



Departamento de Matemática e Engenharias

System of Augmented Reality for Teaching Kids



Autora: Sofia Catarina Câmara Leme Pessanha de Meneses

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática

Funchal, 2010



Departamento de Matemática e Engenharias

System of Augmented Reality for Teaching Kids



Autora: Sofia Catarina Câmara Leme Pessanha de Meneses

Orientador: Prof. Dr. Pedro Filipe Pereira Campos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática

Funchal, 2010

RESUMO

As crianças do jardim de infância/pré-escola são um grupo de utilizadores muito especiais, uma vez que se encontram numa fase inicial das suas vidas onde têm de aprender a viver em sociedade, isto é, aprender a ouvir e respeitar as opiniões dos outros, partilhar os mesmos objectos e também a ajudar-se mutuamente. Este estudo mostra que através da utilização da tecnologia Realidade Aumentada, estas crianças são capazes de colaborar de uma forma espontânea suportada pela motivação, envolvimento e curiosidade.

Descreve-se o *design* e a avaliação de um jogo de Realidade Aumentada, que consiste num sistema educativo para o ensino de crianças do pré-escolar. Este jogo permite que as crianças explorem conceitos tais como os animais e os meios onde vivem através de marcadores de Realidade Aumentada e de um tabuleiro de madeira. Estes marcadores consistem nas peças do jogo e através deles, as crianças podem manipular objectos virtuais em 3D.

Foram realizados testes com diversas turmas de crianças em diferentes ambientes de aprendizagem, nomeadamente em escolas e num museu. Os resultados sugerem que o jogo é eficaz para obter níveis altos de concentração, motivação e colaboração entre as crianças, particularmente quando o *feedback* do jogo é fornecido de forma imediata. Os resultados mostram também que o jogo tem um impacto positivo sobre a experiência de aprendizagem das crianças.

Palavras-chave:

Realidade Aumentada

Sistemas de aprendizagem interactivos

Aprendizagem colaborativa

Questões pedagógicas

Suporte da aprendizagem das crianças

ABSTRACT

Kindergarten children are a very special class of users, since they are in a primary stage of life, when they must learn how to live in society, e.g. to listen and respect the others' opinions, share the same objects and also help each other. This study shows that using Augmented Reality technology, kindergarten children are able to collaborate in a spontaneous way supported by motivation, enjoyment and curiosity.

We describe the design and evaluation of an Augmented Reality game, an educational system for teaching kindergarten children. This game allows children to explore concepts like the animals and the environments they live in by using Augmented Reality markers and a wooden board. These markers are the game pieces and through them children are able to manipulate 3D virtual models.

Experiments were performed with several classes of students in different schools and at a museum. Results suggest that the game is effective in maintaining high levels of concentration, motivation and collaboration among children, particularly when using immediate feedback. Results also show that the game has a positive impact on the student's learning experience.

Keywords:

Augmented reality

Interactive learning systems

Collaborative learning

Pedagogical issues

Supporting children's learning

Agradecimentos

Um grande agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Campos, por todo o tempo que dedicou a orientar o meu trabalho de mestrado, por toda a sua disponibilidade para esclarecer dúvidas e ao seu acompanhamento em todo o projecto. O meu muito obrigado.

A todas as educadoras que estiveram envolvidas no desenrolar deste projecto, nomeadamente, à minha irmã Clara Cristina Pessanha, que foi quem esteve mais presente no desenvolvimento de todo o projecto, à minha amiga Irina Viviana, às educadoras Marta Costa da Escola EB1/PE da Ajuda, Ilda Santos, Helena Santos, Maria Franco e Rafaela Calaça do infantário “Gaivota” e finalmente às educadoras Marília Santos e Maria Caeiro da Escola do 1ºC/PE do Caniçal.

Às directoras da Escola EB1/PE da Ajuda, do infantário “Gaivota” e da Escola do 1ºC/PE do Caniçal. Também gostaria de agradecer à Srª. Prof. Silvia Carreira por se ter disponibilizado a ajudar na realização deste estudo, proporcionando os testes no Museu da Baleia da Madeira e na escola do Caniçal e ainda contribuindo com ideias e informações educativas relevantes para o projecto. Quero dar um voto de agradecimento por permitirem realizar este estudo e por toda a cooperação na realização do mesmo.

À minha família gostaria também de agradecer, por toda a compreensão e apoio que me deram para a elaboração deste trabalho. Um grande agradecimento aos meus queridos sobrinhos, que apesar de já terem os seus 9, 11, 15 e 16 anos, muito testaram o protótipo, e aos meus pais por estarem sempre ao meu lado quando mais precisava.

Ao meu namorado quero agradecer as suas palavras de apoio, de motivação e toda a compreensão e força que me deu para a realização deste trabalho. O meu obrigado também por todo o carinho demonstrado nos momentos em que tive mais dificuldades no projecto, e por estar sempre presente para me apoiar. O apoio dele foi fundamental para a concretização deste projecto.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer aos meus amigos por todas as opiniões, ideias e comentários que deram, contribuindo assim para melhorá-lo.

A todos, o meu sincero obrigado!

ACRÓNIMOS

ARC - Augmented Reality for Construction

ARCHEOGUIDE - Augmented Reality-based Cultural Heritage On-site **GUIDE**

ARELS - Augmented Reality English Learning System

ARMAR - Augmented Reality for Maintenance And Repair

AS3 - Action Script 3

B&W - Black and White

FPS - Frames Per Second

GPL - General Public License

GPS - Global Positioning System

HITL - Human Interface Technology Laboratory

HMD - Head Mounted Display

HUD - Head-Up Display

ID - Identification

IDE - Integrated Development Environment

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IPI - Information In Place, Inc.

MARCETE - Mobile Augmented Reality Contextual Embedded Training and Electronic Performance Support System

MARE - Multiuser Augmented Reality Environment

MARS - Mobile Augmented Reality Systems

MBM - Museu da Baleia da Madeira

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NAEYC - National Association for the Education of Young Children

NFT - Natural Feature Tracking

PC - Personal Computer

PDA - Personal Digital Assistant

RA - Realidade Aumentada

RDECOM - Research, Development and Engineering Command

RM - Realidade Misturada

SMART - System of Augmented Reality for Teaching

TIC - **T**ecnologias de **I**nformação e **C**omunicação

UMPC - **U**ltra-**M**obile **P**C

USB - **U**niversal **S**erial **B**us

VA - **V**irtualidade **A**umentada

vAtoN - **V**irtual **A**ids **T**o **N**avigation

VRD - **V**irtual **R**etinal **D**isplay

XML - **e**Xtensible **M**arkup **L**anguage

3D - **3** **D**imensões

ÍNDICE

Índice de Figuras	viii
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação.....	3
1.2 Planeamento	4
1.3 Objectivos.....	4
1.4 Estrutura do documento.....	5
Capítulo 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 A importância da educação de infância.....	7
2.2 Uma abordagem ao construcionismo	7
2.3 O computador no jardim de infância.....	8
2.4 A utilização dos computadores pelas crianças.....	10
2.5 O papel das novas tecnologias no pré-escolar.....	11
2.6 O papel dos educadores.....	12
2.7 A aprendizagem nos museus	13
Capítulo 3 - ESTADO DA ARTE.....	16
3.1 A Realidade Aumentada.....	16
3.2 Tecnologia da RA.....	18
3.3 Aplicações de RA Existentes.....	24
3.4 Sistemas que estudam a colaboração.....	43
Capítulo 4 - TRABALHO DESENVOLVIDO	45
4.1 A escolha do jogo.....	45
4.2 Design do jogo.....	46
4.3 Software e equipamento utilizado	51
Capítulo 5 - DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	54
5.1 Criação dos Marcadores	55
5.2 Implementação do jogo	56
Capítulo 6 - AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	61
6.1 Método.....	61
6.2 Procedimento.....	62

Índice

6.3 Testes na Primeira Escola.....	62
6.4 Testes no Museu	71
6.5 Testes na Segunda Escola.....	76
Capítulo 7 - RESULTADOS GERAIS DA COLABORAÇÃO	80
7.1 Feedback.....	80
7.2 Tamanho do display.....	82
7.3 Estudo da colaboração por sexos e idades.....	83
Capítulo 8 - DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES	85
Capítulo 9 - CONCLUSÕES GERAIS	86
9.1 Aprendizagem	87
9.2 Motivação.....	88
9.3 Colaboração.....	89
9.4 A importância da Realidade Aumentada para os alunos do pré-escolar.....	91
9.5 Limitações Encontradas.....	93
9.6 Trabalho Futuro	95
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A - Pré-teste realizado na primeira escola	106
APÊNDICE B - Pré-questionário realizado na primeira escola.....	109
APÊNDICE C - Pós-teste realizado na primeira escola	111
APÊNDICE D - Pós-questionário realizado na primeira escola	114
APÊNDICE E - Pós-questionário realizado na segunda escola e no museu.....	116
APÊNDICE F - Artigo submetido para a conferência ECCE2010 (European Conference on Cognitive Ergonomics).....	118
APÊNDICE G - Artigo submetido para a conferência Interação 2010.....	122

Índice de Figuras

FIGURA 1 - REALIDADE MISTURADA [58].....	17
FIGURA 2 - <i>VIDEO SEE-THROUGH</i> HMD [59].....	19
FIGURA 3 - <i>OPTICAL SEE-TRHOUGH</i> HMD [59].....	20
FIGURA 4 - <i>MONITOR-BASED AR</i> [59].....	20
FIGURA 5 - DIAGRAMA QUE DESCREVE OS PASSOS DA DETECÇÃO DOS MARCADORES E O POSICIONAMENTO DE OBJECTOS VIRTUAIS SOBRE OS MARCADORES.....	22
FIGURA 6 - CIRURGIA GUIADA POR IMAGEM [26].....	25
FIGURA 7 - PLANEAMENTO CIRÚRGICO [26].....	25
FIGURA 8 - PSQUIATRIA [26].....	26
FIGURA 9 - QUEBRA-CABEÇAS EDUCATIVO [28].....	26
FIGURA 10 - JOGO DE PALAVRAS EDUCATIVO [28].....	27
FIGURA 11 - CUBO MÁGICO EDUCATIVO [28].....	27
FIGURA 12 - JOGO DE MEMÓRIA EDUCATIVO [29].....	28
FIGURA 13 - JOGO DAS CATEGORIAS DOS ANIMAIS E DOS TRANSPORTES [34].....	29
FIGURA 14 - JOGO DOS NÚMEROS [34].....	29
FIGURA 15 - ARELS [35].....	30
FIGURA 16 - AMBIENTE COLABORATIVO COM RA EM REDE [30].....	30
FIGURA 17 - MARE [32].....	31
FIGURA 18 - ESTUDANTES A UTILIZAREM O <i>CONSTRUCT 3D</i> [33].....	31
FIGURA 19 - EXEMPLO DE UMA RECONSTRUÇÃO POR RA [60].....	32
FIGURA 20 - EXPOSIÇÃO DE DINOSSAUROS NUM MUSEU [31].....	32
FIGURA 21 - RECONSTRUÇÕES VIRTUAIS DO SATRICUM E DO FORUM ROMANUM [37].....	33
FIGURA 22 - PUBLICIDADE EM CAIXAS DE CHÁ [38].....	33
FIGURA 23 - PUBLICIDADE NOS PACOTES DE BATATA FRITA DORITOS [47].....	34
FIGURA 24 - BOLINHOS COM RA [51].....	34
FIGURA 25 - QUIOSQUE INTERACTIVO PARA PUBLICIDADE [39].....	35
FIGURA 26 - LIVRO E BROCHURA MÁGICA [39].....	35
FIGURA 27 - RA NUM PARQUE DE DIVERSÕES [39].....	36
FIGURA 28 - QUIOSQUES INTERACTIVOS PARA LANÇAMENTO DE PRODUTOS [39].....	36
FIGURA 29 - APRESENTAÇÃO EM PÚBLICO COM EFEITOS 3D [39].....	37
FIGURA 30 - EXPLORAÇÃO DE AMBIENTES URBANOS COM RA [41].....	37
FIGURA 31 - IMAGENS DO <i>SOFTWARE DISCOVER ANYWHERE TRANSIT</i> , CONHECIDO POR “ <i>DA TRANSIT</i> ” [42].....	38
FIGURA 32 - <i>VIRTUAL SIGHTSEEING</i> [44].....	38
FIGURA 33 - UM RECIFE VIRTUAL COM RA [43].....	39
FIGURA 34 - EYEPET [45].....	39
FIGURA 35 - RA EM MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS [61].....	40

Índice de Figuras

FIGURA 36 - DEMONSTRAÇÃO DO PROTÓTIPO ARMAR APLICADO NUM MOTOR DE UMA TURBOÉLICE [46].....	40
FIGURA 37 - PROTÓTIPO ARC [48].....	41
FIGURA 38 - RA NA AVIAÇÃO [49].....	41
FIGURA 39 - RA NA NAVEGAÇÃO MARÍTIMA [50].....	42
FIGURA 40 - RA EM TREINOS MILITARES [50].....	42
FIGURA 41 - COMPONENTES DO TABULEIRO DO JOGO.....	47
FIGURA 42 - IMAGENS DO TABULEIRO.....	48
FIGURA 43 - TABULEIRO DO JOGO.....	49
FIGURA 44 - MATERIAIS UTILIZADOS NOS MARCADORES.....	50
FIGURA 45 - MARCADORES DO JOGO.....	50
FIGURA 46 - MARCADORES DETECTÁVEIS EM BAIXAS LUMINOSIDADES [64].....	51
FIGURA 47 - <i>ARTOOLKIT MARKER GENERATOR</i> [65].....	55
FIGURA 48 - EXEMPLO DE DIFERENTES RESOLUÇÕES [65].....	56
FIGURA 49 - SERES VIVOS EM 3D.....	57
FIGURA 50 - <i>FEEDBACK</i> DA PRIMEIRA VERSÃO DO JOGO (APENAS NO FINAL).....	58
FIGURA 51 - <i>FEEDBACK</i> DA SEGUNDA VERSÃO DO JOGO (IMEDIATO).....	60
FIGURA 52 - REVISÃO DO JOGO.....	60
FIGURA 53 - GRUPO DE CRIANÇAS A JOGAR AO JOGO COM AS RESTANTES A OBSERVAR.....	64
FIGURA 54 - PERCENTAGEM DE CRIANÇAS COM E SEM COMPUTADOR.....	66
FIGURA 55 - FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS COMPUTADORES PELAS CRIANÇAS.....	67
FIGURA 56 - LOCAL ONDE AS CRIANÇAS UTILIZAM O COMPUTADOR.....	67
FIGURA 57 - ACTIVIDADES REALIZADAS NO COMPUTADOR.....	67
FIGURA 58 - GOSTO DAS CRIANÇAS PELOS JOGOS DE COMPUTADOR.....	68
FIGURA 59 - RESULTADOS OBTIDOS DOS PRÉ E PÓS TESTES.....	69
FIGURA 60 - DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS PRIMEIROS TESTES.....	70
FIGURA 61 - DISPOSIÇÃO DO SISTEMA NO MUSEU.....	72
FIGURA 62 - CRIANÇAS A INTERAGIR COM O SISTEMA.....	72
FIGURA 63 - GOSTO DAS CRIANÇAS DOS PRIMEIROS TESTES PELO JOGO.....	73
FIGURA 64 - DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS SEGUNDOS TESTES.....	73
FIGURA 65 - PROJECÇÃO DO JOGO.....	75
FIGURA 66 - GOSTO DAS CRIANÇAS DOS ÚLTIMOS TESTES PELO JOGO.....	77
FIGURA 67 - DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS ÚLTIMOS TESTES.....	77
FIGURA 68 - PERCENTAGEM DE CRIANÇAS QUE GOSTARIAM DE JOGAR NOVAMENTE.....	78
FIGURA 69 - COLABORAÇÃO ENTRE AS CRIANÇAS.....	80
FIGURA 70 - SISTEMA COM A UTILIZAÇÃO DO ECRÃ LCD.....	86
FIGURA 71 - A MOTIVAÇÃO DAS CRIANÇAS.....	89
FIGURA 72 - CRIANÇA A ENSINAR A COLEGA A PEGAR NO MARCADOR.....	90

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

A utilização de jogos digitais como uma melhor forma de educar as crianças, está a tornar-se cada vez mais popular porque as crianças estão a desenvolver-se de encontro a um novo nível de interacção com a tecnologia, havendo necessidade da aproximação entre os jogos e os conteúdos educativos. Isto pode ser conseguido através da utilização das novas tecnologias.

O poder dos jogos digitais como uma ferramenta educativa tem sido amplamente reconhecido [66], e estes podem ser utilizados para ensinar diversos temas a todas as idades [67, 68]. Existem vários estudos interessantes feitos com a utilização da Realidade Aumentada, incluindo jogos sobre matemática e geometria [69], bem como sobre o sistema solar [70] entre outros, o âmbito de aplicação tem sido relativamente amplo. Contudo, existe claramente uma falta de soluções e estudos sobre a aplicação desta tecnologia com crianças do pré-escolar, cujas idades variam entre os três e os cinco e seis anos. Estas crianças têm capacidades e objectivos de aprendizagem muito diferentes das crianças mais velhas.

Neste estudo, pretende-se explorar o potencial das novas tecnologias direccionadas às crianças do pré-escolar. Para tal, é apresentada uma interface tangível para um jogo em Realidade Aumentada especificamente direccionada para promover uma aprendizagem colaborativa. Ao invés de desenvolver um programa de computador que utiliza técnicas de entrada tradicionais (rato e teclado), este trabalho apresenta uma interface inovadora para a aprendizagem de conteúdos. Várias educadoras estiveram envolvidas nas fases de escolha, design e testes do protótipo. O sistema foi avaliado em diversos dias, tanto em escolas como num museu e foram filmados todos os testes para uma posterior análise às reacções e comportamentos das crianças. Também foram analisadas várias respostas das crianças a diferentes questionários.

Existem duas razões para esta abordagem. Primeiro, Papert [71] refere que “learning is more effective when the apprentice voluntarily engages in the process”. Motivar os alunos é, portanto, um factor crucial para aumentar a possibilidade de acção e de descoberta o que, por sua vez, aumenta a capacidade daquilo que alguns investigadores chamam de aprender a aprender. Neste sentido, o novo paradigma de

aprendizagem construtivista visa adaptar e preparar as escolas de amanhã para os constantes desafios enfrentados por uma sociedade que está actualmente a abraçar e a acelerar o ritmo de mudança. A Realidade Aumentada [72] e as interfaces tangíveis [73, 89, 90, 91] enquadram-se muito bem como um método de suporte para este tipo de paradigma de aprendizagem, uma vez que promovem níveis altos de motivação e envolvimento. Além disso, a interacção física directa com o mundo é uma componente chave no desenvolvimento cognitivo na infância [90].

Segundo, os objectivos educativos e as necessidades destas crianças são muito diferentes das restantes, sendo muito baseadas em torno de noções colaborativas, tais como respeitar e interagir com os colegas, resolver problemas em conjunto, dentro de outros valores importantes para se viver em sociedade. No pré-escolar, estes princípios são muito mais importantes do que, por exemplo, aprender sobre um determinado tema. A criação de jogos inovadores para estas crianças deve, portanto, promover bons níveis de colaboração de uma forma eficaz.

O pré-escolar é a primeira etapa da educação básica e é o início do processo do ensino ao longo da vida. Deve assim, favorecer a educação das crianças e um desenvolvimento equilibrado, para uma integração bem sucedida da criança na sociedade.

É ainda importante salientar que os conteúdos educativos abordados partem, essencialmente, daquilo que as crianças já sabem e aprenderam e assim, o foco consiste em criar condições para o sucesso de futuras aprendizagens bem sucedidas [74]. Cabe à educadora organizar o processo educativo de modo a que este vá ao encontro das características do seu grupo de crianças, estimulando a evolução de cada criança dentro do grupo. Esta é a razão pela qual optamos por focar o nosso estudo em questões de *design* que podem influenciar os comportamentos de colaboração, em vez de simplesmente estudar os efeitos do jogo sobre a motivação e sobre os níveis de aprendizagem.

1.1 Motivação

De acordo com Piaget, é nos primeiros anos de vida que a criança apre(e)nde o significado daquilo que a rodeia [11]. Elas adquirem conhecimentos através do contacto físico (tocar, sentir), através da observação bem como através da repetição de acções. Um aspecto importante é a socialização entre elas. Nestas idades (3 aos 5/6 anos) as crianças aprendem a estar em sociedade através da colaboração e cooperação com os colegas.

Papert argumenta que o que ensinam agora foi determinado em grande medida pelas ferramentas disponíveis para ensinar: lápis, papel, quadro. Os computadores são muito mais poderosos do que essas ferramentas e podem ser usados para fornecer representações dos conhecimentos tradicionais, que não só são diferentes das normalmente apresentadas, mas também são mais acessíveis e compreensíveis para os alunos [12]. Para Papert, as crianças são a geração da informática [14], e na verdade, as tecnologias são peças-chave na criação de ambientes de aprendizagem motivadores e construtores do ser humano.

Neste contexto a Realidade Aumentada (RA), mostrou ser uma tecnologia perfeitamente adaptada a estas crianças, uma vez que apresenta vantagens em termos de utilização, tais como a forma e facilidade de utilização e também por ser perfeitamente adaptada a aplicações colaborativas, uma vez que suporta a detecção e gestão de múltiplos padrões [64].

A motivação consiste essencialmente em adicionar elementos virtuais a algo do mundo real, realizando esta interacção com as nossas próprias mãos, o que nos levou a pensar que esta tecnologia poderia ser muito promissora. Assim, para utilizar este sistema, não é requisito necessário que as crianças tenham experiência com computadores, nomeadamente facilidade de utilização do rato e do teclado, que é uma habilidade, que nestas idades, nem todas as crianças possuem. A interface, consiste, essencialmente numa simbiose dos tradicionais jogos de tabuleiro com as novas tecnologias.

Por fim, outro factor que contribuiu para a motivação deste estudo foi o facto de esta tecnologia ter sido muito pouco explorada no pré-escolar.

1.2 Planeamento

O processo de desenvolvimento deste projecto foi realizado por diversas fases, e foi sempre centrado nos utilizadores finais, as crianças. Todo o processo foi devidamente acompanhado por educadoras de uma forma iterativa.

Essas fases foram as seguintes:

1. Estudo do conteúdo e da forma de aprendizagem das crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 6 anos;
2. Estudo sobre a utilização dos computadores no pré-escolar;
3. Pesquisa sobre a melhor tecnologia capaz de suportar os requisitos de aprendizagem destas crianças.
4. Estudo sobre trabalhos já elaborados com esta tecnologia, para tentar perceber o que poderia ser feito com a sua utilização;
5. Estudo das diferentes linguagens para o desenvolvimento de RA;
6. *Design* e Desenvolvimento de um protótipo;
7. Testes com potenciais utilizadores em ambientes naturais de aprendizagem;
8. Primeiras conclusões;
9. Desenvolvimento de uma nova versão do protótipo;
10. Novos testes;
11. Conclusões finais.

1.3 Objectivos

O principal objectivo deste trabalho consiste em delinear um conjunto de regras de *design* específicas para jogos destinados a crianças dos 3 aos 5/6 anos. Para tal, o trabalho consiste na realização de um jogo em RA que acomoda todos os aspectos essenciais a ter em conta quando trabalhamos com um público alvo de tão baixas idades. Dentro de outros, alguns desses aspectos são: o material do próprio jogo, o tipo de *display*, o suporte da colaboração, da motivação, do envolvimento, da curiosidade, e da atenção da parte das crianças. Outro objectivo é perceber se as crianças, principalmente as mais velhas (5,6 anos) conseguem ser influenciadas de forma positiva nos seus valores educativos (aprendizagem) através do jogo.

1.4 Estrutura do documento

Este documento é constituído por nove capítulos e após esta introdução, passaremos a descrever os restantes oito capítulos:

Capítulo 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aborda vários temas relacionados com o estudo em questão, tais como a importância da educação de infância, a utilização dos computadores pelas crianças, o papel das novas tecnologias no pré-escolar, entre outras. Este capítulo visa realçar aspectos importantes a ter em conta quando trabalhamos com crianças tão novas.

Capítulo 3 - ESTADO DA ARTE

Explica em que consiste a tecnologia RA, incluindo o seu funcionamento, descreve diversos tipos de *software e hardware* existentes para o desenvolvimento de aplicações em RA. Apresenta também alguns exemplos de aplicações em RA existentes.

Capítulo 4 - TRABALHO DESENVOLVIDO

Descreve o *design* do jogo, nomeadamente do tabuleiro e dos marcadores utilizados e ainda o *software* e todo o equipamento necessário à construção do mesmo.

Capítulo 5 - DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Descreve a criação dos marcadores e o funcionamento das diferentes versões do protótipo desenvolvido.

Capítulo 6 - AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Descreve o método e o procedimento adoptado para a realização dos testes. Apresenta os resultados e as respectivas conclusões dos testes e dos questionários realizados nas diferentes escolas e no museu.

Capítulo 1 - Introdução

Capítulo 7 - RESULTADOS GERAIS DA COLABORAÇÃO

Contém os resultados gerais da análise da colaboração entre as crianças. Dentro da colaboração são abordados diferentes aspectos, tais como o *feedback* do jogo, o tamanho do *display* e por fim o estudo por sexos e idades.

Capítulo 8 - DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES

Apresenta a discussão e implicações existentes na utilização do protótipo pelas crianças do pré-escolar.

Capítulo 9 - CONCLUSÕES GERAIS

Contém todas as conclusões referentes à aprendizagem, à motivação e à colaboração entre as crianças. Descreve a importância da RA para os alunos do pré-escolar, bem como as principais limitações encontradas durante o desenvolvimento do projecto, e por fim apresenta algumas propostas para o trabalho futuro.

Capítulo 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância da educação de infância

Hoje em dia, é inquestionável a importância da educação de infância, quer porque através dela se desenvolvem as mais variadas competências e habilidades, quer ainda porque contribui para a definição de normas, valores e atitudes, cuja interiorização e apropriação se projectará, não só nos níveis de ensino subsequentes, como na vida do futuro cidadão (Formosinho), citado por Lúcia Amante [1].

Consequentemente e de acordo com investigações na área de psicologia do desenvolvimento, torna-se evidente a influência dos programas de educação pré-escolar como forma de potenciar, estimular e enriquecer o desenvolvimento da criança pequena [2].

Os objectivos desta educação, segundo a Lei-Quadro da educação pré-escolar (ministério da educação), englobam áreas do desenvolvimento pessoal e social da criança, desenvolvimento intelectual, humano e expressivo. Esta lei (artigo segundo) afirma ainda que a educação pré-escolar é a primeira etapa da educação básica no processo de educação ao longo da vida, favorecendo a educação e o desenvolvimento equilibrado da criança, tendo em vista a sua plena inserção na sociedade como ser autónomo, livre e solidário. Nesta fase da vida, as crianças vão ter a oportunidade de aprendizagens de atitudes e de conhecimentos no domínio da linguagem, das expressões e da compreensão do mundo [20, 21].

Os conteúdos educativos abordados partem daquilo que as crianças já sabem e aprenderam, criando condições para o sucesso nas aprendizagens seguintes [20]. Assim sendo, não existe uma definição para o que devem aprender as crianças de 3, de 4 e de 5 anos. Cabe ao educador organizar o processo educativo de forma a responder às características de cada criança, estimulando a sua evolução no grupo [21].

2.2 Uma abordagem ao construcionismo

O construcionismo consiste na teoria que estuda o uso da tecnologia na criação de ambientes educativos e foi iniciada por Seymour Papert do MIT na década de 80. O

construcionismo é uma síntese da teoria de Piaget e das oportunidades oferecidas pela tecnologia para o desenvolvimento de uma educação contextualizada, onde os estudantes trabalham na construção de elementos que lhes sejam significativos e através da qual determinados conhecimentos e factos possam ser aplicados e compreendidos [19]. A aprendizagem é encarada como uma atitude activa onde o aluno constrói o próprio conhecimento.

Papert, desenvolveu uma linguagem de programação de nome LOGO Gráfico que estimula a criança a reflectir em termos matemáticos, ajuda na tomada de decisões e na resolução de problemas [17]. Esta linguagem foi o resultado pragmático mais conhecido do construcionismo, cujo criador afirma que: “a melhor aprendizagem é a que se compreende e dá prazer” (Papert), citado por Henrique Santos [15].

2.3 O computador no jardim de infância

O valor educativo dos computadores no desenvolvimento das crianças tem sido vigorosamente debatido entre pais, educadores e investigadores durante décadas, afirma NAEYC e Goodwin et al. [16].

É certo, que alguns estudos não encontram contribuições na utilização do computador no que diz respeito, por exemplo, à aquisição de conhecimentos de leitura (Goodwin, Goodwin, Nansel, & Helm), de discurso (Schetz) bem como no desenvolvimento cognitivo (Clements & Gullo; Howell, Scott & Diamond; Lehrer, Harckham, Archer & Pruzek). Alguns autores consideram os computadores muito abstractos ou muito simbólicos para o desenvolvimento das crianças no jardim de infância, por substituírem actividades que são experiências essenciais para o desenvolvimento físico, psicológico e social (Cordes & Miller; Brady & Hill; Elkind; Barnes & Hill). Em contra partida, vários estudos demonstram que o uso dos computadores no jardim de infância melhora as habilidades motoras das crianças (Ziajka), o reconhecimento do alfabeto (Williams), o conceito de aprendizagem (Grover), reconhecimento dos números (McCollister, Burts, Wright & Hildreth), conhecimentos matemáticos (Howard, Eatson, Brinkley & Ingels-Young; Clements), desenvolvimento cognitivo (Clements et al.; Clements; Sivin-Kachala & Bialo; Shute & Miksad) e ainda a auto-estima (Sivin-Kachala & Bialo; Haugland) [16].

No que diz respeito ao valor simbólico do computador, Sheingold afirma que muitas das actividades nas quais a criança naturalmente está envolvida, são simbólicas e assim o uso do computador pode ajudá-la a entender os aspectos simbólicos daquilo que aprende através da associação do mundo real com imagens do computador [17].

Piaget, afirma que as crianças precisam de usar materiais concretos para compreender conceitos matemáticos antes de considerá-los em termos abstractos, ou seja, sob a forma escrita com símbolos e operações, mas Clements considera a natureza dos materiais concretos e manipulativos e afirma que a manipulação do computador oferece vantagens distintas no ensino da matemática [18].

Uma mais valia da utilização dos computadores no pré-escolar, segundo Clements é o facto destes facilitarem a interacção social das crianças que são tímidas e que têm dificuldades em se integrar no grupo [17]. Na mesma ordem de ideias, um estudo feito por Muhlstein e Croft mostrou que a interacção entre as crianças ocorre numa maior percentagem quando estão a usar o computador (96%), comparando com as percentagens das actividades tradicionais da pré-escola tais como blocos (27%), plasticina (14%) e pinturas/artes (8%). Este estudo mostrou que o uso do computador foi a única actividade que resultou tanto em grandes níveis de comunicação oral como em cooperação [17].

Estudos indicam ainda que as crianças aceitam bem os computadores nas salas de aulas [17] e têm uma grande motivação pelo seu uso, conseguindo facilmente dominar o hardware e o software [5], que quando usados apropriadamente, transformam-se em ferramentas de valor para a aprendizagem das mesmas. Estas experiências educativas têm um impacto positivo no desenvolvimento cognitivo, social, emocional, linguístico e motor (Casey et al.), citado por Joyce Johanson et al [8].

A interacção com o computador pode facilitar certos processos cognitivos e interferir qualitativamente na realização de aprendizagens (Martí), citado por Lúcia Amante [1], não podemos esquecer porém, que essa interacção, só por si, não garante a aprendizagem. Entre vários outros factores, há a considerar a própria situação de aprendizagem onde se destacam aspectos como a natureza da tarefa a realizar e o papel que os outros exercem nesse contexto.

O computador é então visto como um instrumento mediador entre as crianças e educadores que tem como papel principal estimular o desenvolvimento educativo das crianças. Este deve ser usado como suporte ao plano educativo que os educadores têm para as salas [10], de forma a proporcionar experiências adequadas para o desenvolvimento das crianças (Watson et al.), citado por Laura Colker et al [5].

Assim, de acordo com Papert, a introdução dos computadores na escola torna-se um elemento atractivo e excitante, contribuindo para tornar a descoberta do educando mais provável e também para torná-la mais rica [14], servindo assim de um recurso para a estimulação da aprendizagem.

2.4 A utilização dos computadores pelas crianças

Pesquisas demonstram que as crianças preferem trabalhar no computador com um ou dois colegas em vez de sozinhas (Lipinski et al.; Rhee & Chavmagri; Clements, Nastasi, & Swaminathan), pois assim podem ajudar-se mutuamente e também porque parecem preferir a ajuda dos colegas à ajuda dos educadores (King & Alloway; Nastasi & Clements) [10].

Rhee e Bharnagri durante um estudo, filmaram crianças de quatro anos a usar computadores e descobriram que estas levam 55% do tempo com o par, 25% com o professor e apenas 20% sozinhas [17].

Esta questão é importante uma vez que, de acordo com Light & Butterworth, quando as crianças partilham uma “atenção conjunta”, quando “aprendem a partilhar” e/ou se “envolvem conjuntamente” em actividades, são colocadas perante um importante desafio cognitivo [11].

A utilização do computador, vai assim de encontro à teoria de Vigotsky que afirma que a aprendizagem da criança dá-se pelas interacções com outras crianças e adultos do seu ambiente, que determina o que por ela é internalizado. Piaget afirma ainda que a construção do conhecimento individual é única onde a criança tem hipóteses de errar e construir, para um haver desequilíbrio necessário para novas aquisições [3]. Ambos enfatizam a motivação e a participação activa do aprendiz na construção do seu conhecimento [19].

Nesta perspectiva, a criança vai desempenhar um papel activo na sua interacção com o meio que, por conseguinte, deverá proporcionar condições favoráveis para que a criança se desenvolva e aprenda. Assim, acentua-se a importância da educação pré-escolar partir daquilo que as crianças já sabem, da sua cultura e saberes próprios e daquilo que são capazes de fazer para alargar os seus interesses e desenvolver as suas potencialidades [20, 21].

2.5 O papel das novas tecnologias no pré-escolar

A experiência, no âmbito do projecto Kinderet, co-financiado pela Comissão Europeia (Leonardo da Vinci – Projectos Piloto) [11], realçou a importância de iniciar as crianças precocemente em ambientes formais de aprendizagem relacionados com a tecnologia e, de facto, cada vez mais as tecnologias têm vindo a fazer parte dos programas dos jardins de infância [9].

A importância da familiarização das crianças com a tecnologia é notável, quer porque esta faz parte inquestionável do mundo que a rodeia, quer pela relevância educativa das experiências que lhe pode proporcionar (Davis & Shade; Haugland & Wright; Clements & Nastasi), citado por Lúcia Amante [1].

Segundo a Lei Quadro da Educação Pré-Escolar (Decreto-lei nº 5/97), a introdução da tecnologia estimula o desenvolvimento global da criança em relação às suas características individuais, promove experiências de aprendizagem diversificadas e com significado, desenvolve a comunicação e a expressividade através da utilização de múltiplas linguagens e promove a curiosidade. Assim sendo, as tecnologias vão modificar e influenciar a forma de estar, de pensar, de trabalhar e, inevitavelmente, a forma de aprender [11].

Uma mais valia da introdução das tecnologias no pré-escolar é que:

“(…) além de serem um meio, pois abastecem alunos e professores de novos recursos e novas formas de trabalho, as tecnologias são também um fim, porque proporcionam a inclusão de todos os que não têm acesso à tecnologia fora do ambiente escolar.” (Tenuta, Barbosa), citado por Flávia Gontijo e José Costa [13].

Todos os “instrumentos”, incluindo as TIC, podem ajudar as crianças a desenvolver uma imagem positiva de si próprias enquanto aprendizes e enquanto indivíduos criativos, a ganhar confiança nas suas capacidades, a aumentar as suas competências, a adquirir novos conhecimentos e perspectivas através da sua própria actividade, e a estimular o seu desenvolvimento linguístico [11].

Assim sendo, o uso das tecnologias vão adicionar elementos de magia para brincar e aprender, contribuindo para uma melhor comunicação entre as crianças dentro e fora das salas de aulas [7].

Em suma tal como Carioca [11] refere, a tecnologia poderá exercitar os seguintes níveis de desenvolvimento da criança:

- Ao nível cognitivo, a aquisição de experiências e desenvolvimento do raciocínio lógico, fundamentais para a relação da criança com a comunidade;
- Ao nível sócio-afectivo, a facilitação da integração de crianças mais inibidas ou menos adaptadas, mediante o espírito de entajuda e autonomia que se estabelece;
- Ao nível psicomotor, na aquisição das várias noções espaciais, tais como a de lateralidade, cima, baixo, opostos, etc;
- Ao nível linguístico, facilitando a iniciação à leitura, escrita e cálculo matemático, bem como um maior enriquecimento do vocabulário da criança.

2.6 O papel dos educadores

De acordo com Vigotsky, o educador oferece suporte à medida que a criança desenvolve novos conhecimentos durante a interacção social, de modo a atingir a “zona de desenvolvimento proximal” [17], ou seja, a área de desenvolvimento potencial cognitivo que consiste na distância entre o conhecimento que a criança já possui e aquele que é capaz de atingir através do apoio fornecido por professores e colegas.

Clara Craveiro e Iolanda Ferreira afirmam que a melhor educação é aquela que permite desenvolver a criatividade, a originalidade e a inovação por oposição à memorização, repetição e reprodução de conhecimentos que foram transmitidos por outros e aprendidos pela criança. Estes aspectos terão um lugar primordial para a resolução eficaz de problemas e de situações de mudança que venham a surgir na nossa sociedade e certamente no futuro. Torna-se assim importante que o educador de infância

fomente a aprendizagem por descoberta, a aprendizagem activa e ainda a autonomia [4].

O papel dos educadores será então o de facilitadores e mediadores da aprendizagem.

A interacção das crianças com o computador tem de ser devidamente guiada, caso contrário, poderá resultar numa distracção e num distanciamento da aprendizagem. Esta situação ocorre com mais frequência quando essa interacção ainda é novidade [6].

O uso da tecnologia vai ainda proporcionar uma oportunidade para avaliação, uma vez que o educador pode observar as crianças a utilizar o computador oferecendo uma “janela” para os pensamentos das crianças [10].

2.7 A aprendizagem nos museus

Actualmente a noção de educação extravasa a tradicional “sala de aula” e é neste contexto que os museus constituem hoje um instrumento privilegiado para as aprendizagens, sobretudo as informais, desempenhando um papel vital na sociedade. Esta nova abordagem social dos museus resultou da mudança paradigmática do seu papel, anteriormente catalogados como meros armazéns de objectos são, actualmente, considerados espaços vivos promotores de aprendizagens activas. Nesta nova concepção de acessibilidade existe uma adaptação do formato de disponibilização da informação aos diversos públicos numa estratégia contínua de comunicação, onde o lazer se associa à formação.

“É na zona de cruzamento entre o lazer e a aprendizagem que residem alguns dos espaços mais promissores para o desenvolvimento de novos paradigmas de actuação, o que tem colocado às instituições culturais novos desafios e aberto oportunidades para o desenvolvimento de novas estratégias de relacionamento com os públicos, repensando e reequacionando os espaços e as formas para este reencontro. Neste campo, os serviços educativos e projectos educativos têm vindo a assumir cada vez mais o papel de interfaces de comunicação com as audiências e de lugares privilegiados para a construção de saberes e o estabelecimento de relações duradouras e exigentes.” [81].

O Museu da Baleia da Madeira (MBM), onde foram realizados testes com o nosso protótipo, pretende associar-se a este novo paradigma onde a informação é colocada ao serviço dos diferentes públicos-alvo. Assim, pretende reforçar o seu papel como instituição promotora da educação científica e ambiental, contribuindo para a formação e sensibilização da população.

Os Serviços Educativos do MBM têm como objectivos: 1) Comunicar o valor cultural, histórico e patrimonial do seu acervo museológico; 2) Garantir a divulgação dos estudos sobre os cetáceos desenvolvidos pela equipa científica do museu; e 3) Promover a conservação da identidade cultural no meio social envolvente. De forma a atingir estes objectivos foi criado o programa educativo da instituição constituído por actividades destinadas aos vários públicos. Mas a elaboração de um programa educativo não é uma actividade estática, deve primar pelo dinamismo e pela conjugação de várias metodologias que permitam a criação de ambientes de aprendizagem estimulantes.

Nas últimas décadas o desenvolvimento tecnológico tem proporcionado uma rápida circulação e conseqüente acesso à informação, mas aceder à informação não é sinónimo de apropriação da mesma em prol do desenvolvimento das capacidades humanas. É necessário promover formas de comunicação que se adequem ao público determinando não só o acesso, mas sobretudo a realização de aprendizagens significativas, proporcionadas pelo contacto com a informação. Mas a promoção de aprendizagens significativas representa um desafio extra para os públicos mais jovens, pois “Kids born into any new culture (technology culture) learn the new language easily, and forcefully resist using the old” [82]. O mesmo autor designa esta nova geração de Nativos Digitais e acentua que

“Today’s students have not just changed incrementally from those of the past, nor simply changed their slang, clothes, body adornments, or styles, as has happened between generations previously. (...) It is now clear that as a result of this ubiquitous environment and the sheer volume of their interaction with it, today students think and process information fundamentally differently from their predecessors [82].”

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica

Face ao exposto é necessário adaptar as actividades disponibilizadas ao público mais jovem, interligando-as com a tecnologia, o lazer e aprendizagem. É neste âmbito que surge a oportunidade da realização de testes no museu, permitindo ao museu aferir das potencialidades das tecnologias digitais para a construção de aplicações educativas que estimulem a aprendizagem onde, não importa apenas fornecer informação e complementá-la com actividades lúdicas, mas propiciar a inclusão e participação activa de todos os intervenientes tornando-os construtores do seu conhecimento. Neste âmbito, os serviços educativos do MBM pretendem contribuir para o desenvolvimento de recursos multiformato, onde as informações relacionadas com a instituição sejam representadas de forma mais acessível optimizando o processo de ensino-aprendizagem.

Capítulo 3

ESTADO DA ARTE

3.1 A Realidade Aumentada

A RA, é uma forma inovadora da computação gráfica em combinação com dados do mundo real, que vai sobrepor objectos virtuais tridimensionais, gerados por um computador, a ambientes reais. Esta área da ciência da computação iniciou-se num trabalho de Ivan Sutherland na década de 1960, que projectou e construiu o primeiro Optical Head Mounted Display (HMD) que foi utilizado para projectar imagens geradas por computador sobre o mundo físico, sendo este considerado o primeiro exemplo de RA, contudo apenas na década de 90 é que houve trabalho suficiente nesta área transformando-a num campo de pesquisa e desde então tem sido tema de pesquisa e inovação. É uma tecnologia inovadora, uma vez que integra tecnologia com o mundo real, contribuindo para uma experiência computacional natural e que de uma forma segura e sem necessidade de treino vai permitir ao utilizador a manipulação dos objectos virtuais com as suas próprias mãos, proporcionando uma interacção inovadora, atractiva e motivadora com o ambiente.

Para um melhor entendimento desta tecnologia, é necessário ter conhecimento de um conceito mais amplo: o da Realidade Misturada (RM). A RM é uma tecnologia que mistura o real com o virtual e divide-se em duas, na RA, cujo ambiente predominante é o mundo real, e na Virtualidade Aumentada (VA), cujo ambiente predominante é o mundo virtual. A RA será então uma particularização da RM, onde de acordo com Azuma, vai compor o ambiente físico do utilizador com imagens sintéticas. Esta composição deverá ser feita com muita precisão, de modo a levar o utilizador a crer que os mundos virtual e real coexistem no mesmo espaço [22, 23, 24].

A Figura 1 apresenta um diagrama adaptado de realidade/virtualidade contínua, mostrando as possibilidades gradativas de sobreposição do real com o virtual e vice-versa. Esta figura aborda a visão aumentada que é uma tecnologia futurista, que se baseia, por exemplo, em lentes de contacto com circuitos integrados.

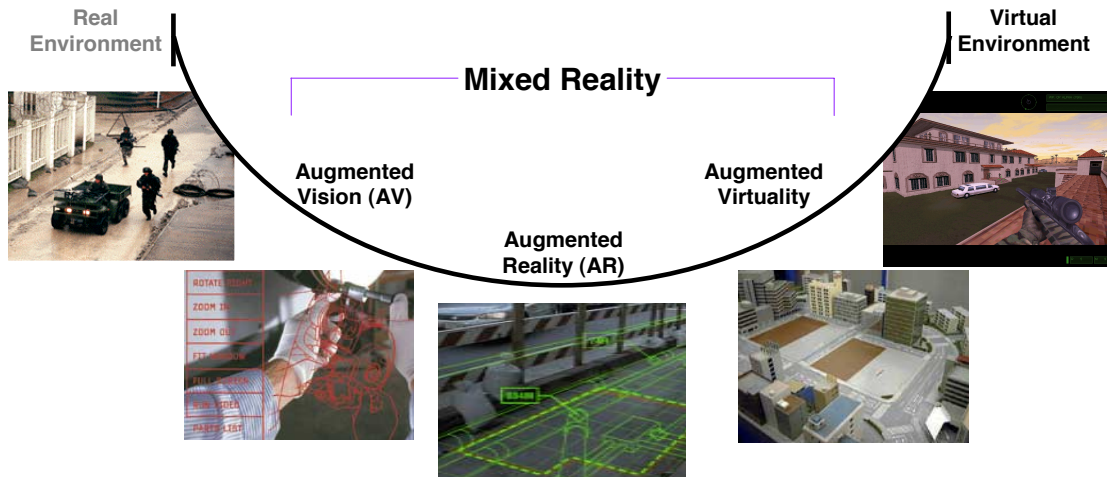


Figura 1 – Realidade Misturada [58]

Os ambientes de RA são definidos por Azuma como interfaces que possuem as seguintes propriedades [24]:

- Combinam objectos reais e virtuais no ambiente real;
- Consistem numa execução interactiva e em tempo real;
- Alinham objectos virtuais e reais entre si.

3.1.1 Rastreamento, Registo e Calibração

Para que um sistema de RA seja capaz de dar ao utilizador a ideia de ver as imagens reais e virtuais como uma só, é necessária a correcta sobreposição de objectos virtuais no mundo real. Isto é, os objectos virtuais têm de ser registados (alinhados na posição correcta) de forma precisa em todas as dimensões. Para isso, é necessário que a posição e orientação da câmara sejam rastreadas constantemente (*tracking*), pois um mau rastreamento pode resultar em efeitos negativos [26].

O rastreamento é assim utilizado para fornecer a entrada necessária para o registo correcto de objectos virtuais em relação ao mundo real, mas antes da realização destes dois processos, é necessário ter em conta que os parâmetros dos componentes de apresentação precisam ser determinados. Ao conjunto dos procedimentos para determinação desses parâmetros dá-se o nome de calibração. Estes três processos estão relacionados entre si [26].

3.2 Tecnologia da RA

São muitas as aplicações em RA, mas todas têm os mesmos componentes básicos. Existem três componentes diferentes necessárias para a maioria das aplicações de RA.

3.2.1 Interface

Dependendo da aplicação, existem diferentes formas de visualizar a informação. Existem dois tipos de interfaces (*user interface designs*), um para uso individual e outro para múltiplos utilizadores [22].

3.2.1.1 Head-Mounted Display

Os *Head-Mounted Displays* (HMD), também conhecidos por lentes mágicas, são dispositivos usados na cabeça que cobrem os olhos. A maioria destes dispositivos são construídos para aplicações de RV, mas são facilmente adaptados para RA. Os HMDs são muito bons para um único utilizador, uma vez que proporcionam uma experiência de imersão [22].

Existem dois tipos de HMDs conhecidos por *video see-through* e *optical see-through displays*.

3.2.1.1.1 Video see-through displays

Os *video see-through displays* possuem pequenas câmaras de vídeo para gravar imagens. Após o vídeo ser gravado, o computador vai sobrepor gráficos ao vídeo real. O vídeo aumentado será mostrado nuns óculos HMD, dando a ilusão de ver o mundo real através dos óculos quando na realidade o utilizador está a olhar para uma gravação de vídeo do mundo real. Os *video see-through displays* são o tipo de HMD mais utilizados por serem os mais fáceis de fazer. A desvantagem é que às vezes ocorrem atrasos no fluxo de vídeo quando o utilizador move a cabeça [22].

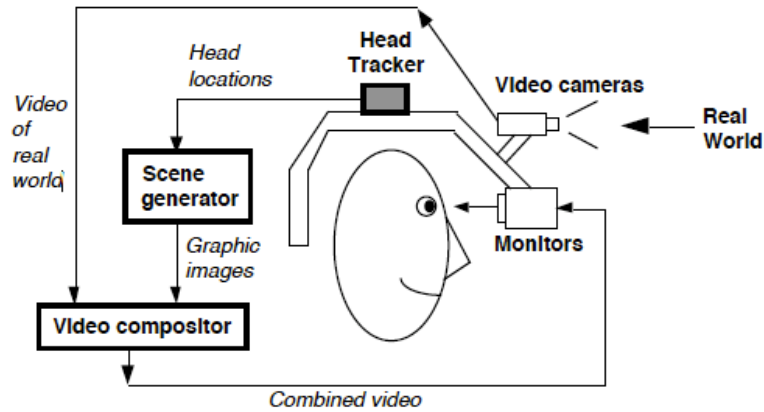


Figura 2 - Video see-through HMD [59]

3.2.1.1.2 Optical see-through displays

Os *optical see-through displays* não são muito populares e resultado disso é o facto de muitas empresas que os fabricavam terem ido à falência. Estes dispositivos usam a tecnologia de nome “*half-silver mirror technology*” que permite que exibições do mundo físico passem através de uma lente para que os gráficos possam ser reflectidos nos olhos do utilizador [59].

Contudo, existe outro dispositivo que é baseado no mesmo *design* e que é considerado muito promissor para a RA chamado *Virtual Retinal Display (VRD)* da *Microvision* que trabalha de uma forma inovadora. O utilizador usa um HMD que ao invés de gravar um video e emiti-lo, vai projectar um feixe de luz directamente na retina do olho do utilizador. O utilizador é induzido a pensar que está a ver a imagem num ecrã, mas na verdade a imagem está a ser colocada directamente no seu olho. A vantagem de usar a tecnologia VRD é que a imagem têm uma qualidade muito superior, sem cintilação ou campo de visão restrito. Além disso, a exibição é muito mais leve, as imagens têm uma resolução muito alta, a imagem é suficientemente brilhante para uso ao ar livre, e tem um baixo consumo de energia. Uma desvantagem é o facto de ser uma tecnologia muito cara [22].

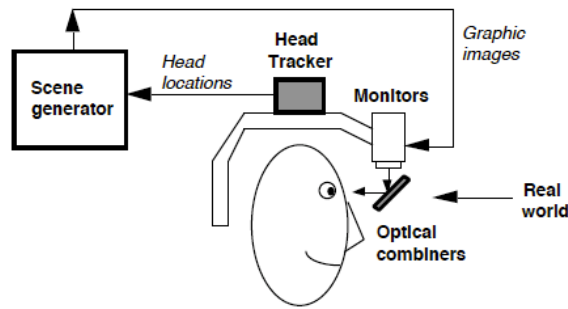


Figura 3 - Optical see-through HMD [59]

Apesar da maioria das aplicações em RA utilizarem HMDs, pela sua capacidade de imergir os utilizadores nos ambientes, estes dispositivos têm tido efeitos negativos quando utilizados em crianças nos jardins de infância, tais como mal disposições e tonturas [35].

3.2.1.2 Video Screen Interface

Este tipo de interface permite que múltiplos utilizadores vejam o video de RA em simultâneo. É geralmente conseguido através de ecrãs maiores como uma televisão, um projector ou o próprio ecrã do computador. Este tipo de interface RA funciona muito bem para sistemas que são fixos e projectados para fins de apresentações. Têm a desvantagem de não ser muito portátil ou móvel, para o caso das projecções [22].

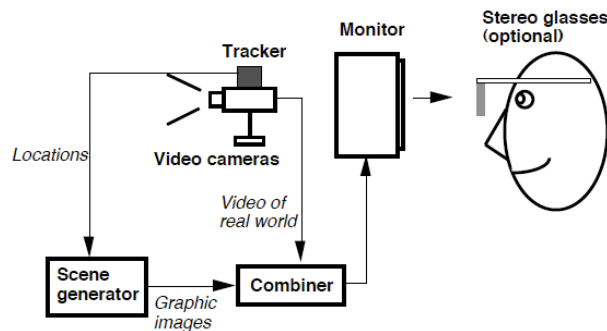


Figura 4 - Monitor-based AR [59]

3.2.2 Marcadores

Para que os objectos virtuais possam ser colocados numa determinada posição no mundo real, a maioria das aplicações utiliza marcadores. Os mais conhecidos são os marcadores pretos e brancos. Os marcadores serão abordados mais à frente com maior pormenor [22].

3.2.3 Software

Existem muitos tipos de software para o desenvolvimento de aplicações em RA. De seguida serão apresentados alguns exemplos.

3.2.3.1 ARToolKit

O ARToolKit é um software livre implementado pelo Dr. Hirokazu Kato, utilizado actualmente por investigadores do Laboratório Tecnológico de Interface Humana (HITL), na Universidade de Washington. Consiste numa biblioteca em C e C++ usada para o desenvolvimento de aplicações de RA.

Uma das partes mais complicadas no desenvolvimento de aplicações em RA consiste em calcular precisamente o ponto de vista do utilizador em tempo real, para que as imagens virtuais sejam alinhadas com exactidão com os objectos reais. O ARToolKit utiliza técnicas de visão computacional para calcular a posição real da câmara e a orientação relativa aos marcadores, permitindo ao programador sobrepor objectos virtuais a esses marcadores. O rastreamento (*tracking*) rápido e preciso fornecido pelo ARToolKit permite o desenvolvimento de muitas aplicações de RA interessantes.

O ARToolKit possui o seu código livre para modificações e uso no desenvolvimento de aplicações não comerciais sob licença GPL e a versão proprietária para a comercialização é oferecida pela incorporação ARToolworks [23, 27].

3.2.3.1.1 Funcionamento do ARToolKit

O ARToolKit, em primeiro lugar, transforma a imagem de vídeo capturada pela câmara numa imagem com valores binários (em B&W). Em seguida, examina essa imagem para encontrar regiões quadradas, encontra todos os quadrados na imagem binária, e para cada quadrado encontrado, a imagem no seu interior é capturada e comparada com algumas imagens armazenadas (padrão). Por conseguinte, se existir alguma similaridade, o ARToolKit considera que encontrou um dos marcadores de referência e usa o tamanho conhecido do quadrado e a orientação do padrão encontrado para calcular a posição real da câmara em relação à posição real do marcador. Uma matriz irá conter as coordenadas reais da câmara em relação ao marcador. Esta matriz é

usada para calcular a posição das coordenadas da câmara virtual. Se as coordenadas virtuais e reais da câmara forem as mesmas, o objecto virtual pode ser desenhado precisamente sobre o marcador real [23].

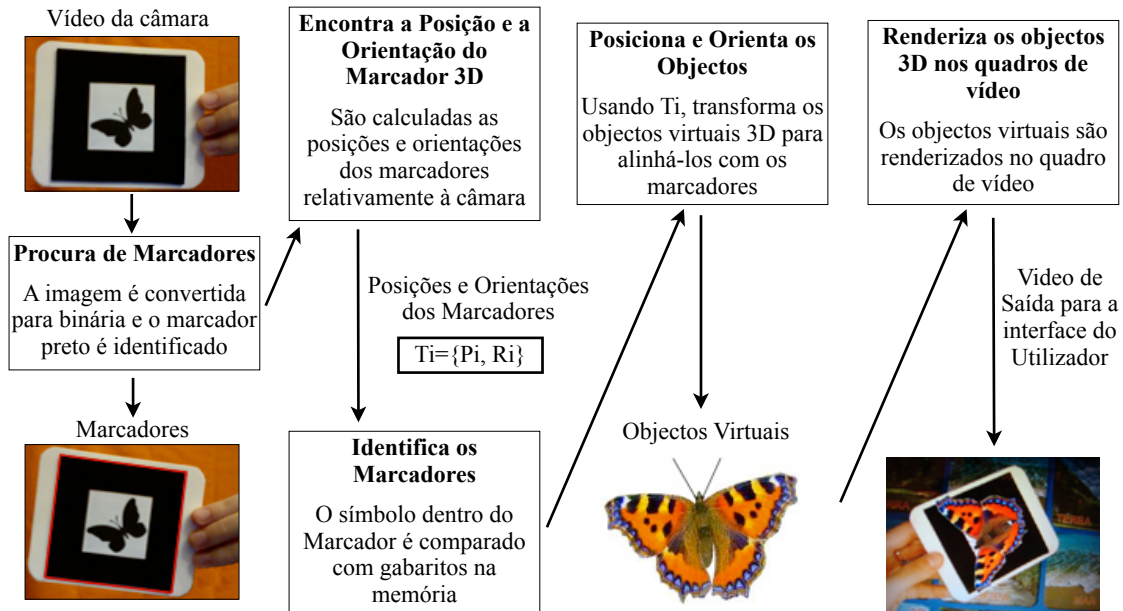


Figura 5 - Diagrama que descreve os passos da detecção dos marcadores e o posicionamento de objectos virtuais sobre os marcadores

3.2.3.2 osgART

O osgART é uma biblioteca que simplifica o desenvolvimento de aplicações de RA, pois combina o ARToolKit com o OpenSceneGraph. Esta biblioteca oferece três funcionalidades principais: a integração de alto nível de entrada de vídeo, o registo espacial e o registo fotométrico (oclusão, sombra). O OpenSceneGraph é uma biblioteca que disponibiliza um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações gráficas de elevado desempenho e oferece recursos tais como, alta qualidade na renderização e suporte de diversos tipos de ficheiros [52].

3.2.3.3 ARToolKitPlus

O ARToolKitPlus é uma extensão da biblioteca ARToolKit, que foi aperfeiçoado e ampliado para o uso em dispositivos móveis, como *smartphones*, PDAs e *Ultra Mobile PCs* (UMPCs). Foi desenvolvido em C++ puro e apresenta bons resultados em termos de desempenho, plataformas suportadas e funcionalidades. A detecção dos

marcadores é feita através de IDs, que é muito mais rápido do que por padrões de imagens, suportando assim um maior número de marcadores. Adapta-se automaticamente às variações de luz [53][62].

3.2.3.4 Studierstube Tracker

É um sucessor ao ARToolKitPlus. O seu código fonte é completamente diferente, tornando-o muito portátil por não depender de bibliotecas externas. Foi desenvolvido para oferecer um grande desempenho em PCs e também em telemóveis. Oferece muitas vantagens como, por exemplo, requisitos de memória muito baixos, processamento muito rápido, suporte de diferentes tipos de marcadores que podem ser usados simultaneamente (*ID-markers*, *DataMatrix markers*, *Frame markers*, *Split markers*, *Grid markers* e *Template markers* (ARToolKit)) e oferecendo robustez (oclusão de marcadores, reflexos de luz e imagens desfocadas (*blur*)) [54].

3.2.3.5 NyARToolKit

É uma biblioteca que suporta Java, C#, Android e C++. Basicamente consiste no ARToolKit escrito em java, mas com uma execução mais lenta. Foi criada por um Japonês de nome Nyatla em 2008, por isso grande parte da informação desta biblioteca encontra-se em Japonês. Existe também outra biblioteca para java de nome jARToolKit [55].

3.2.3.6 FLARToolKit

Esta foi a primeira biblioteca de rastreamento (*tracking*) baseada em flash para RA. É uma versão AS3 (*Action Script 3*) do ARToolKit e é baseada na NyARToolKit. Foi desenvolvida por Tomohiko Koyama e Ryo Iizuka, director da comunidade de desenvolvimento do NyARToolKit, no Japão. Permite criar aplicações de RA em flash [56].

3.2.3.7 ARToolKit NFT

Esta biblioteca faz o rastreamento (*tracking*) muito rápido de superfícies planas texturizadas como, por exemplo, material impresso. É robusta para visualização de

objectos em diferentes escalas sem perder o objecto de vista. Múltiplas características das superfícies rastreadas são extraídas, permitindo oclusões parciais e degradações das mesmas [57].

3.3 Aplicações de RA Existentes

Existem inúmeras áreas onde a RA pode ser aplicada, que vão desde as áreas mais sérias e exigentes até aquelas que requerem uma exigência menor, voltadas mais para o entretenimento e diversão. Assim sendo, o processo de visualizar e manipular objectos virtuais no ambiente real pode ser encontrado em várias aplicações, destacando-se a área de educação e treino como uma das áreas mais promissoras e recorrentes [25], uma vez que, muitas vezes, é necessário utilizar recursos que possibilitem uma melhor visualização do objecto em estudo.

Outras possibilidades incluem a criação de ambientes colaborativos, os quais consistem em sistemas multi-utilizadores com acesso simultâneo (cada utilizador visualiza e interage com os elementos reais e virtuais, cada um do seu ponto de vista), auxiliando utilizadores que desejam realizar determinada actividade em conjunto, estando localizados no mesmo espaço físico ou mesmo remotos entre si [25].

De seguida serão apresentadas algumas áreas de aplicação desta tecnologia.

3.3.1 Medicina

Na área da medicina, podem ser distinguidos quatro tipos de aplicações para a RA, sendo estas: a cirurgia guiada por imagem, o planeamento cirúrgico, a formação cirúrgica e a psiquiatria.

3.3.1.1 Cirurgia guiada por imagem

A cirurgia torna-se minimamente invasiva, oferecendo vantagens para o paciente, tais como traumas reduzidos, recuperações mais rápidas e melhores resultados estéticos. Dados médicos podem ser sobrepostos a um paciente para orientar uma operação. Bons exemplos de utilização são às operações ao coração e ao cérebro [26].

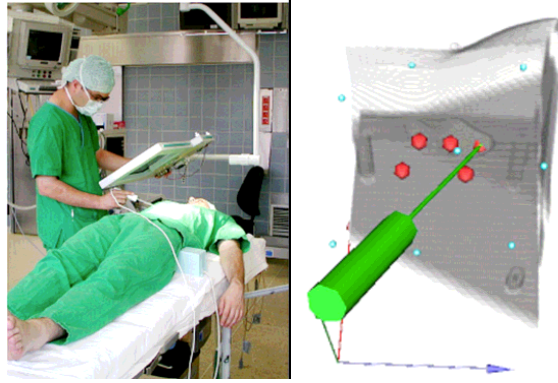


Figura 6 - Cirurgia guiada por imagem [26]

3.3.1.2 Planeamento cirúrgico

Permite pré-determinar as melhores decisões a serem tomadas numa cirurgia, diminuindo os riscos pelos quais o paciente poderia passar [26].

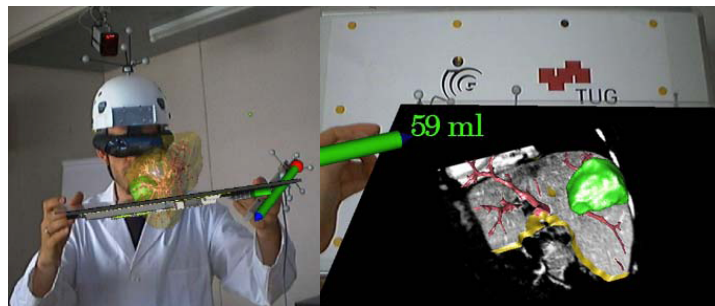


Figura 7 - Planeamento cirúrgico [26]

3.3.1.3 Formação cirúrgica

As técnicas de operação podem ser ensinadas de uma forma eficiente onde não existe a necessidade da existência física de órgãos reais, havendo assim uma grande redução de custos associados. Além disso, podem ser feitas tantas repetições quantas necessárias. Várias pessoas podem ser treinadas em simultâneo, uma vez que a colaboração entre elas é suportada [26].

3.3.1.4 Psiquiatria

Permite tratamentos de fobias a animais de pequeno porte, por exemplo, baratas e aranhas [26].



Figura 8 – Psiquiatria [26]

3.3.2 Educação

A RA tem sido muito explorada no campo da educação por se acreditar que esta contribui de maneira significativa nesta área, pois vai estimular a capacidade de percepção e o raciocínio espacial do utilizador.

Ezequiel Zorzal, Alexandre Cardoso, Claudio Kirner, Edgard e Lamounier Júnior investigaram a adequacidade do uso da RA, especificamente, em jogos de computador com fins educativos. Para tal desenvolveram, com recurso ao ARToolKit, três diferentes jogos, sendo estes: um quebra-cabeças 3D, um jogo de palavras e por fim um cubo mágico. No final concluíram que os jogos educativos com RA tinham um potencial muito grande de desenvolvimento [28].

3.3.2.1 Quebra-cabeças 3D

O objectivo consiste em encaixar todas as peças de forma que a figura tema do brinquedo fique visível na sua forma completa. As peças são associadas a marcadores montados em cubos de madeira com seis faces. Este jogo pode ser utilizado tanto para entretenimento quanto para outros fins, como desenvolvimento de raciocínio espacial e treino.



Figura 9 – Quebra-cabeças educativo [28]

3.3.2.2 Jogo de Palavras

Este jogo tem como objectivo fazer a junção de letras para formar palavras. Para isso foram desenvolvidos marcadores com letras no interior, e armazenadas combinações de palavras, formando assim marcadores compostos. Quando o utilizador forma uma sequência de letras previamente armazenada, o ARToolKit mostra um objecto virtual associado àquela combinação. Este jogo permite exercitar a alfabetização, bem como a aprendizagem de idiomas.



Figura 10 – Jogo de palavras educativo [28]

3.3.2.3 Cubo Mágico

Este jogo é composto por vários cubos e, posicionando correctamente e em sequência o cubo mágico no campo de visualização da webcam, o utilizador poderá ver e ouvir uma história, ou seja, pode examinar todos os ângulos, ouvir a narração e a fala dos personagens e ouvir sons do ambiente virtual.

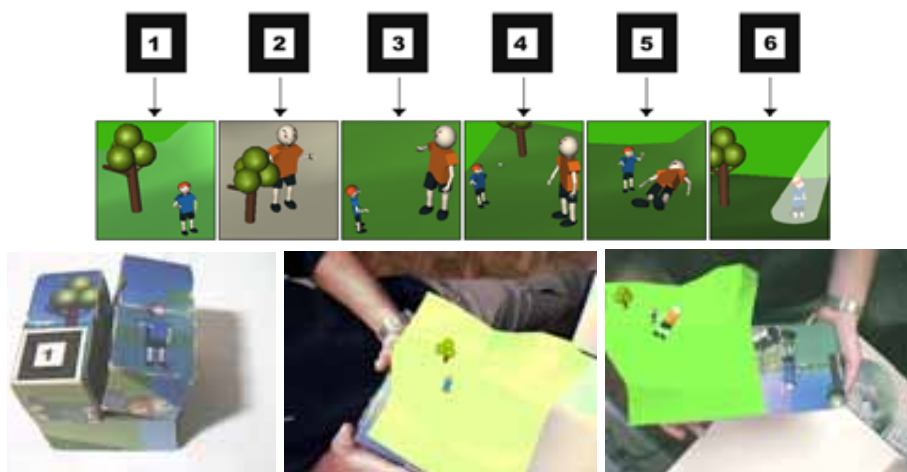


Figura 11 – Cubo mágico educativo [28]

3.3.2.4 Jogo da Memória

Outro exemplo de jogos educativos é o jogo da memória onde o utilizador tenta adivinhar quais são as placas que formam o par, quando viradas dentro do campo de visão da câmara. Neste caso, a RA permite enriquecer o ambiente do jogo de memória, proporcionando uma atractividade ao utilizador [29].



Figura 12 – Jogo da memória educativo [29]

3.3.2.5 SMART

Rubina Feitas [34] desenvolveu um sistema de nome SMART para crianças com base na disciplina de Estudo do Meio do 2º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico. Um dos jogos desenvolvidos foi o das categorias dos animais e transportes. Existiam dois conjuntos de marcadores, um para os animais ou transportes, e outro para as suas categorias. Doméstico ou selvagem no caso dos animais e terrestre, aquático ou aéreo para o caso dos transportes. A criança escolhia uma raquete com um marcador correspondente a um animal, colocando-a numa das mãos e com a outra mão escolhia a raquete com o marcador correspondente à categoria, por forma a que se obtivessem as categorias dos animais correctamente. Caso a categoria escolhida fosse a correcta era emitido um som de aplauso caso contrário era emitido um som correspondente a uma resposta errada.



Figura 13 – Jogo das categorias dos animais e dos transportes [34]

Outro jogo desenvolvido consistia em mostrar várias raquetes com marcadores que se associavam a vários animais de modo a que as crianças os pudessem contar, ao mesmo tempo que iam explorando as características dos animais, por exemplo, como era o seu corpo (às malhas, às riscas...), de que cor eram, etc.. Este jogo foi desenvolvido para crianças da pré-primária.

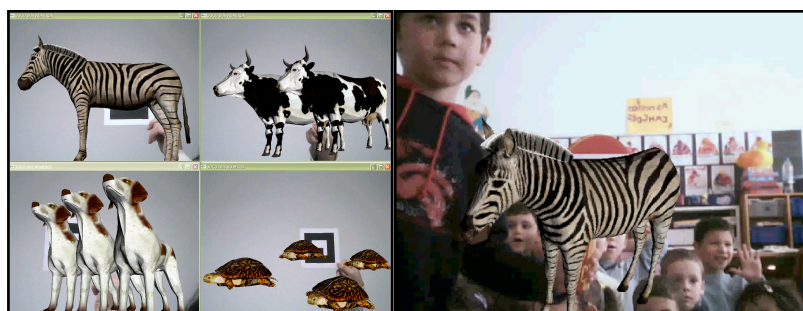


Figura 14 – Jogo dos números [34]

As conclusões tiradas deste trabalho foi que a RA pode ajudar a aumentar a motivação e conseqüentemente a aprendizagem dos alunos. Sendo uma mais valia para a aprendizagens dos alunos com mais dificuldades de aprendizagem.

3.3.2.6 ARELS

Ainda na área da pré-primária, Min-Chai Hsieh e Jiann-Shu Lee [35] desenvolveram um sistema de nome ARELS (*Augmented Reality English Learning System*) para ajudar as crianças a aprender inglês. Para tal fizeram um cartão para cada letra do alfabeto, que mostra uma imagem 3D de uma palavra começada pela letra em questão e pode também mostrar texto, imagens, música, animações e vídeos. Neste

trabalho foram usadas combinações de 2 marcadores por cartão, assim não só diminuíram a probabilidade de erro ao comparar os padrões dos marcadores, como também, reduziram a necessidade de ter muitos marcadores diferentes. Quando um dos marcadores é tapado, a imagem desaparece.

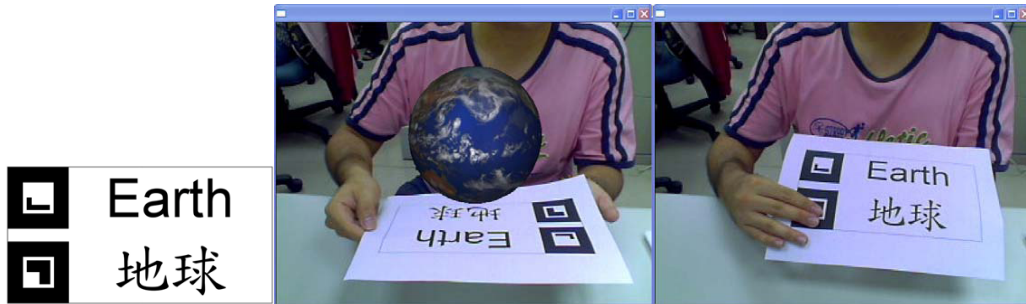


Figura 15 - ARELS [35]

3.3.3 Realidade Aumentada em Ambientes Colaborativos

Claudio Kirner e Ezequiel Roberto Zorzal escreveram um artigo onde estudam ambientes colaborativos com RA e mostram que é possível, através do uso do *software* ARToolKit, criar ambientes colaborativos em rede, gerando assim ambientes agradáveis, motivadores e enriquecidos, para estimular a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades em grupo. Afirmam ainda que a aprendizagem colaborativa presencial e remota tem sido usada cada vez mais como uma abordagem educacional eficiente [30].

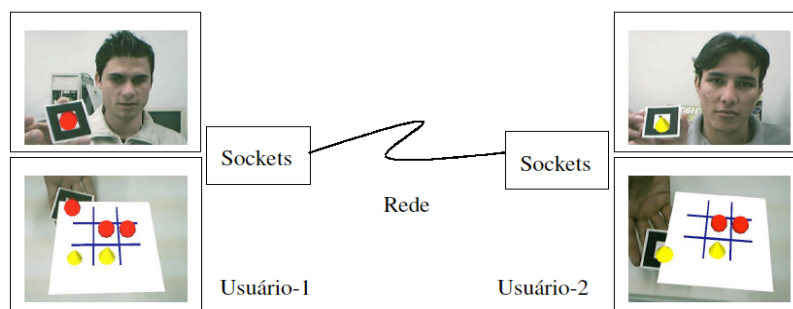


Figura 16 - Ambiente colaborativo com RA em rede [30]

Raphael Grasset, para concluir o doutoramento, desenvolveu uma *framework* para o suporte de actividades colaborativas sobre uma mesa usando RA de nome MARE (Multiuser Augmented Reality Environment). O seu sistema é dedicado a todas as áreas

que possam fazer uso da visualização e manipulação de objectos 3D, tais como: engenharia, arquitectura, visualização científica e ainda jogos [32].

Na Figura 17 são mostrados alguns exemplos. Da esquerda para a direita temos um protótipo de um motor, uma molécula e um protótipo de um edifício.

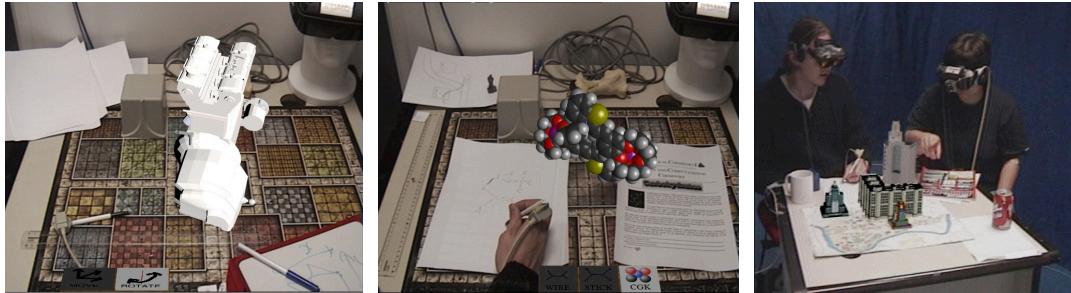


Figura 17 – MARE [32]

O Construct3D é uma ferramenta de construção 3D de geometria dinâmica desenvolvida por Hannes Kaufmann. Este *software* oferece a oportunidade aos alunos de construir, explorar e interagir com objectos em três dimensões, podendo andar à volta da construção geométrica e vê-la de diferentes ângulos. Esta aplicação pode ser usada por vários utilizadores simultaneamente que podem interagir entre si. Ao trabalhar com objectos em 3D, os alunos vão melhorar, enriquecer e complementar as imagens mentais desses objectos. Este software mostrou ser fácil de usar, requer pouco tempo para aprender, incentiva os alunos a explorar a geometria e pode ser usado de forma consistente [33].

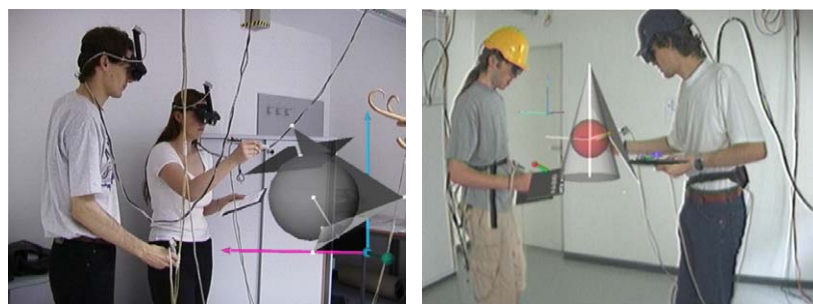


Figura 18 – Estudantes a utilizarem o Construct3D [33]

3.3.4 Património cultural

O ARCHEOGUIDE (*Augmented Reality-based Cultural Heritage On-site GUIDE*) é um sistema que foi desenvolvido para que o utilizador pudesse ver, através de imagens em 3D, monumentos que hoje encontram-se em ruínas. A RA é aqui usada

para reconstruir os monumentos no seu local de origem, permitindo ao utilizador viajar ao passado [36].



Figura 19 - Exemplo de uma reconstrução por RA [60]

3.3.5 Museus

De Julho a Setembro de 2009, a Canon lançou uma exposição de dinossauros da realidade virtual em Chiba, no Japão intitulada “dinosaur 2009 - Miracles of the Desert”. O seu objectivo foi dar ao público uma visão daquilo que poderão ser os museus do futuro onde os visitantes tiveram a possibilidade de usar um HMD que exibia quase em tamanho real imagens tridimensionais de dinossauros diferentes ali mesmo no chão do museu. Algumas das criaturas virtuais faziam movimentos e emitiam sons adicionando assim efeitos realistas [31].

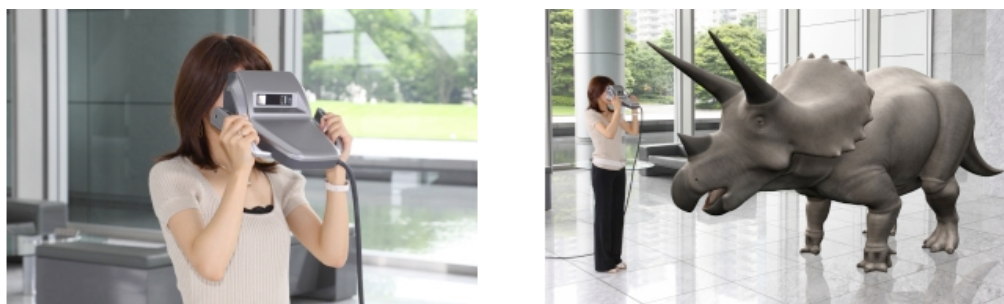


Figura 20 – Exposição de dinossauros num museu [31]

Também em 2009, na exposição "A Future for the Past" no Museu Allard Pierson Museum em Amsterdão [37], os visitantes podiam ver reconstruções virtuais do Saticum e do Forum Romanum utilizando um iMac com *MovableScreen*. Existiam duas grandes fotografias nas paredes do espaço expositivo que são sobrepostas com a informação através de RA. A informação era mostrada sob a forma de fotografias, texto, imagens em 3D e ainda vídeos. O sistema utiliza dois dispositivos de *hardware*, o

MovableScreen e UMPCs. O *MovableScreen*, é uma RA estacionária *see through device*, uma nova *Human-Machine-Interface* constituído por um iMac de 24 polegadas, montado sobre um pilar de alumínio giratório. À medida que o ecrã gira, várias informações relativas aos monumentos vão aparecendo, pois vários pontos de interesse são detectados, fazendo a informação surgir. O UMPC também disponibiliza o mesmo efeito, mas este simula o funcionamento da aplicação no cenário real, dando a impressão que o utilizador está a olhar simultaneamente para duas imagens diferentes. O utilizador pode interagir com a aplicação tocando no ecrã.



Figura 21 - Reconstruções virtuais do *Satricum* e do *Forum Romanum* [37]

3.3.6 Publicidade

3.3.6.1 Publicidade em caixas de chá

Augmented Reality &Co. foi a primeira empresa de RA na Indonésia, em parceria oficial com a Total Immersion, líder global nesta tecnologia. Esta empresa oferece soluções inovadoras que podem ser utilizadas em várias indústrias e aplicações, tais como eventos de *marketing*, apresentações ao vivo, suporte de vendas, instalações permanentes em museus e parques temáticos, que são apresentadas nos computadores pessoais e também em telemóveis [38].



Figura 22 – Publicidade em caixas de chá [38]

3.3.6.2 Publicidade em Doritos

Outro exemplo lançado em 2009 é o caso dos Dotiros. Cada pacote tem no verso um símbolo de RA, que ao ser activado no site da marca “liberta” um monstrinho em 3D chamado *Doritos Lover* [47].



Figura 23 – Publicidade nos pacotes da batata frita Doritos [47]

3.3.6.3 Publicidade em bolinhos

Outro exemplo muito interessante é o dos bolinhos de RA, idealizados por um estagiário da empresa Tellart que criou marcadores que ao serem colocados à frente da câmara, mostravam o logotipo da empresa [51].

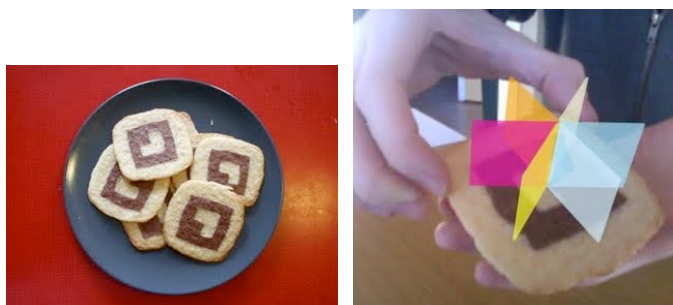


Figura 24 – Bolinhos com RA [51]

A empresa Total Immersion, referida anteriormente, foi criada em 1999 e é uma empresa que desenvolve soluções através da RA. Os primeiros clientes desta empresa foram fundamentalmente do mercado industrial e automóvel que utilizavam a RA como uma forma de reduzir os custos de concepção e simulação na implementação de novos modelos, ex: Renault e BMW. Entre 2005 e 2007, expandiu-se internacionalmente, e hoje projecta e produz segmentos de negócio diversos e inovadores, incluindo parques de diversão, eventos, exposições, lançamentos de produtos (*retail*) e publicidade [39]. De seguida são dados exemplos desenvolvidos pela empresa.

3.3.6.4 Espelhos Mágicos

Os quiosques podem ser adaptados como jogos interactivos ou “espelhos mágicos” e uma forma de o fazer é, por exemplo, colocar máscaras ou adereços nas caras dos utilizadores. Em 2009, em Madrid, foi feita publicidade dos *transformers 2* onde foi usado um quiosque de RA e também a tecnologia *face-tracking* de reconhecimento facial.



Figura 25 – Quiosque interactivo para publicidade [39]

3.3.6.5 Livros e brochuras mágicas

Neste exemplo, à medida que o utilizador vai lendo um livro ou vendo uma brochura, imagens em 3D vão surgindo no ecrã. No caso do carro, o cliente pode mudar a sua cor, bem como ver todo o seu interior e pode personaliza-lo a seu gosto. Este conceito também pode ser aplicado a revistas, por exemplo, para fins publicitários.



Figura 26 – Livro e brochura mágica [39]

3.3.7 Parques de diversões

Em 2008 a empresa lançou uma nova atracção para o parque de diversões francês Futuroscope de nome "The Future is Wild", que permite a interacção dos visitantes com animais futuristas virtuais. Esta atracção teve um grande sucesso [39].



Figura 27 – RA num parque de diversões [39]

3.3.8 Lançamento de produtos

Um quiosque interactivo pode ser instalado em quaisquer tipos de eventos especiais, exposições ou para lançamentos de produtos. O produto pode ser visualizado em imagens 3D através de um folheto, brochura ou até mesmo através da caixa do produto. Audio e texto também podem ser apresentados [39].



Figura 28 – Quiosques interactivos para lançamento de produtos [39]

Apresentações em público, tais como o Live Stage Event podem ser enriquecidas com efeitos 3D que são introduzidos em tempo real com o qual o apresentador pode interagir.

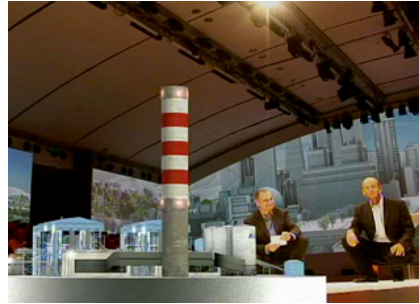


Figura 29 – Apresentação em público com efeitos 3D [39]

3.3.9 Turismo

O Touring Machine é um protótipo que usa RA para explorar ambientes urbanos, e foi elaborado com base no MARS (*Mobile Augmented Reality Systems*). Este sistema sobrepõe, em tempo real, informações sob a forma de texto a pontos de interesse, tais como, edifícios e estátuas [40]. Existem também protótipos deste género que integram texto, audio, video e imagens [41].

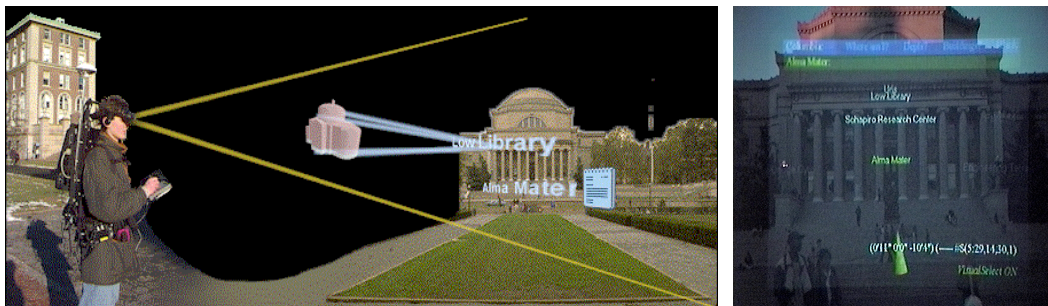


Figura 30 – Exploração de ambientes urbanos com RA [41]

A Discover Anywhere Mobile é uma empresa que cria aplicações móveis para a indústria do turismo e em 2009 foi a primeira a oferecer aplicações personalizadas de RA para o turismo/mercado de viagens. O uso desta tecnologia torna fácil para os viajantes encontrarem exactamente o que procuram, mesmo se estiverem em territórios completamente desconhecidos. Em vez de olhar para as tabuletas das ruas ou interpretar mapas, os turistas só precisam de olhar para um *smart phone* (disponível para o iPhone 3GS) e olhar ao redor, informações irão surgir sobre o vídeo em tempo real mostrando exactamente aquilo que o turista pretende [42].

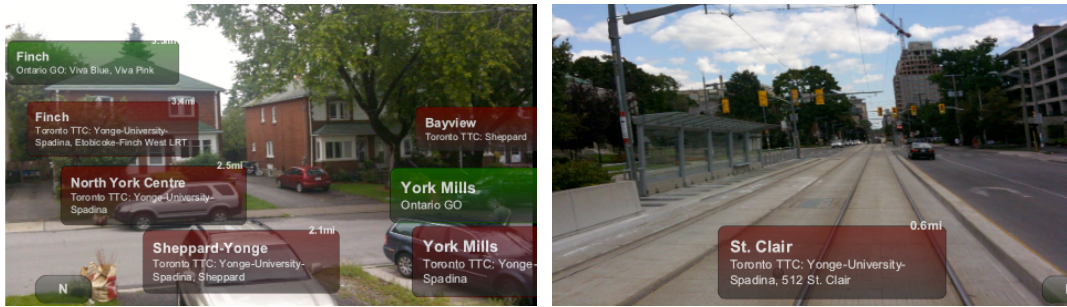


Figura 31 - Imagens do software *Discover Anywhere Transit*, conhecido por “DA Transit” [42]

A YDreams, que é uma empresa global especialista em tecnologias de interação, com foco na área de RA, desenvolveu o Virtual Sightseeing, um miradouro virtual que foi produto pioneiro em 2005 e que permite explorar paisagens (360°) e os seus pontos de interesse de forma interactiva. É ideal para parques naturais, monumentos de carácter histórico, andares cimeiros de arranha-céus ou hotéis. Suporta utilizadores com necessidades especiais, sendo especificamente orientado para deficientes visuais e auditivos, pois permite ouvir e ler textos sobre a paisagem. A YDreams detém a patente do Miradouro Virtual, tendo exclusividade na comercialização deste produto em Portugal e é uma das empresas-líder mundiais na área de RA [44].



Figura 32 - Virtual Sightseeing [44]

3.3.10 Entretenimento

O instituto de tecnologia de informação aplicada Fraunhofer FIT criou, em 2009, o primeiro protótipo em RA à prova de água. Para tal desenvolveu um jogo subaquático onde coloca o mergulhador no papel de um arqueólogo à procura de um tesouro. Para além de ter de encontrar o tesouro, o mergulhador tem de encontrar um código para abrir a fechadura e os elementos desse número podem ser encontrados em mexilhões espalhados pela piscina. O jogo desenvolve-se numa piscina vazia apenas com

marcadores de RA onde os elementos marinhos são apresentados virtualmente. O principal componente do sistema é um dispositivo à prova d'água à frente de uma máscara de mergulho, que vai permitir a visualização do ambiente natural com a adição dos objectos virtuais. É também colocada uma câmara acima da máscara do mergulhador para detectar os marcadores [43].



Figura 33 – Um recife natural virtual com RA [43]

Um exemplo muito recente do produtor Nicolas Doucet é o EyePet desenvolvido pela Sony Worldwide Studios para a PlayStation 3 e lançado a 23 Outubro 2009. O EyePet é um animal de estimação brincalhão, que oferece uma experiência de jogo extraordinária e que envolve vários níveis sensoriais uma vez que reage a sons e acções do ambiente real. A configuração é fácil, é necessário criar um espaço desimpedido e bem iluminado em frente ao televisor, ligar a câmara PlayStation Eye e colocar o Cartão Mágico (Marcador fornecido com o jogo) no chão. A câmara PlayStation Eye é a responsável pela interacção do utilizador com o EyePet. O objectivo do jogo é cuidar do animal desde bebé até adulto, podendo alimentá-lo, lavá-lo, brincar com ele ou ensiná-lo a desenhar. O jogo vem com uma caneta própria que o utilizador utiliza para fazer desenhos de brinquedos, que depois de serem mostrados à câmara PlayStation Eye, transformam-se em brinquedos em 3D para o EyePet que podem ser controlados através do comando sem fios [45].



Figura 34 – EyePet [45]

3.3.11 Manutenção, Reparação e Construção

Neste sistema de RA, o utilizador usa óculos especiais que dão todas as instruções necessárias em tempo real, oralmente e também por animações de todo o processo de um trabalho mecânico complexo. Os óculos têm acesso *wireless* ao computador principal. A RA vai contribuir assim para uma melhor qualidade de serviço, reduzindo custos e melhorando os tempos de reparação.

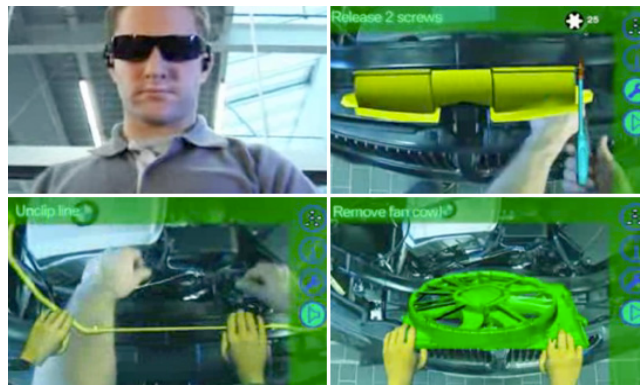


Figura 35 – RA em montagem de automóveis [61]

Steven J. Henderson e Steven K. Feiner desenvolveram um protótipo chamado ARMAR (*Augmented Reality for Maintenance and Repair*), utilizado para investigar de que forma o uso de gráficos sobrepostos ao equipamento real, em tempo real podiam aumentar significativamente a produtividade, precisão e segurança, tanto durante um treino como na área profissional na manutenção e reparação de máquinas complexas. Exclui a necessidade da consulta de manuais de instruções, que contribuíam para atrasos no tempo de reparação, induzindo por vezes a erros. Este sistema consiste num assistente de reparação e manutenção onde todas as tarefas são devidamente guiadas passo a passo [46].

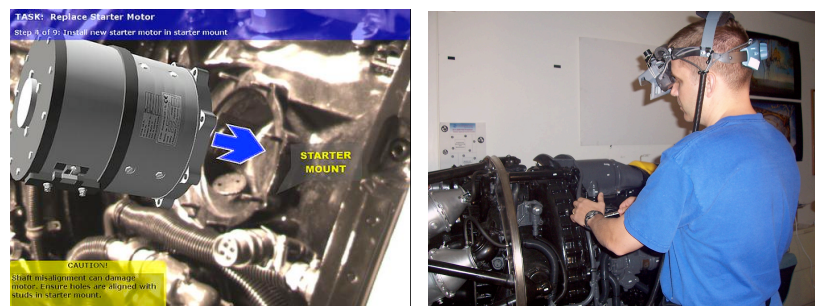


Figura 36 - Demonstração do protótipo ARMAR aplicado num motor de uma turboélice [46]

Steven Feiner et al., desenvolveram um protótipo chamado ARC (*Augmented Reality for Construction*) para auxiliar a construção de uma estrutura *spaceframe*. Neste protótipo são dadas todas as instruções passo a passo até a montagem estar concluída [48].

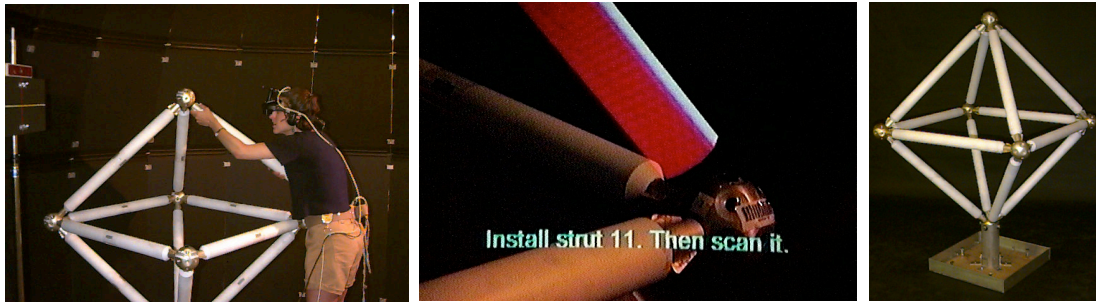


Figura 37 – Protótipo ARC [48]

3.3.12 Aviação e Navegação marítima

Foram desenvolvidos protótipos para a aviação que melhoram a sua segurança, indicando perigos nas redondezas, por exemplo, ventos e turbulências. Este protótipo usa a tecnologia HUD (*head-up display*), também usada para aviação militar [49].

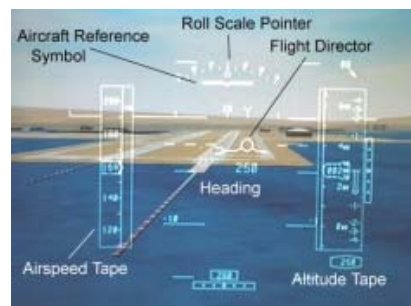


Figura 38 – RA na aviação [49]

Também foram desenvolvidos protótipos para a navegação marítima, é o caso do vAtoN (*Virtual Aids To Navigation*) da Information In Place, Inc. (IIPi), desenvolvido para a Guarda Costeira dos Estados Unidos, que utiliza uma espécie de sinais de trânsito sobre a água, que ajudam os marinheiros a navegar da forma mais segura possível. Mostram, por exemplo, avisos de destroços submersos, expostos sobre a área de um naufrágio. As imagens que se seguem foram tiradas numa demonstração do protótipo em

2003 e representam o que um marinheiro vê, utilizando os óculos de RA (*optical see-through augmented reality eyewear*) [50].

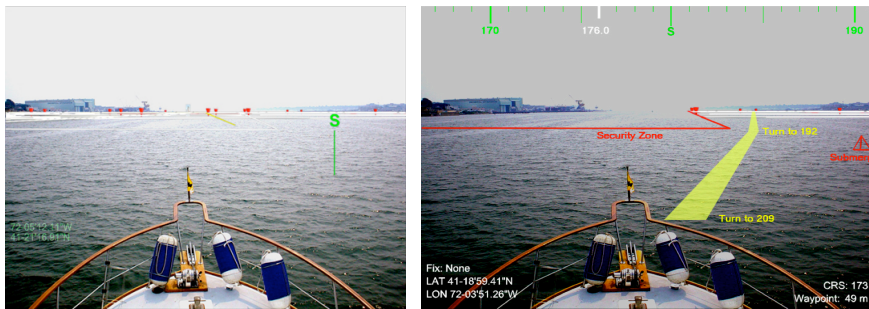


Figura 39 – RA na navegação marítima [50]

3.3.13 Treino Militar

A IUPI e a empresa RDECOM desenvolveram um sistema para treinos militares de nome MARCETE (*Mobile Augmented Reality Contextual Embedded Training and Electronic Performance Support System*). Este sistema utiliza um capacete de RA, PDAs, GPS e rede *wireless*. O sistema simula tropas inimigas, não combatentes, ambientes (ex: rochas, edifícios), eventos (ex: explosões) e fornece informações variadas como a posição de minas e dos elementos adversários. Apresenta gráficos, texto, sons e comandos de voz [50].



Figura 40 – RA em treinos militares [50]

3.4 Sistemas que estudam a colaboração

Promover comportamentos de colaboração é crucial no contexto educativo no pré-escolar. Por isso, fizemos uma breve análise a abordagens que usam a tecnologia como um meio para alcançar níveis mais altos de colaboração nas salas de aulas.

As crianças comunicam e aprendem através de brincadeiras e de exploração. Através das interacções sociais e da imitação, adquirem novas habilidades e aprendem a colaborar com os outros. O mesmo se verifica quando as crianças usam os computadores.

Com a utilização de um computador tradicional, com rato e teclado, e mesmo tendo em consideração que duas ou mais crianças podem colaborar verbalmente, apenas uma criança de cada vez tem controlo sobre o computador. O reconhecimento de que o trabalho em grupo à volta de um único ecrã é favorável, levou ao desenvolvimento de *hardware* e *software* desenhado especificamente para esse propósito. Os efeitos de dar a cada utilizador um dispositivo de entrada, nomeadamente um rato, mesmo que apenas um pudesse estar activo de cada vez, foram estudados e foram encontradas melhorias significativas de aprendizagem [76].

Stewart et al. [77] observaram que quando as crianças têm acesso a vários dispositivos de entrada desfrutavam de uma melhor experiência de utilização, tendo estes investigadores notado aumentos nas incidências de interacções estudante-estudante e estudante-professor, assim como um carácter mais colaborativo nas interacções. As crianças também pareciam ter apreciado mais a experiência comparativamente a observações anteriores em sistemas *standard*.

Existem também estudos sobre o *design* de interfaces para a colaboração entre crianças [78]. Alguns resultados apresentam sistemas que efectivamente suportam a colaboração e uma interactividade que as crianças gostam, ficando envolvidas no jogo [78].

Kannetis e Potamianos [79] investigaram a forma como a fantasia, a curiosidade e o desafio contribuem para a experiência do utilizador em jogos de computador de diálogo multimodal para crianças da pré-escola, que é particularmente relevante para a nossa pesquisa. Descobriram que a fantasia e a curiosidade estão correlacionadas com o entretenimento das crianças, enquanto que o nível de dificuldade pareceu depender da

preferência e capacidades de cada criança em particular [79]. Uma questão tida em consideração para o *design* do nosso jogo de RA foi que estas crianças tornam-se mais envolvidas quando *interfaces* multimodais apresentam frases sonoras e contêm elementos de curiosidade. Estes elementos foram introduzidos no nosso *design*, e os resultados obtidos confirmaram os que tinham sido descritos em [79].

Capítulo 4

TRABALHO DESENVOLVIDO

Um dos primeiros passos dados neste projecto, consistiu num estudo das necessidades e características das crianças para as quais este projecto se destina.

Segundo a investigação feita por Laura Colker, Elaine Robey e Carolyn Harris, ao saber como é que as crianças actuam num ambiente de aprendizagem, é possível criar jogos educativos que vão ao encontro das suas necessidades, de acordo com os seus interesses e que facilite a sua aprendizagem [5].

Assim sendo, as principais preocupações tidas foi tentar perceber qual a melhor forma de aprendizagem por parte das crianças, como estão habituadas a receber a informação, ou seja, como é que aprendem, e de que forma interagem com os colegas, auxiliares e educadoras. Com base nestas informações poderá ser desenvolvido um sistema adaptado, que facilite a aprendizagem e que promova a colaboração entre as crianças.

Para este projecto, foi decidido a realização de um jogo, pois os jogos introduzem actividades de aprendizagem através de elementos lúdicos como fonte de motivação.

Segundo Piaget, o jogo desempenha um papel importante no crescimento das habilidades mentais da criança, e para Vigotsky, o jogo serve como um instrumento da mente que permite às crianças dominarem o seu próprio comportamento [17].

4.1 A escolha do jogo

Para a escolha do jogo foram realizadas diversas reuniões com educadoras de infância com o objectivo de recolher ideias importantes, tais como tópicos a abordar e também exemplos práticos de possíveis jogos a serem realizados com recurso à RA. Nestas reuniões, era explicado às educadoras em que consistia a tecnologia RA para que, em conjunto pudessemos idealizar jogos adequados às necessidades das crianças. Note-se que quando as educadoras perceberam em que consistia esta tecnologia, (através da demonstração de exemplos práticos, desenvolvidos para esse propósito, tais como um simples marcador que quando detectado pela câmara mostrava um vídeo, uma

animação ou simples cubos em 3D) mostraram-se muito surpresas e afirmaram que a adopção desta tecnologia seria, sem dúvida, uma mais valia para o enriquecimento dos espaços educativos.

Após muitas ideias dentro de diversos tópicos a abordar, optamos por um jogo de tabuleiro que aborda os seres vivos, mais concretamente, onde vivem determinados seres vivos. O objectivo do jogo consiste em completar um tabuleiro com vários marcadores de uma forma correcta.

4.2 Design do jogo

Para que o jogo acomodasse todos os requisitos necessários tanto para o próprio jogo, como para o público alvo que são as crianças dos 3 aos 5/6 anos, esta fase foi sempre acompanhada por educadoras de infância experientes. Estas educadoras listaram uma série de requisitos que qualquer jogo ou ferramenta educativa deve obedecer. Os requisitos mais importantes foram:

- Promover comportamentos de respeito na colaboração, tais como, dar a vez ao colega, indicar o que foi feito de errado e apresentar soluções;
- Promover a aprendizagem de um determinado tema;
- Promover uma abordagem construtivista, onde as crianças aprendem fazendo e construindo soluções;
- Utilizar para a interface tangível, um material físico resistente e adequado à manipulação pelas crianças;

Durante o desenvolvimento do protótipo, nenhuma opção foi tomada sem o consentimento de pelo menos uma educadora.

Estudos realizados por Kerawalla et al.[75] mostraram que a RA por si só, não é suficiente para manter as crianças envolvidas, podendo até reduzir o empenho das mesmas, o que demonstra o desafio colocado aos investigadores durante a tentativa de desenhar sistemas de estudo como os que propomos.

4.2.1 O Tabuleiro

Foi idealizado um tabuleiro cuja base seria composta por nove divisões onde as crianças colocariam livremente as peças do jogo. Oito dessas divisões correspondiam a um ou mais meios onde vivem os seres vivos, sendo estes, o Mar, a Terra, a Ribeira, a Terra/Ar, e por fim o Mar/Ribeira. A nona divisão está reservada a um marcador “especial”, responsável apenas por indicar se a/as respostas estão certas ou erradas. O tabuleiro teria de ser construído de forma a pudermos colocar uma câmara (responsável pelo processamento de vídeo em tempo real), numa posição paralela, fixa e centrada à sua base.

Assim sendo, foi construído um tabuleiro de madeira com um suporte para a câmara. Na base do tabuleiro, foi colocada uma cartolina azul a forrar o fundo. Utilizamos um material de nome “folha de Eva” para fazer os contornos onde seriam colocadas as peças do jogo. Esses contornos foram depois colados sobre a cartolina azul, como mostra a Figura 41.



Figura 41 – Componentes do tabuleiro do jogo

Este material de nome folha de Eva, de acordo com as educadoras, é um material utilizado frequentemente nos jardins de infância e no pré-escolar por ser um material esponjoso e resistente, próprio para as idades entre os 3 e os 5/6 anos. De seguida, foram idealizadas imagens para serem colocadas nesses mesmos espaços. As educadoras salientaram a importância da utilização de imagens o mais realistas possíveis, dando assim a oportunidade à criança de puder associar essas mesmas

imagens ao mundo real. Optou-se por seleccionar fotografias reais, fotografias estas que foram escolhidas com a ajuda de uma das educadores envolvidas. Sobre as fotografias foram colocados os respectivos nomes dos ambientes, para que as crianças se fossem familiarizando com os nomes associados aos respectivos meios, esta sugestão foi igualmente dada por uma educadora.



Figura 42 – Imagens do tabuleiro

É de salientar que tanto a cartolina com as separações, como todas as imagens colocadas nessas mesmas separações, são de fácil remoção. Possibilitando, desta forma, uma fácil adaptação a diferentes jogos tal como mostra a Figura 41.

A resolução da câmara escolhida foi de 640×480 . Fazendo a divisão destes mesmos valores, obtemos o resultado de 1,3333(3) logo, para calcular as medidas da base do tabuleiro é necessário achar valores para o comprimento e largura, cuja divisão dê o mesmo valor, ou seja, 1,3333(3). Para este tabuleiro usamos um comprimento de 37,3 cm e uma largura de 28 cm. Foi feito um suporte em madeira para fixar a câmara. Esta deveria estar a uma altura de aproximadamente 40 cm do tabuleiro. Este suporte foi desenhado de forma a poder ser facilmente reajustado, podendo variar a sua altura e posição no eixo dos XX. A Figura 43 ilustra a configuração global do sistema, que pode ser conectado a qualquer tipo de computador e monitor. Na figura, mostramos o sistema ligado a um computador portátil, mas na maioria dos testes foi utilizado um projector, para facilitar a aprendizagem colaborativa.



Figura 43 – Tabuleiro do jogo

Note-se que alguns compartimentos, tais como o Mar e a Terra/Ar têm imagens repetidas, permitindo diferentes soluções possíveis e aumentando o grau de dificuldade, pois Papert, refere que as crianças aprendem melhor se tiverem tarefas, desafios, ou problemas nos quais as respostas não sejam óbvias ou demasiado simples [15].

4.2.2 Os Marcadores

As peças do jogo consistem em marcadores de RA. Para fugir aos tradicionais marcadores de RA que usam padrões muito simples e abstractos, estes marcadores foram elaborados com base numa das ideias obtidas de possíveis jogos, o jogo das sombras, onde no marcador temos uma silhueta do ser vivo que mostrará em 3D o ser vivo correspondente. Os marcadores podem ser livremente manipulados pelas crianças, e depois colocados nas devidas divisões no tabuleiro.

O material escolhido para realizar estes marcadores foi novamente a folha de Eva em conjunto com papel (para os padrões). Aqui o propósito da utilização deste material devesse ao facto deste ser perfeitamente adequado à sua utilização por parte das crianças, ainda porque nestas idades as crianças têm a tendência de levar os objectos à boca. Outra grande vantagem deste material deve-se ao facto de não reflectir luz em ambientes com muita claridade, o que torna a detecção e reconhecimento dos padrões muito mais simples. O ideal seria ter o marcador todo feito com esse material, mas isso não foi conseguido devido ao pormenor da imagem da silhueta.

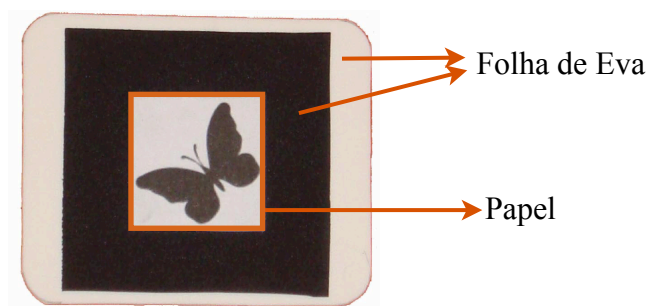


Figura 44 – Materiais utilizados nos marcadores

Foram construídos padrões de 8 cm de comprimento e largura, com uma margem a toda a volta de 0,5 cm, para facilitar o reconhecimento do padrão. Para as crianças puderem pegar nos marcadores e manipulá-los, foi necessária a adição de umas abas de 1 cm cada, nas zonas laterais dos mesmos. No total os marcadores têm 11 cm de comprimento e 9 cm de largura.

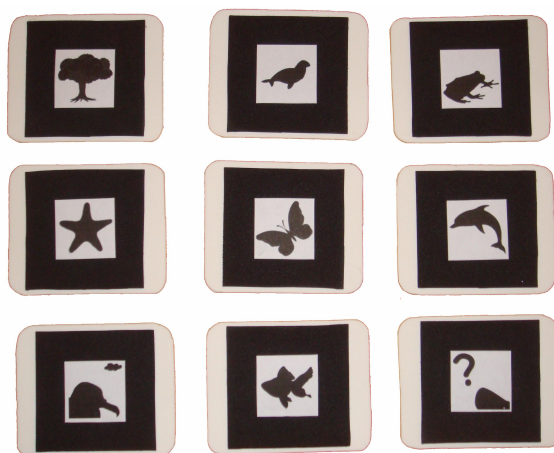


Figura 45 – Marcadores do jogo

De acordo com a Figura 45, podemos ver que os seres vivos escolhidos para esta actividade foram: uma árvore, um lobo marinho, um sapo, uma estrela do mar, uma borboleta, um golfinho, uma cagarra e um peixe. O último marcador é o responsável por dar a resposta do jogo e a sua silhueta consiste na imagem do logotipo do MBM, que é uma baleia bebé de nome Pintarolas. Todas as silhuetas dos marcadores foram criadas a partir de imagens reais dos mesmos.

4.3 Software e equipamento utilizado

Como visto anteriormente, existem diversas bibliotecas para o desenvolvimento de aplicações em RA. A escolha do software e do equipamento a utilizar deve feita de acordo com as necessidades específicas de cada projecto. Uma má escolha pode resultar em perdas de qualidade do projecto.

4.3.1 Software

Para o desenvolvimento do protótipo, foi utilizada uma framework de nome FLARManager, criada por Eric Socolofsky. Esta framework facilita o desenvolvimento de aplicações em RA usando o FLARToolkit (descrito anteriormente) em flash. Esta framework é compatível com diversos motores 3D (ex: Alternativa3D, Away3D, Papervision3D, Sandy3D, entre outros), proporciona um sistema mais robusto baseado em eventos para a adição, remoção a actualização de marcadores, e suporta a detecção e gestão de múltiplos padrões e múltiplos marcadores de um determinado padrão. Através do chamado *adaptive thresholding*, os marcadores são detectados em diferentes condições de iluminação, incluindo uma baixa luminosidade (desejado para aplicações web, onde os programadores não têm controlo sobre as condições de luz dos utilizadores finais) [64].

A framework possui um ficheiro XML que contém parâmetros de configuração necessários para a execução do programa. Esse ficheiro é adaptado às necessidades de cada projecto e possui variáveis cujos valores podem ser alterados de forma a obter um melhor desempenho, por exemplo, podemos variar alguns valores, consoante a luminosidade do ambiente.

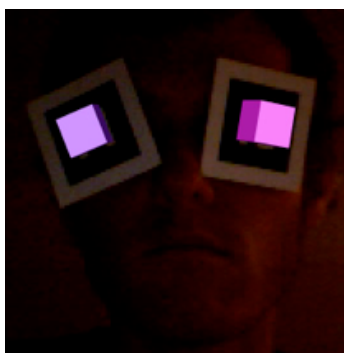


Figura 46 – Marcadores detectáveis em baixas luminosidades [64]

O IDE utilizado para o desenvolvimento dos protótipos foi o Adobe Flash CS4 Professional. Foi também utilizado o Adobe Photoshop CS4 para a criação das silhuetas dos seres vivos e dos marcadores, e para a edição e montagem das imagens utilizadas na base do tabuleiro.

No que diz respeito a *software* para desenvolvimento em 3D, foi utilizado o 3DSMax e o GoogleSketchup apenas para alterações nos objectos utilizados. Os objectos 3D usados neste trabalho foram obtidos do armazém do google sketchup [86] e também do site [87].

Para que seja possível o reconhecimento dos padrões, é necessário ter esses mesmos padrões previamente guardados num formato .pat. Para tal, foi utilizado o *software* ARToolkit Marker Generator, disponível online [65] que permite a criação dos padrões nessa extensão. Este ficheiro .pat contém a imagem do padrão, para que este possa ser comparado quando detectado pela câmara. Mais detalhes sobre este *software* serão descritos mais à frente.

4.3.2 Equipamento

A escolha da câmara foi feita de acordo com Alex Teiche et al. [63], que afirma ser necessário ter em conta alguns factores para obtermos a câmara que melhor se adapta às nossas necessidades. Dentro de outros factores, apenas serão mencionados aqueles que se mostraram relevantes para este projecto, sendo estes:

- *Resolução* - quanto maior for a resolução, maior será a quantidade de *pixels* disponíveis na câmara para capturar a imagem, consequentemente aumenta a precisão da mesma. Para superfícies pequenas uma resolução de 320 x 240 *pixels* é suficiente, mas para superfícies grandes, a resolução mínima aconselhada é de 640 x 480 *pixels*;
- *Frame rate* - os FPS indicam o número de imagens que são capturadas por segundo pela câmara e quanto maior forem os FPS, menor será o tempo de resposta aumentando assim a suavidade dos movimentos. Para ter um bom tempo de resposta, o número mínimo aconselhado é de 30 FPS;
- *Interface de conexão* - Basicamente existem duas formas de ligar uma câmara a um computador. A primeira e menos dispendiosa é através de USB e a segunda e

mais profissional é através da interface IEEE 1394 também conhecida por FireWire. É aconselhável uma câmara FireWire, porque transfere mais rapidamente as imagens para o computador, com menor latência, tornando o sistema mais reactivo;

A *webcam* escolhida, foi com conexão USB de nome PlayStation 3 Eye. Esta câmara atinge os 30 FPS numa resolução de 640 x 480, sendo capaz de atingir 60 FPS numa resolução mais baixa, tornando a captura das imagens muito mais rápida.

O computador utilizado foi um Macbook Pro com o Mac OS X Leopard 10.5.8, mas os protótipos podem ser utilizados em qualquer sistema operativo. É óbvio que as especificações do computador estão directamente relacionadas com as necessidades de processamento do protótipo, mas aconselha-se que as especificações mínimas sejam:

- Processador dual core 2,0 GHz;
- 2GB de memória RAM;
- 256MB de memória gráfica dedicada.

Para a maioria dos testes, foi também utilizado um projector LG DS125-JD.

Capítulo 5

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O processo de desenvolvimento do protótipo do jogo foi realizado por fases. Uma vez que o FLARManager é executado no Flash Player versão 10, a primeira fase foi dedicada a uma pesquisa aprofundada, baseada na leitura de documentos e na visualização de vídeos que teve como objectivo, obter a informação necessária sobre as potencialidades do Adobe Flash CS4 Professional associado com o Actionscript 3.0.

Na segunda fase, passou-se à aprendizagem e experimentação da ferramenta bem como da linguagem de programação, através da leitura de tutoriais e da execução de alguns exemplos simples, de forma a obter algumas bases sobre esta linguagem de programação. Durante os testes de alguns exemplos, esta framework mostrou ser capaz de suportar os requisitos necessários para o desenvolvimento do jogo, pois funciona de forma rápida, em diferentes luminosidades, suporta animações em 3D (embora não tivessem sido utilizadas para este jogo), vídeos e ainda suporta a gestão de múltiplos marcadores.

Terminada esta fase, passou-se à fase de implementação do protótipo, que será apresentada de seguida.

SMARTKids

Este protótipo foi construído inicialmente com o objectivo de testar se a utilização de RA no pré-escolar é bem aceite pelas crianças, bem como se contribui de forma positiva para um enriquecimento dos conhecimentos adquiridos através da sua utilização. Posteriormente, foi desenvolvida outra versão do mesmo protótipo para estudar o impacto do *feedback* (resposta do jogo) sobre os níveis de colaboração entre as crianças: uma versão onde o *feedback* é dado livremente a qualquer momento do jogo (sempre que as crianças colocam o marcador da resposta para ver os resultados) e uma versão onde o *feedback* é apenas dado no final do jogo, ou seja, quando todas as peças tiverem sido colocadas no tabuleiro (novamente, colocando o marcador da resposta).

5.1 Criação dos Marcadores

Como já tínhamos desenvolvido alguns exemplos de detecção de marcadores, decidiu-se começar pela criação dos mesmos. Começou-se por escolher os seres vivos a utilizar e por criar as suas silhuetas. Depois foram criados os marcadores com essas mesmas silhuetas.

Para a criação dos padrões é necessário ter em conta alguns aspectos tais como [65]:

- Os símbolos devem ser assimétricos para que o código seja capaz de distinguir a direcção do marcador (cima, baixo, esquerda, direita) e a rotação do marcador (horizontal ou vertical);
- A imagem do marcador deve ser o mais simples possível, caso contrário, será difícil o seu reconhecimento em grandes distâncias.
- Os símbolos devem ser suficientemente distintos uns dos outros para que não haja confusão entre os marcadores quando o programa estiver a ser executado.

Depois de criados os marcadores, estes foram impressos e com a utilização de uma câmara (*webcam*) e utilizando o *software* ARToolkit Marker Generator [65], foram geradas as imagens de todos os padrões com extensão *.pat*. Para cada marcador, é necessário a criação do respectivo ficheiro *.pat*.

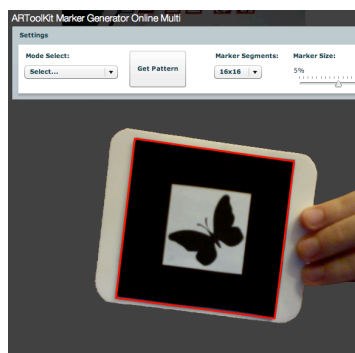


Figura 47 – ARToolkit Marker Generator [65]

Neste programa, é escolhida a resolução do padrão (*Marker Segments*) que varia entre 4×4, 8×8, 16×16, 32×32 e 64×64. Para os padrões deste projecto, foi utilizada uma resolução de 16×16. Quanto mais simples for o padrão, menor poderá ser a sua resolução. O ideal é ter a menor resolução possível, o que facilita a sua detecção em

grandes distâncias. Na Figura 48, podemos ver um exemplo de diferentes resoluções, da esquerda para a direita temos uma resolução de 4×4, 16×16 e finalmente 64×64. As imagens mostradas à esquerda do marcador são as imagens .pat.

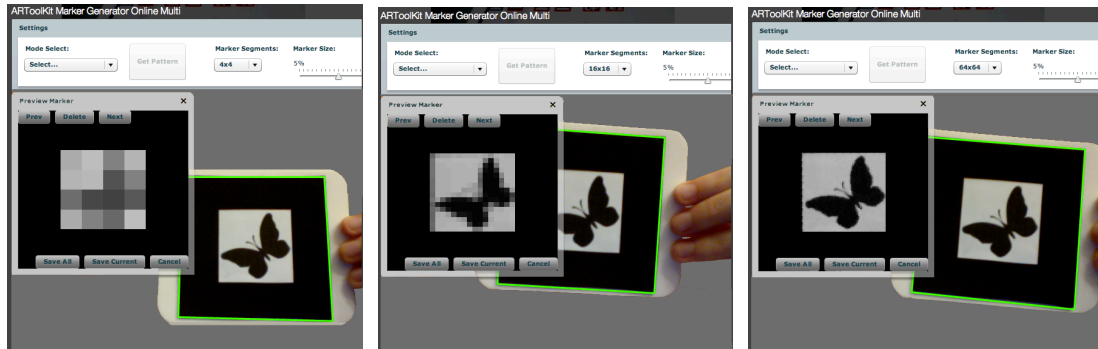


Figura 48 – Exemplo de diferentes resoluções [65]

O próximo passo consistiu na associação dos objectos 3D a esses padrões.

Vários marcadores foram criados e eliminados porque eram facilmente confundidos com outros. Esta fase tem de ser feita cuidadosamente e testada sob diversas condições de luz, só assim conseguimos saber se os padrões são facilmente confundidos uns com os outros. Uma das conclusões que chegámos foi que, em ambientes com muita luz o papel reflecte, tornando o reconhecimento dos padrões dos marcadores difícil. Com a utilização da folha de Eva, este obstáculo foi ultrapassado.

5.2 Implementação do jogo

Para a implementação do jogo, foi necessário guardar as posições de cada compartimento do tabuleiro, com uma variação de 20 *pixels*. A cada uma dessas posições foram associados os marcadores possíveis para as respostas certas, incluindo o marcador da resposta. A Figura 49 mostra os marcadores colocados no tabuleiro e os respectivos seres vivos em 3D.

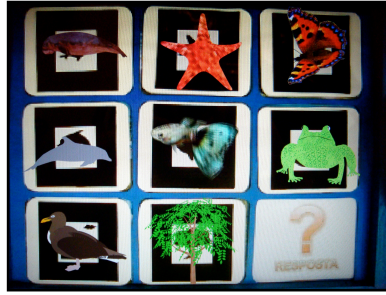


Figura 49 – Seres vivos em 3D

O programa implementado permite gravar dados necessários num ficheiro .txt para o estudo da colaboração entre as crianças. As variáveis gravadas no ficheiro são: “Resposta Imediata” que será true ou false dependendo se o *feedback* é imediato ou não, “Número do jogo”, para sabermos quantos jogos foram realizados, “Número de tentativas até chegar à solução”, o “Número de marcadores mal colocados”, o “Nome dos marcadores falhados” e por fim o “Tempo de jogo” em segundos. Para o tempo de jogo, optámos pela criação de um *timer* que inicia quando é detectado o primeiro marcador, e acaba quando o tabuleiro está completo de marcadores e de uma forma correcta. Quando um, e apenas um marcador for novamente detectado, é assumido que começou um novo jogo.

Os dados são gravados num ficheiro apenas quando o utilizador carrega na combinação de teclas “cmd + G”. Desta forma os jogos são realizados e só no fim os dados são guardados no ficheiro.

5.2.1 Implementação da primeira versão do jogo (*Feedback* só no fim do jogo)

Nesta versão, o objectivo consiste em preencher o tabuleiro todo com os marcadores e só no fim, colocar o marcador da resposta, que dará a resposta ao jogo, ao qual designaremos de *feedback*. Se o marcador da resposta não for colocado no seu compartimento, é reproduzida uma frase: “Coloca o Pintarolas sobre o ponto de interrogação” a indicar que o marcador tem de ser colocado sobre o compartimento com o ponto de interrogação. Ao ser colocado na posição correcta, este vai comparar as posições dos compartimentos com as dos marcadores que tiverem activos, ou seja, detectáveis pela câmara. O *feedback* é mostrado da seguinte forma:

Capítulo 5 - Desenvolvimento do Protótipo

- Se existirem marcadores em posições erradas, e/ou existirem compartimentos por preencher, é reproduzido um som indicando que a resposta não está correcta. Consecutivamente, são mostrados contornos vermelhos, sobre os marcadores errados e contornos amarelos sobre os compartimentos que faltam preencher, tal como mostra a Figura 50. Foram gravadas três diferentes frases para este caso: “Não está certo, tenta outra vez!”, “Humm...ainda está qualquer coisa mal, o que será?” e finalmente “Estavas quase lá, foi por pouco!”. Estas frases são reproduzidas uma por erro e de forma sequencial, ou seja, depois de reproduzir o terceiro som, volta ao primeiro. Esta decisão foi tomada para que as crianças, sempre que errassem não estivessem sempre a ouvir o mesmo som, o que acabava por ser aborrecido, tornando-se mesmo irritante.
- Se existirem marcadores em posições correctas, é mostrado um contorno verde sobre esses marcadores, mas basta um estar errado ou em falta que as frases reproduzidas são as mesmas que as do exemplo anterior.
- Se todos os marcadores tiverem sido colocados em compartimentos apropriados, os contornos a verde são de igual forma mostrados, e desta vez são reproduzidos dois sons aos mesmo tempo: um som de aplausos juntamente com a frase: “Muito bem, conseguiste!” .



Figura 50 – *Feedback* da primeira versão do jogo (apenas no final)

Em suma, após serem colocados todos os marcadores a criança deverá colocar o marcador da resposta e ver quais os que estão errados, depois ela vai tirar os marcadores errados e também o da resposta. Volta a colocar os marcadores noutras posições e no fim coloca novamente o marcador da resposta para ver se conseguiu acertar. O jogo termina quando a criança conseguir completar o tabuleiro de uma forma correcta.

5.2.2 Implementação da segunda versão do jogo (*Feedback Imediato*)

Esta versão, surgiu com a finalidade de testar o impacto das diferentes formas de dar *feedback* (resposta ao jogo) durante o jogo, na colaboração entre as crianças.

Ao contrário da versão anterior, cujo *feedback* é baseado no preenchimento total do tabuleiro, nesta versão para cada marcador colocado, a criança coloca também o marcador da resposta. O *feedback* é assim dado ao longo do jogo. Nesta versão foi eliminada a verificação dos compartimentos vazios (sem marcadores), uma vez que o tabuleiro é preenchido de uma forma sequencial. Neste jogo o *feedback* é dado de forma semelhante ao anterior:

- Se o marcador tiver sido colocado numa posição errada, é reproduzida uma frase a indicar que a resposta não está correcta e é mostrado um contorno vermelho sobre o marcador. As frases utilizadas foram as mesmas da versão anterior: “Não está certo, tenta outra vez!”, “Humm...ainda está qualquer coisa mal, o que será?” e finalmente “Estavas quase lá, foi por pouco!”, e são de igual forma reproduzidas de forma sequencial.
- Se o marcador tiver sido colocado numa posição correcta, é reproduzido uma frase a indicar que a resposta está correcta, e é mostrado um contorno verde sobre o marcador. Para esta versão foram gravadas três novas frases, sendo estas: “Muito bem!”, “Boa!” e finalmente “Isso mesmo!”, que também são reproduzidos sequencialmente.
- Quando o tabuleiro estiver completo e de forma correcta, os contornos a verde são mostrados sobre todos os marcadores, e são reproduzidos, os mesmos dois sons aos mesmo tempo da versão anterior: um som de aplausos juntamente com a frase: “Muito bem, conseguiste!”, como mostra a Figura 50.



Figura 51 – *Feedback* da segunda versão do jogo (imediatO)

É de salientar que, nos dois protótipos desenvolvidos, quando o marcador da resposta é colocado, o sistema deixa de procurar pela adição de novos marcadores, o que possibilita fazer uma espécie de revisão no final do jogo da seguinte forma: após estar o tabuleiro completo de forma correcta, colocar o marcador da resposta no devido lugar e retirar (sem nunca tapar o marcador da resposta) todos os outros marcadores. O resultado é o que se pode ver na figura seguinte.



Figura 52 – Revisão do jogo

Capítulo 6

AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Após a implementação dos protótipos seguiu-se a fase de testes que tem como principal objectivo encontrar possíveis pontos fracos nos protótipos, tais como problemas de *design*, para que estes possam ser melhorados. Para tal, os testes foram realizados sempre com o público alvo desta aplicação, nomeadamente crianças dos 3 aos 5/6 anos e em ambientes reais de aprendizagem. Os testes foram realizados em duas escolas diferentes (com um total de três turmas) e num museu (com duas turmas), com um total de 101 crianças.

Uma vez que o impacto de uma tecnologia não pode ser plenamente compreendido sem considerar o contexto educacional como um todo [80], realizamos um método misto para este estudo. Uma combinação de métodos quantitativos (pré e pós-testes) e qualitativos (observações, questionários e gravações video) que permitiram uma compreensão fundamentada do impacto do jogo na (i) aprendizagem, na (ii) motivação e nos (iii) níveis de colaboração. Apesar de apresentar o método e os resultados para os três itens (efectividade da aprendizagem, os níveis de motivação e os níveis de colaboração), o nosso principal foco foi sobre os níveis de colaboração, ou seja, queremos investigar de que forma um jogo como este pode promover níveis mais elevados de comportamentos de colaboração.

6.1 Método

Foram realizados dois testes diferentes com o propósito de responder a duas hipóteses de pesquisa: o papel do *feedback* imediato e o tamanho do ecrã sobre os níveis de colaboração; e os efeitos do jogo na a aprendizagem e sobre os níveis de motivação.

Foram feitas filmagens que abrangiam tanto as crianças como o tabuleiro do jogo, facilitando a sua posterior análise, outro factor relevante para análise consistiu na gravação automática de dados. É importante salientar que sempre que possível, a câmara de filmar era posicionada de forma a que as crianças não se apercebessem que estavam a ser filmadas, isto para que não houvesse nenhum tipo de influência sobre o seu desempenho e para que estas não se sentissem intimidadas. As gravações foram

minuciosamente analisadas para a recolha de dados fiáveis sobre a motivação e os níveis de colaboração, bem como sobre a reacção das crianças enquanto utilizavam o sistema.

6.2 Procedimento

Antes do protótipo ser testado em ambientes reais, com a população alvo, este foi testado com vários utilizadores informais e também foi testado em diferentes variações de luz, pois a RA não funciona bem em ambientes excessivamente escuros nem ambientes cuja luz provoque reflexão nos marcadores.

O procedimento principal foi dividido em duas questões e para testar essas questões foram realizados dois testes diferentes. Essas questões consistiam no efeito do jogo na aprendizagem e os efeitos de diferentes *designs* nos níveis de colaboração. Também foi testado o efeito do jogo na motivação das crianças, que mostrou ser alto tal como esperávamos, uma vez que a maioria dos jogos bem como as novas tecnologias têm um grande potencial sobre a motivação das crianças. Uma vez que um aumento da motivação já era esperado, e uma vez que o efeito na aprendizagem é difícil de medir nesta faixa etária, escolhemos focar o nosso estudo nos níveis de colaboração. Esta decisão foi tomada devido à importância que a colaboração tem no pré-escolar. As próprias educadoras afirmaram que: “Seria muito vantajoso se o jogo pudesse de alguma forma promover uma colaboração onde houvesse respeito e que fosse uma colaboração produtiva, capaz de influenciar de forma positiva a aprendizagem”.

No entanto, queríamos garantir que o jogo não prejudicava a aprendizagem das crianças, isto é, era desejado que o jogo pudesse servir de um auxiliar eficaz de ensino. Assim sendo, começamos por testar o protótipo numa pré-escola para saber se o jogo, de facto, contribuía de forma positiva para a aquisição de novos conhecimentos

6.3 Testes na Primeira Escola

Estes primeiros testes tinham como principal objectivo verificar se a aquisição de novos conhecimentos é possível com a utilização do jogo. Também permitiram analisar os níveis de motivação e colaboração.

Para testar a aplicação, foram realizados dois testes (os pré-testes e os pós-testes, que podem ser encontrados, respectivamente no Apêndice A e C), sendo estes precisamente iguais, mas testados em situações distintas. Os testes consistiam em dois exercícios, onde no primeiro a criança tinha de fazer a associação através de linhas, entre a imagem do ser vivo à respectiva silhueta, e o segundo exercício consistia numa tabela onde eram apresentadas imagens dos seres vivos e todos os possíveis meios onde podiam viver esses mesmos seres vivos. Neste exercício a criança tinha de indicar com uma cruz, em que meio vivia cada ser vivo. A ideia consistia em testar os conhecimentos das crianças antes e depois de jogarem ao jogo para no final poder comparar os resultados do primeiro teste com os do segundo teste, onde as crianças já tinham jogado ao jogo.

Para além destes exercícios, foram também realizados dois questionários (os pré-questionários e os pós-questionários também denominados de testes de motivação, que podem ser encontrados, respectivamente no Apêndice B e D). O pré-questionário foi entregue antes da realização do jogo e tinha como objectivo saber se as crianças tinham contacto com computadores, se os costumavam usar regularmente, onde, o que costumavam fazer no computador bem como se gostavam de jogar a jogos no computador. O pós-questionário foi entregue no final da actividade, ou seja, após a criança ter contacto com o jogo, e teve como principal objectivo saber se a criança gostou do jogo e porquê, se sentiu alguma dificuldade ao jogar e por fim se gostaria de jogar outra vez.

Começou-se por testar a primeira versão do protótipo (*feedback* apenas no fim), na Escola EB1/PE da Ajuda, no Funchal a um grupo composto por 25 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 6 anos, tratando-se, portanto de uma pré. Como tal, fomos informados de que estas crianças têm um tempo limitado de concentração, dada as idades em que se encontram, sendo este um intervalo entre 45 a 60 minutos. Assim sendo, a melhor solução encontrada dado o número elevado de crianças, foi agrupá-las em grupos de 4 por cada jogo. Outra conclusão a que chegamos foi que estes testes não poderiam ser realizados num só dia, porque exigem muito tempo de concentração da parte das crianças, e por esta razão, todo o procedimento foi dividido em três dias sendo realizado da seguinte forma: no primeiro dia a Sr^a. Educadora entregou os pré-testes na hora reservada para a actividade do dia. Neste mesmo dia,

foram entregues aos pais os pré-questionários para que estes ajudassem os filhos a responder; no segundo dia, foi realizada a actividade do jogo na sala, sem quaisquer testes e no último dia, as crianças fizeram os pós-testes, bem como os pós-questionários. Os pós-questionários foram preenchidos com a ajuda da Sr^a Educadora e das auxiliares, pois as crianças ainda não sabem ler nem escrever.

É de salientar que, para as crianças, a única fonte de informação durante estes três dias foi apenas possível com a realização do jogo, isto é, não foi ensinado qualquer conteúdo relativo a esta actividade por parte da educadora, sendo que, o único meio de passagem de conhecimentos foi feita através do jogo.

Nestes testes recorreu-se ao uso do projector, para que as crianças que não estivessem a jogar pudessem também fazer parte da actividade. Toda a actividade foi filmada para posterior análise.



Figura 53 – Grupo de crianças a jogar ao jogo com as restantes a observar

Antes de começar o jogo, os marcadores eram colocados sobre a mesa e voltados com o padrão para baixo, para que a escolha fosse aleatória. Cada criança colocava 2 marcadores. Foram realizados 6 jogos.

6.3.1 Resultados da observação

Foi muito interessante ver a reacção das 22 crianças (3 faltaram neste dia) e da Sr^a.Educadora quando puseram pelas primeiras vezes os marcadores sobre o tabuleiro e apercebiam-se que na tela viam o ser vivo associado à silhueta do marcador. Das primeiras vezes ficaram muito surpresas, sentimento que pensamos que fosse desaparecer à medida que elas iam jogando, mas tal não aconteceu.

Os primeiros grupos foram os que erraram mais vezes, os outros já iam aprendendo ao verem os colegas jogar e quando chegava à sua vez, por vezes nem olhavam para a tela, querendo colocar o marcador no sitio certo. Isto aconteceu porque chegou a uma certa altura que as crianças entraram numa espécie de competição onde queriam acertar à primeira. Os primeiros três grupos acertaram à segunda tentativa, enquanto que os últimos três grupos conseguiram acertar à primeira, pois já começavam a aprender. Alguns grupos entraram no espírito de equipa e iam colaborando uns com os outros, mudando a posição de alguns marcadores que achavam que não estavam correctos para os corrigir.

Os colegas que apenas observavam no tapete estavam muito envolvidos na actividade, e sempre que podiam diziam aos que estavam a jogar onde era a posição certa dos marcadores.

Por vezes a coordenadora da actividade esquecia-se que ainda faltava uma criança escolher outro marcador, pois eram 2 a cada, e passava à próxima criança, é curioso que sempre que isto acontecia, a criança que apenas tinha escolhido um chamava à atenção e dizia que ainda faltava escolher um. Esta reacção demonstra que a criança estava a gostar e que não queria perder a sua oportunidade de jogar.

No último jogo restavam apenas 2 crianças que ainda não tinham jogado, então a educadora decidiu escolher 2 das crianças que se tinham portado melhor para virem jogar outra vez, situação esta que foi protestada pelos colegas, porque também queriam jogar mais.

O facto do jogo mostrar a vermelho os marcadores que estavam errados e a verde os que estavam certos, foi muito importante e as crianças compreenderam logo o seu significado e foram capazes de encontrar sempre a solução certa entre os 4, se bem que por vezes os colegas que apenas observavam também ajudavam.

No final da actividade, foi feita uma revisão do jogo da seguinte maneira: esperou-se que as crianças estivessem todas sentadas nos seus lugares e deixando o marcador das respostas no seu lugar no tabuleiro, foram retirados todos os outros, um a um e explicando que aquele ser vivo vivia naquele meio, ex, era tirado o marcador do peixe e o que aparecia na tela era o meio onde vivia com o peixe em cima, desaparecendo apenas o marcador. Esta revisão correu muito bem, foi quando as crianças ficaram mais espantadas e ouviu-se um grande “UUUAAAUUUU”. Foi uma espécie de magia que resultou muito bem, pois era lhes perguntado onde viviam os seres vivos aos quais em coro iam respondendo acertadamente.

Quando as crianças aperceberam-se que a actividade tinha terminado e que não iam jogar mais, ficaram com pena. Perguntamos se elas gostavam de jogar mais e elas responderam de imediato e em coro que “SIMMMMMMMMM”. No final a Sr^a.Educadora veio dar os parabéns pela excelente actividade que lhes tínhamos proporcionado.

A actividade durou cerca de 30 minutos e cada grupo levou em média 5 minutos para completar o tabuleiro e chegar à resposta certa.

6.3.2 Resultados dos Pré-Questionários

Foram respondidos 21 questionários pelas crianças, 4 não foram entregues.

1. Tens computador?

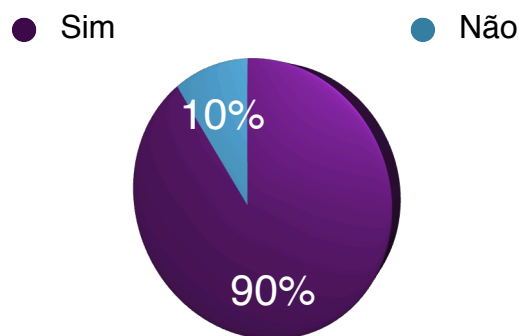


Figura 54 – Percentagem de crianças com e sem computador

2. Utilizas com frequência o computador?

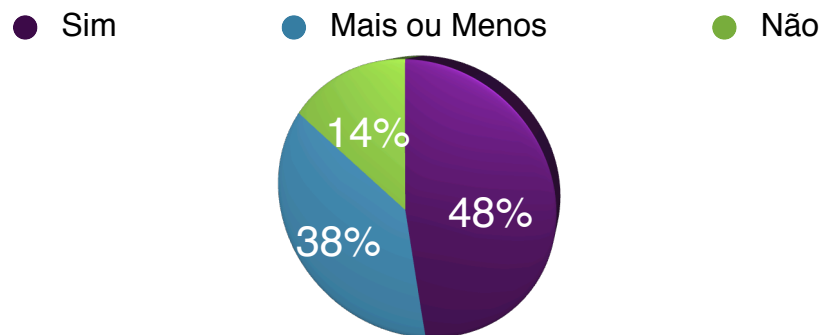


Figura 55 – Frequência de utilização dos computadores pelas crianças

2.1 Se sim, onde?

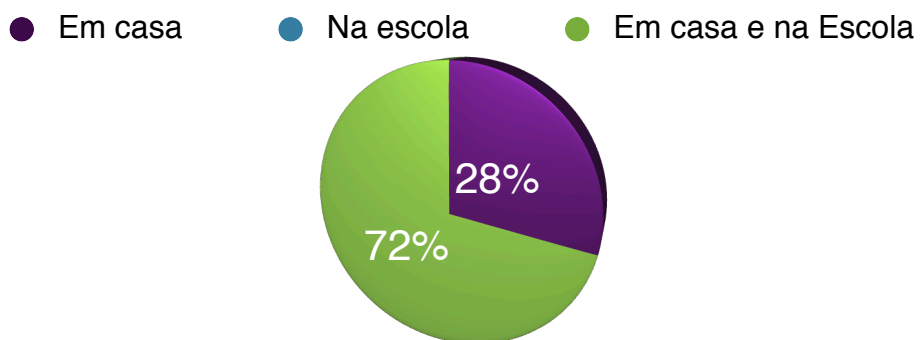


Figura 56 – Local onde as crianças utilizam o computador

3. O que costumam fazer no computador?

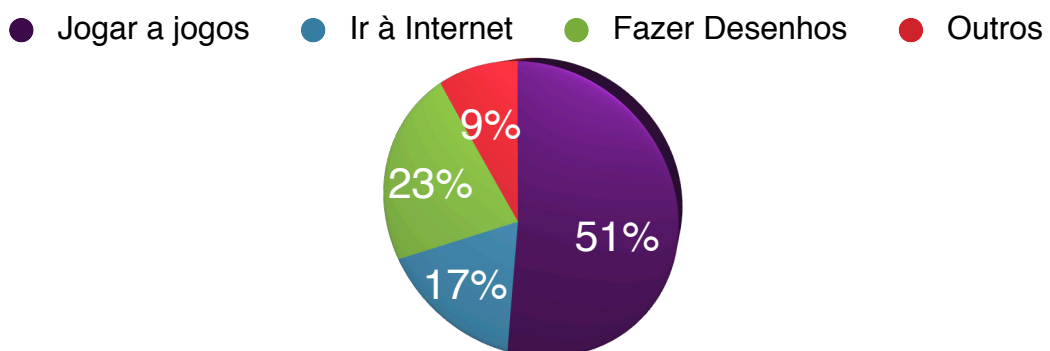


Figura 57 – Actividades realizadas no computador

Nos outros, responderam: escrever, ouvir música e ver filmes de banda desenhada.

4. Gostas de jogar a jogos no computador?

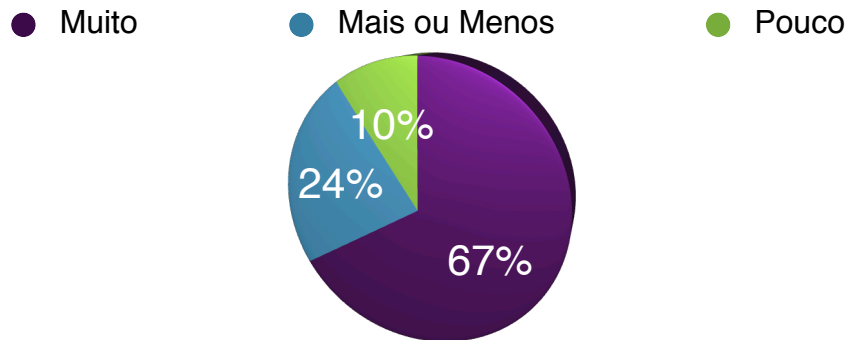


Figura 58 – Gosto das crianças pelos jogos de computador

6.3.3 Conclusões dos Pré-Questionários

Podemos concluir a maior parte das 21 crianças possui computador e utiliza-o com alguma frequência tanto na escola como em casa. Aquilo que mais gostam de fazer é sem dúvida jogar a jogos, seguido de fazer desenhos, ir à internet, escrever, ouvir música e ver filmes de banda desenhada. A maioria das crianças afirma gostar muito de jogar a jogos no computador.

6.3.4 Resultados dos Pré-testes e Pós-testes

No que diz respeito à primeira pergunta, para associar a silhueta à respectiva imagem, não houve quaisquer dificuldades. Podemos concluir assim, em termos de *design*, que as silhuetas foram bem conseguidas.

Em relação ao segundo exercício, em que era pedido para as crianças indicarem o/os meios onde vivem cada ser vivo, obtivemos os seguintes resultados considerando apenas o número de respostas erradas:

Note-se que para esta análise, apenas foram consideradas as crianças que compareceram aos três dias. Assim sendo, este resultado é baseado nas respostas de 20 crianças, 7 de 5 anos e 13 de 6 anos.

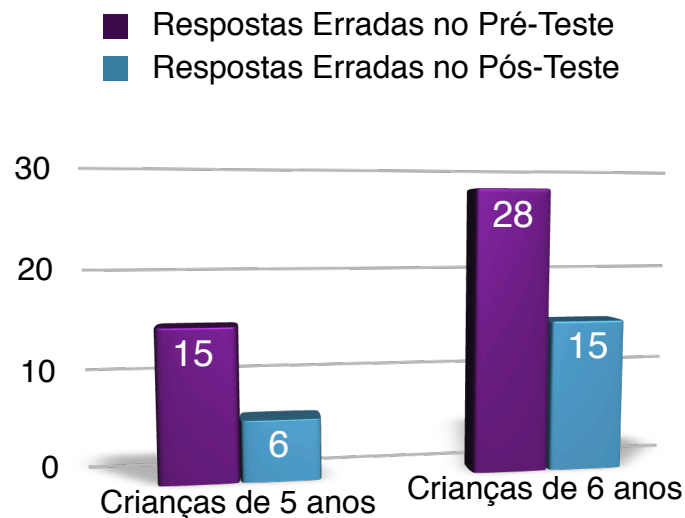


Figura 59 – Resultados obtidos dos pré e pós testes

6.3.5 Conclusões dos Pré e Pós-testes

Avaliar o valor educativo é uma tarefa complexa e, por conseguinte, aberta a discussões, como tal, nesta fase decidimos limitar o nosso foco numa simples actividade de aprendizagem sobre os animais e os meios onde vivem.

A principal métrica utilizada foi a diferença dos resultados entre os pré e os pós-testes, tendo em consideração o número de respostas erradas num conjunto de 8 perguntas. A diferença do número médio de respostas erradas no pré-teste foi ($M=2.15$, $SD=0.875$, $N=20$) e foi maior que no pós-teste ($M=1.05$, $SD=0.759$, $N=20$), essa diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa ($t(38)=4.25$, $p=0.0001$). Concluimos que através do jogo de RA o número de respostas erradas diminuiu significativamente, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças na aprendizagem de determinados conceitos.

Uma vez que estas crianças perdem facilmente o foco da sua atenção, especialmente com jogos, receámos que o jogo pudesse prejudicar o processo de aprendizagem. Estes resultados sugerem que o jogo não prejudica o processo de aprendizagem, uma vez que os resultados dos pós-testes realizados no dia seguinte mostraram uma melhoria significativa. Se os pós-testes tivessem sido realizados logo após o jogo, é provável que os resultados obtidos fossem ainda melhores, pois as crianças tinham toda a informação muito presente. Assim, os resultados foram mais precisos e mostram o que realmente estas crianças foram capazes de interiorizar. Estes

resultados podem ser consequência dos altos níveis de motivação. De acordo com o *feedback* das professoras, fornecido após o teste com o protótipo, o jogo parece ser uma forma promissora para complementar os métodos tradicionais de ensino.

Contudo, o nosso jogo de RA foi especificamente destinado a promover uma aprendizagem colaborativa no pré-escolar e por esta razão não expandimos este estudo.

6.3.6 Resultados dos Pós-Questionários

Foram respondidos 21 questionários porque 4 crianças faltaram neste dia.

1. Gostaste do jogo?

A esta pergunta todas as crianças (**100%**) responderam que gostaram muito do jogo.

1.1 Porquê?

Entre outras respostas algumas foram: porque...”Gostei de jogar”, “O jogo era giro”, “Gosto de jogar a jogos novos”, “Gostei de ganhar”, “Gosto destes jogos que dizem se está certo ou errado”, “Porque achei divertido”, “Porque gosto de aprender coisas novas”.

2. Tiveste alguma dificuldade quando estavas a jogar?

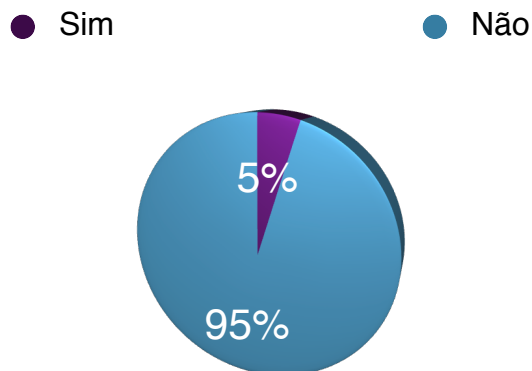


Figura 60 – Dificuldades encontradas nos primeiros testes

A criança que sentiu dificuldade, disse que foi por não saber bem onde colocar os seres vivos em relação aos seus meios, não sendo um problema de design do jogo.

3. Gostarias de jogar outra vez?

A esta pergunta todas as crianças (100%) responderam que gostariam de jogar novamente ao jogo.

6.3.7 Conclusões do Pós-questionário

Podemos concluir que todas as crianças gostaram muito do jogo, por diversas razões, por exemplo, por acharem ser um jogo divertido, por ensinar coisas novas, por dizer se está certo ou errado, entre outros. Podemos afirmar que o jogo não apresenta um grau de dificuldade e por fim todas as crianças responderam que gostariam de jogar novamente, deduzimos que ficaram satisfeitas por conhecer esta nova tecnologia e que não se importavam de voltar a jogar a jogos deste género.

6.4 Testes no Museu

Foram feitos testes no Museu da Baleia da Madeira em dois dias, com grupos distintos. Estes testes tinham como objectivo obter dados para estudar o efeito das diferentes formas de dar o *feedback* para a colaboração entre as crianças, bem como para estudar a utilização do protótipo por crianças de diferentes idades. Outra abordagem tida em conta foi a utilização da projecção em comparação com o uso do ecrã do computador durante o jogo.

Para estes testes o protótipo foi introduzido como uma das actividades educativas oferecidas pelo museu a crianças do jardim de infância/pré-escolas. Para esse fim, o museu tem um espaço próprio reservado a actividades educativas.

As turmas foram divididas em grupos de 4 e 5 alunos, e esses grupos foram distribuídos por quatro actividades diferentes. Apenas duas das quatro actividades envolviam tecnologias. Uma delas, consistia num quadro interactivo (*smartboard*) onde as crianças tinham de deslocar diferentes animais para o meio onde vivem. Nesta actividade, apenas uma criança interagia de cada vez (de pé) enquanto que as outras estavam sentadas no chão. A outra actividade consistia no protótipo deste estudo. Estas actividades foram realizadas na mesma sala enquanto as restantes foram realizadas numa sala ao lado.

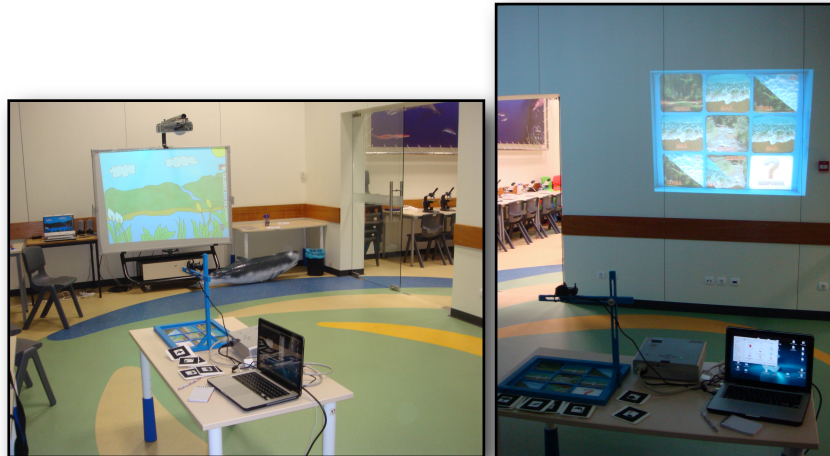


Figura 61 – Disposição do sistema no museu

No primeiro dia, o teste foi realizado com um grupo de 18 crianças, 2 crianças de 5 anos, 10 de 4 anos, e 6 de 3 anos, e foi utilizado apenas o ecrã do computador. No segundo dia, o teste foi realizado igualmente a um grupo de 18 crianças, mas desta vez todas com 3 anos e foi utilizado o projector como mostram as Figuras 61 e 62. Toda a actividade com o protótipo foi filmada para posterior análise.



Figura 62 – Crianças a interagir com o sistema

No final das actividades foram entregues questionários (semelhantes aos feitos na escola e que podem ser encontrados no Apêndice E) para estudar a motivação das crianças com o uso do jogo de RA. Este questionário foi respondido mais tarde, na escola e com a ajuda das educadoras e auxiliares, uma vez que as crianças ainda não sabem ler nem escrever.

6.4.1 Resultados dos Pós-questionários

Este questionário foi respondido por 36 crianças (todas as que participaram na actividade). Note-se que houve um maior cuidado nas respostas do primeiro grupo, comparando com o segundo, uma vez que neste grupo muitas respostas ficaram por dar.

1. Gostaste do jogo?

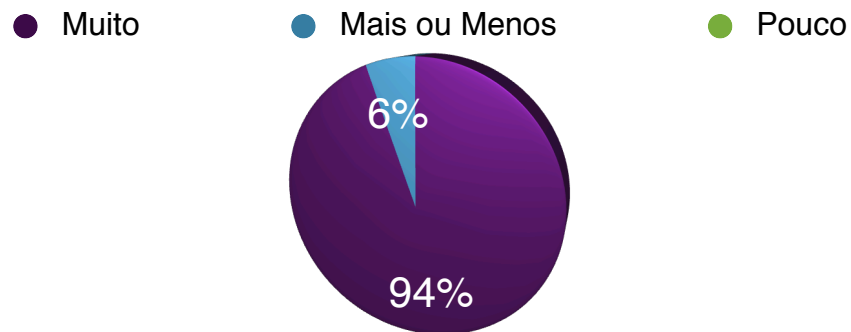


Figura 63 – Gosto das crianças dos segundos testes pelo jogo

1.1 Porquê?

Entre outras respostas algumas foram: gostei muito, porque... “Era um jogo muito engraçado”, “Porque ganhei”, “Era divertido”, “Gostei de ver os animais a se mexerem”, “Era muito bonito”, “É diferente ver os animais na parede” e “Joguei várias vezes”. As duas crianças que gostaram mais ou menos afirmaram ser porque... “Não acertei na peça” e “Não sabia onde colocar as peças (não sabia onde viviam alguns animais)”.

2. Tiveste alguma dificuldade quando estavas a jogar? Se sim, qual?

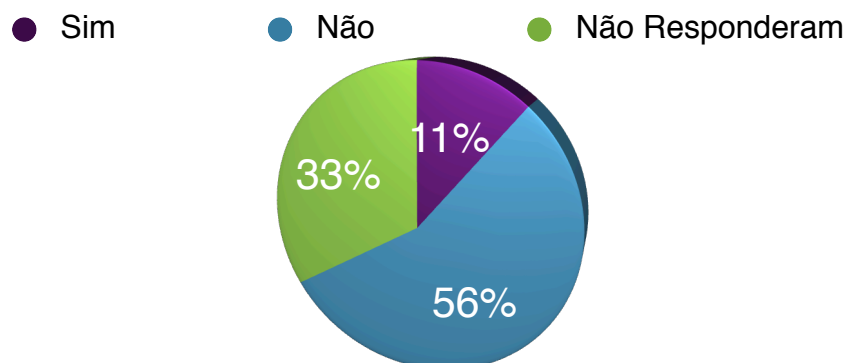


Figura 64 – Dificuldades encontradas nos segundos testes

Note-se que nenhuma das crianças soube explicar quando/onde/como sentiu dificuldades.

3. Neste jogo, o que gostaste mais?

Algumas respostas dadas foram: “De jogar com aquelas peças do jogo”, “De tudo”, “De colocar os animais nas casas certas”, “De ver os animais a se mexerem”, “De ver os animais na parede”, “Das peças com as sombras dos animais”, “Dos animais que ficavam grandes e pequeninos” e porque “Dizia se estava certo ou errado”.

4. E o que gostaste menos?

Apenas uma menina respondeu a esta pergunta com a frase: “Gostava de ter sido eu a colocar a borboleta, mas não fui eu”.

5. Gostarias de jogar outra vez?

Novamente, a esta pergunta todas as crianças (**100%**) responderam que gostavam de jogar outra vez ao jogo.

6.4.2 Conclusões dos Pós-questionários e Observações

As respostas aos questionários mostram que, no geral, as crianças gostam muito do jogo, por diversas razões, por considerarem ser divertido e bonito, porque mostra o que está certo e errado, ou seja permite ganhar ou perder. As duas crianças que gostaram mais ou menos do jogo, deveu-se à frustração por terem errado. No que diz respeito a dificuldades sentidas durante o jogo, mais de metade (20 de 36) afirmou não ter tido quaisquer dificuldades, 12 não responderam e 4 afirmaram ter tido dificuldades, mas não souberam justificar a sua afirmação. As crianças gostaram muito das peças do jogo e mais uma vez, gostaram do facto do jogo dizer o que está certo ou errado. Gostaram dos animais a se mexerem, esta afirmação é interessante uma vez que esse movimento é causado devido a uma pequena variação na detecção dos marcadores que faz com que pareça que os animais estão animados quando na realidade não estão. Por fim, as crianças afirmam terem gostado de ver os animais na parede, o que demonstra que a projecção contribui de forma positiva para a motivação das crianças. No que diz

respeito a essa questão, ou seja, à forma como o jogo é apresentado (projectão vs ecrã do computador), podemos concluir a partir da observação feita no local bem como através das filmagens que, com o uso do ecrã as crianças ficavam envolvidas no jogo, mas por vezes distraíam-se com o jogo do quadro interactivo, principalmente quando o grupo excedia os 4 elementos. Com o uso da projecção, a situação inverteu-se. As crianças fixaram-se mais no jogo de RA, e muitas vezes as crianças no quadro interactivo ficavam a observar os colegas a jogar com a RA. Em termos de colaboração, os resultados são muito semelhantes, quer com o uso do ecrã, quer com o uso do projector.

Tentou-se saber o que é que as crianças gostavam menos no jogo, mas estas não foram capazes de responder a esta pergunta. Por fim todas as crianças gostariam de jogar ao jogo novamente.

Foram ainda estudadas as interacções das crianças com o quadro interactivo, e observámos que a maioria das crianças activas não conseguiam se concentrar na actividade. Mais concretamente, enquanto uma criança estava a interagir no quadro, as outras estavam sentadas no chão, e observámos que estas tinham muita dificuldade em estar concentradas e quietas. O mesmo não se verificou com o jogo de RA. As crianças apresentaram grandes níveis de concentração enquanto jogavam ao jogo. Através da análise das gravações, observamos muito poucos comportamentos de distracção (tais como olhar para outros sítios) em quaisquer condições de teste. Note-se que ambas as tecnologias eram uma novidade para estas crianças.



Figura 65 – Projectão do jogo

6.5 Testes na Segunda Escola

Os últimos testes foram realizados na Escola do 1º C/PE do Caniçal e tiveram como principal objectivo obter mais dados para o estudo do impacto das diferentes formas de dar o *feedback* na colaboração entre as crianças. Os testes foram realizados no mesmo dia. Primeiro numa sala com 23 crianças de 4 anos e depois numa sala com 20 crianças de 5 anos. Para estes testes procedemos a gravações video de toda a actividade bem como à gravação automática de dados no computador. Utilizamos um projector para que toda a turma pudesse participar na actividade.

No final das actividades foram entregues questionários (iguais aos entregues no museu, que podem ser encontrados no Apêndice E) para estudar a motivação das crianças com o uso do jogo de RA. Estes questionários foram preenchidos, novamente com a ajuda das educadoras e auxiliares. Também no final da actividade, as educadoras vieram dar os parabéns e uma delas afirmou: “Não sabia que já andavam a desenvolver jogos educativos com as novas tecnologias para estas crianças...já não era sem tempo!” afirmou ainda que: “A maior parte dos jogos tecnológicos desenvolvidos para as crianças envolvem violência e isso notasse muito quando as crianças trazem jogos de casa, este jogo tem uma abordagem completamente diferente e as crianças gostaram muito. Está muito bom, obrigado!”. Houve ainda um menino de 5 anos que veio dar um abraço forte e dizer que tinha adorado e que o jogo era muito fixe.

6.5.1 Resultados dos Pós-questionários

Este questionário foi respondido por 43 crianças (todas as que participaram na actividade).

1. Gostaste do jogo?

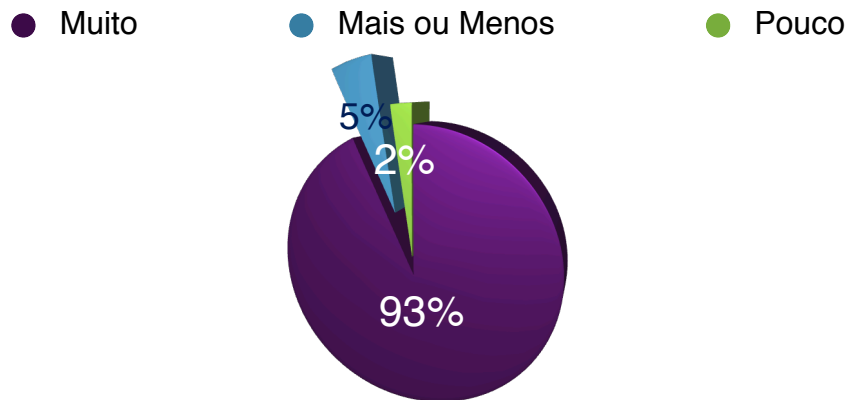


Figura 66 – Gosto das crianças dos últimos testes pelo jogo

1.1 Porquê?

Foi interessante verificar que algumas respostas das crianças tinham a ver com a colaboração com os colegas. Alguns exemplos obtidos foram, por exemplo, gostei muito, porque: “Joguei com os meus amigos”, “Ensinei a Ana a pôr direito”, “Jogamos todos”, “Ajudei a Priscila e o Carlos a colocar as peças”. Outras das respostas foram: gostei muito porque... “Gostei de por as peças”, “Púnhamos as peças debaixo daquilo e dava para ver qual era o animal”, “Dava para ver o jogo no quadro (refere-se à projecção)”, “Porque era bonito”, “Porque tínhamos de acertar”, entre outras. As duas crianças que afirmaram gostar mais ou menos do jogo e a que afirmou ter gostado pouco, não souberam se justificar. No entanto, verificamos que duas dessas crianças, (incluindo a que gostou pouco), afirmaram querer jogar novamente ao jogo.

2. Tiveste alguma dificuldade quando estavas a jogar? Se sim, qual?

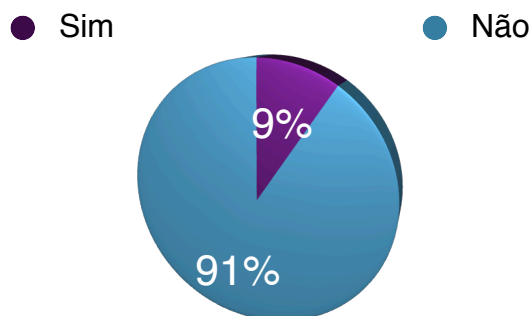


Figura 67 – Dificuldades encontradas nos últimos testes

As quatro crianças que sentiram dificuldades, afirmaram ter sido em colocar as peças nas “casas” certas. Não sendo um problema de *design*.

3. Neste jogo, o que gostaste mais?

Algumas respostas dadas foram: “Dos desenhos das peças”, “De colocar as peças”, “Das peças do jogo”, “De ver os meninos a jogar”, “De colocar as peças naquela coisinha azul”, “De ajudar os amigos a fazer os jogo”, “Das imagens no quadro” (projectão), “De colocar as peças e ver as imagens no quadro”, entre outras. As crianças de 4 anos também deram respostas tais como: “Do golfinho”, “Da borboleta”, “Do sapo”, respostas mais ligadas à representação simbólica que estes animais tiveram para estas crianças.

4. E o que gostaste menos?

Nenhuma das crianças de quatro anos foi capaz de responder a esta pergunta. Duas crianças de cinco anos responderam “Não gostei quando não dava para ver muito bem a imagem no quadro”, isto porque a sala estava muito iluminada pela luz do dia, mesmo com as luzes apagadas, o que dificultava a visibilidade da projecção no quadro que ainda por cima era preto.

5. Gostarias de jogar outra vez?

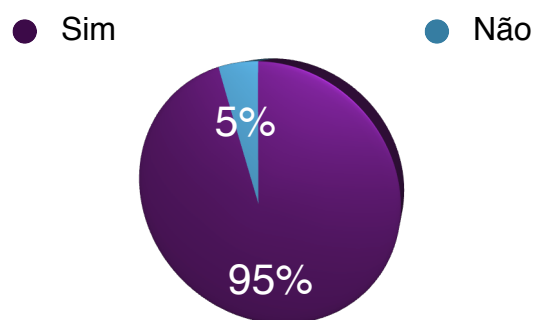


Figura 68 – Percentagem de crianças que gostariam de jogar novamente

Desta vez, duas crianças de cinco anos afirmaram não querer jogar outra vez. Uma dessas crianças foi umas das que afirmou ter gostado mais ou menos do jogo, a outra criança foi umas das que afirmou ter gostado muito do jogo mas, no entanto não gostaria de jogar outra vez.

6.5.2 Conclusões dos Pós-questionários e Observações

As respostas aos questionários mostraram novamente que, no geral, as crianças gostaram muito do jogo. Foi interessante verificar que algumas das razões estavam associadas com a colaboração com os colegas. Outras razões devem-se ao facto de terem gostado das peças do jogo, da forma como o jogo funciona, e ainda devido a terem gostado da projecção do jogo. As crianças que não gostaram tanto do jogo não souberam se justificar. Em relação às dificuldades sentidas, apenas quatro crianças afirmaram ter sentido dificuldades, e estas estavam relacionadas com o facto de não saberem ao certo a resposta certa, ou seja, não sabiam onde colocar a peça, para que a resposta tivesse correcta. No que diz respeito ao que as crianças gostaram mais neste jogo, concluímos que elas gostaram muito das peças do jogo e de encaixa-las no tabuleiro, gostaram de ver os colegas a jogar e de jogar com os colegas, gostaram de ter ajudado os colegas e gostaram da projecção do jogo. Novamente, tentamos saber o que as crianças gostavam menos no jogo, mas as poucas respostas que obtivemos não foram esclarecedoras, estando apenas relacionadas com o facto de elas não conseguirem ver bem a projecção no quadro. Pela primeira vez em todos os questionários realizados, obtivemos duas crianças que afirmaram não gostar de jogar novamente ao jogo. Uma dessas crianças gostou mais ou menos do jogo mas não soube explicar porquê, e afirmou não ter sentido quaisquer dificuldades em jogar e a segunda criança apesar de também não ter sentido quaisquer dificuldades em jogar e de ter afirmado ter gostado muito do jogo, não gostava de jogar novamente. São dados pouco esclarecedores.

Capítulo 7

RESULTADOS GERAIS DA COLABORAÇÃO

Os resultados apresentados neste capítulo têm como base todos os testes realizados, nomeadamente os testes nas duas escolas e no museu.

Os níveis de colaboração foram medidos sobre diferentes condições: utilizando um projector *versus* um ecrã LCD, e utilizando *feedback* imediato *versus feedback* apenas quando todo o tabuleiro está completo.



Figura 69 – Colaboração entre as crianças

7.1 Feedback

A nossa primeira questão de pesquisa foi: Será que a possibilidade de fornecer *feedback* imediato aumenta os níveis de colaboração entre as crianças enquanto brincam ao jogo?

Para testar esta hipótese, foram gravados os tempos de conclusão dos jogos, e analisamos as gravações de todos os testes de forma a medir a variável dependente (colaboração) da seguinte forma quantitativa: (i) número de comentários colaborativos feitos pelas crianças, (ii) número de correcções feitas pelas crianças, incluindo gestos como apontar, e o (iii) número de tentativas feitas até chegar a uma possível solução. Foram testados 13 grupos de crianças com o *feedback* imediato e 12 grupos de crianças com o *feedback* apenas no fim.

Os tempos de conclusão (em minutos) para a versão do *feedback* imediato foram maiores ($M=5.10$, $SD=1.26$, $N=13$) do que para a versão onde o *feedback* é dado apenas quando o tabuleiro está completo ($M=3.87$, $SD=1.03$, $N=12$) e esta diferença foi considerada estatisticamente significativa ($t(23)=2.66$, $p=0.014$). Embora o tempo de conclusão não seja uma medida de colaboração, os resultados obtidos das interações colaborativas sugerem que o maior tempo de conclusão para a versão do *feedback* imediato foi causado por um maior número de interações colaborativas.

Quanto ao número de comentários colaborativos feitos (por grupo), observou-se que estes também foram mais altos para a versão do *feedback* imediato ($M=6.08$, $SD=5.19$, $N=13$) do que na outra versão ($M=0.67$, $SD=0.89$, $N=12$), e esta diferença foi considerada estatisticamente muito significativa ($t(23)=3.58$, $p=0.0016$). As crianças fizeram significativamente mais comentários ao jogar com a versão do *feedback* imediato.

Quanto ao número de acções correctivas (por exemplo, mudar um marcador já colocado no tabuleiro para outra posição) e gestos tal como apontar, observou-se novamente um número maior na a versão do *feedback* imediato ($M=8.92$, $DS=4.72$, $N=13$), do que na outra versão ($M=3.42$, $SD=2.47$, $N=12$). Podemos verificar novamente, que esta diferença foi estatisticamente muito significativa ($t(23)=3.60$, $p=0.0015$).

Finalmente, o número de tentativas feitas até chegar à solução foi muito maior na versão do *feedback* imediato ($M=9.38$, $SD=1.19$, $N=13$) do que na outra versão ($M=1.58$, $SD=0.51$, $N=12$). Neste caso esta diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa, com ($t(23)=20.97$, $p<0.0001$).

Estes valores sugerem que o *feedback* imediato poderá desempenhar um papel importante no aumento do número de comportamentos de colaboração e interações entre as crianças do pré-escolar.

Além disso, de acordo com o *feedback* recebido das educadoras no final dos testes, as crianças efectivamente colaboraram umas com as outras, ajudando-se umas às outras através de comentários, correcções e brincando de uma forma ordenada.

Verificamos em alguns testes que algumas crianças ensinaram os colegas a pegar nos marcadores e alguns explicavam que no tabuleiro existiam “casas” iguais, que pôr “aqui” ou “ali” era igual (para o caso do mar e da terra e ar).

O jogo actuou assim, como uma plataforma de comunicação entre as crianças de cada grupo e entre as que jogavam e as que assistiam.

7.2 Tamanho do *display*

A nossa segunda questão de pesquisa foi: Será que o tamanho do *display* têm alguma influência nos níveis de colaboração entre as crianças enquanto jogam?

Para testar esta hipótese, procedemos da mesma forma, mas variando o tamanho do *display*. Para tal, utilizamos um projector com quatro grupos de crianças ($N=4$), e utilizamos um ecrã LCD de 13 polegadas com outros quatro grupos. Estes testes foram realizados no museu e em dias diferentes com grupos de crianças diferentes.

Contrariamente daquilo que esperávamos, os tempos de conclusão do jogo foram levemente maiores no ecrã do computador (LCD) ($M=5.61$, $SD=1.82$) do que com a utilização da projecção ($M=5.33$, $SD=0.88$). Contudo, a diferença não foi estatisticamente significativa ($t(6)=0.27$, $p=0.791$).

A diferença do número de comentários feitos pelas crianças utilizando o ecrã do computador ($M=7.25$, $SD=7.27$) em comparação com a projecção ($M=8.25$, $SD=4.57$) também não foi estatisticamente significativa verificando, contudo um maior número de comentários com a utilização da projecção ($t(6)=0.24$, $p=0.82$).

O número de acções correctivas também foi maior com a projecção ($M=8.5$, $SD=5.06$) do que com o ecrã ($M=5.75$, $SD=4.57$). Contudo a diferença também não foi considerada significativa com ($t(6)=0.81$, $p=0.451$).

Através da observação, e também de acordo com o *feedback* das educadoras, a projecção pareceu promover melhores níveis de colaboração do que o ecrã. Estas diferenças não foram significativas, mas o facto é que o número de grupos de crianças testado foi pequeno.

No que diz respeito aos testes realizados nas escolas, a projecção desempenhou um papel fundamental para a colaboração de todas as crianças das turmas, permitindo que todas acompanhassem e participassem no jogo realizado pelos colegas. A utilização do ecrã do computador na escola iria ser uma barreira às crianças que não estavam a jogar, logo não foi testada esta hipótese. Testou-se apenas no museu uma vez que apenas

um grupo de cada vez jogava ao jogo, estando toda a turma igualmente dividida por diferentes actividades, nomeadamente diferentes jogos.

7.3 Estudo da colaboração por sexos e idades

Dentro da colaboração também foram feitos estudos em relação ao sexo e idades.

Verificamos que, no geral, o número de vezes que as crianças fizeram correcções físicas, tais como mudar uma peça de lugar ou simplesmente apontar ($M=1.58$, $SD=1.74$, $N=101$), foi superior ao número de vezes que fizeram comentários ($M=0.89$, $SD=1.60$, $N=101$). Esta diferença mostrou ser estatisticamente muito significativa com ($t(200)=2.93$, $p=0.0037$). O que mostra que as crianças tendem a fazer mais acções físicas do que comentários verbais.

O estudo por idades teve como base: 24 crianças de 3 anos, 33 crianças de 4 anos, 31 crianças de 5 anos e finalmente 13 crianças de 6 anos. Para esta amostra obtivemos os seguintes resultados correspondentes ao total das acções colaborativas, quer físicas, quer verbais:

- ($M=3.63$, $SD=3.44$, $N=24$) para as crianças de 3 anos;
- ($M=3.12$, $SD=2.77$, $N=33$) para as crianças de 4 anos;
- ($M=1.55$, $SD=2.26$, $N=31$) para as crianças de 5 anos;
- ($M=0.93$, $SD=1.32$, $N=13$) para as crianças de 6 anos.

As diferenças entre os resultados das crianças de 3 e 4 anos com ($t(55)=0.62$, $p=0.538$), bem como das crianças de 5 e 6 anos com ($t(42)=0.922$, $p=0.3631$) não mostraram ser estatisticamente significativas. O mesmo não se verificou com os resultados obtidos entre as crianças de 3 e 6 anos com ($t(35)=2.71$, $p=0.0104$), bem como entre as crianças de 4 e 5 anos com ($t(62)=2.48$, $p=0.016$), cujas diferenças mostraram ser estatisticamente significativas. Por fim, os resultados entre as crianças de 3 e 5 anos com ($t(53)=2.70$, $p=0.0093$) e entre as crianças de 4 e 6 anos com ($t(44)=2.72$, $p=0.0094$), foram os que mais se evidenciaram apresentando diferenças estatisticamente muito significativas. Concluímos assim que as crianças mais novas foram as que mais colaboraram no jogo.

Capítulo 7 - Resultados Gerais Da Colaboração

O estudo feito por sexos teve como base 50 crianças do sexo feminino e 51 crianças do sexo masculino. Comparando os resultados obtidos do número de acções físicas colaborativas femininas ($M=1.26$, $SD=1.32$) com o número de acções físicas colaborativas masculinas ($M=1.90$, $SD=2.03$), verificamos que os rapazes foram aqueles que fizeram mais acções físicas. No entanto, esta diferença foi considerada estatisticamente pouco significativa com ($t(99)=1.87$, $p=0.0638$), o que mostra que ambos os sexos colaboraram de uma forma equilibrada.

Os resultados obtidos do número de comentários femininos ($M=0.96$, $SD=1.87$) foram levemente superiores aos masculinos ($M=0.83$, $SD=1.29$), mas não foram estatisticamente significativos com ($t(99)=0.41$, $p=0.6846$). No entanto, verificamos que as raparigas tendem a usar mais as expressões verbais enquanto que os rapazes tendem a usar mais as acções físicas. O que demonstra que é bom fazer grupos mistos.

Os resultados obtidos do número total de acções colaborativas femininas ($M=2.22$, $SD=2.85$) em comparação com as masculinas ($M=2.73$, $SD=2.80$) foram muito parecidos, não sendo estatisticamente significativos com ($t(99)=0.0001$, $p=0.9999$). Podemos observar, no entanto, que os rapazes foram aqueles que apresentaram um maior número de acções colaborativas.

Capítulo 8

DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES

Os resultados obtidos indicam que a utilização do nosso sistema de RA é um passo positivo para alcançar o objectivo de reduzir a distância entre as crianças e o conhecimento, através da aprendizagem através de brincadeira.

O sistema tem um impacto muito positivo na colaboração de uma turma. Isto é mais complicado do que parece, uma vez que as crianças do pré-escolar têm ciclos de atenção muito curtos. Estas crianças distraem-se facilmente com muita frequência e têm dificuldades em colaborar de uma forma ordenada/organizada. Uma contribuição importante deste estudo, em termos de questões de *design* que promovem a colaboração, consiste na importância de fornecer *feedback* imediato em jogos tal como o que foi desenvolvido neste estudo. É fundamental que os *designers* que tenham em foco crianças destas idades, sejam capazes de explorar a curiosidade inata destes pequenos utilizadores, a fim de atingir bons níveis de interacções colaborativas.

A motivação, o envolvimento e a curiosidade são ingredientes fundamentais para qualquer tipo de jogo educativo, mas são ainda mais importantes quando se trata de jogos para crianças dos 3 aos 5/6 anos. A interacção com as peças do jogo (marcadores de RA), pode ser perfeitamente adaptada a estas crianças devido às suas características físicas, mas isto por si só poderá não ser suficiente para alcançar bons níveis de motivação e colaboração.

Capítulo 9

CONCLUSÕES GERAIS

Depois do *design* do sistema final, podemos concluir que existem muitos princípios de *design* extremamente relevantes para sistemas dedicados a crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5/6 anos, e a maioria desses princípios são obtidos por meio das educadoras e das práticas de observação e sessões de avaliação como as que foram feitas neste estudo.

A tecnologia Realidade Aumentada e as interfaces tangíveis são bem aceites quer pelas crianças das pré-escolas de hoje em dia, quer pelas suas educadoras, uma vez que a reacção geral ao sistema foi muito positiva.

Em termos de design, concluímos que o sistema foi bem conseguido uma vez que não apresentou quaisquer dificuldades para as crianças enquanto jogavam. As crianças tiveram muita facilidade em compreender como se joga ao jogo e como é que este funciona. Todas as crianças, incluindo as mais novas, tiveram facilidades de coordenação ao combinar as duas condições necessárias para o funcionamento do jogo, ou seja, colocar o marcador sob a câmara e olhar para o ecrã ou para a projecção, onde apareciam os objectos em 3D.



Figura 70 – Sistema com a utilização do ecrã LCD

9.1 Aprendizagem

Em termos de aprendizagem, concluímos que através do brincar com o jogo, o número de respostas erradas diminuiu significativamente, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças a aprender simples conceitos.

Uma vez que estas crianças perdem frequentemente o foco de atenção, especialmente com um jogo, temíamos que o jogo pudesse prejudicar o processo de aprendizagem. Os resultados obtidos sugerem que o jogo de forma alguma prejudica o processo de aprendizagem, uma vez que os resultados dos pós-testes do dia seguinte mostraram uma grande melhoria.

De acordo com o *feedback* das educadoras, o jogo parece ser uma forma promissora para complementar os métodos tradicionais de ensino.

No jogo em estudo foi desenvolvido um sistema de validação das respostas baseado na cor: verde para a resposta correcta e vermelho para a resposta errada. Este sistema de validação foi ainda enriquecido com a adição de frases sonoras. Este procedimento, com vista a estimular nos alunos o desejo de realizar correctamente a actividade revelou-se frutífero, pois os alunos sentiram-se capazes de resolver o jogo (ainda que por tentativa) o que se denotou nas respostas apresentadas nos questionários e nos comentários realizados no final da aula: “Eu gostei porque ficou verde”. Assim, o sistema de cores “atiça o desejo de ganhar, de pontuar levando os utilizadores a empenharem-se no seu desempenho, porque ninguém gosta de perder” [85]. Esta estratégia deve ser encarada como promotora do desenvolvimento da capacidade de auto-reflexão dos alunos sobre o seu desempenho incentivando-os a melhorar. A aprendizagem reflexiva (onde é preciso reflectir e reformular o conhecimento para poder aprender) é um item fundamental na teoria construtivista do conhecimento e complementar à interacção social. Neste âmbito, o sistema de validação por cores distancia-se do conceito de *feedback* positivo subjacente ao condicionamento operante das teorias *behavioristas*, nas quais a aprendizagem era atingida sempre que se verificasse uma mudança comportamental mediada por estímulos positivos.

9.2 Motivação

A motivação foi essencialmente medida através de observação, gravações de vídeo e análise aos questionários.

Observou-se níveis altos de motivação enquanto as crianças brincavam com o jogo, uma vez que a maioria das crianças mostrava-se claramente motivadas enquanto jogavam. Esta afirmação deve-se ao facto de nenhuma criança ter desistido do jogo antes de alcançar a solução. Mesmo quando erravam diversas vezes, ou quando as condições de luz não eram as melhores e havia alguma dificuldade na detecção de alguns marcadores, ninguém desistiu do jogo até conseguir chegar à solução.

Outras formas de observar a motivação foi através das expressões faciais (ex: sorrisos, espanto, alegria), das expressões corporais (ex: dar palmas, dar “saltinhos”), e também das expressões verbais (ex: “UAUU”, “Que fixe!”) que faziam ao longo do jogo.

Os resultados dos questionários mostraram que 94% das crianças gostaram muito do jogo, apenas 5% das crianças afirmaram ter sentido dificuldades em jogar, (estas dificuldades não estavam relacionadas com problemas de *design*, estando relacionadas com o facto das crianças não saberem em que meios viviam determinados animais), e 98% das crianças gostariam de jogar ao jogo novamente.

O facto das crianças ficarem muito envolvidas na actividade e por conseguirem atingir grandes níveis de concentração, verificados pelas observações feitas, mostrou que estavam motivadas com o jogo. A motivação também se mostrou evidente na hora do recreio, onde as crianças optaram por ficar a jogar ao jogo dentro da sala (no caso dos primeiros testes na escola) em vez de ir brincar para o recreio.

A curiosidade foi outro factor que conduziu à motivação. De facto, existe um incentivo de descoberta, uma vez que o jogo apela à curiosidade das crianças visto que os marcadores eram vistos um de cada vez. As crianças queriam ver todos os seres vivos em 3D mas para isso acontecer, elas tinham de aguardar até que todos os marcadores estivessem colocados no tabuleiro.

O uso do projector, que contribuiu com uma imagem grande do jogo projectada na parede ou na tela, foi também um contributo para a motivação, uma vez que as crianças gostam de coisas diferentes e que chamem a atenção.

Por fim, o uso das cores e das frases sonoras que indicavam o que estava certo e errado, foi sem dúvidas um ponto forte para a motivação das crianças.

Manter as crianças motivadas durante todo o jogo é uma questão fundamental no design de um jogo. Uma vez motivadas, são criadas condições propícias a um melhor processo de aprendizagem e, por conseguinte, a uma maior colaboração entre as crianças. A ausência de motivação contribuiria para um desinteresse pela actividade e o processo de aprendizagem tornar-se-ia difícil.

A Figura 71 mostra algumas das muitas fotografias que claramente mostra grandes níveis de motivação alcançados.



Figura 71 – A motivação das crianças

9.3 Colaboração

O foco deste estudo baseou-se em promover colaboração. Analisamos diversas variáveis tais como o número de comentários feitos pelas crianças, o número de correcções, incluindo os gestos de apontar e o número de tentativas até alcançar uma possível solução. Os resultados sugerem que o *feedback* imediato teve um papel muito importante, aumentando o número de comportamentos colaborativos e interações entre as crianças.

Também estudamos o impacto do tamanho do ecrã, mas os resultados mostraram que as diferenças não eram significativas, embora por observação, e também de acordo com o *feedback* das educadoras, a utilização do projector pareceu promover maiores níveis de colaboração do que o ecrã do computador, uma vez que este contribuiu de forma positiva para a motivação das mesmas. No caso dos testes na escola, o uso do projector foi um factor crucial de design, pois permitiu que toda a turma participasse e colaborasse no jogo. Nos resultados dos pós-questionários obtivemos respostas das

crianças onde mostravam a sua grande satisfação com a projecção do jogo. No geral, grandes projecções de imagem e uma boa combinação das peças físicas do jogo com elementos virtuais, podem ser eficazes para aumentar a motivação e os níveis de colaboração entre as crianças.

Nos resultados obtidos dos pós-questionários, e no que diz respeito àquilo que as crianças gostaram mais no jogo, obtivemos respostas referentes à colaboração com os colegas. Alguns afirmaram ter gostado muito de ajudar os colegas a colocar as peças no lugar certo, bem como a ensinar como pegar nos marcadores, tal como mostra a Figura 72. Outros afirmaram ter gostado muito de observar os colegas a jogar (os que ficavam a assistir no tapete).

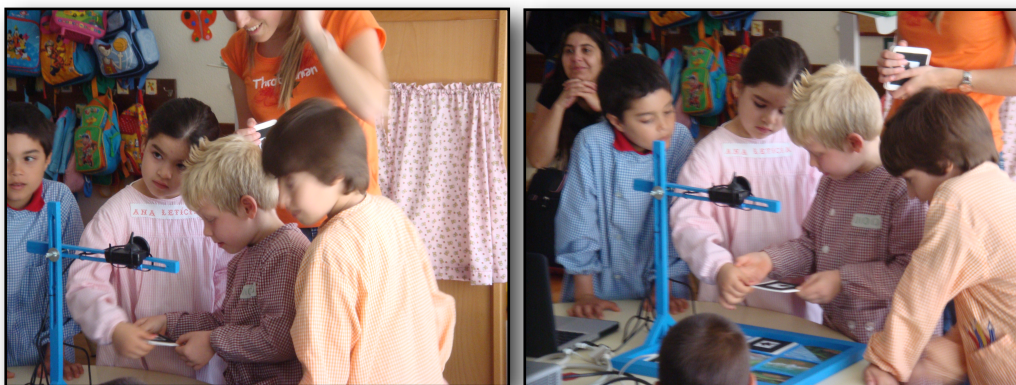


Figura 72 – Criança a ensinar a colega a pegar no marcador

Com o estudo dos sexos e idades verificamos um equilíbrio no total de acções colaborativas realizadas, quer físicas, quer verbais, entre os diferentes sexos. No entanto as crianças tendem a fazer mais acções físicas (tais como corrigir um marcador já colocado no tabuleiro ou simplesmente apontar) do que acções verbais. Verificamos ainda que as crianças de 3 e 4 anos foram as que mais colaboraram. No geral, as crianças mais novas colaboraram mais do que as mais velhas.

Em termos da forma de como a colaboração é feita, verificamos que novamente os resultados foram muito parecidos. No entanto, os rapazes foram os que apresentaram um maior número de colaborações físicas e as raparigas apresentaram um maior número de colaborações verbais. Assim, compreende-se que a formação de grupos com ambos os sexos é um aspecto positivo a ter em conta na realização dos jogos.

De acordo com o *feedback* das professoras as crianças de facto colaboraram, ajudando-se umas às outras. Assim, o jogo de tabuleiro de RA actua como uma plataforma de comunicação entre as crianças.

Face ao exposto compreende-se a importância do jogo em RA no desenvolvimento das aprendizagens, motivação e colaboração entre os alunos. De seguida apresentamos uma melhor abordagem a esta questão.

Durante este estudo foram escritos dois artigos para diferentes conferências. O primeiro artigo foi escrito depois de obter os resultados dos testes na primeira escola e foi submetido para a conferência ECCE2010 (European Conference on Cognitive Ergonomics), o qual pode ser consultado em anexo, no Apêndice F. O segundo artigo foi escrito depois de obter os resultados dos últimos testes na segunda escola e aborda todos os resultados obtidos em todos os testes. Este último artigo foi submetido para a conferência Interação2010 e pode ser encontrado também em anexo, no Apêndice G.

9.4 A importância da Realidade Aumentada para os alunos do pré-escolar.

Os alunos do pré-escolar são nativos digitais (conceito recente associado aos alunos que crescem rodeados por tecnologias) e aprendem com a tecnologia com uma facilidade que impressiona muitos adultos, pelo que, disponibilizar uma actividade em RA pode potenciar a aprendizagem. É, no entanto, necessário realçar que a concepção de uma actividade em RA não é sinónimo que os alunos compreendam/aprendam os conceitos subjacentes, é sim, sinónimo que se disponibiliza aos alunos uma ferramenta com potencialidades para que aprendam. A aprendizagem dos alunos é então condicionada pelo contexto em que as novas tecnologias são utilizadas. Os fundamentos desta premissa encontram-se nos trabalhos desenvolvidos, quer por Piaget, quer por Vigotsky, em que ambos defendem a necessidade da participação activa na criança na aprendizagem (construtivismo).

Para Piaget as crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5/6 anos (alunos que participaram no estudo realizado) encontram-se na fase pré-operatória de desenvolvimento cognitivo. Nesta fase realçam-se dois aspectos a função simbólica, que

se traduz na capacidade de efectuar representações mentais e o animismo, caracterizado pelas emoções, pensamentos e comportamentos que se expande aos objectos e brinquedos [84]. O jogo em questão adequa-se a esta faixa etária, pois a manipulação livre das peças estimula o processo cognitivo e motor das crianças, além disso, a função simbólica também é reforçada na manipulação das peças, onde cada peça corresponde a um ser vivo (símbolo), um animismo observável no monitor. No entanto, Piaget evidenciou que as crianças apenas conseguem prestar atenção a uma só variável e só na fase seguinte (fase operatória-concreta) conseguem prestar atenção a mais variáveis, fruto do desenvolvimento do pensamento abstracto e do raciocínio lógico-matemático. Assim, Piaget entende que a maturação precede aprendizagem, fazendo-se esta de forma ordenada e sequencial [84].

Embora os trabalhos de Piaget mereçam louvor pela ênfase dada à participação da criança na aprendizagem (base das teorias construtivistas) hoje é dada especial ênfase à dimensão social da aprendizagem e, neste âmbito, aos trabalhos elaborados por Vigotsky. Nesta perspectiva os educadores devem planificar as práticas educativas de forma a criarem oportunidades de colaboração entre as crianças. Quando se testou o jogo em desenvolvimento, as crianças foram organizadas em pequenos grupos (4-5 crianças) de modo a possibilitar-lhes um espaço de socialização (de troca de opiniões e entreajuda mútua). Assim, associa-se a dimensão social ao desenvolvimento da capacidade simbólica potenciando-se a construção de significados pessoais. Como demonstram os questionários preenchidos após a realização da actividade, por vezes os alunos centraram a atenção em objectos/símbolos diferentes, resignificando cada um, internamente, o conceito de, por exemplo: peixe, borboleta, golfinho. Neste âmbito, o educador deve ser um mediador que proporciona às crianças actividades situadas na sua ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal), definida como a distância entre a tarefa mais difícil que a criança consegue fazer sozinha e a tarefa mais difícil que consegue fazer com o apoio de crianças mais competentes ou de adultos [84]. Também neste aspecto, surgiram recentemente estudos que enfatizam a importância do jogo no desenvolvimento da linguagem e do pensamento abstracto, necessário em disciplinas escolares como a matemática e a física. Neste âmbito, o desenvolvimento do jogo em RA permite às crianças a manipulação de objectos para fazer de conta (Fazer de conta que é uma borboleta, um peixe...) permitindo estabelecer uma ponte entre os estímulos

sensorio-motores e o pensamento lógico que surge quando conseguem pensar manipulando ideias (pensam no local onde vive cada ser vivo manipulando a informação que sabem sobre ele). Os jogos têm, ainda sido valorizados por permitirem que

“... a criança desenvolva a capacidade de auto-regulação do seu comportamento físico, social e cognitivo (...) em vez de agir por impulso. As crianças que não conseguem prestar atenção ou seguir orientações, bem como as que não são capazes de controlar as emoções têm, normalmente, dificuldade em dominar conteúdos escolares” [83].

9.5 Limitações Encontradas

9.5.1 A câmara USB

Durante a implementação do jogo fomos confrontados com alguns obstáculos. A primeira dificuldade encontrada teve a ver com por a câmara USB a funcionar na framework utilizada (FLARManager). Esta framework está preparada para funcionar com câmaras USB, mas por norma ela arranca com a câmara predefinida. Se for detectada outra câmara externa, então essa será a câmara utilizada. Perdemos alguns dias a tentar resolver esta questão, até que contactamos com o criador da framework Eric Socolofsky, que também não estava a perceber o porquê de não funcionar. Depois de uma pesquisa aprofundada, descobrimos que a câmara que vem por definição com o MacBook Pro é uma iSight USB e, por isso, a framework não aceitava outra câmara USB. Eric Socolofsky nunca se tinha confrontado com uma situação destas, mas com uma pesquisa e com ajuda das pessoas do fórum do próprio site [64], conseguimos resolver a situação. Para quem estiver interessado poderá consultar o site que nos levou à solução em [88], além disso é necessário alterar o nome da variável `manualCameraIndex` para o index da câmara USB externa.

9.5.2 A função `MirrorDisplay`

Outro obstáculo encontrado foi com a função `mirrorDisplay` da framework, que se encontrava incompleta. Eric Socolofsky foi novamente contactado e este ainda não se

tinha apercebido desse lapso, pois possivelmente ainda não tinha sido utilizada essa função. O problema era obter a imagem capturada pela câmara sem ser sob a forma de espelho, para que a imagem projectada fosse invertida. Esta função ao receber um *boolean* igual a *true*, projectava a imagem na forma correcta, mas o comportamento dos objectos 3D em relação aos marcadores era incorrecto. Se movêssemos o marcador para a direita, o objecto 3D movia-se para a esquerda, se rodássemos para a direita ele rodava para a esquerda, e assim sucessivamente. Passado algum tempo, o problema foi resolvido pelo Eric Socolofsky que mais tarde lançou uma nova versão com esse problema resolvido. Entretanto explicou por e-mail o que deveríamos fazer para resolver o problema. A solução pode ser encontrada em [64].

9.5.3 O estudo com as crianças

Fazer estudos com crianças de tão pouca idade não é tarefa fácil. Enquanto que uma criança de 7, 8 anos ou mais já é capaz de responder a um questionário de maneira objectiva, estas crianças para além de, como é obvio, não saberem ler nem escrever, muitas vezes não compreendem as coisas da forma como queríamos. Isto deve-se ao facto das respostas obtidas nos questionários muitas vezes não terem nada a ver com o que pretendíamos e também por darem respostas que não sabiam justificar. É o caso de algumas crianças que afirmaram ter tido alguma dificuldade ao jogar, mas não sabiam explicar a sua afirmação. Se elaborar um questionário para adultos é complicado, então para crianças destas idades é extremamente complicado. Por outro lado, elas são muito espontâneas e sinceras, pois dizem tudo o que pensam mesmo que não tenha nada a ver com o assunto em questão. Tentámos abordar as preferências das crianças em relação ao uso desta tecnologia *versus* rato e teclado, mas das respostas obtidas, nada podemos concluir porque as crianças não tiveram capacidades de raciocínio capazes de tamanha comparação.

Para a obtenção de resultados mais precisos, este estudo deveria ser feito por um período muito mais extenso. Temos perfeita noção de que houve um “efeito de novidade” para estas crianças, uma vez que não conheciam a tecnologia RA. Os verdadeiros resultados seriam obtidos após algum tempo de contacto com o jogo, onde poderíamos perceber mais concretamente os efeitos de motivação nas crianças.

9.6 Trabalho Futuro

O trabalho futuro deverá consistir em expandir a experiência com o principal objectivo de avaliar melhor o papel desempenhado pelo tamanho do ecrã nos níveis de colaboração. O trabalho futuro deverá também incluir mais testes em diferentes escolas, para perceber os efeitos do jogo a longo prazo, bem como investigar outros recursos e questões de *design* que possam influenciar de forma positiva a colaboração entre as crianças nos jardins de infância e/ou nas pré-escolas. Novos testes deverão incluir diferentes formas de jogar, por exemplo, deixar as crianças brincar livremente ao jogo sem a orientação de um adulto.

Para o estudo da aprendizagem, seria interessante comparar este método com outras alternativas de ensino, tais como os métodos tradicionais e verificar se existem ou não melhorias. Mas esse estudo só seria concreto se fosse realizado por um período de tempo extenso, para que pudéssemos verificar a aprendizagem a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- [1] Amante, Lúcia. Explorando as novas tecnologias em contexto de educação pré-escolar: A actividade de escrita. *Aná. Psicológica*. [online]. mar. 2004, vol.22, no.1 [citado 31 Outubro 2009], p.139-154. Disponível na World Wide Web: <http://livepage.apple.comwww.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-82312004000100013&lng=pt&nrm=iso>livepage.apple.com. ISSN 0870-8231.
- [2] Zabalza, M. A. (2001). *Didáctica da Educação Infantil*. Porto: Asa Editores.
- [3] Flávia Sayegh, *As Realizações Entre Desenvolvimento e Aprendizagem Para Piaget e Vygotsky*, <http://www.profala.com/artpsico60.htm>, 31 Outubro 2009.
- [4] Craveiro, C. e Ferreira, I. *A Educação Pré-escolar face aos desafios da sociedade do futuro*. Artigo, Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, Portugal.
- [5] Colker, L., Robey, E. and Harri, C., (1990). *Investigation of interactive technologies for early math and science concepts for preschool children*. Research report.
- [6] Highfield, K. and Mulligan, J. *The Role of Dynamic Interactive Technological Tools in Preschoolers' Mathematical Patterning*. Paper, Macquarie University, Sydney.
- [7] Stiehl, w., Chang, A., Wistort, R. and Breazeal, C. *The Robotic Preschool of the Future: New Technologies for Learning and Play*. Paper, MIT Media Lab, USA.
- [8] Johanson, J., Bell, C. and Daytner, K., (2008). *Evaluating the Effectiveness of a Technology-Based Preschool Literacy*. Report, Western Illinois University.
- [9] Yost, N., (2003). *Look What Kindergarten Children Can Do with Technologies!*. IFIP Working Group 3.5 Conference: *Young Children and Learning Technologies*, UWS Parramatta, pp1-3.
- [10] National Association for the Education of Young Children, (1996). *Technology and Young Children—Ages 3 through 8*.

Referências

- [11] Manual do Kinderet, (2005). As TIC na Primeira-infância: Manual para formadores.
- [12] Seymour, P., (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York.
- [13] Gontijo, F., e Costa, J., (2007). Uma experiência com software educativo na escola: A tecnologia e a prática pedagógica em discussão. Artigo, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.
- [14] Gomes, J. A implantação do laboratório de informática na escola: Uma experiência exitosa.
- [15] Santos, H. O brincar tecnológico no jardim-de-infância. Artigo, ISBN: 978-98456-6-6.
- [16] Agudo, J., Sánchez, H., Holguín, J., and Tello, D. Adaptive computer games for second language learning in early childhood. Centro Universitario de Mérida, Universidad de Extremadura (Spain).
- [17] Fang, Yu-Lin. Young Children and Computers: Major Concerns and Potencial Benefits.
- [18] Yelland, N. (2005). The future is now: A review of the literature on the use of computers in early childhood education (1994-2004). AACE Journal, 13(3), 201-232.
- [19] Burd,Leo, (2000). Desenvolvimento de Software para Atividades Educacionais. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [20] Ministério da educação, (1997). Legislação. Editorial do Ministério da Educação. ISBN: 972-742-091-5.
- [21] Ministério da educação, (1997). Orientações Curriculares. Editorial do Ministério da Educação. ISBN: 972-742-087-7.
- [22] Matt Scheinerman, (2009). Augmented Reality Is Based Almost Entirely On Virtual Reality. Thesis, Haverford College Computer Science. Disponível em <http://>

Referências

www.pdf-search-engine.com/augmented-reality-is-based-almost-entirely-on-virtual-reality-html-thesis.haverford.edu/dspace/bitstream/10066/3720/1/2009

ScheinermanM.html.

[23] Ezequiel R. Zorzal, Realidade aumentada, http://realidadeaumentada.com.br/home/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=1, 20 Novembro 2009.livepage.apple.com.

[24] AZUMA, Roland et al. Recent Advances in Augmented Reality. IEE Computer Graphics and Applications, vol.21, p.34-47, 2001. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/>, 27 de Janeiro de 2005.

[25] Almeida, Igor. e Oikawa, Marina., (2006). TangRAm: TANGRAM em realidade aumentada. Bacharelato, Universidade Federal do Pará, Brasil.

[26] Dennis Joele, (2005). Development of an Augmented Reality system using ARToolKit and user invisible markers. Thesis, Delft University of Technology, Valência.

[27] Philip R. Lamb, ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/userintro.htm>, 19 Novembro 2009.

[28] ZORZAL, E. R. ; CARDOSO, Alexandre ; KIRNER, Claudio ; LAMOUNIER JÚNIOR, Edgard. Realidade Aumentada Aplicada em Jogos Educacionais. In : V Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais - WEIMIG, 2006, Ouro Preto, 2006.

[29] Providelo, C. et al. Ambiente Dedicado para Aplicações Educacionais Interativas com Realidade Misturada. VII Symposium on Virtual Reality, SP – Brazil. October, 2004.

[30] KIRNER, Claudio ; ZORZAL, E. R. . Aplicações Educacionais em Ambiente Colaborativos com Realidade Aumentada. In: SBIE2005 - XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2005, Juíz de Fora-MG . XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. v. I. p. 114-124.

Referências

- [31] Canon Inc., (2009). Canon "dinosaur 2009 - Miracles of the Desert" special sponsorship Life-sized dinosaurs alluded Corner "mixed reality experience" technical exhibition, http://translate.google.com/translate?prev=hp&hl=en&js=y&u=http%3A%2F%2Fweb.canon.jp%2Fpressrelease%2F2009%2Fp2009jul08j.html&sl=ja&tl=en&history_state0=, 15 Novembro 2009.
- [32] Grasset, Raphael .(2004). Environnement de r´ealit´e augment´ee 3D coop´eratif: approche colocalis´ee sur table. Tese de doutoramento, Universit´e Joseph Fourier, Fran¸ca. Dispon´ıvel em <http://artis.imag.fr/Members/Raphael.Grasset/RECHERCHE/THESIS/these.pdf>.
- [33] Hannes Kaufmann. Geometry Education with Augmented Reality. PhD thesis, Vienna University of Technology, 2004.
- [34] Freitas, Rubina., (2008). SMART - SysteM of Augmented Reality for Teaching, Tese de Mestrado, Universidade da Madeira, Portugal.
- [35] Hsieh, Min-Chai. e Lee, Jiann-Shu., (2008). AR Marker Capacity Increasing for Kindergarten English Learning. Paper, National University of Tainan, Hong Kong.
- [36] Didier Stricker, John Karigiannis†, Ioannis T. Christou†, Tim Gleue, e Nikos Ioannidis†. augmented reality for visitors of cultural heritage sites. Paper, Fraunhofer Institut fur Graphische Datenverarbeitung, e Zentrum fur Graphische Datenverarbeitung, †Intracom S.A.
- [37] Fraunhofer IGD, (2009). Augmented Reality application about Roman Forum and Satricum, <http://a4www.igd.fraunhofer.de/projects/54/>, 15 Novembro 2009.
- [38] Augmented Reality & Co., (2009). Asia's First Markerless Augmented Reality Packaging, <http://www.ar-innovation.com/>, 15 Novembro 2009.
- [39] Total Immersion, (2009). Augmented Reality Solutions, <http://www.t-immersion.com/>, 15 Novembro 2009.

Referências

- [40] Feiner, Steven., MacIntyre, Blair., Höllerer, Tobias., e Webster, Anthony., (1997). A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment. Paper, Columbia University, New York.
- [41] Columbia University (Computer Graphics and User Interfaces Lab). MARS - Mobile Augmented Reality Systems, <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/mars/mars.html>, 15 Novembro 2009.
- [42] Discover Anywhere Mobile, (2009). Location-Aware Apps For Tourism, Travel & Store Locators, <http://www.discoveranywheremobile.com/>, 16 Novembro 2009.
- [43] Fraunhofer IGD, (2009). Augmented Reality under water, http://www.fit.fraunhofer.de/index_en.html, 16 Novembro 2009.
- [44] YDREAMS, (2009). Virtual Sightseeing, <http://www.ydreams.com/#/en/products/ydreamsvirtualsightseeingproduct/>, 17 Novembro 2009.
- [45] Sony Computer Entertainment Europe, (2009). EyePet, <http://pt.playstation.com/games-edia/games/detail/item159779/EyePet%E2%84%A2/>, 17 Novembro 2009.
- [46] Steve Henderson, Steve Feiner, "Augmented Reality for Maintenance and Repair (ARMAR)", Technical Report AFRL-RH-WP-TR-2007-0112, United States Air Force Research Lab, August 2007. Disponível em: <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/index.htm>.
- [47] Snack strong productions. Doritos Sweet Chili, <http://www.doritos.com.br/sweetchili/site/>, 18 Novembro 2009.
- [48] Columbia University (Computer Graphics and User Interfaces Lab). Augmented Reality for Construction, <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/arc/arc.html>, 18 Novembro 2009.
- [49] Aragon, Cecilia., e Hearst, Marti., (2005). Improving Aviation Safety with Information Visualization:A Flight Simulation Study. Paper, University of California, Berkeley and NASA Ames Research Center, USA.

Referências

- [50] Information in Place, Inc., (2008). Prototype augmented reality system to improve safety of ship navigation, <http://www.informationinplace.com/inner.asp?id=348&category=3>, 19 Novembro 2009.
- [51] Tellart. Sweet, sweet reality, <http://stream.tellart.com/2009/10/06/sweet-sweet-reality/>, 19 Novembro 2009.
- [52] HITLab NZ, (2006). OSGART - ARToolKit for OpenSceneGraph, <http://www.artoolworks.com/community/osgart/index.html>, 20 Novembro 2009.
- [53] Wagner, Daniel. e Schmalstieg, Dieter., (2007). ARToolKitPlus for Pose Tracking on Mobile Devices. Paper, Institute for Computer Graphics and Graz University of Technology, Austria.
- [54] Graz University of Technology, (2009). Studierstube Tracker, http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/stbtracker.php, 22 Novembro 2009.
- [55] PukiWiki Developers Team., (2006). NyARToolkit, <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wiki/index.php?NyARToolkit%20for%20Java.en>, 24 Novembro 2009.
- [56] ARToolworks, Inc., (2007). Welcome to ARToolworks, <http://www.artoolworks.com/Home.html>, 26 Novembro 2009.
- [57] ARToolworks, Inc., (2007). ARToolKit NFT http://www.artoolworks.com/ARToolKit_NFT.html, 28 Novembro 2009.
- [58] VP, Business Development. Training and Performance Support with Mixed Reality, Information in Place, Inc.
- [59] Azuma, Ronald., (1997). A Survey of Augmented Reality. Paper, Hughes Research Laboratories, Malibu.
- [60] Bruno Simões e Márcio Jesus, (2006). Realidade Aumentada, <http://www.brunosimoes.org/websites/DispositivosMoveis/RA.html>, 28 Novembro 2009.
- [61] BMW. BMW Augmented Reality, http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html, 28 Novembro 2009.

Referências

- [62] Graz University of Technology, (2009). ARToolKitPlus, livepage.apple.comhttp://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php, 28 Novembro 2009.livepage.apple.com
- [63] NUI Group, (2009). *Multitouch Technologies*.
- [64] Eric Socolofsky, FLARManager, <http://words.transmote.com/wp/>, 26 Maio 2010.
- [65] Squidder, (2009), Custom FLAR Markers Explained, <http://www.squidder.com/2009/03/05/for-nerds-only-custom-flar-markers-explained/>, 26 Maio 2010.
- [66] Mayo, M. J. (2007). Games for science and engineering education. *Communications of the ACM*, 50, 7 (Jul.2007), pp. 30-35.
- [67] Gibson, J. P. (2003). A noughts and crosses Java applet to teach programming to primary school children. In *Proceedings of the 2nd international Conference on Principles and Practice of Programming in Java, PPPJ*, vol. 42. Computer Science Press, New York, NY, pp.85-88.
- [68] Gibson, J. P. (2003). A noughts and crosses Java applet to teach programming to primary school children. In *Proceedings of the 2nd international Conference on Principles and Practice of Programming in Java, PPPJ*, vol. 42. Computer Science Press, New York, NY, pp.85-88.
- [69] Kaufmann, H. and Schmalstieg, D. (2002). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. In *ACM SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, ACM, New York, NY, 37-41.
- [70] Medicherla, P. S., Chang, G., and Morreale, P. (2010). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. In *Proceedings of the international Conference on Multimedia information Retrieval, MIR'10*. ACM, New York, NY, pp. 441-444.
- [71] Papert, S. (1996). *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*. Longstreet Press.

Referências

- [72] Shelton, B. and Hedley, N. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. In *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, Darmstadt, Germany, September 2002, IEEE Catalog Number: 02EX632 ISBN: 0-7803-7680-3.
- [73] Sharlin, E., Watson, B., Kitamura, Y., Kishino, F., and Itoh, Y. (2004). On tangible user interfaces, humans and spatiality. *Personal Ubiquitous Computing*, 8, 5 (Sep.2004), 338-346.
- [74] Brosterman, N. (1997). *Inventing Kindergarten*. Harry N. Adams Inc.
- [75] Kerawalla, L, Luckin, R., Seljeflot, S. & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, Volume 10, Numbers 3-4, December 2006 , pp. 163-174.
- [76] Inkpen, K. M., Booth, K. S., Klawe, M., & McGrenere, J. (1997). The Effect of Turn-Taking Protocols on Children's Learning in Mouse-Driven Collaborative Environments. In *Proceedings of Graphics Interface (GI 97)* Canadian Information Processing Society, pp. 138-145.
- [77] Stewart, J., Raybourn, E. M., Bederson, B., & Druin, A. (1998). When two hands are better than one: Enhancing collaboration using single display groupware. In *Proceedings of Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems (CHI '98)*.
- [78] Africano, D., Berg, S., Lindbergh, K., Lundholm, P., Nilbrink, F., and Persson, A. (2004). Designing tangible interfaces for children's collaboration. In *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI '04*. ACM, New York, NY, 853-868.
- [79] Kannelis, T. and Potamianos, A. (2009). Towards adapting fantasy, curiosity and challenge in multimodal dialogue systems for preschoolers. In *Proceedings of the 2009 international Conference on Multimodal interfaces, ICMI-MLMI'09*. ACM, New York, NY, 39-46.

Referências

- [80] Salomon, G. (1990). Studying the flute and orchestra: Controlled experimentation vs. Whole classroom research on computers. *International Journal of Educational Research*, 14, pp. 37–47.
- [81] Barriga, S. e Silva, S. (2007). *Serviços Educativos na Cultura*. Porto: Setepés.
- [82] Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. In: *On the Horizon*; Vol. 9 Nº. 5; pp.1-6, October 2001, disponível no URL: <http://www.marcprensky.com/>.
- [83] Bodrova, E. e Leong, D. (2009). Jogar para aprender na escola. *Revista Noesis* n. 77 (destacável) Abril/Junho.
- [84] Silva, J.M. (2006) *Pensamento e Linguagem em Lev Vygotski e Jean Piaget*. Instituto Politécnico da Guarda: Guarda. Consultado a 12/02/2010 em <http://www.bocc.uff.br/pag/silva-jose-manuel-pensamento-linguagem.pdf>.
- [85] Carvalho, Ana Amélia Amorim (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*, Número 1, Ministério da Educação, 69-82, 85-86.
- [86] Google, (2010), Google SketchUp, <http://sketchup.google.com/>, 26 Maio 2010.
- [87] 3DModelFree, Animals, <http://www.3dmodelfree.com/>, 26 Maio 2010.
- [88] Bob Walton, Flash + iSight = <3 (if you pick the right settings), <http://bobspace.wordpress.com/>, 26 Maio 2010.
- [89] Marco, J., Baldassarri, S., Cerezo, E., Xu, D. Y., and Read, J. C. 2010. LIFELONG INTERACTIONS Let the experts talk: an experience of tangible game design with children. *interactions* 17, 1 (Jan. 2010), 58-61. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1649475.1649490>.
- [90] Antle, A.N. The CTI framework: Informing the design of tangible systems for children, *Proceedings of Tangible and Embedded Interaction (TEI 2007)*, ACM Press (2007), 195-202.

Referências

[91] Marshall, P., Price, S., & Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. Proceedings of Interaction Design and Children, Preston, England, July 1-3, pp 101-110.

APÊNDICE A

Neste apêndice é apresentado o pré-teste realizado na primeira escola. Este teste tinha como principal objectivo verificar o que as crianças conseguiam fazer antes de jogar ao jogo.

SMARTKids
Pré-Teste

Data: ___/___/___

Nome: _____

Idade: _____ anos



Actividade: Em que meios vivem os seres vivos?

1. Faz corresponder os seres vivos à sua sombra.

	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	

2. Assinala com um X o(s) meio(s) onde vivem os seres vivos?



Peixe 					
Cagarra 					
Borboleta 					
Lobo-marinho 					
Sapo 					
Arvore 					
Estrela-do-mar 					
Golfinho 					

APÊNDICE B

Neste apêndice é apresentado o pré-questionário realizado na primeira escola. Este questionário tinha como principal objectivo saber se as crianças tinham contacto com computadores, se os costumavam usar regularmente, onde, o que costumavam fazer no computador bem como se gostavam de jogar a jogos no computador.



Este questionário destina-se a crianças do pré-escolar e insere-se num estudo no âmbito de um projecto de mestrado em Engenharia Informática para a recolha de dados para posteriores estatísticas.

O seu preenchimento é anónimo e muito importante, por isso desde já agradecemos a sua colaboração.

Responde às seguintes questões:

1. Tens computador?

Sim Não

2. Utilizas com frequência o computador?

Sim Mais ou menos Não

2.1 Se sim, onde?

Em casa Na escola Em casa e na escola

3. O que costumás fazer no computador?

Jogar a jogos Ir à Internet

Fazer desenhos Outros: _____

4. Gostas de jogar a jogos no computador?

Muito Mais ou Menos Pouco

Muito obrigado!

APÊNDICE C

Neste apêndice é apresentado o pós-teste realizado na primeira escola. Este teste tinha como principal objectivo verificar o que as crianças conseguiam fazer depois de jogar ao jogo, para posteriormente comparar com os resultados obtidos no pré-teste. Note-se que o enunciado deste teste é precisamente igual ao do pré-teste.

SMARTKids
Pós-Teste

Data: ___/___/___

Nome: _____

Idade: ___ anos


Actividade: Em que meios vivem os seres vivos?

1. Faz corresponder os seres vivos à sua sombra.

	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	
	•	•	

2. Assinala com um X o(s) meio(s) onde vivem os seres vivos?



Peixe 					
Cagarra 					
Borboleta 					
Lobo-marinho 					
Sapo 					
Arvore 					
Estrela-do-mar 					
Golfinho 					

APÊNDICE D

Neste apêndice é apresentado o pós-questionário realizado na primeira escola. Este questionário tinha como principal objectivo saber se as crianças tinham gostado do jogo e porquê, se tinham tido alguma dificuldade e por fim se gostariam de voltar a jogar.

**SMARTKids
Pós-Questionário**

Responde às seguintes questões:

1. Gostaste do jogo?

Muito

Mais ou Menos

Pouco

Porquê?

2. Tiveste alguma dificuldade quando estavas a jogar?

Sim

Qual? _____

Não

3. Gostarias de jogar outra vez?

Sim

Não

Muito Obrigado!

APÊNDICE E

Neste apêndice é apresentado o pós-questionário realizado na segunda escola e no museu. Este questionário tinha como principal objectivo saber se as crianças tinham gostado do jogo e porquê, o que tinham gostado mais e o que tinham gostado menos, se tinham tido alguma dificuldade ao jogar e por fim se gostariam de voltar a jogar.

Jogo de Tabuleiro com Realidade Aumentada

Actividade: Onde vivem os seres vivos

Data: ____/____/____

Nome: _____

Idade: ____ anos

Responde às seguintes questões:

1. Gostaste do jogo? Muito Mais ou Menos Pouco

Porquê?

2. Tiveste alguma dificuldade quando estavas a jogar?

Sim Qual? _____

Não

3. Neste jogo, o que gostaste mais?

4. E o que gostaste menos?

5. Gostarias de jogar outra vez? Sim Não

Muito Obrigado!

APÊNDICE F

Artigo submetido para a conferência ECCE2010 (European Conference on Cognitive Ergonomics)

Designing Augmented Reality Tangible Interfaces for Kindergarten Children

Sofia Pessanha

University of Madeira
Campus Universitário da Penteada, 9000-390
Funchal
Portugal
sofia.pessanha@gmail.com

Pedro Campos

CCM – Univ. of Madeira and INESC ID Lisbon
Campus Universitário da Penteada, 9000-390
Funchal
Portugal
pcampos@uma.pt

ABSTRACT

The cognitive processes involved in kindergarten children learning can be leveraged through the use of tangible user interfaces. In particular, weaker students can become more interested in learning with a tangible user interface than with traditional methods. Also, shy students can participate more in the learning process using novel interaction paradigms.

We designed and developed a tangible user interface for an augmented reality game specifically targeted at enhancing collaborative learning in kindergarten. The game's design involved HCI researchers (the authors), kindergarten teachers and 3D designers. We evaluated the system during three days in a local school and observed the children's reactions, behaviours and answers to a survey we also conducted.

There is interesting research on using augmented reality technology and tangible user interfaces in the classroom. However, there is a lack of solutions and studies regarding the application of these technologies with kindergarten children, who are aged 4-5 years old and have different learning objectives.

One of our most relevant results is related to the importance of a large projection screen to facilitate collaborative learning. The overall usage of augmented reality markers in a cardboard-like game showed good levels of motivation and collaboration in kindergarten.

Keywords

Augmented reality; Interactive learning systems; Collaborative learning; Pedagogical issues; Supporting children's learning.

INTRODUCTION

Using games based on novel interaction paradigms for teaching children is becoming increasingly popular because children are moving towards a new level of interaction with technology and there is a need to children to educational contents through the use of novel, attractive technologies.

Instead of developing a computer program using traditional input techniques (mouse and

keyboard), this research presents a novel user interface for learning kindergarten subjects. The motivation is essentially to bring something from the real world and couple that with virtual reality elements, accomplishing the interaction using our own hands. It's a symbiosis of traditional cardboard games with digital technology.

The rationale for our approach is simple. Papert (1996) refers that "learning is more effective when the apprentice voluntarily engages in the process". Motivating the learners is therefore a crucial factor to increase the possibility of action and discovery, which in turn increases the capacity of what some researchers call learning to learn. In this sense, the novel constructionist-learning paradigm aims to adapt and prepare tomorrow's schools to the constant challenges faced by a society, which is currently embracing and accelerating pace of profound changes. Augmented reality (Shelton and Hedley, 2002) and tangible user interfaces (Sharlin et al., 2004) fit nicely as a support method for this kind of learning paradigm.

THE GAME

The developed system was based on a wooden board containing nine divisions where children can place the game's pieces, which are based on augmented reality markers. Kindergarten teachers provided us with a learning objective and actively participated in the game's design. In our case, the objective was the study of animals and the environments (sea, rivers, land and air) they live in. Each division of the board's game contains a printed image of a given environment.

The game's pieces had to be made from a special material, which is particularly suited for children, a flexible but robust material. Each of the game's pieces is a 3D animal that can be manipulated, as in a regular augmented reality setting. The board also contains a fixed camera, which processes the real time video information. Figure 1 illustrates the overall setting of the system, which can be connected to any kind of computer and display. In the figure, we show the system connected to a laptop, but during classroom evaluation we used a projector, to facilitate collaborative learning.

The goal of the game is to place all the markers (game board pieces representing animals) in the correct slot of the board. We only give feedback about the correctness of the placement of pieces in the end, when the player places a special marker that is used for that purpose, i.e. a “show me the results” marker.



Fig. 1. The system using the laptop’s LCD as display.

Figure 2 shows a screenshot of what children see displayed by the projector. The markers display 3D animals, which can be freely manipulated. The animals that are correctly placed have a green outline, incorrectly placed animals show a red outline. Following the teachers suggestions, we also added audio feedback, with pre-recorded sentences like “That’s not right, try it again!” This encouraged children, especially when positive reinforcement was given in the form of an applause sound.

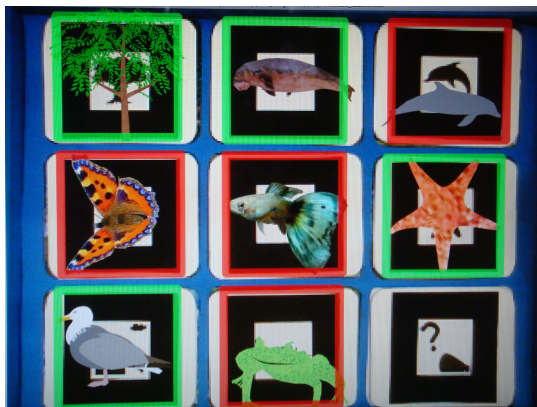


Fig. 2. The game’s display, showing feedback around the pieces.

EVALUATION

We conducted a classroom evaluation of the game during three school days. Twenty-five children aged from 5 to 6 years old interacted with the system in a collaborative setting using a projector as display device. Since teachers informed us about their limited time of focus, which is about 45 to 60 minutes, we split them into groups of 4 for each gaming session.

We designed pre-tests and post-tests, with the help of teachers, and applied the pre-tests during the first day, and the post-tests during the third day.

During the gaming sessions we videotaped the children’s reactions and analysed their motivation and collaboration levels.



Fig. 3. Children interacting with the system.

CONCLUSIONS

The children’s reaction to the system was very positive, and most importantly, we concluded that the system didn’t make the learning process go wrong. According to teachers’ feedback, drawn from semi-structured interviews after the evaluations, children effectively collaborated, since groups helped each other by changing the position of the game’s physical pieces. Thus the game’s board acted like a communication platform between groups of children. Another critical design factor was the fact that everybody could see the large projection display and even children who weren’t playing could participate in the activity, e.g. telling their classmates where to place the pieces.

After the design of the system, we can conclude that there are many design principles that can inform the development of classroom systems for kindergarten, and most of these principles have to be drawn from the teachers and from practical observation and evaluation sessions like these. Augmented reality and tangible interfaces are well-accepted by today’s kindergarten children and by their teachers as well. Large projection screens and blending the physical game pieces with their virtual ones can prove effective for increasing motivation and collaboration levels among children.

REFERENCES

- Papert, S. (1996). *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*. Longstreet Press.
- Sharlin, E., Watson, B., Kitamura, Y., Kishino, F., and Itoh, Y. (2004). On tangible user interfaces, humans and spatiality. *Personal Ubiquitous Comput.* 8, 5 (Sep. 2004), 338-346.
- Shelton, B. & Hedley, N. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. In *The First IEEE International*

Apêndice F

Augmented Reality Toolkit Workshop,
Darmstadt, Germany, September 2002.

APÊNDICE G

Artigo submetido para a conferência Interação 2010.

Promovendo a Colaboração entre Crianças do Pré-Escolar através da Realidade Aumentada

Autor #2
Instituição
Cidade
e-mail

Autor #2
Instituição
Cidade
e-mail

Sumário

A importância da familiarização das crianças com a tecnologia é cada vez mais notável: quer porque esta faz parte inquestionável do mundo que a rodeia, quer pela relevância educativa das experiências que lhe pode proporcionar.

As crianças do pré-escolar são um grupo de utilizadores especiais, uma vez que se encontram numa fase inicial das suas vidas, onde têm de aprender a viver em sociedade, isto é, aprender a ouvir e respeitar as opiniões dos outros, partilhar os mesmos objectos e também a ajudar-se mutuamente. Neste estudo, foi desenhado e desenvolvido um jogo em Realidade Aumentada para o ensino de conceitos simples que promove acções colaborativas entre as crianças. Todo o design do jogo foi devidamente acompanhado por educadoras.

Os resultados sugerem que o jogo é eficaz para obter níveis altos de concentração, envolvimento, motivação e curiosidade que levam a que haja uma maior colaboração entre as crianças, particularmente quando o feedback (resultado) do jogo é fornecido de forma imediata.

Embora já existam diversas soluções voltadas para o ensino, tais como jogos sobre a matemática, geometria e sobre o sistema solar, existe claramente uma falta de soluções e estudos sobre a aplicação desta tecnologia com crianças do pré-escolar (3 aos 5/6 anos). Esta foi uma das principais razões que nos levou a desenvolver esta investigação.

Palavras-chave

Realidade aumentada; Sistemas de aprendizagem interactivos; Aprendizagem colaborativa; Questões pedagógicas; Interfaces Tangíveis; Interfaces Multimodais.

1. INTRODUÇÃO

Através das novas tecnologias podem ser desenvolvidos jogos educativos para as crianças, uma vez que estas estão cada vez mais em contacto com as tecnologias existentes em seu redor. O poder dos jogos digitais como uma ferramenta educativa tem sido amplamente reconhecido [Mayo07] e estes podem ser utilizados para ensinar diversos temas a alunos de várias idades [Gibson03].

A título de exemplo, [Gibson03] descreve um jogo destinado a ensinar diferentes temas a crianças de diversas idades. Belotti e colegas [Belotti09] descrevem um jogo educativo utilizando uma abordagem estado da arte em termos de desenvolvimento comercial, enriquecendo o ambiente com instâncias dos módulos educativos desenvolvidos. Os objectivos didácticos destas abordagens são essencialmente explorar o potencial dos computadores para atingir uma faixa demográfica tradicionalmente resistente ao processo de aprendizagem.

Numa linha de investigação mais específica, têm sido desenvolvidos jogos utilizando técnicas de Realidade Aumentada (RA) no contexto da sala

de aula. Desde matemática de Liceu até geometria [Kaufmann02], sistemas solares interactivos [Medicherla10] entre outros, o âmbito de aplicação tem sido relativamente amplo.

Contudo, existe uma clara lacuna no que diz respeito a soluções e estudos destas tecnologias com crianças do pré-escolar, cujas idades variam entre os três e os cinco anos. Estas crianças têm capacidades e objectivos de aprendizagem bastante diferentes das outras.

Os objectivos deste estudo, consistem essencialmente em explorar o potencial das novas tecnologias direccionadas às crianças do pré-escolar. Para tal, ao invés de ser desenvolvido um programa de computador que utiliza técnicas de introdução de dados convencionais (rato e teclado), este trabalho apresenta uma nova interface para a aprendizagem de conteúdos educativos especificamente concebida para crianças do pré-escolar (na faixa etária dos três aos cinco anos de idade).

A ideia consiste essencialmente em adicionar elementos virtuais a algo do mundo real, realizando esta interacção com as nossas próprias mãos. Assim, para utilizar este sistema, não é

necessário que as crianças tenham experiência com computadores, nomeadamente facilidade de utilização do rato e do teclado, que é uma habilidade que nem todas as crianças possuem nestas idades. A interface, consiste, essencialmente numa simbiose dos tradicionais jogos de tabuleiro com as novas tecnologias.

O racional da nossa abordagem subdivide-se em dois aspectos. Primeiro, Papert refere que “a aprendizagem é mais eficaz quando o aprendiz se envolve voluntariamente no processo” [Papert96]. Motivar os aprendizes é portanto um factor crucial para aumentar a possibilidade de acção e descoberta, o que por sua vez aumenta a capacidade daquilo que alguns investigadores chamam a “capacidade de aprender a aprender”. A RA [Shelton02] enquadra-se bem neste paradigma como técnica de suporte, já que promove níveis altos de motivação e envolvimento.

Em segundo lugar, as crianças do pré-escolar têm objectivos e necessidades educativas que são muito diferentes das restantes, muito mais baseadas em noções colaborativas, como o respeito pelos colegas, interacção com os outros, resolução colaborativa de problemas outros valores da vida em sociedade. O design de novos jogos para o pré-escolar deve, por estes motivos, promover bons níveis de colaboração de forma eficaz.

2. TRABALHO RELACIONADO

A tecnologia actual fornece novas possibilidades emocionantes para aproximar as crianças aos conteúdos digitais. Existem numerosas áreas onde a RA pode ser aplicada, áreas que vão desde o sério até ao entretenimento. Assim, o processo de visualização e manipulação de objectos virtuais em ambientes reais pode ser encontrado em inúmeras aplicações, sobretudo em educação e formação, onde o potencial é grande, já que é necessário ter recursos que permitam uma melhor visão do objecto de estudo. Outras aplicações incluem a criação de ambientes colaborativos em RA, onde cada utilizador visualiza e interage com elementos reais e virtuais.

Dado o âmbito do nosso trabalho, dividimos a revisão da literatura em dois aspectos: a utilização de tecnologia RA na sala de aula; e abordagens focadas na promoção da colaboração na sala de aula através de novas tecnologias, não necessariamente baseadas em RA.

2.1 Realidade Aumentada na Sala de Aula

A utilização de sistemas de RA em contextos educativos não é nova, *per se*. Shleton e Hedley descrevem um projecto de investigação onde utilizaram RA para ajudar a ensinar estudantes de licenciatura em Geografia conceitos acerca das relações Sol-Terra [Shelton02]. Examinaram mais de trinta alunos que participaram num exercício de RA contendo modelos destinados a ensinar

conceitos de rotação, revolução, solstício/equinoxio e variação de luz e temperatura em função das estações do ano, tendo encontrado uma melhoria significativa na compreensão dos estudantes após o exercício de RA, assim como uma redução do número de conceitos mal aprendidos.

Outras importantes conclusões acerca deste sistema foram o facto de as interfaces RA não se limitarem a alterar o mecanismo de distribuição do conteúdo educativo: elas podem fundamentalmente alterar a forma como o conteúdo é compreendido através de uma combinação única de informação visual e sensorial que resulta numa poderosa e cognitiva experiência de aprendizagem [Shelton02].

As simulações em ambientes virtuais têm vindo a transformar-se numa importante ferramenta de investigação para os educadores [Tettegah06]. Em particular, a RA tem sido utilizada para ensinar modelos físico-químicos [Tettegah06]. Schrier avaliou as percepções relativas a duas representações na aprendizagem dos aminoácidos [Schrier06]. Os resultados mostraram que alguns estudantes gostaram de manipular os modelos RA através de rotações nos marcadores para observar as diferentes orientações dos objectos virtuais.

O vasto leque de aplicações educativas RA também se estende à Física pura. Duarte et al. [Duarte05] usam RA para apresentar dinamicamente informação associada à mudança de cenário utilizado no mundo real. Neste caso, os autores realizaram uma experiência no campo da física para mostrar informação que varia no tempo, como a velocidade e a aceleração, a qual pode ser estimada e mostrada em tempo real. A visualização de dados reais e estimados durante a experiência, assim como o uso de técnicas de RA, provou ser bastante eficiente, já que as experiências puderam ser detalhadas e interessantes, promovendo os mecanismos cognitivos da aprendizagem.

Min-Chai Hsieh and Jiann-Shu Lee [Hsieh08] desenvolveram um sistema chamado ARELS (*Augmented Reality English Learning System*) destinado a ajudar a aprendizagem de inglês das crianças do pré-escolar. Criaram um marcador para cada letra do alfabeto e associaram cada um desses marcadores a um modelo 3D de uma palavra iniciada por essa letra. O modelo RA mostrava também texto, imagens, músicas, vídeos e animações. Também foi proposto um método para reduzir a complexidade e aumentar a capacidade de desenhar marcadores RA [Hsieh08].

A utilização da RA na educação formal também pode constituir um componente chave nos ambientes de aprendizagem do futuro. Estes ambientes serão abundantemente povoados com aplicações misturando avanços em hardware e software.

2.2 Promovendo a Colaboração

A promoção de comportamentos colaborativos é crucial no contexto educativo do pré-escolar. Por isso, analisamos de forma breve as abordagens que utilizam a tecnologia como forma de alcançar níveis mais altos de colaboração dentro da sala de aula.

É sabido que as crianças comunicam e aprendem através de brincadeiras e exploração [Sutton86]. Através da interação social e através da imitação, as crianças adquirem novas capacidades e aprendem a colaborar. Isto também é verdade quando as crianças trabalham com computadores. Utilizando interfaces tradicionais, baseadas em teclado e rato, e mesmo tendo em consideração que duas ou mais crianças podem colaborar verbalmente, apenas uma criança está em controlo do computador ao mesmo tempo. O reconhecimento de que o trabalho de grupo sobre um único computador é desejável levou ao desenvolvimento de software e hardware especificamente concebidos para dar suporte a interação por vários utilizadores ao mesmo tempo. Esta interação conduziu a significativos aumentos dos níveis de aprendizagem [Inkpen97].

Stewart et al. observaram que as crianças com acesso a múltiplos dispositivos de entrada apreciavam uma experiência de utilização melhor, tendo estes investigadores notado aumentos nas incidências de interações estudante-estudante e estudante-professor, assim como um carácter mais colaborativo nas interações. As crianças também pareciam ter apreciado mais a experiência comparativamente a observações anteriores em sistemas standard [Stewart98].

Também existem estudos sobre o design de interfaces com o utilizador dedicadas à colaboração entre crianças [Africano04]. Alguns resultados apresentam sistemas que efectivamente suportaram colaboração e interactividade que foi apreciada pelas crianças, as quais se sentiram imersas no jogo [Africano04].

Kannetis e Potamianos investigaram a forma como a fantasia, curiosidade e desafio contribuem para a experiência de utilização em jogos multimodais para crianças do pré-escolar, o que é particularmente relevante para a nossa investigação. Descobriram que a fantasia e a curiosidade se encontram correlacionadas com os níveis de entretenimento das crianças, ao passo que os níveis de dificuldade parecem depender das capacidades e preferências individuais de cada criança [Kannetis09].

Um aspecto que foi tido em conta no design do nosso jogo de RA para pré-escolar foi o facto de as crianças se envolverem mais quando as interfaces são multimodais e contêm elementos que despoletam a sua curiosidade.

3. O JOGO

O sistema desenvolvido é baseado num tabuleiro de madeira contendo nove divisões onde as crianças deverão colocar as peças do jogo que consistem em marcadores de Realidade Aumentada (RA).

As educadoras de infância tiveram um papel activo no design do sistema e forneceram um objectivo de aprendizagem que consistiu no estudo dos seres vivos e dos meios onde vivem (mar, ribeira, terra e ar). Cada divisão do tabuleiro contém uma imagem correspondente a um ou mais meios. Cada peça do jogo corresponde a um animal em 3D que pode ser livremente manipulado. As peças foram construídas com um material esponjoso, próprio para ser utilizado por estas crianças. Este tabuleiro contém uma câmara numa posição fixa, responsável por processar a informação vídeo em tempo real. A Figura 1 mostra o sistema, que pode ser conectado a qualquer computador.

O objectivo do jogo consiste em conseguir colocar todas as peças (marcadores) nos respectivos compartimentos correctos do tabuleiro.



Figura 1: O sistema com recurso a um ecrã LCD.

Apenas é fornecido feedback sobre o resultado quando um marcador especial, concebido apenas para esse propósito, é colocado no respectivo compartimento de nome “Resposta”.

Duas versões diferentes do jogo foram desenvolvidas para estudar o impacto do feedback nos níveis de co-laboração entre as crianças: uma versão onde o feedback é fornecido a qualquer altura do jogo, ou seja, sempre que uma criança coloca o marcador especial para saber a resposta; e uma versão onde o feedback é apenas dado no final do jogo, isto é, quando todas as peças (seres

vivos) tiverem sido colocadas no tabuleiro.

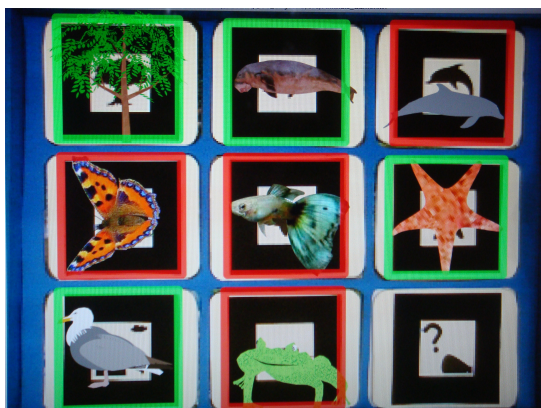


Figura 2: Projecção do jogo, mostrando o feedback.

O feedback é mostrado da seguinte forma: os seres vivos que estão colocados correctamente têm um contorno verde, e os que estão incorrectos têm um contorno vermelho, tal como mostra a Figura 2. De acordo com as sugestões das educadoras, decidimos acrescentar feedback sonoro. Esse feedback consiste em frases pré-gravadas, tais como: “Não está certo, tenta outra vez!”, “Muito bem, conseguiste!” (entre outras). Assim encoraja-se as crianças, principalmente quando o reforço positivo é dado com aplausos.

4. AVALIAÇÃO

Uma vez que o impacto de uma tecnologia não pode ser plenamente compreendido sem considerar o contexto educativo como um todo [Salomon90], realizamos um método misto para este estudo. Uma combinação de métodos quantitativos (pré e pós-testes realizados em dias diferentes) e qualitativos (observações, questionários e gravações vídeo) que permitiram uma compreensão fundamentada do impacto do jogo na (i) aprendizagem, (ii) motivação e nos (iii) níveis de colaboração. Apesar de apresentarmos os resultados para os três itens (efectividade da aprendizagem, os níveis de motivação e os níveis de colaboração), o nosso principal foco foi sobre os níveis de colaboração, ou seja, queremos investigar de que forma um jogo como este pode promover níveis mais elevados de comportamentos de colaboração.

Os testes foram realizados em diferentes escolas e num museu, com um total de 101 crianças.

As crianças foram agrupadas em grupos de quatro. Foi ainda utilizado um projector para permitir a participação de toda a turma na actividade. A Figura 3 ilustra, a título de exemplo, um dos testes realizados.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram organizados e subdivididos nos seguintes temas: aprendizagem, motivação e colaboração.

5.1 Aprendizagem

A aprendizagem foi testada com apenas uma turma. Para tal, foi realizado um pré-teste no primeiro dia, no segundo dia as crianças brincaram com o jogo e só no terceiro dia, realizaram o pós-teste. Os testes consistiam numa tabela onde num lado tinha os animais e no cabeçalho os diferentes meios. O objectivo consistia em colocar um X no correspondente meio onde habitam os respectivos animais.

A principal métrica utilizada foi a diferença dos resultados entre os pré e os pós-testes, tendo em consideração o número de respostas erradas num conjunto de 8 perguntas. A diferença do número médio de respostas erradas no pré-teste ($M=2.15$, $SD=0.875$, $N=20$) foi maior do que no pós-teste ($M=1.05$, $SD=0.759$, $N=20$). Esta diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa com ($t(38)=4.25$, $p=0.0001$).

Verificamos que o número de respostas erradas diminuiu, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças na aprendizagem de determinados conceitos. Contudo, no pré-escolar, as competências a adquirir pelas crianças são outras (comportamento em sociedade, desenvolvimento das capacidades motoras, colaboração), e por isso focou-se o âmbito desta investigação noutros aspectos.

5.2 Motivação

A motivação foi essencialmente medida através de observações, gravações de vídeo e análise dos questionários feitos às 101 crianças.

A motivação mostrou-se evidente quando as crianças escolheram ficar a brincar com o jogo em vez de ir brincar para o recreio e por nunca terem desistido do jogo até conseguir chegar à solução.



Figura 3: Crianças na escola a interagir com o

Outra forma de analisar a motivação foi através das próprias expressões, quer faciais (ex: sorrisos, espanto, alegria), verbais (ex: “UAUU”, “Que fixe!”) e corporais (ex: dar saltinhos e palmas) que as crianças faziam enquanto jogavam. De facto existe um incentivo de descoberta, uma vez que o jogo apela à curiosidade das crianças porque os marcadores são vistos apenas um de cada vez. A Figura 4 mostra algumas das muitas

fotografias que evidenciam os grandes níveis de motivação alcançados.



Figura 4: A motivação das crianças

5.3 Colaboração

Os níveis de colaboração foram medidos sobre diferentes condições: utilizando feedback imediato versus feedback apenas quando todo o tabuleiro está completo.

A questão colocada foi: Será que a possibilidade de fornecer feedback imediato aumenta os níveis de co-laboração entre as crianças enquanto brincam ao jogo?

Para testar esta hipótese, foram gravados os tempos de conclusão dos jogos, e analisamos as gravações de todos os testes de forma a medir a variável dependente (co-laboração) da seguinte forma quantitativa: (i) número de comentários colaborativos feitos pelas crianças, (ii) número de correcções feitas pelas crianças, incluindo gestos como apontar, e o (iii) número de tentativas feitas até chegar a uma possível solução.

Os tempos de conclusão (em minutos) para a versão do feedback imediato foram maiores ($M=5.10$, $SD=1.26$, $N=13$) do que para a versão onde o feedback é dado apenas quando o tabuleiro está completo ($M=3.87$, $SD=1.03$, $N=12$) e esta diferença foi considerada estatisticamente significativa com ($t(23)=2.66$, $p=0.014$). Embora o tempo de conclusão não seja uma medida de colaboração, os resultados obtidos das interacções colaborativas sugerem que o maior tempo de conclusão para a versão do feedback imediato foi causado por um maior número de interacções colaborativas.

Quanto ao número de comentários colaborativos feitos, observou-se que estes também foram mais altos na versão do feedback imediato ($M=6.08$, $SD=5.19$, $N=13$) do que na outra versão ($M=0.67$, $SD=0.89$, $N=12$), e esta diferença foi considerada estatisticamente muito significativa com ($t(23)=3.58$, $p=0.0016$). As crianças fizeram significativamente mais comentários ao jogar com a versão do feedback imediato.

Quanto ao número de acções correctivas (por exemplo, mudar um marcador já colocado no tabuleiro para outra posição e gestos tal como apontar), observou-se novamente um número maior na versão do feedback imediato ($M=8.92$, $SD=4.72$, $N=13$) do que na outra versão ($M=3.42$, $SD=2.47$, $N=12$). Podemos verificar novamente, que esta diferença foi estatisticamente muito significativa com ($t(23)=3.60$, $p=0.0015$).

Finalmente, o número de tentativas feitas até chegar à solução foi muito maior na versão do feedback imediato ($M=9.38$, $SD=1.19$, $N=13$) do que na outra versão ($M=1.58$, $SD=0.51$, $N=12$). Neste caso esta diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa, com ($t(23)=20.97$, $p<0.0001$).

Estes valores sugerem que o feedback imediato poderá desempenhar um papel importante no aumento do número de comportamentos colaborativos e interacções entre as crianças do pré-escolar. Além disso, e de acordo com o feedback recebido das educadoras no final dos testes, as crianças efectivamente colaboraram umas com as outras, ajudando-se mutuamente através de comentários, correcções e brincando de uma forma ordenada.

Dentro da colaboração também foram feitos estudos em relação ao sexo e idades. No estudo em questão estiveram envolvidas as 101 crianças que participaram nos testes.

Verificamos que o número de vezes que as crianças fizeram correcções físicas, tais como mudar uma peça de lugar ou simplesmente apontar ($M=1.58$, $SD=1.74$, $N=101$), foi superior ao número de vezes que fizeram comentários ($M=0.89$, $SD=1.60$, $N=101$). Esta diferença mostrou ser estatisticamente muito significativa com ($t(200)=2.93$, $p=0.0037$). O que mostra que as crianças tendem a fazer mais acções físicas do que comentários verbais.

O estudo por idades teve como base: 24 crianças de 3 anos, 33 crianças de 4 anos, 31 crianças de 5 anos e finalmente 13 crianças de 6 anos.

Para esta amostra obtivemos os seguintes resultados correspondentes ao total das acções colaborativas, quer físicas, quer verbais: ($M=3.63$, $SD=3.44$, $N=24$) para as crianças de 3 anos, ($M=3.12$, $SD=2.77$, $N=33$) para as crianças de 4 anos, ($M=1.55$, $SD=2.26$, $N=31$) para as crianças de 5 anos e finalmente ($M=0.93$, $SD=1.32$, $N=13$) para as crianças de 6 anos. As diferenças entre os resultados das crianças de 3 e 4 anos com ($t(55)=0.62$, $p=0.538$), bem como das crianças de 5 e 6 anos com ($t(42)=0.922$, $p=0.3631$) não mostraram ser estatisticamente significativas.

O mesmo não se verifica com os resultados obtidos entre as crianças de 3 e 6 anos com ($t(35)=2.71$, $p=0.0104$), bem como entre as crianças de 4 e 5 anos com ($t(62)=2.48$, $p=0.016$), cujas diferenças mostraram ser estatisticamente significativas.

Por fim, os resultados entre as crianças de 3 e 5 anos com ($t(53)=2.70$, $p=0.0093$) e entre as crianças de 4 e 6 anos com ($t(44)=2.72$, $p=0.0094$), foram os que mais se evidenciaram apresentando diferenças estatisticamente muito significativas. Concluimos que as crianças mais novas foram as que mais colaboraram no jogo.

O estudo feito por sexos teve como base 50 crianças do sexo feminino e 51 crianças do sexo masculino. Comparando os resultados obtidos do número de acções físicas colaborativas femininas ($M=1.26$, $SD=1.32$) com o número de acções físicas colaborativas masculinas ($M=1.90$, $SD=2.03$), verificamos que os rapazes foram aqueles que fizeram mais acções físicas. No entanto, esta diferença foi considerada estatisticamente pouco significativa com ($t(99)=1.87$, $p=0.0638$).

Os resultados obtidos para o número de comentários femininos ($M=0.96$, $SD=1.87$) foram levemente superiores aos masculinos ($M=0.83$, $SD=1.29$), mas não foram estatisticamente significativos com ($t(99)=0.41$, $p=0.6846$). No entanto, verificamos que as raparigas tendem a usar mais as expressões verbais enquanto que os rapazes tendem a usar mais as acções físicas. O que demonstra que é bom fazer grupos mistos.

Os resultados obtidos do número total de acções colaborativas femininas ($M=2.22$, $SD=2.85$) em comparação com as masculinas ($M=2.73$, $SD=2.80$) foram muito parecidos, não sendo estatisticamente significativos com ($t(99)=0.0001$, $p=0.9999$). Podemos observar, no entanto, que os rapazes foram aqueles que apresentaram um maior número de acções colaborativas.

6. CONCLUSÕES

Após este estudo, podemos concluir que existem princípios de design extremamente relevantes para sistemas direccionados a crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5/6 anos, e a maioria desses princípios são obtidos por meio das educadoras, das práticas de observação e sessões de avaliação como as que foram feitas neste estudo.

6.1 Aprendizagem

Em termos de aprendizagem, concluímos que através do brincar com o jogo, o número de respostas erradas diminuiu significativamente, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças a aprender simples conceitos.

Uma vez que estas crianças perdem frequentemente o foco de atenção, especialmente com um jogo, temíamos que este pudesse prejudicar o processo de aprendizagem, mas os resultados obtidos sugerem que o jogo de forma alguma prejudica o processo de aprendizagem.

De acordo com o feedback das educadoras, o jogo parece ser uma forma promissora para complementar os métodos tradicionais de ensino.

6.2 Motivação

Observamos níveis altos de motivação enquanto as crianças brincavam com o jogo. Esta afirmação deve-se ao facto de nenhuma criança ter desistido do jogo antes de alcançar a solução e também devido às expressões faciais, verbais e corporais

que faziam ao longo do jogo mostrando uma grande satisfação.



Figura 5: Colaboração entre as crianças enquanto jogam.

Os resultados dos questionários mostraram que a maior parte das crianças gostaram muito do jogo (94%) e gostariam de jogar novamente ao jogo (98%). O facto das crianças ficarem muito envolvidas na actividade e por conseguirem atingir grandes níveis de concentração, verificados pelas observações feitas, mostrou que estavam motivadas com o jogo. O facto de optarem por ficar a jogar ao jogo dentro da sala (no caso do teste na escola) em vez de ir brincar para o recreio, também mostrou a motivação das crianças pelo jogo.

O uso do projector, que contribuiu com uma imagem grande do jogo projectada na parede ou na tela, foi também um contributo para a motivação das crianças, uma vez que estas gostam de coisas diferentes e que chamem a atenção. O projector foi um factor crucial de design, pois permitiu que toda a turma participasse e colaborasse no jogo. No geral, grandes projecções de imagem e uma boa combinação das peças físicas do jogo com elementos virtuais, podem ser eficazes para aumentar a motivação e os níveis de colaboração entre as crianças.

Manter as crianças motivadas durante todo o jogo é uma questão fundamental de design.

6.3 Colaboração

O foco deste estudo baseou-se em promover colaboração. Analisamos diversas variáveis tais como o número de comentários feitos pelas crianças, o número de correcções, incluindo os gestos de apontar e o número de tentativas até alcançar uma possível solução. Os resultados sugerem que o feedback imediato teve um papel muito importante, aumentando o número de comportamentos colaborativos e interações entre as crianças.

Com este estudo verificamos um equilíbrio no total de acções colaborativas realizadas, quer físicas quer verbais, entre os diferentes sexos. No

entanto as crianças tendem a fazer mais acções físicas (tais como corrigir um marcador já colocado no tabuleiro ou simplesmente apontar) do que acções verbais. Verificamos ainda que as crianças de 3 e 4 anos foram as que mais colaboraram. No geral, as crianças mais novas colaboraram mais do que as mais velhas.

Em termos da forma de como a colaboração é feita, verificamos que novamente os resultados são muito parecidos. No entanto, os rapazes foram os que apresentaram a maior número de colaborações físicas e as raparigas apresentaram um maior número de colaborações verbais. Assim, compreende-se que a formação de grupos com ambos os sexos é um aspecto positivo a ter em conta na realização dos jogos.

De acordo com o feedback das professoras, as crianças de facto colaboraram, ajudando-se umas às outras. Assim, o jogo de tabuleiro de Realidade Aumentada actua como uma plataforma de comunicação entre as crianças.

Face ao exposto, compreende-se o potencial do jogo em Realidade Aumentada no desenvolvimento da aprendizagem, motivação e colaboração entre os alunos.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer às educadoras <Removido por motivos de blind-review> pelo trabalho desenvolvido durante o design colaborativo do jogo, bem como às direcções das seguintes escolas: <Removido por motivos de blind-review>

8. REFERÊNCIAS

- [Amante04] Amante, L. Explorando as novas tecnologias em contexto de educação pré-escolar: A actividade de escrita. *Aná. Psicológica*. [on-line]. mar. 2004, vol.22, no.1 [citado 31 Outubro 2009], p.139-154, ISSN 0870-8231.
- [Kaufmann02] Kaufmann, H. and Schmalstieg, D. (2002). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. In *ACM SIG-GRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, ACM, New York, NY, pp. 37-41.
- [Medicherla10] Medicherla, P. S., Chang, G., and Morreale, P. (2010). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. In *Proceedings of the international Conference on Multimedia information Retrieval*, MIR'10. ACM, New York, NY, pp. 441-444.
- [Mayo07] Mayo, M. J. (2007). Games for science and en-gineering education. *Communications of the ACM*, 50, 7 (Jul.2007), pp. 30-35.
- [Gibson03] Gibson, J. P. (2003). A noughts and crosses Java applet to teach programming to primary school children. In *Proceedings of the 2nd international Conference on Principles and Practice of Programming in Java*, PPPJ, vol. 42. Computer Science Press, New York, NY, pp.85-88.
- [Salomon90] Salomon, G. (1990). Studying the flute and orchestra: Controlled experimentation vs. Whole classroom research on computers. *International Journal of Educational Research*, 14, pp. 37-47.
- [Belotti09] Bellotti, F., Berta, R., Gloria, A. D., and Primavera, L. (2009). Enhancing the educational value of video games. *Computers in Entertainment*, 7, 2 (Jun. 2009), pp. 1-18.
- [Papert96] Papert, S. (1996). *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*. Longstreet Press.
- [Shelton02] Shelton, B. and Hedley, N. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. In *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, Darmstadt, Germany, September 2002, IEEE Catalog Number: 02EX632 ISBN: 0-7803-7680-3.
- [Sutton86] Sutton-Smith, B. *Toys as culture*. New York: Gardner Press, 1986.
- [Inkpen97] Inkpen, K. M., Booth, K. S., Klawe, M., & McGrenere, J. (1997). The Effect of Turn-Taking Protocols on Children's Learning in Mouse-Driven Collaborative Environments. In *Proceedings of Graphics Interface (GI 97)*. Canadian Information Processing Society, pp. 138-145.
- [Africano04] Africano, D., Berg, S., Lindbergh, K., Lundholm, P., Nilbrink, F., and Persson, A. (2004). Designing tangible interfaces for children's collaboration. In *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI '04. ACM, New York, NY, 853-868.
- [Kannetis09] Kannetis, T. and Potamianos, A. (2009). Towards adapting fantasy, curiosity and challenge in multimodal dialogue systems for preschoolers. In *Proceedings of the 2009 International Conference on Multimodal interfaces*, ICMI-MLMI'09. ACM, New York, NY, 39-46.
- [Tettegah06] Tettegah, S. & Taylor, K. & Whang, E. & Meistninkas, S. & Chamot, R. (2006). Can virtual reality simulations be used as a research tool to study empathy, problems solving and perspective taking of educators?: theory, method and application. *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, ACM SIGGRAPH 2006 Educators program, Article No. 35.
- [Schrier06] Schrier, K. (2006). Using augmented reality games to teach 21st century skills. In *International Conference on Computer*

Apêndice G

Graphics and Interactive Techniques, ACM SIGGRAPH 2006 Educators program.

- [Duarte05] Duarte, M., Cardoso, A. & Lamounier Jr., E. (2005). Using Augmented Reality for Teaching Physics. *WRA'2005 - II Workshop on Augmented Reality*, pp. 1-4.
- [Hsieh08] Hsieh, Min-Chai. e Lee, Jiann-Shu. (2008). AR Marker Capacity Increasing for Kindergarten English Learning. National University of Tainan, Hong Kong.
- [Stewart98] Stewart, J., Raybourn, E. M., Bederson, B., & Druin, A. (1998). When two hands are better than one: Enhancing collaboration using single display groupware. In *Proceedings of Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems (CHI '98)*.

