos difícil (ver gráfico 27 e Tabela 9). Assim, o nível 1 (N1) surgiu a maior parte das vezes na posição de nível 1 (coluna A), com 4 referências (coluna B). O nível 2 (N2) surgiu com maior frequência na posição de nível 3 (coluna A), com 4 referências também (coluna B). O nível 3 (N3) foi também referido com maior frequência na posição de nível 1 (coluna A), com 4 referências (coluna B). O nível 4 (N4) destacou-se claramente na posição de nível 4 (coluna A9, com 7 referências (coluna B). Contudo, apesar de considerado pela maioria das crianças como um dos níveis mais difíceis do jogo, o nível das *damas da cadeia alimentar* é também o preferido da maior parte dos inquiridos.

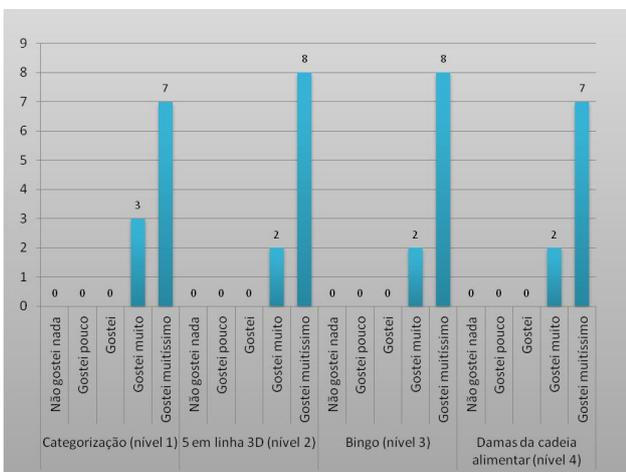


Gráfico 27: Opinião sobre níveis do jogo

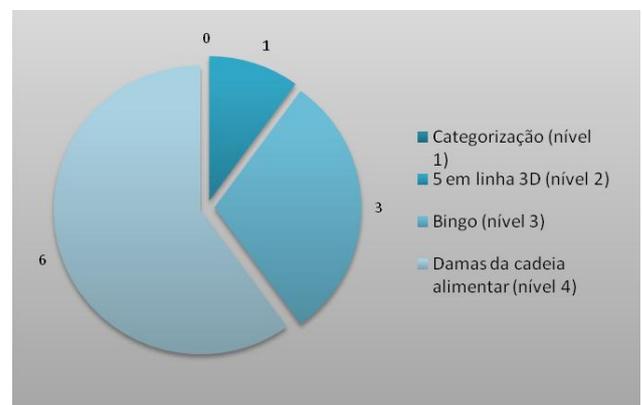


Gráfico 28: Preferências de níveis de jogo

Questionados se este jogo deveria ser jogado em equipa ou individualmente, a maioria das crianças afirmou que deveria ser jogado de ambas as formas.

Tabela 9: Forma de jogo

	Nível no jogo "Explogador"	
	A	B
N1	1	4
	2	3
	3	1
	4	2
N2	1	3
	2	3
	3	4
	4	0
N3	1	4
	2	3
	3	3
	4	0
N4	1	2
	2	0
	3	1
	4	7

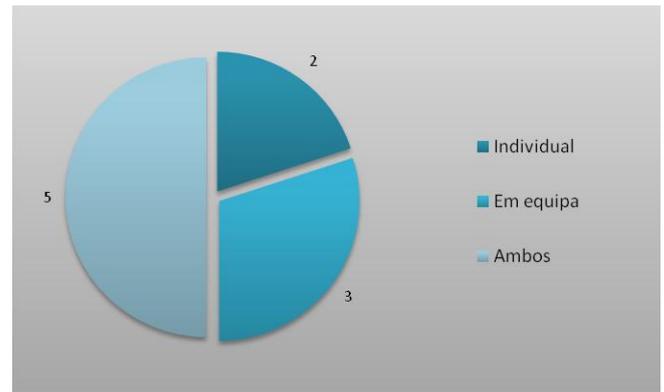


Gráfico 29: Forma de jogo

### 6.1.3. Teste de protótipo de alto nível

Por forma a avaliar o protótipo de alto nível do jogo "Explogador", foi realizada uma sessão de avaliação do mesmo, com um grupo de 4 crianças do 6º ano, todas elas do sexo feminino e com 11 anos de idade, como referido anteriormente. Os dados recolhidos foram analisados com base em filmagens das sessões, efetuadas por 4 câmaras dispostas nos 4 cantos da instalação. Foi construído um guião de observação (Tabela 10) com base num sistema de categorias, conforme Anguera et al. (2000).

Segundo os investigadores, além de dever ser assegurada a espontaneidade do comportamento dos observados, de se dever produzir os comportamentos em contextos naturais e de se dever dar prioridade ao estudo ideográfico (número reduzido de sujeitos observados), devem ser elaborados instrumentos *ad hoc* (ferramentas elaboradas especificamente para uma determinada ocasião ou situação) com sistemas de categorias. Assim, foi criada a grelha de observação anteriormente apresentada, com base nos estudos de Holmes e Pellegrini (2005) e Parten (apud Anguera, 1999).

CAPÍTULO VI | APRESENTAÇÃO; ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tabela 10: Grelha de observação

COMPORTAMENTOS VERBAIS	Conteúdo verbal	1	Positivo	Sim, bonito, divertido, entusiasmante		
		2	Neutral			
		3	Negativo	Não, feio, chato, aborrecido		
		4	Misto			
	Interação verbal	5	Positiva			
		6	Neutral			
		7	Negativa			
		8	Mista			
	Conduta vocal ou extralinguística	9	Positiva	Ah ( <b>expressão de compreensão, satisfação</b> )		
		10		Eiiiiii ( <b>expressão de contentamento</b> )		
		11	Neutral			
		12	Negativa	Oh ( <b>expressão de desilusão</b> )		
		13		Opá ( <b>expressão de impaciência</b> )		
		14	Mista			
COMPORTAMENTOS NÃO-VERBAIS	Expressões faciais	15	Positiva	Sorriso leve, covinhas nas bochechas ( <b>expressão de satisfação</b> )		
		16		Sorriso, bochechas realçadas ( <b>expressão de diversão</b> )		
		17		Sobrancelhas levantadas, olhos abertos, boca aberta ( <b>expressão de surpresa</b> )		
		18		Sobrancelhas levantadas, sorriso leve ( <b>expressão de marotice</b> )		
		19		Pés de galinha, maçãs do rosto salientes e olhos em órbita ( <b>expressão de alegria</b> )		
		20		Piscar o olho		
		21	Neutral	Boca entreaberta, olhos ligeiramente vesgos ( <b>sorriso sarcástico</b> )		
		22		Olhos abertos, boca larga, ligeiramente aberta ( <b>expressão de confusão</b> )		
		23		Olhos bem abertos, cantos da boca para baixo ( <b>expressão de atenção</b> )		
		24		Olhos semicerrados, cantos da boca ligeiramente para baixo, testa franzida ( <b>expressão de seriedade</b> )		
		25	Negativa	Pálpebras descaídas, perda de focos nos olhos, cantos da boca ligeiramente para baixo ( <b>expressão de tristeza</b> )		
		26		Sobrancelhas elevadas, boca aberta em O ( <b>expressão de desilusão</b> )		
		27		Choro		
		28		Lábio esticado OU sobrancelhas erguidas, lábio superior levantado ( <b>expressão de desprezo</b> )		
		29		Sobrancelhas franzidas, olhos brilhantes, lábios cerrados OU dentes cerrados ( <b>expressão de raiva</b> )		
		30		Músculos da face congelados ( <b>expressão de ódio</b> )		
		31		Olhos bem abertos e brilhantes, testa e nariz franzidos, boca aberta com cantos para baixo ( <b>expressão de fúria</b> )		
		32		Sobrancelhas levantadas, pestanas superiores levantadas, pestanas inferiores tensas, olhos bem abertos, lábios ligeiramente esticados em direção às orelhas ( <b>expressão de medo</b> )		
		33		Olhos bem abertos, nariz franzido, dentes cerrados ( <b>expressão de indignação</b> )		
		34		Engelhar a testa		
		35		Nariz franzido e lábio superior levantado ( <b>expressão de nojo</b> )		
		36		Olhos abertos, sobrancelhas quase unidas, testa franzida, cantos da boca para baixo e boca aberta ( <b>expressão de inquietação</b> )		
		37	Soprar ( <b>expressão de impaciência</b> )			
		38	Olhos abertos, sobrancelhas quase unidas, cantos da boca para baixo ( <b>expressão de preocupação</b> )			
		39	Mista	Sobrancelhas levantadas		
		40		Tirar a língua		
		Toque	41	Positivo	Carícia, abraço, entrelaçar o braço	
			42	Neutral		
			43	Negativo	Estalo, empurrão	
			44	Misto		
		Comportamento	45	Desocupado		
			46	Jogo solitário		
			47	Comportamento observador		
			48	Jogo paralelo		
			49	Jogo associativo		
			50	Jogo cooperativo		
		CONDUTA ESPACIAL OU PROXIMIDADE	Distância social	51	Positiva	Próximo
				52	Neutral	Intermédio
53	Negativa			Afastado		
54	Mista			Às vezes próximo, às vezes afastado		

Com base nesta grelha, foram analisados cerca de 25 minutos consecutivos de imagens gravadas, sendo que foi dada especial atenção à conduta não-verbal e proxémica, não tendo sido considerado a maior parte do discurso verbal por não transmitir conteúdo de interesse para os objetivos da análise (a maior parte das conversações centraram-se sobre o decorrer do jogo, o funcionamento da aplicação, as perguntas). Desta análise, resultaram os seguintes elementos (de referir que as categorias sem ocorrências não foram consideradas na Tabela):

**Tabela 11:** Ocorrências no discurso

<b>Categoria</b>	<b>Ocorrências</b>	<b>Observações / Afirmações</b>
1	5	"Yes", "Yah", "Tá, tá, tá", "Ah, afinal tivemos certo"
3	17	"A imagem não tá a aparecer", "Isto tá avariado", "Não está a dar", "Tamos fartas de fazer este", "É escusado, isto não dá", "Desisto", "Tá avariado o telemóvel", "Não tá a funcionar", "Oh que seca"...
4	1	"Não há outro jogo?"
5	3	"Olha, é esta", "Tá aqui", "Matilde vamos a este"
6	5	"Esperem aí. É que nós ainda só vamos na 1ª", "O que é que puseram?", "O que é que se passou?"
7	1	"Matilde, não te mexas"
8	1	"Toca a trocar de telemóvel"
9	4	
10	2	
12	1	
13	1	
15	17	
16	30	
17	5	
18	1	
22	1	
23	48	
24	7	
26	1	
37	1	
41	2	A1 e A2 entrelaçam o braço, A2 abraça A1
43	1	
50	1	A1 e A2 cooperam, A3 e A4 cooperam
51	9	A1 e A2 aproximam-se, A3 e A4 aproximam-se
53	8	A1 e A2 afastam-se, A3 e A4 afastam-se

Em termos de comportamentos verbais, foram considerados conteúdos verbais positivos expressões como "Yes" ou "Yah". Como negativos, expressões como "A imagem não está a aparecer" ou "Isto está avariado". Como mista, foi considerada a questão "Não há outro jogo" dado que tanto pode demonstrar vontade de continuar a jogar como desilusão ou aborrecimento pelo jogo que está a jogar. Em termos de interação verbal, foram consideradas como positivas expressões que revelam entreaajuda, como neutrais expressões que não possuem conteúdo

positivo ou negativo mas revelam uma interação, como negativas expressões que revelam a tentativa de impedir o outro de jogar e como mista a expressão “toca a trocar de telemóvel” dado que tanto pode ser positiva revelando vontade de trocar experiências, como negativa querendo dar algo que não funciona (o telemóvel estava com problemas na leitura). No que respeita à conduta vocal ou extralinguística, foram consideradas como positivas interjeições como “ah” ou “eiiii”, como negativas expressões como “oh” ou “opá”. No que respeita ao comportamento não-verbal, este encontra-se discriminado na Tabela 11. Relativamente à conduta espacial ou proxémica, o mesmo se passa. Deste modo, percebemos que, embora o conteúdo verbal apresente uma vertente negativa (com 17 ocorrências), o comportamento não-verbal revela o contrário (17 ocorrências de sorrisos leves, 30 ocorrências de risos e 48 ocorrências de expressões de atenção). É assim notória a importância da análise do conteúdo não-verbal para perceber a motivação, que neste caso se revela evidente e elevada.

### 6.1.4. Entrevista final - Avaliação

De modo a avaliar o jogo “Explogador” na versão protótipo de alta-fidelidade, foi realizada uma entrevista no final da sessão. Nesta entrevista (ver ANEXO X e XI), as crianças responderam a questões em grupo acerca da experiência que tinham acabado de realizar. Apesar da referência inicial aos problemas técnicos encontrados, as crianças afirmaram terem gostado de jogar o jogo, tendo classificado a experiência como “gira”. Gostaram também da forma de identificação das coordenadas (letras, cores e formas), mais perceptível que a utilização de eixos, conceitos com os quais não se mostraram familiarizadas. Estas formas de identificação estão a ser aprofundadas no projeto de dissertação de Maria João Pinheiro, investigadora da Universidade de Aveiro.

As crianças afirmaram que o jogo devia ter diferentes níveis adaptados às diferentes faixas etárias, e as respetivas perguntas deveriam ser pontuadas de forma diferente consoante o grau de dificuldade. Na opinião das crianças, o jogo é útil quer para temas da escola quer para temas dos tempos livres, podendo possuir uma variedade temática muito mais além da biodiversidade, desde a música, a matemática ou o português. Para as crianças, a projeção na parede é útil no caso de jogo em equipas com mais de 2 elementos e seria muito interessante a possibilidade de adicionar conteúdo no jogo. Seria interessante também, na sua opinião, que o jogo tivesse outras variações, tal como a adição do conceito de 5 em linha, por exemplo. Referem também ser importante a questão da ajuda.

Com recurso ao software de análise de conteúdo NVivo, foi também realizada uma análise ao conteúdo verbal das respostas da entrevista. Neste sentido, verificamos que há uma predominância de palavras positivas, sendo que, embora a palavra “não” registe 50 referências e “chato” 1 referência, a palavra “sim” apresenta 33 referências. Contabilizam-se muito mais palavras positivas, como “mais”, que surge 18 vezes, enquanto a palavra “giro” aparece 13 vezes e “muito” 10 vezes. “Fáceis” contabiliza 3 referências, “facilíssimas” 1, enquanto “difícil” soma apenas 5 e “difíceis” 2. “Boa” conta 5 referências e “fixe” 2, bem como “interessante”. “Adoram” e

“adorar” surgem 1 vez cada, assim como “engraçado”. As palavras específicas do tema tratado surgem também: “jogo” é referido 11 vezes e “jogos” 1 vez; “Biodiversidade” é referida 2 vezes e “ciências” 1.

### 6.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No que respeita à interação das crianças com a instalação, questões como as alturas alcançadas pelas crianças mais pequenas são já conhecidas da literatura, nomeadamente através de estudos antropométricos (Rocha, 2007). A tendência para brincar com as correntes também já havia sido notada em estudos anteriores (Rocha, 2007).

As capacidades de categorização são também já largamente conhecidas nesta fase da infância, na medida em que a criança dos 7 aos 12 anos se encontra no estágio das operações concretas (Piaget, 1964, 1990), compreendendo o mundo através do pensamento lógico e de categorias. De igual modo, nesta fase a criança ainda não tem uma noção exata do espaço tridimensional, daí as dificuldades sentidas no que respeita à interligação entre eixos de coordenadas e à movimentação das peças de jogo. Quanto à angústia sentida pelas crianças em perder o jogo, esta justifica-se, segundo Erikson, pela fase de desenvolvimento em que se encontra a criança dos 5 aos 13 anos, o período de latência, em que se destaca a diligência e competências da criança, sendo que qualquer sentimento contrário pode conduzir a uma sensação de inferioridade (Erikson, 1976a).

No teste do protótipo, foi realçada a importância da ajuda em algumas tarefas de jogo, bem como a utilização de linguagem simples e adequada ao público-alvo. Verificou-se também que a interação deve ser explícita, nomeadamente ao nível da leitura de *QR-Codes*. O esquecimento da ação de leitura de *QR-Codes* pode estar relacionado com a quantidade de informação que uma criança pequena pode reter a curto prazo, muito menor que crianças mais velhas ou adultos (Schneider & Bjorklund, 1998 apud Carneiro, 2008), embora se registre um aumento regular da amplitude da memória visual entre os 5 e os 11 anos (Gathercole, 1998, apud Carneiro, 2008).

O facto de algumas crianças não considerarem a peça de jogo apelativa poderá estar relacionado com a ausência de cor (preto/branco), dado que as crianças adoram todo o tipo de cores e têm uma resposta instantânea às mesmas (Moosa, 2006). Muitas crianças com menos de 10 anos afirmam preferir cores como o vermelho ou o amarelo, e após os 10 o azul (Moosa, 2006).

Percebeu-se igualmente que as crianças não estavam totalmente preparadas para realizar atividades de *participatory design* quando estas exigiam trabalho em equipa ou pensamento abstrato. Tal deve-se à fase de desenvolvimento em que se encontram, já referida, em que operam sobretudo com objetos e ainda não com hipóteses expressadas verbalmente, o que só acontecerá na fase seguinte (a partir dos 12 anos, no estágio das operações abstratas) (Piaget, 1964, 1990).

A estratégia de post-it para ordenação dos temas na narrativa mostrou-se bastante eficaz para a estruturação do pensamento das crianças. De igual modo, a técnica *PICTIVE* revelou-se eficaz para a prototipagem de baixa fidelidade, não exigindo assim conhecimentos específicos das crianças, embora o material inicialmente selecionado não fosse o mais adequado para os fins pretendidos (plasticina). Ainda assim, a atividade preferida das crianças foi a construção da mascote em computador, revelando-se deste modo o seu gosto pelas tecnologias. É curioso, contudo, que tenham preferido esta atividade em detrimento do teste do jogo.

Verificou-se que as crianças não realizavam as tarefas que eram solicitadas entre sessões (fora do período escolar), pelo que todas as tarefas devem ser realizadas no âmbito das sessões. Todas as sessões seguiram um guião de atividades semiestruturado, de modo a permitir-se a criatividade e flexibilidade das mesmas.

As dinâmicas de *participatory design* utilizadas ao longo das sessões revelaram que este é um processo de extrema importância no desenvolvimento de produtos para crianças, tornando-se uma mais-valia quer para a equipa de desenvolvimento quer para o público-alvo do produto final.

Paralelamente, estas sessões foram igualmente importantes para a motivação das crianças, que revelaram muito interesse quer em participar no projeto, quer em aprender sobre novos assuntos / temas, estudar ciências, visitar museus e centros de ciências, brincar, jogar jogos de tabuleiro, cartas e peças, jogos de rua e videojogos. As crianças consideraram que participaram bastante nas várias atividades, tendo achado todas muito interessantes.

Quanto ao jogo em si que resultou das atividades de *participatory design*, as crianças gostaram de todos os níveis de jogo, mostrando preferência por aquele que consideravam mais difícil, reforçando-se aqui a questão do desafio, indo de encontro à perspetiva de Csikszentmihalyi, em que o estado de equilíbrio depende do nível percebido de desafio e das capacidades de cada um. Já na sessão de avaliação realizada com um grupo externo, as crianças revelaram também ter gostado do nível que testaram (CuboPaper da Biodiversidade), apesar dos problemas técnicos ocorridos durante a sessão. Tiveram facilidade em jogar o jogo e compreenderam bem a jogabilidade e perguntas.

## CAPÍTULO VII

### 7. COMENTÁRIOS FINAIS / CONCLUSÕES

Nesta secção confronta-se entre os resultados obtidos e as hipóteses e objetivos colocados no início deste estudo, procurando retirar conclusões. Efectua-se ainda a reflexão crítica e enumeram-se as limitações do trabalho efetuado, terminando com perspectivas de trabalho futuro.

#### 7.1. CONFRONTAR HIPÓTESES E OBJETIVOS

A presente investigação tinha como objetivo principal obter um jogo do tipo *Serious Games* sobre a temática da biodiversidade, adaptado a crianças dos 5 aos 12 anos de idade, e que fizesse uso da instalação multimédia de interface tangível *IMP.cubed*. Paralelamente, são também objetivos da dissertação:

1. Explorar um sistema de **identificação e catalogação de bibliotecas de elementos multimédia** (som, imagem e vídeo) adaptadas a diferentes contextos históricos, culturais e científicos, de modo a possibilitar a construção de narrativas temáticas na instalação para potenciar a aprendizagem não-formal de conceitos.
2. Recolher, identificar e catalogar **elementos multimédia** captados pelo investigador e pelos utilizadores para algumas bibliotecas temáticas (ciência, matemática, física, cultura...) de modo a que se consiga adicionar as temáticas pretendidas conforme o contexto de uso da instalação.
3. Reformular o design da **instalação multimédia de interface tangível** para que possa ser utilizada como exposição itinerante para abertura ao público em ambientes de aprendizagem não-formal, como Museus e Centros de Ciências (Fábrica de Ciência Viva, em Aveiro, por exemplo).
4. Desenvolver em *participatory design* um **jogo do tipo Serious Game** que faça uso de uma das bibliotecas temáticas e promova a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências na instalação multimédia pelo público-alvo da mesma (crianças dos 5 aos 12 anos de idade).
5. Testar o **protótipo** do *Serious Game* na instalação multimédia de interface tangível e avaliar qualitativamente a **motivação para a aprendizagem das ciências junto do público-alvo**.

Com base nestes objetivos, foram traçadas as seguintes questões de investigação:

1. **Que género de jogos adotar no sentido de promover a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos através de instalações multimédia de interface tangível?**
2. **Como envolver o utilizador no processo de design de modo a contribuir para o desenvolvimento de produtos multimédia para crianças?**
3. **Que tipo de materiais poderão ser utilizados na reformulação da instalação multimédia de interface tangível IMP.cubed de modo a melhorar a versatilidade, segurança e facilidade de montagem e transporte?**

Por sua vez, estas questões resultaram nas seguintes hipóteses, elaboradas com o apoio do modelo de análise:

**H1:** O género de jogo do tipo *Serious Game* em instalação multimédia de interface tangível promove a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos nas crianças dos 5 aos 12 anos de idade.

**H2:** A metodologia de *participatory design*, através da técnica *PICTIVE*, contribui para o envolvimento dos utilizadores no desenvolvimento de produtos multimédia para crianças.

**H3:** A utilização de materiais como o plástico e a borracha contribui para a versatilidade, segurança e facilidade de montagem e transporte da instalação *IMP.cubed*.

Considerando o trabalho de investigação realizado e apresentado nos capítulos V e VI, verificou-se que:

Conforme a faixa etária em que se encontram, o envolvimento e compreensão das atividades por parte das crianças é diferente, pelo que devem ser adaptadas ao público em questão. Verificou-se também que o trabalho em equipa é inibidor da participação das crianças, nomeadamente devido aos comentários e observações dos colegas.

As capacidades de categorização e classificação devem ser potenciadas nestas faixas etárias, dado que se encontram já bem desenvolvidas e permitem uma vasta panóplia de atividades, nomeadamente de jogo. Por sua vez, as capacidades de abstração, por não estarem ainda suficientemente desenvolvidas nestas faixas etárias (Piaget, 1964, 1990), não devem ser exploradas. A memória de curto-prazo das crianças deve também ser estimulada, através da repetição de tarefas que conduza à memorização. Devem evitar-se situações que levem a que a criança se sinta inferior ou incapaz, dado que tal pode representar um retrocesso no seu desenvolvimento (Erikson, 1976a). O facto de se fazer uso das interfaces tangíveis e da manipulação de objetos reforça a retenção e persistência de competências e conhecimentos (Vergaegh et al., 2008).

A motivação das crianças pelas áreas abrangidas pela investigação, bem como pelo próprio jogo em si, revelou-se imensa, pelo que devem ser exploradas em ocasiões futuras. Confirma-se assim a primeira hipótese de investigação (o género de jogo do tipo *Serious Game* em instalação

multimédia de interface tangível promove a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos nas crianças dos 5 aos 12 anos de idade), resultante da primeira questão de investigação (Que géneros de jogos adotar no sentido de promover a motivação para a aprendizagem não-formal das ciências em espaços públicos através de instalações multimédia de interface tangível?).

Apesar desta motivação, surgiram situações em que os jogadores quiseram desistir de jogar, o que se pode dever, como vimos, ao esforço que é feito no primeiro quarto de jogo, o pouco conteúdo ou jogo repetitivo, a mudança repentina na mecânica de jogo, o pouco tempo para equilibrar o jogo, a inconsistência, os desafios ambíguos e as descrições longas (Oxland, 1004). Neste caso, denotamos com mais frequência situações em que há um grande esforço por parte do jogador, e em que o conteúdo por vezes se tornava repetitivo (por exemplo, as perguntas na sessão de avaliação).

A utilização de metodologias que envolvem o utilizador no processo de design, conforme referido na hipótese 2, mostrou-se bastante útil no desenvolvimento do projeto, na medida em que permitiu a compreensão exaustiva das perceções das crianças em relação à instalação e ao jogo, bem como da forma como se relacionam com os mesmos.

A técnica post-it não devolveu a resposta esperada pelo investigador. A ideia seria que as crianças tenderiam a organizar os temas por cores e/ou por áreas temáticas, mas tal não aconteceu na generalidade dos casos, em que a organização dos temas foi aleatória ou baseada apenas no nível de dificuldade dos mesmos (sem qualquer atenção especial à sequência na narrativa). A técnica *PICTIVE* revelou-se contudo adequada para os fins pretendidos, embora os materiais inicialmente selecionados não fossem os mais adequados (plasticina).

Ainda relativamente às metodologias de envolvimento do utilizador no processo de design (*participatory design*), estas revelaram-se eficazes para a persecução dos objetivos estabelecidos, nomeadamente no que respeita ao envolvimento do utilizador. Quanto aos materiais, os perfis de alumínio, a madeira / HPL ou os PVCs revelaram-se como os mais adequados, embora não tenham sido ainda explorados com o público-alvo. A borracha é um material de interesse, que deve ser testado em situações futuras, conforme apresentado na hipótese 3.

Notámos, sobretudo na fase de design colaborativo, uma tendência para imitar os colegas, algo apresentado por Bandura como a força do exemplo (Bandura, 1977), e revelando-se um factor potencialmente condicionador da atividade das crianças.

O teste de protótipo do jogo e a sessão de avaliação permitiram perceber as falhas e necessidades de melhoria do mesmo, bem como a distribuição dos desafios por níveis. A sessão de avaliação revelou igualmente uma predominância do jogo cooperativo entre pares e um forte espírito de entreajuda aquando do jogo em equipa. Note-se que aqui as crianças eram mais velhas que o grupo das sessões de *participatory design*, e neste aspeto a idade faz toda a diferença, conforme defendido por Erikson (1976a).

## 7.2. REFLEXÃO CRÍTICA

O enquadramento teórico realizado na fase I do projeto de dissertação foi bastante útil para a investigação, nomeadamente para o delineamento do jogo do tipo *Serious Games*. A opção por este tipo de jogo revelou-se também frutuosa, na medida em que não só responde eficazmente aos objetivos de aprendizagem, como também se adapta perfeitamente a uma instalação interativa de interface tangível. Relativamente ao jogo em si, foi notória a necessidade de um sistema de ajuda, quer no primeiro teste de protótipo realizado na fase de *participatory design*, quer no teste realizado na sessão de avaliação.

Aquando do desenvolvimento em *participatory design*, o número de sessões revelou-se insuficiente, pelo que em ocasiões futuras devem ser agendadas mais sessões, com um alinhamento mais preciso. Já nas sessões de avaliação, é conveniente um maior número de participantes para que se possa generalizar mais o estudo em questão. Aconselha-se também que as sessões sejam agendadas de preferência nos períodos da manhã, dado que à tarde as crianças se encontravam já cansadas e desconcentradas, dificultando o seu envolvimento nas atividades de *PD*. É igualmente aconselhável a presença de mais do que um investigador, de modo a facilitar o controlo das crianças e o registo das observações, seja no diário de bordo e/ou grelha de observação, seja em vídeo.

A temática selecionada foi do agrado de todos os participantes do estudo. Contudo, a maioria destes gostaria de ver também outros temas tratados do mesmo modo. Quanto ao *layout* do jogo, este terá que ser implementado na totalidade e novamente testado. De referir que é conveniente um desenvolvimento mais aprofundado deste em *participatory design* por forma a ir ao encontro das expectativas dos utilizadores (crianças). O mesmo se passa em relação ao design da instalação, que não chegou a ser testado junto do público-alvo. Um estudo mais aprofundado de materiais será com certeza útil. No que respeita à solução tecnológica, esta terá que ser melhorada por forma a não apresentar falhas, nomeadamente de modo a não desmotivar os jogadores e levá-los a criar desinteresse. De qualquer forma, revelou-se adequada às necessidades do jogo e dos utilizadores.

Paralelamente, outro tipo de jogos podem ser adicionados à instalação de modo a torná-la mais rica e versátil, não só no que respeita à variedade de temáticas, como também às potencialidades de jogo. O jogo do galo, o 5 em linha misturado com o *peddy-paper*, o xadrez, ou outros jogos já sugeridos por Rocha (2009), como o circuito, são exemplos. Além disso, paralelamente aos *Serious Games* podem ser utilizados outros tipos de jogos, como os simples jogos digitais de interface tangível.

## 7.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A investigação revelou-se algo sinuosa em algumas ocasiões. Para além do atraso no cronograma de início das atividades, foi difícil conciliar a disponibilidade da turma com a disponibilidade profissional do investigador, dado que o horário das aulas coincide com o horário de trabalho. Foi também difícil a montagem da instalação para testes, dadas as condições e restrições da sala

utilizada para o estudo. Paralelamente, a inexistência de equipamento informático na Escola EB1 de Gouxaria limitou algumas atividades.

Também a escassez de recursos humanos se revelou um problema, não apenas por limitar as atividades a desenvolver e o apoio prestado pelo investigador nas mesmas, como também ao nível do controlo do grupo, já que é normal que as crianças se revelem agitadas quando trabalham em grupo, em contexto exterior à sala de aula. O facto de as atividades decorrerem em período letivo e numa sala localizada ao lado da sala de aula, por vezes com a presença da professora titular, revelou-se inibidor da criatividade das crianças.

A dimensão da amostra (10 crianças) faz com que os resultados não possam ser generalizados à restante população, pelo que o produto final obtido pode não ser o mais adequado ao público-alvo. O mesmo se passou na sessão de avaliação.

As falhas técnicas no equipamento levaram à desmotivação e desinteresse das crianças.

#### 7.4. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

O trabalho de investigação que aqui se inicia tem ainda muito por onde se expandir, nomeadamente:

- Estudo e desenvolvimento de outros jogos do tipo *Serious Games* em colaboração com crianças, com maior tempo de duração, por forma a possibilitar o uso de outras técnicas de envolvimento do utilizador;
- Analisar e comparar diferentes grupos amostrais, tais como crianças com dificuldades de aprendizagem, deficientes psico-motores, autistas, síndrome de Down, entre outros;
- Efetuar o mesmo estudo em termos de teste de protótipo com diferentes grupos de crianças;
- Desenvolvimento do design da aplicação do jogo “Explogador” em colaboração ativa com as crianças;
- Melhorar design e ergonomia da instalação *IMP.cubed*;
- Melhorar design e ergonomia de peças de jogo;
- Estudar a psicologia das cores para verificar quais as mais adequadas;
- Aperfeiçoar jogo e solução técnica;
- Aumentar elementos multimédia da base de dados e alargar esta para outras temáticas;
- Criar website para interligação com outros pontos da rede *IMP*, como Montreal e Dallas;
- Implementação de *user generated content*.

O grande contributo desta dissertação fica assim refletido na comprovação das potencialidades dos *Serious Games* em interface tangível para a motivação na aprendizagem das ciências, bem como nos contributos que daí advêm para as áreas do desenvolvimento intelectual e motor, da teoria da motivação e dos jogos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-Centered Design. In W. Bainbridge (Ed.), *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Abt, C. C. (1970). *Serious games*. New York,: Viking Press.
- Alborzi, A. et al. (2000). Designing StoryRooms: interactive storytelling spaces for children. *Proceedings of Designing Interactive Systems (DIS-2000)* ACM Press, 95-104.
- Ancinelo, P., & Caldeira, L. (2006). O papel dos jogos lúdicos na educação contemporânea. In Jornada de Educação, 12, 2006. *Anais da 12ª Jornada Nacional de Educação*, Santa Maria, UNIFRA.
- Anguera, M. T. (1999). *Observación de conducta interativa en contextos naturales: Aplicaciones*. Barcelona: EUB.
- Araújo, M. J. (2004). *ATL - Atividades de Tempo Livre Sem Tempo nem Liberdade*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação. Universidade do Porto: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Portugal.
- Azevedo, A., Ribeiro, L., Vieira, E., Filho, R., Grassi, A., & Timm, M. (2009). Quimgame: jogo educacional para estudar química. In *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SB Games)*, Rio de Janeiro, 08 a 10 de outubro.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press.
- Bandura, A. (1986). *Foundations of Thought & Action – A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Barata, M. (2006). *A Motivação para a Aprendizagem em Crianças do 1º ano de Escolaridade*. Tese de Mestrado. Instituto Superior de Psicologia Aplicada. Lisboa.
- Bergeron, B. (2006). *Developing serious games*. Massachusetts: Charles River Media.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). Colaboration with tangible augmented reality interfaces. In *HCI International 2001*, 05 a 10 de agosto, New Orleans, LA, USA.
- Blackwell, A. (2003). Cognitive dimensions of tangible programming techniques. *Proceedings First Joint Conference of EASE & PPIG*, pp. 391-405.
- Brown, E., & Cairns, P. (2004). A Grounded Investigation of Game Immersion. In *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors and Computing Systems*, ACM Press, 1279-1300.
- Bzuneck, J. A. (Org.); Boruchovitch, E. (Org.) (2002), *A Motivação do Aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea* (2ª ed., Vol. 1, pp. 1). Petrópolis: Editora Vozes.
- Callois, R. (1961). *Man, Play, and Games*. Free Press.
- Callois, R. (1990). *Os jogos e os Homens: a máscara e a vertigem*. Lisboa: Edições Cotovia.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação – Guia para Autoaprendizagem* (2ª ed.). Lisboa: Universidade Aberta.
- Carneiro, M. (2008). Desenvolvimento da Memória na Criança. O que muda com a Idade? *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 21(1), pp. 51-59.

Carron, G., & Carr-Hill, R. (1991). Non-formal education: Information and planning issues. *International Institute for Educational Planning (IIEP)*, Paris.

Carvalho, A. (2005). Como olhar criticamente o software educativo multimédia. *Cadernos SACAUSEF – Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação - Utilização e Avaliação de Software Educativo, 1*, Ministério da Educação, 69-82.

Casey, S., Kirman, B., & Rowland, D. (2007). The gopher game: a social, mobile, locative game with user generated content and peer review. *Proceedings ACE'07*, vol. 203. ACM, New York, NY, pp. 9-16.

Celeri, E., Jacintho, A., & Dalgalarrodo. (2010). Charles Darwin: um observador do desenvolvimento humano. *Revista Latinoamericana de Psicopatologia Fundamental, 4*(13), São Paulo, SP, Brasil, pp. 558-576.

Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas. *Revista de Educação*. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa 3(1), Lisboa, pp. 51-59.

Chen, S., & Michael, D. (2006). Proof of Learning: Assessment in Serious Games. *Gamasutra*: CMP Media LLC. Disponível em <[http://www.gamasutra.com/features/20051019/chen\\_01.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20051019/chen_01.shtml)> e consultado a 03/04/2012.

Clua, E. et al. (2006). Game and interactivity in computer science education. In *ACM SIGGRAPH 2006 Educators program*, Boston, MA, august.

Commission, U. S. C. P. S. (2005). Outdoor Home Playground Safety Handbook. Disponível em <<http://www.cpsc.gov/cpscpub/pubs/324.pdf>> e consultado a 10/06/2012.

Commission, U. S. C. P. S. (2009). Public Playground Safety Handbook. Disponível em <<http://www.cpsc.gov/cpscpub/pubs/325.pdf>> e consultado a 10/06/2012.

Coombs, P. H. (1989). Educational challenges in the age of science and technology. *Popularization of Science and Techonology: what informal and non-formal education can do?* Paris: Unesco, pp.13-26.

Coombs, P. H., Ahmed, M., Prosser, R. (1973). *New paths to learning for rural children and youth*. Prepared for UNICEF by International Council for Educational Development. New York: International Council for Educational Development.

Corti, K. (2006). *Games-based Learning: a serious business application*. Disponível em <[http://202.119.101.57/upload/2006\\_09/06091415525749.pdf](http://202.119.101.57/upload/2006_09/06091415525749.pdf)> e consultado a 10/10/2011.

Cross, J. (2006). *Informal Learning: Rediscovering the Natural Pathways that Inspire Innovation and Performance*. San Francisco: Pfeiffer.

Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.

Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihalyi, I. (1988). *Optimal experience: psychology studies of flow in consciousness*. New York: Cambridge University Press.

de Freitas, S. (2006). *Learning in Immersive Worlds*. Bristol: Joint Information Systems Committee.

de Freitas, S., & Jarvis, S. (2008). Towards a development approach for serious games. In T. M. Connolly, M. Stansfield & E. Boyle (Eds.), *Games-based learning advancements for multi-sensory humancomputer interfaces: Techniques and effective practices*. Hershey, PA: IGI Global.

de Jong, T., & Joolingen, W. (1998) Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research, 68*, pp. 179-201.

Dib, C. (1988). Formal, Non-Formal and Informal Education: Concepts/Applicability. In *Cooperative Networks in Physics Education: Conference Proceedings 173*, New York: American Institute of Physics

- Domingues, D. (1988). As instalações multimídia como espaços de dados em sinestesia. In Y. Fechine & A. Oliveira (Eds.), *Imagens Técnicas*. São Paulo: Hacker Editores.
- Douglas, Y., & Hargadon, A. (2000). The Pleasure Principle: Immersion, Engagement, Flow. *Proceedings of the eleventh ACM on Hypertext and hypermedia*, San Antonio, pp. 153-160.
- Druin, A. (1999). *The design of children's technology*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Druin, A. (1999b). Cooperative Inquiry: Developing New Technologies for Children with Children. *Proceedings of CHI '99*, Pittsburg, PA, USA, may. ACM Press, pp. 592-599.
- Druin, A., & Solomon, C. (1996). *Designing multimedia environments for children*. New York: J. Wiley & Sons.
- Erikson, E. (1976a). *Identidade, Juventude e Crise* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Erikson, E. (1976b). *Infância e Sociedade* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Ermí, L., & Mayra, F. (2005). Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. *Proceedings of the DiGRA conference Changing views: worlds in play*, Vancouver, Canada. DiGRA, 2005.
- Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), pp. 171-190.
- Etling, A. (1993). What is nonformal education? *Journal of Agricultural Education*, 4(4), pp. 72-76.
- Falcão, T., & Gomes, A. (2006). Design de interfaces tangíveis educacionais: uma metodologia baseada em contexto. In *IHC '06: Proceedings of VII Brazilian Symposium on Human factors in computing systems*, pp. 13–16, New York, NY, USA. ACM.
- Ferracioli, L. (1999). Aspectos da Construção do Conhecimento e da Aprendizagem na Obra de Piaget. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 16(2), pp. 180-194.
- Ferreira, N. (2002). *Serious Games*. Braga: Universidade do Minho.
- Fragoso, M. (2010). *Arte, Design e Tecnologia – instalações multimídia interativas. Proceedings of SIGRADI 2010 / Disrupción, modelación y construcción: Diálogos cambiantes*, Colombia, pp. 169-172.
- Gadotti, M. (2005). *A questão da educação formal/não formal*. (Vol. Droit a l'education: solution a tous les problemes ou problem sans solution?). Sion, Suisse: Institut International des Droits de L'Enfant (ide).
- Gareau, S., & Guo, R. (2009). All Work and No Play Reconsidered: The Use of Games to Promote Motivation and Engagement in Instruction. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(1).
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), pp. 441-467.
- Gaspar, A. (1993). *Museus e Centros de Ciências – Conceituação e proposta de um referencial teórico*. Tese de doutoramento. FE-USP, São Paulo.
- Gay, G., & Lentini, M. (1995). Use of communication resources in a networked collaborative design environment. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1(1). Disponível em <[http://www.ascusc.org/jcmc/vol1/issue1/IMG\\_JCMC/ResourceUse.html](http://www.ascusc.org/jcmc/vol1/issue1/IMG_JCMC/ResourceUse.html)> e consultado a 11/03/2012.
- Gee, J. P. (n.d.) Why Are Video Games Good For Learning? Games and Professional Simulation Group - University of Winsconson. Disponível em <<http://www.academiccolab.org/resources/documents/MacArthur.pdf>> e consultado a 02/10/2011.

- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave/Macmillan.
- Goldenberg, M. (2004). *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais* (8ª ed.). Rio de Janeiro: Record.
- Goldstein, J. (1998). Learning from Games: Seven Principles of Effective Design. *Journal of Technical Communication*, 45(3), pp. 319-329.
- Griffin, E. (1991). *First Look at Communication Theory*. Boston: McGraw-Hill.
- Grodal, T. (2003). Stories for Eye, Ear, and Muscles: Video Games, Media, and Embodied Experiences. In M. J. P. Wolf & B. Perron (Eds.), *The Video Game Theory Reader*. New York: Routledge, pp. 129–155.
- Guimarães, S., & Bzuneck, J. (2002). Propriedades psicométricas de uma medida de avaliação da motivação intrínseca e extrínseca: um estudo exploratório. *Psico-USF*, 7, pp. 01-08.
- Hallmeir, R., Hetzner, S., & Pannese, L. (2009). Serious Games and Storytelling as an innovative learning tool in the European school 2.0. *Proceedings of the 7th Open Classroom Conference*.
- Hayes, E. R., Gee, J. P. (2010). Public pedagogy through video games: Design, resources, and affinity spaces. In Sandlin J. A., Schultz B. D., Burdick J. (Eds.), *Handbook of public pedagogy*. New York, NY: Routledge, pp. 185-193.
- Herron, R. E., & Sutton-Smith, B. (1971). *Child's play*. New York: Wiley.
- Holmes, R., & Pellegrini, A. (2005). Children's Social Behavior during Video Game Play. In J. Raessens & J. Goldstein (Eds.), *Handbook of Computer Game Studies* (pp. 133-144). Cambridge, MA: MIT Press.
- Houser, R., & Deloach, S. (1998). Learning from games: Seven principles of effective design. *Journal of Technical Communication*, 45(3), pp. 319-329.
- Huizinga, J. (2001). *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspetiva.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. Challenges in Game Artificial Intelligence. *Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, 19th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI '04, San Jose, CA)*, AAAI Press.
- Ibrahim, R., & Jaafar, A. (2009). Educational games (EG) design framework: Combination of game design, pedagogy and content modeling. In *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Selangor, Malaysia.
- Kishimoto, T. (1990). *O brinquedo na educação: considerações históricas*. São Paulo: FDE.
- Lai, C. H., Yang, J. C., Chen, F. C., Ho, C. W., & Chant, T. W. (2007). Affordances of mobile technologies for experiential learning: the interplay of technology and pedagogical practices. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(4), pp. 326-337.
- Lepper, M., & Malone, T. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction: Cognitive and affective process analysis* (Vol. 3, pp. 255-286). Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Lindley, C. (2003). Game Taxonomies: A High Level Framework for Game Analysis and Design. Disponível em <[http://www.gamasutra.com/features/20031003/lindley\\_01.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20031003/lindley_01.shtml)> e consultado a 19/09/2011.
- Macedonia, M. (2001). Games, simulation, and the military education dilemma. *Internet and the University*, pp. 157-167. Disponível em <<http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ffpiu018.pdf>> e consultado a 30/06/2011.

- Malone, T. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 5(4), pp. 333-369.
- Marins, V., Haguenaer, C., Cunha, G., & Cordeiro, F. (2008). Aprendizagem em Museus com uso de Tecnologias Digitais e Realidade Virtual. In *Anais 14º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância "Mapeando o Impacto da EAD na Cultura do Ensino-Aprendizagem"*, 1(1).
- Marshall, P. (2007). Do tangible interfaces enhance learning? *Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction TEI 2007*, ACM Press, pp. 163-170.
- Maslow, A. H. (1968). *Toward a psychology of being* (2d ed.). Princeton, New York: Van Nostrand.
- McMahan, A. (2003). Immersion, Engagement, and Presence: A Method for Analyzing 3-D Video Games. In M. J. P. Wolf & B. Perron (Eds.), *The Video Game Theory Reader* (pp. 67-86). New York: Routledge.
- Moosa, M. (2006). Relation of Colour with Child Psychology.
- Mott, A., Rolfe, K., & James, R. (1997). Safety of surfaces and equipment for children in playgrounds. *Lancet*, 349, pp. 1874–1876.
- Mountain, R. (2003). Flexible Frameworks: The Multimedia Thesaurus. In *5th Triennial ESCOM (European Society for Cognitive Studies in Music)*, Hannover, Germany, september.
- Mountain, R. (2005). Tool / Game / Environment: The Interactive Multimedia Thesaurus & Playroom. In *Electroacoustic Music Studies Network (EMS-05)*.
- Mountain, R. et al. (2007). Tools and Strategies for Teaching & Learning Multimedia. In *Hexagram-Concordia Black Box*, Montreal, Canada, October.
- Neto, C. (2001). A criança e o jogo: perspetivas de investigação. In B. Pereira, A. Pinto (Coord.). *A Escola e a Criança em Risco - Intervir para Prevenir* (pp. 31-51). Porto: Edições ASA.
- Neto, M. D. (2001). Rousseau: Um Olhar Sobre a Infância e a Educação. Disponível em <<http://www.unicamp.br/~jmarques/cursos/2001rousseau/mdn.htm>> e consultado a 19/04/2011.
- Oliveira, L. R. (2004). *A Comunicação Educativa em Ambientes Virtuais: um modelo de design de dispositivos para o ensino-aprendizagem na universidade* (1ª ed.). Braga: Universidade do Minho.
- Oliveira, A., Pezzo, M., Bertolini, M., Maciel, R., Silva, R., & Francisco, R. (2009). A experiência da utilização de instalações interativas na divulgação científica. In *XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*.
- Oliveira, L., Correia, A., Merrelho, A., Marques, A., Pereira, D., & Cardoso, V. (2009). Digital games: possibilities and limitations – the Spore Game case. In *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare and Higher Education*, Chesapeake, VA.
- Oxland, K. (2004). *Gameplay and design*. Edinburgh: Pearson Education Limited.
- Pajares, F., & Olas, F. (2008). Teoria social cognitiva e autoeficácia: Uma visão geral. In A. Bandura, R. G. Azzi & S. Polydoro (Eds.), *Teoria social cognitiva: conceitos básicos* (pp. 97-114). Porto Alegre: Artmed.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Paras, B., & Bizzocchi, J. (2005). Game, motivation, and effective learning: An integrated model for educational game design. *Proceedings of DiGra 2005 Conference: Changing views—Words in play*.
- Piaget, J. (1964). Development and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 3(2), pp. 176-186.
- Piaget, J. (1990). *Seis Estudos de Psicologia*. Lisboa: Dom Quixote.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1973). *A psicologia da criança* (2ª ed.). São Paulo: Difusão Europeia do Livro.
- Pine, B., Joseph, B., & Gilmore, J. (1999). *The Experience Economy: Work is theater & every business a stage*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Pinto, L. (2005). Sobre Educação Não-Formal. *Cadernos d'Inducar*, maio. Disponível em <<http://www.inducar.pt/webpage/contents/pt/cad/sobreEducacaoNF.pdf>> e consultado a 13/12/2011.
- Pivec, M., & Kearney, P. (2007). Games for Learning and Learning from Games. *Informatica*, 31, pp. 419-423.
- Plichta, M., Nischt, M., Joost, G., & Rohs, M. (2007). Touching Newton: a round multitouch table for collaborative learning among children. *Proceedings of the 12th International Conference on Human-Computer Interaction (HCN 2007)*.
- Prensky, M. (2000). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw Hill.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), pp. 1-6. Disponível em <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>> e consultado a 13/05/2011.
- Prensky, M. (2006). *Don't bother me mom, I'm learning*. Minnesota: Paragon House Publishers.
- Prensky, M. (2011). 'Imigrantes digitais'. *Folha de S. Paulo*.
- Proposaltis, A., Pannese, L., Hetzner, S., Pappa, D., & Freitas, S. d. (2010). Creative Learning with Serious Games. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 5.
- Rabello, E. P., J. Erikson e a teoria psicossocial do desenvolvimento. Disponível em <<http://www.josesilveira.com/artigos/erikson.pdf>> e consultado a 13/05/2011.
- Raessens, J., & Goldstein, J. (2005). *Handbook of computer game studies*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ratti, C., Wang, Y., Ishii, H., Piper, B., & Frenchman, D. (2004). Tangible User Interfaces (TUIs): a novel paradigm for GIS. In *Transactions in GIS*, 8(4), pp. 407-421.
- Read, J., Gregory, P., Macfarlane, S., Mcmanus, B., Gray, P., & Patel, R. (2002). An Investigation of Participatory Design with Children - Informant, Balanced and Facilitated Design. *Proceedings of the Interaction Design and Children International Workshop*, Endhoven, Shaker Publishing, pp. 53-64.
- Richey, R. C., & Nelson, W. A. (1996). Developmental Research: Studies of instructional design and development. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (pp. 1213-1245). New York, NY: Simon & Schuster Macmillan.
- Rocha, I. (2009). *Estratégia de jogo com interface tangível para uma instalação multimédia*. Dissertação de Mestrado em Comunicação Multimédia. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Rosales, A. (2010). Collective creation of games using free play technologies. In *9th International Conference on Interaction Design and Children*, Barcelona, pp. 335-339.
- Ruth, L. C. (2003). *Designing environments for young children: Leading issues*. In *2003 Hawaii International Conference on Arts and Humanities*.
- Ryan, M. L. (2006). *Avatars of Story*. Minneapolis/London University of Minnesota Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), pp. 68-78.

- Sabattini, M. (2003). Museus e centros de ciência virtuais: uma nova fronteira para a cultura científica. *Comciência*, 45, pp. 59-77. Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura14.shtml>> e consultado a 12/09/2011.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research Methods for Business Students* (4ª ed.). Harlow: Pearson Education.
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Schuler, D., & Namioka, A. (1993). *Participatory Design: Principles and Practices*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Shaffer, D. W., Squire, K. D., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). *Video Games and the Future of Learning*. *Phi Delta Kappan*, 87(2), pp. 104-111.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2010). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (5th ed.). Boston: Addison-Wesley.
- Sim-Sim, I. (2010). *Pontes, desníveis e sustos na transição entre a educação pré-escolar e o 1º ciclo da educação básica*. In *I Encontro Internacional do Ensino da Língua Portuguesa*. Disponível em <[http://www.exedrajournal.com/docs/02/10-lnessim\\_sim.pdf](http://www.exedrajournal.com/docs/02/10-lnessim_sim.pdf)> e consultado a 09/11/2011.
- Snibe, S. S., & Raffle, H. (2009). *Social Immersive Media Pursuing Best Practices for Multiuser Interactive Camera/projetor Exhibits*. In *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems* (Boston, MA, USA, 04-09 abril). CHI '09. ACM, New York, NY, 1447-1456. DOI= <<http://doi.acm.org/10.1145/1518701.1518920>>.
- Sorensen, B. (2009). *Concept of Educational Design for Serious Games* Department of Curriculum Research, School of Education, University of Aarhus. Copenhagen NV, Denmark.
- Susi, T., Johannesson, M., & Blacklund, P. (2007). *Serious Games – An Overview*. School of Humanities and Informatics, University of Skode, Sweden, Tech. Rep., 2005.
- Taxén, G. (2004). *Introducing Participatory Design in Museums*. *Proceedings of Participatory Design Conference 2004*, Toronto, Canada, ACM Press.
- Tiemstra, G., Berg, R., Bekker, T., & Graff, M. d. (2011). *Guidelines to Design Interactive Open-ended Play Installations for Children Placed in a Free Play Environment*. *Proceedings of DiGRA 2011 Conference: Think Design Play*.
- Triona, L., Klahr, D., & Williams, C. (2005). Point and click or build by hand: comparing the effects of physical vs. virtual materials on middle school students' ability to optimize an engineering design. *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, (pp. 2202-2205).
- Veloso, A. I. (2006). *As Tecnologias da comunicação e da informação nas brincadeiras das crianças*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Verhaegh, J., Fontijn, W., & Jacobs, A. (2008). On the benefits of tangible interfaces for educational games. in *Digital Games and Intelligent Toys Based Education, Second IEEE International Conference*, pp. 141–145.
- Veríssimo, R. (2002). *Desenvolvimento psicossocial (Erik Erikson)*. Porto: Faculdade de Medicina do Porto.
- Vieira, E., & Nornberg, L. A. (2006). Ludus Gestum: Projeto de um Serious Game. *Gamecultura*. Disponível em [www.gamecultura.com.br/content/view/258/9/lang,pr-BR/](http://www.gamecultura.com.br/content/view/258/9/lang,pr-BR/) e consultado a 31/02/2011.
- Vygotsky, L. (Ed.). (1976). *Play and its Role in the Mental Development of the Child* (Vol. 548). New York: Penguin.

Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Mind in Society*, Harvard University Press, Cambridge, MA, pp. 79–91.

Vygotsky, L. (1989). *A Formação Social da mente*. Rio de Janeiro: Martins Fontes.

Vygotsky, L. (1991). Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In L. V. e. al. (Ed.), *Psicologia e Pedagogia I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento* (Vol. 2). Lisboa: Estampa.

Vygotsky, L. (2005). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Wood, D. (1988). *How children think and learn: The social contexts of cognitive development*. Cambridge: MA: Basil Blackwell.

Yousoff, A., Crowder, R., Gilbert, L., & Wills, G. (2009). A conceptual Framework for Serious Games. In *2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Riga, Latvia.

Zornig, S. (2008). As teorias sexuais infantis na atualidade: algumas reflexões. *Psicologia em Estudo*, 13(1), pp. 73-77.

- Learning Theories. from <http://www.learning-theories.com>
- PCMAG.com. from [http://www.pcmag.com/encyclopedia\\_term/0,2542,t=user-generated+content&i=56171.00.asp](http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=user-generated+content&i=56171.00.asp)
- Rede Psicologia. from <http://redepsicologia.com/psicologia-das-emocoes>
- Tuiton. from <http://www.tuition.com.hk/psychology/i.htm>
- Usability First Glossary. from <http://www.usabilityfirst.com/glossary/playability/>
- Wikipedia. from [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- Online Educa Berlim. (2006).

## **ANEXOS**

Para uma melhor percepção e visualização dos anexos deste trabalho, como também por estes apresentarem conteúdos audiovisuais, estes encontram-se num DVD. Este DVD contém um total de sete pastas, cujos nomes e conteúdos estão referidos a seguir.

## **ANEXO I – DESENHOS DAS PERSONAGENS ELABORADOS PELAS CRIANÇAS**

Devido ao elevado número de desenhos elaborados pelas crianças e posteriormente finalizados em computador pelo investigador, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO I\_desenhos\_personagens” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO II – DESENHOS DO EXPLOGADOR ELABORADOS PELAS CRIANÇAS**

Devido ao elevado número de desenhos elaborados pelas crianças e posteriormente finalizados em computador pelo investigador, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO II\_desenhos\_Explogador” no DVD que acompanha a dissertação.

### **ANEXO III – ECRÃS DA APLICAÇÃO “EXPLOGADOR”**

Devido ao elevado número de ecrãs da aplicação “Explogador”, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO III\_ecras\_aplicacao” no DVD que acompanha a dissertação.

#### **ANEXO IV – ORÇAMENTO PARA INSTALAÇÃO *IMP.CUBED***

Devido às várias possibilidades de orçamentos para a instalação, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO IV\_orcamentos\_IMP\_cubed” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO V – CARTA ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO**

Devido à extensão da carta aos Encarregados de Educação e respetiva Autorização de Participação no projeto “Explogador”, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO V\_carta\_encarregados\_educacao” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO VI – DIÁRIO DE BORDO**

Devido à excessiva dimensão do projeto “Explogador”, é preferível que este seja visualizado no seu tamanho original.

Assim, este conteúdo pode ser visto na pasta “ANEXO VI\_diario\_de\_bordo” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO VII – INQUÉRITO ENTREVISTA INICIAL**

Devido à dimensão dos inquéritos por entrevista inicial, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO VII\_inquerito\_entrevista\_inicial” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO VIII – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL**

Devido à dimensão dos inquéritos por entrevista final, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO VIII\_inquerito\_entrevista\_final” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO IX – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO**

Devido à dimensão dos inquéritos por entrevista final aos Encarregados de Educação, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO IX\_inquerito\_entrevista\_final\_encarregados\_educacao” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO X – INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL AVALIAÇÃO**

Devido à dimensão dos inquéritos por entrevista final da fase de avaliação, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO X\_inquerito\_entrevista\_final\_avaliacao” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO XI – RESPOSTAS INQUÉRITO ENTREVISTA FINAL AVALIAÇÃO**

Devido à dimensão das respostas aos inquéritos por entrevista final da fase de avaliação, é preferível que estes sejam visualizados no seu tamanho original.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO XI\_respostas\_entrevista” no DVD que acompanha a dissertação.

## **ANEXO XII – Vídeos Finais**

Devido a serem conteúdos audiovisuais, estes não podem incorporar este documento.

Assim, estes conteúdos podem ser vistos na pasta “ANEXO XII\_videos” no DVD que acompanha a dissertação.