

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da
Universidade de Coimbra

12-13 November 2015

VIDEOJOGOS 2015



Instituto de Sistemas e Robótica



Sociedade Portuguesa de Ciências dos Videojogos

Atas da Conferência Videojogos 2015

Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Universidade de Coimbra, Polo II
3030-290 Coimbra, Portugal
12 e 13 de novembro de 2015

Edição: Paulo Menezes

Publicado por:
Instituto de Sistemas e Robótica
Universidade de Coimbra, Polo II
3030-290 Coimbra, Portugal

PDF ISBN:978-989-20-6398-0

Capa:
Interior do Criptopórtico do Forum de Aeminium - Museu Machado de Castro - Coimbra
Fotografia tirada por Luís Almeida para SciTecIN'15.



Preface

These proceedings are a collection of selected papers presented at the conference Videojogos 2015, jointly organised with the Portuguese Conference on Computer Graphics and Interaction, under the name Sciences and Technologies of Interaction (SciTecIN'15). The organisation of this event was the responsibility of the Instituto de Sistemas e Robótica (ISR-UC) on behalf of Sociedade Portuguesa de Ciências dos Videojogos. This conference aimed at continuing a quality tradition that had been maintained along the twenty one previous editions.

With the objectives of bringing together researchers and professionals of the fields related with video games, works were accepted in both Portuguese and English languages, as happened with the previous editions. We believe that this may broaden the spectrum of the audience of the presented conference works. Nevertheless, it was the authors choice of either using English or Portuguese language in their articles. Following the same principles, these proceedings were also edited in order of keeping their bilingual characteristic.

The contributed papers were reviewed and evaluated by the Technical Committee members, resulting in a selection of papers for oral presentation. The sessions were divided by the following thematic areas: Serious Games; Edutainment and IA in Games; Interaction and Usability in Games. A “Demonstrators Session” revealed to be an excellent way of establishing close connections with the interested participants. This was due to the possibility of directly posing and answering questions without the pressure imposed by the limited time of typical oral sessions. Beyond these sessions, the conference program counted with three invited speakers: Jeferson Valadares, Julien Pettré and Miguel Sales Dias. The conference was closed with the delivery of the certificates of best conference article and best demonstrator.

The organisers would like to thank the authors, the invited speakers, the members of the Technical Committee, the members of the Organising Committee, ISR, and DEEC-UC for the contributions, help and support. A special thank to the Sociedade Portuguesa de Ciências dos Video Jogos, whose engagement and efforts has made possible this series of conferences to happen along the years.

Kind regards,

Abel Gomes
André Neves
José Carlos Teixeira
Paulo Menezes



Prefácio

Estas atas contêm a coleção dos artigos que foram selecionados e apresentados na conferência Videojogos 2015, a qual foi organizada em conjunto com a conferência Encontro Português de Computação Gráfica, sob o nome Ciências e Tecnologias da Interação (SciTecIN'15). A organização deste evento foi levada a cabo pelo Instituto de Sistemas e Robótica (ISR-UC), em nome da Sociedade Portuguesa de Ciências dos Videojogos, tendo desde o início sido definido o objectivo de manter a tradição de qualidade patente nas edições anteriores.

Tendo como objectivo a reunião de investigadores e profissionais das áreas relacionadas com os videojogos, foram aceites trabalhos tanto em língua Portuguesa como Inglesa, tal como aconteceu com as edições anteriores. Acreditamos que esta característica bilingue permite alargar a audiência dos trabalhos apresentados. No entanto, a escolha da língua usada em cada um dos artigos foi da responsabilidade dos próprios autores. Assim, e seguindo estes princípios, estas atas foram editadas de forma a manter esta característica bilingue dos trabalhos incluídos.

Os artigos enviados pelos autores foram revistos e avaliados pelos membros da Comissão Científica, resultando na seleção de artigos aqui incluída, e que foram apresentados oralmente ou sob a forma de poster. As sessões orais dividiram-se pelas seguintes áreas: Jogos Sérios; Entretenimento Educativo e Inteligência Artificial em Jogos; Interação e Usabilidade em jogos. Uma sessão de “Demonstradores” revelou-se ser uma excelente forma de comunicar com os participantes interessados. Isto deveu-se à possibilidade dos interessados poderem colocar questões diretamente aos autores e obter as respetivas respostas, sem a pressão imposta normalmente pelas limitações temporais das sessões orais típicas. Para lá destas sessões, a conferência contou ainda com três oradores convidados; Jeferson Valadares, Julien Pettré e Miguel Sales Dias.

A conferência foi encerrada com a entrega dos certificados de melhor artigo e melhor demonstrador apresentados nesta conferência.

Os organizadores gostariam de agradecer aos autores, aos oradores convidados, aos membros da Comissão Científica, aos membros da Comissão Organizadora, ao ISR-UC e ao DEEC-UC pelas contribuições, ajuda e suporte que permitiram a realização deste evento. Um agradecimento especial ao Sociedade Portuguesa de Ciências dos Videojogos, cuja dedicação e esforço tem permitido que a realização destas conferências se tenha mantido ao longo dos anos.

Cordiais Saudações,

Abel Gomes
André Neves
José Carlos Teixeira
Paulo Menezes



Technical Committee / Comissão Científica

Chairs/Presidentes:

Abel Gomes	Universidade da Beira Interior
André Neves	Universidade do Minho

Members/Membros:

A. Augusto Sousa	INESC TEC / Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Abel Gomes	Universidade da Beira Interior
Alberto Simoes	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Ana Amélia Carvalho	Universidade de Coimbra
Ana Torres	Universidade de Aveiro
Ana Veloso	Universidade de Aveiro
António Coelho	INESC TEC / Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
António Ramires	Universidade do Minho
Bárbara Barroso	Instituto Politécnico de Bragança
Beatriz Sousa Santos	University of Aveiro
Carlos Martinho	Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
Casimiro Pinto	CEMRI - Universidade Aberta
Catia Ferreira	Universidade Católica Portuguesa
Duarte Duque	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Eva Oliveira	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Filipe Costa Luz	MovLab - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Frutuoso Silva	Universidade da Beira Interior
Gonçalo Amador	Universidade da Beira Interior
Jorge Teixeira Marques	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
José Azevedo	Universidade do Porto
Leonel Morgado	Universidade Aberta
Licínio Roque	Universidade de Coimbra
Luis Filipe B. Teixeira	Escritas Mutantes
Luis Pereira	Coventry University, United Kingdom
Lynn Alves	UNEB e SENAI CIMATEC, Brasil

Madalena Ribeiro	Instituto Politécnico de Castelo Branco
Mário Vairinhos	Universidade de Aveiro
Mauro Figueiredo	Universidade do Algarve
Nelson Zagalo	Universidade do Minho
Nuno Castelhana	CISUC Universidade de Coimbra
Nuno Rodrigues	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Orlando Pereira	Universidade da Beira Interior
Óscar Mealha	University of Aveiro
Patricia Gouveia	Noroff University College, Norway
Patricia Tedesco	Centro de Informática - UFPE, Brazil
Paulo Dias	Universidade de Aveiro
Paulo Menezes	ISR - Universidade de Coimbra
Paulo Quaresma	Universidade de Évora
Pedro A. Santos	Instituto Superior Técnico
Pedro Mota Teixeira	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
Pedro Rangel Henriques	Universidade do Minho
Rogério Tavares	UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil
Rui Lopes	Instituto Politécnico de Bragança
Rui Prada	Instituto Superior Técnico e INESC-ID
Sérgio Dias	IT - Covilhã
Teresa Chambel	LASIGE, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
Teresa Romão	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Vitor Santos	NOVA IMS



Organizing Committee / Comissão Organizadora

Chairs / Presidentes:	Paulo Menezes - DEEC/ISR-UC José Carlos Teixeira - DMat-UC/IT
Demonstrators / Demonstradores:	Lícínio Roque - DEI-UC
Secretariat / Secretariado:	Lara Costa - ISR-UC
Publication / Publicações:	João Quintas - IPN/ISR-UC
Internet / Página Internet:	Bruno Patrão ISR-UC
Finances / Finanças:	Marina Dias ISR-UC
Technical Support / Suporte Técnico:	Luís Almeida IPT / ISR-UC Samuel Pedro ISR-UC José Francisco ISR-UC Tiago Catarino ISR-UC



Organization and Sponsors / Organização e Apoios

Organization / Organização

Instituto de Sistemas e Robótica ISR-UC
<http://www.isr.uc.pt>

Sociedade Portuguesa de Ciências dos Videojogos
<http://www.spcvideojogos.org>

Sponsoring / Apoios

Departamento de Engenharia Electrotécnica e Computadores DEEC/UC
<http://www.deec.uc.pt>

Universidade de Coimbra UC
<http://www.uc.pt>

Caixa Geral de Depósitos CGD
<http://www.cgd.pt>

Switch Technologies SWTL
<http://www.swtl.pt>



Contents / Índice

Preface	v
Prefácio	vii
Technical Committee / Comissão Científica	ix
Organizing Committee / Comissão Organizadora	xi
Organization and Sponsors / Organização e Apoios	xiii
Keynote Talks / Palestras	1
Da Ciência da Computação para o Mercado Internacional de Jogos <i>Jeferson Valadares</i>	1
Microscopic Crowd Simulation <i>Julien Pettré</i>	1
Interacting Naturally, Reconstructing and Augmenting our World <i>Miguel Sales Dias</i>	1
Serious Games	3
“No Reino dos Fonemas” - jogo sério para a aprendizagem da leitura <i>José Franco, Tiago Cardoso, Fátima Trindade, Sandra Silva, Miguel Palha</i>	4
Serious Game for Motion Disorders: Rehabilitation of Parkinson’s Disease Patients <i>Catarina Macedo, Rui Prada, Pedro Santos</i>	10
Generating Musical Sheets for First-Sight Reading Exercises <i>Frederico Freitas, Rui Prada, Pedro Santos, Luís Coelho</i>	17
Jogo sério para treino de competências sociais como instrumento de prevenção do bullying <i>Cátia Raminhos, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Susana Carvalhosa, Augusta Gaspar, Maria Jesus Candeias</i>	24
Edutainment and IA in Games	33
Precious Chords: um jewel puzzle para aprender acordes brincando <i>Catarina Macena, Cláudio Moura, José Ribeiro, Maria C. Alves, Urbano Mestre, Ernesto Vilar</i>	34

Deep Gamification of a University Course <i>Pedro A. Santos</i>	54
Jogo móvel BeeFish: Inteligência Artificial para movimentar personagens animais <i>Ana Paula Cláudio, Carolina Meireles, José Soeiro</i>	59
Algoritmo de Dijkstra com Mapa de Influência de Atratores e Repulsores <i>Michael Adaixo, Gonçalo Amador, Abel Gomes</i>	66
Videojogos comerciais e literacia mediática, alguma ligação? <i>Isabel Domingues, Ernesto Vilar</i>	71
Interaction and Usability in Games	79
Transferência de Tecnologia para Causas Sociais através dos VideoJogos <i>Tiago Cardoso, Vitor Santos, Carolina Santos, José Barata Oliveira</i>	80
Primeira Armada da Índia: novo conceito de jogo misturando realidades aumentada e virtual, gestos finos e amplos <i>Leonel Morgado, Paulo Cristóvão, Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes, Paulo Martins, Luís Barbosa, Hugo Paredes, Bernardo Martins, Fausto de Carvalho</i>	86
Bringing User Experience empirical data to gesture-control and somatic interaction in virtual reality videogames: an Exploratory Study with a multimodal interaction prototype <i>Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes, Gonçalo Matos, Diogo Azevedo, Daniela Pedrosa, Leonel Morgado, Hugo Paredes, Luís Barbosa, Benjamim Fonseca, Paulo Martins, Bernardo Cardoso, Fausto de Carvalho</i>	91
A game as a tool for empirical research on the shamanic interface concept <i>Tiago Susano Pinto, António Coelho, Stephan Lukosch, Leonel Morgado</i>	99
Author Index / Índice de Autores	104



Keynote Talks / Palestras

Da Ciência da Computação para o Mercado Internacional de Jogos

Jeferson Valadares

Nesta sessão, Jeferson irá discutir a sua experiência no mercado internacional de Games. Bacharel e Mestre em Ciência da Computação, ambos focando em Games e Inteligência Artificial, Jeferson ingressou na indústria em 2000 através da fundação de sua própria empresa. Apesar de ter trabalhado em diversas plataformas ao longo dos anos, ele tem se focado em Mobile Games desde 2005. Em sua carreira, Jeferson trabalhou em vários títulos que foram sucesso de crítica e de vendas, assim como títulos para marcas como Dragon Age, Simpsons, EA Sports FIFA, Harry Potter, Need for Speed e vários títulos para a Hasbro, como Game of Life e Battleship. Atualmente na BANDAI NAMCO, trabalha com marcas como PAC-MAN, Dark Souls e Dragon Ball.

Short Biography

Jeferson Valadares é VP de Desenvolvimento de Produto na BANDAI NAMCO Entertainment America. Brasileiro, ele é Bacharel em Mestre em Ciência da Computação, e começou a sua carreira na área de games em 2000 através da fundação de sua própria empresa. Antes de ir para a BANDAI ele trabalhou como líder de estúdio na Electronic Arts, BioWare, Flurry, Playfish e Digital Chocolate. Desde 2005 ele deixou o Brasil, e nos últimos dez anos morou em Helsinki, Londres, e agora reside em San Francisco.

Microscopic Crowd Simulation

Julien Pettré

This presentation introduces the main principles of microscopic crowd simulation. Microscopic approaches compute the motion at large scale of a crowd made of dense and numerous entities which results from the combination of the many local interactions between individuals. We explain the recent advances in the field, and more specifically some approaches based on artificial vision which give an attempt to reproduce the perception / action loop that drives human locomotion in dynamic environments. We finally present some applications for crowd simulation to animate large populations in large-scale interactive virtual worlds. We show how to adapt a crowd simulator to allow animating crowds beyond the limitations set by the complexity of crowd simulation algorithms and the available computational resources.

Short Biography

Julien Pettré is research scientist at INRIA since 2006. He obtained a PhD in Robotics in 2003 from the University of Toulouse III in France, prepared under the direction of Jean-Paul Laumond. He then obtained a Marie-Curie IEF grant to spend a 18 months post doc at VRlab, EPFL, Switzerland, headed by Daniel Thalmann. Julien Pettré started his research activities on motion planning for digital humans moving in their virtual environment. He then took interest in virtual crowds. He designed efficient crowd animation techniques to massively populate virtual worlds. He studied real humans moving in crowds in the aim of designing realistic simulation algorithms as well as to provide evaluation methodologies. He finally takes interest in Virtual Reality as an efficient research tool to study human behaviors by setting them in interaction with virtual crowds.

Interacting Naturally, Reconstructing and Augmenting our World

Miguel Sales Dias

In this presentation I'll be addressing the current experiments that myself and my team are carrying in the area of Human-Computer Interaction, Virtual and Augmented Reality, focusing on ways to reconstruct, classify and augment our living and working environment, and on how to naturally communicate with such environments, using natural and multimodal HCI modalities and their fusion, such as speech, gesture (including gesture for sign language recognition), gaze and biometry, this last one used to derive human emotional states. I'll be illustrating the use of such multimodal HCI in augmentative communication, architecture design and ambient assisted living scenarios.

Short Biography

José Miguel Sales Dias holds a bachelor (1985) and a master (1988) in Electrical and Computer Engineering (IST-UTL, Portugal) and a PhD in Computer Graphics and Multimedia (1998) from ISCTE-IUL where he was an Associated Professor until 2005, holding currently an Invited Associated Professor position, teaching and conducting research in Computer Graphics, Virtual and Augmented reality, Ambient Assisted Living and Multimodal Human-Computer Interaction. Since November 2005, he is the Director of the first European R&D Centre in Speech and Natural User Interaction Technologies of Microsoft Corporation in Portugal (Microsoft Language Development Center, MLDC, <http://www.microsoft.com/pt-pt/mldc/>). He is regularly commissioned by the European Commission for R&D project evaluations and reviews. Author of 1 patent, author, co-author or editor of 11 scientific books or journal editions, 12 indexed papers in international journals, 26 chapters in indexed international books, 144 other publications, workshops or keynotes in international conferences. Since 1992 he has participated or participates in 33 International R&D projects (ESPRIT, RACE, ACTS, TELEMATICS, TEN-IBC, EUREKA, INTERREG, FP5 IST-IPS, FP6 IST, ESA, Marie Curie, AAL, ACP), and 15 National (FCT, QREN, NITEC, POSC, POCTI, POSI, ICPME, TIT). He obtained 5 scientific prizes. He is a member of ACM SIGGRAPH, Eurographics, ISCA and IEEE; editorial boards of several journal; several Program Committees of National and International conferences in Computer Graphics, Virtual and Augmented Reality, Speech technologies, Accessibility and Ambient Assisted Living. He was President of ADETTI, an ISCTE-IUL associated R&D research center. He was Vice-president and Secretary of the Portuguese Group of Computer Graphics, Eurographics Portuguese Chapter. Born at December 1st 1961, happy father of three children, two girls and one boy.



Serious Games

Contents

“No Reino dos Fonemas” - jogo sério para a aprendizagem da leitura <i>José Franco, Tiago Cardoso, Fátima Trindade, Sandra Silva, Miguel Palha</i>	4
Serious Game for Motion Disorders: Rehabilitation of Parkinson’s Disease Patients <i>Catarina Macedo, Rui Prada, Pedro Santos</i>	10
Generating Musical Sheets for First-Sight Reading Exercises <i>Frederico Freitas, Rui Prada, Pedro Santos, Luís Coelho</i>	17
Jogo sério para treino de competências sociais como instrumento de prevenção do bullying <i>Cátia Raminhos, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Susana Carvalhosa, Augusta Gaspar, Maria Jesus Candeias</i>	24

“No Reino dos Fonemas”

jogo sério para a aprendizagem da leitura

José Franco
DEE FCT UNL
Campus Monte da Caparica,
Almada
jose.soares.franco@gmail.com

Fátima Trindade
A.P.P.T.21 / DIFERENÇAS:
Centro de Desenvolvimento Infantil,
Lisboa
fatimaptrindade@sapo.pt

Sandra Silva
APPT21 / DIFERENÇAS:
Centro de Desenvolvimento Infantil,
Lisboa
smsilval@sapo.pt

Miguel Palha
A.P.P.T.21 / DIFERENÇAS:
Centro de Desenvolvimento Infantil,
Lisboa
miguelpalha@diferencas.net

Tiago Cardoso
DEE FCT UNL
Campus Monte da Caparica
Almada
tomfc@uninova.pt

Resumo

Neste artigo é apresentado um jogo sério que visa auxiliar a iniciação da aprendizagem do Princípio Alfabético (discriminação auditiva dos sons das vogais) em crianças com dificuldades na aprendizagem (em particular com alterações na consciência fonológica). Para isso são estudados vários motores de jogo e o conceito de e-learning. São mostrados os vários cenários do jogo bem como as suas funcionalidades e propósitos. Este jogo foi criado para capacitar instituições de apoio a crianças com perturbações do neurodesenvolvimento.

Palavras-Chave

Jogo, Motor de Jogo, SDK, Vogal, Unity, E-Learning, Motor de Físicas, Perturbações do Neurodesenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias para auxiliar, completar ou permitir a educação já é bastante usual no mundo de hoje. Com o avanço tecnológico por parte dos dispositivos móveis e a crescente capacidade de se estar ligado a uma rede Wi-Fi ou a dados móveis, abrem-se portas a que o *e-learning* tome proporções importantes no nosso conhecimento.

Um dos campos de aplicação do *e-learning* é na construção de videojogos com o objetivo de ensinar conteúdos aos seus jogadores. No entanto, estes videojogos nem sempre são para todo o tipo de audiências.

Na sua grande maioria, os referidos videojogos não se ajustam às necessidades e estilos de aprendizagem que as crianças com perturbações do neurodesenvolvimento apresentam. Esse processo de ensino-aprendizagem tem de ser mais individualizado e cuidadosamente desenvolvido, tendo em conta alguns fatores. Um deles é, por exemplo, a conotação negativa. Um videojogo comum tem esta componente e no caso de crianças ditas “normais” provoca uma necessidade de tentar de novo, sem desanimar. No entanto, para crianças com perturbações do neurodesenvolvimento, em particular naquelas que apresentam Défice Cognitivo, isto não se verifica na generalidade dos casos, podendo causar uma sensação de

frustração e desinteresse, objetivos não desejados para o videojogo.

Este trabalho teve então, como objetivo, a criação de um jogo que auxiliasse de forma efetiva a iniciação da aprendizagem do Princípio Alfabético (vogais), estimulando o desenvolvimento da consciência fonológica, uma das componentes da linguagem e pré-requisito fundamental para a aprendizagem da leitura na língua portuguesa. Para isso foram estudadas as metodologias de intervenção na reeducação fonológica de crianças com perturbações do neurodesenvolvimento.

A ideia base, desenvolvida na Associação Portuguesa de Portadores de Trissomia 21/ Centro de Desenvolvimento Infantil Diferenças, tem por suporte um cenário de fantasia que decorre “No Reino dos Fonemas”. O jogador é incumbido da tarefa de resgatar princesas (cada uma com conotação direta a uma vogal) ao longo de vários níveis nos quais se exercitam a aprendizagem dos valores fonológicos das letras vogais.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a secção 2 dedica-se ao estado da arte no que diz respeito aos videojogos, às técnicas *e-learning* e aos motores de jogos; na secção 3 é apresentada a proposta de criação do “No Reino dos Fonemas”, na qual se descrevem os requisitos, tanto funcionais, como não funcionais para a sua criação, como também a sua estrutura e funcionamento; na secção

4 são apresentados os resultados da validação levada a cabo, com particular destaque para a descrição dos resultados produzidos pelo jogo para apreciação por terapeutas especializados; por fim são tecidas considerações finais na seção das conclusões.

2. ESTADO DA ARTE

Nesta secção serão abordados os conceitos de videojogos, técnicas de *e-learning* e motores de jogos; as suas vantagens e desvantagens, bem como utilizações atuais dos mesmos.

2.1 Videojogos

O termo videojogo é bastante conhecido e usado hoje em dia. É presente nas nossas vidas o uso de videojogos através de computadores, dispositivos moveis ou consolas. Podemos dizer que um videojogo é qualquer jogo interativo que é jogado usando dispositivos eletrónicos especializados: um computador, dispositivos móveis ou consolas e uma televisão ou qualquer outro ecrã juntamente com os meios para controlar imagens gráficas.

Os jogos são desenhados para cativar a atenção dos jogadores, para os introduzir e forçá-los, de forma viciante, a seguir milhares de ciclos de interação com graus limitados de variação na jogabilidade, entretenimento, etc. Um jogo é uma sucessão de momentos de intervenção que obrigam o jogador a fazer a próxima interação e a seguinte e assim sucessivamente. Um ótimo jogo é um em que perseguir estes infundáveis objetivos, momentos de interação, mais ou menos repetidos, se torna tão compulsivo para o jogador que mais nada interessa. Um jogo é essencialmente uma repetição compulsiva [Fencott].

O uso de jogos na educação tem as suas vantagens, bem como as suas desvantagens. Uma das principais desvantagens é a criação de um vício em jogar que pode provocar um aumento de dopamina tal como descrito em [Koch], que indica que jogar excessivamente, especialmente nos jogadores mais jovens, pode ter efeitos nefastos. O aumento de dopamina provoca uma aceleração cardíaca e, quando ocorre em níveis elevados, pode desligar certas áreas do cérebro, tal como o córtex pré-frontal, uma área responsável por controlar e ajudar a medir riscos e recompensas. Em jogadores jovens, cujo córtex pré-frontal não está completamente desenvolvido, pode levar a que as necessidades mais básicas, como comer ou dormir, sejam ignoradas e, em casos extremos, pode resultar na morte de jogadores.

No entanto, existe a possibilidade de levar a que este vício se direcione para um propósito positivo, através do desenvolvimento de um jogo educativo que facilite que o jogador, num ambiente controlado, apreenda os conteúdos pretendidos, sem se aperceber que passou por um processo de aprendizagem.

2.2 E-Learning

O *e-learning* baseia-se no uso de tecnologia digital de modo a facilitar a aprendizagem. Isto inclui servidores na internet e *web browsers*. Pode incluir o uso de vídeos embebidos numa aplicação que permitem ao utilizador rever, em qualquer momento, os conteúdos dessa aprendizagem. As vantagens da utilização do *e-learning* são variadas, em particular através do recurso a jogos digitais. Os jogos digitais usam mecânicas destinadas a envolver as pessoas para atingirem os seus objetivos. A junção do *e-learning* com os jogos digitais traz portanto algumas vantagens, descritas em [Horachek], tais como:

- **imersão** – jogos que são imersíveis para o jogador, uma vez que ativam um maior número de percursos de aprendizagem a nível cerebral;
- **aprendizagem espacial** – jogos que têm uma componente espacial facilitam o mapeamento cerebral das aprendizagens;
- **aprendizagem ativa** – a instrução é passiva e a aprendizagem é ativa. Jogar jogos que requerem um nível de pensamento acima da observação passiva são, naturalmente, mais eficazes e facilitadores da aprendizagem e retenção de conhecimento;
- **fluxo cognitivo** – perder a noção do tempo quando se está a realizar uma tarefa que exige grande nível de concentração é algo comum. Os psicólogos chamam a este fenómeno “Estado de Fluxo”, no qual o cérebro atinge um pico da sua atividade, o que potencia a aprendizagem;
- **ambiente seguro** – jogos e simulações em tempo real são bons métodos para treinar porque são inerentemente seguros. O jogador pode desenvolver uma competência no seio de um jogo sem correr o risco de qualquer dano físico.

No entanto, estas não são as únicas vantagens do *e-learning*. O *e-learning* permite, ao contrário da aprendizagem presencial, uma maior versatilidade em termos temporais e espaciais, um vez que não está limitado a um determinado espaço e tempo. Desta feita, o indivíduo poderá selecionar o local e momento para realizar a aula.

Apesar das vantagens, existem também algumas desvantagens, nas quais se inclui o isolamento. A aprendizagem *online* é uma ação principalmente solitária. Esta realidade pode ser contrariada pelo aluno através da sua participação em fóruns e conferências de vídeo com os professores ou com os seus pares.

A aprendizagem por *e-learning* pode ser feita de duas formas: a assíncrona e a síncrona. A aprendizagem síncrona implica o acompanhamento de uma aula *online* na qual existe um professor ou orador a explicar o conteúdo. Isto possibilita que qualquer pessoa no mundo, com acesso à internet, possa assistir à aula. A aprendizagem assín-

crona é mais livre, dado que a pessoa interessada em aprender ou aprofundar os seus conhecimentos decide o seu ritmo, a hora e o local onde vai aprender. Esta aprendizagem é largamente mais utilizada que a síncrona, tanto por empresas, como por particulares, tal como explica Ruth Clark e Richard Mayer em [Clark].

2.3 Motores de jogo

Os motores de jogo são programas que auxiliam o desenvolvimento de jogos. São programas extremamente complexos e costumam depender de programas externos, *Software Development Kits*, ou SDKs e sistemas *middleware*, sendo construídos por camadas. Um típico motor de jogo é composto por várias camadas, sendo que umas são mais cruciais para os jogadores, influenciando o que o jogador vê e ouve, enquanto outras são mais importantes para os programadores, como um motor de scripts, ou o acesso a *hardware*. A capacidade multiplataforma é uma das características mais procuradas na escolha do motor de jogo e esta capacidade implica um conjunto de subsistemas específicos para o conseguir. Algumas das camadas mais significativas são descritas por Jason Gregory em [Gregory], ou subsistemas presentes num motor de jogo:

- Sistema operativo – num computador o sistema operativo está constantemente a correr e é ele que orquestra a gestão de recursos empregues na execução dos programas, sendo que um deles é o jogo. Um jogo não pode assumir que terá todos os recursos do computador, terá portanto de correr em harmonia com todos os outros programas em execução;
- *Middleware* e SDKs – a maioria dos motores contém um número de programas desenvolvidos por terceiros para executar tarefas mais específicas ou demoradas. Aqui se encontram algumas características procuradas pelos jogadores, tais como os gráficos, a mecânica das personagens e colisões entre objetos no mapa, as físicas que governam o mundo, a inteligência artificial e a animação das personagens;
- Gestor de recursos – está presente em todos os motores e é procurado pelos programadores, pois fornece uma interface unificada para aceder a todos os ativos do jogo;
- Motor de *rendering* – este motor é um dos maiores e mais complexos de qualquer motor de jogo. É ele que dita como é que as imagens vão ser desenhadas e produzidas para o ecrã;
- Colisões e físicas – a deteção de colisões é importante para qualquer jogo. Sem ela, os objetos sobrepor-se-iam e seria impossível interagir com o mundo de uma forma natural. As físicas ditam como o mundo é governado, ou seja quais as regras para a

gravidade, qual a dinâmica de movimentos das personagens, velocidades atingidas, etc.

Unity® - O Unity® é uma ferramenta multiplataforma para desenvolver conteúdo interativo. Seja para criar jogos, orientações de arquitetura, simulações de treino *on-line* ou arte interativa [Unity]. Permite a criação de diferentes cenários em 2D / 3D através do seu motor de físicas de forma rápida. Na criação de um cenário é possível editar todos os objetos existentes através do seu sistema de *drag-and-drop* e permite uma pré-visualização do resultado final. O seu motor de scripts é construído em cima do Mono, uma implementação *open-source* de .NET e permite o uso de UnityScript, C# ou Boo. Contém características de inteligência artificial com *path finding* automático e malhas de navegação [Unity]. Utiliza o PhysX, da NVidia como motor de físicas. Com este motor consegue simular todos os comportamentos físicos e de interação de objetos.

Unreal Engine - O Unreal Engine é um conjunto de ferramentas de desenvolvimento de jogos, feito por programadores para programadores. Está implementado em C++ e possibilita uma “customização” e/ou extensão dos seus subsistemas presentes no Unreal Editor. Usa o Blueprints Visual Scripting como motor de scripts que permitem implementar ou modificar virtualmente qualquer elemento do jogo. A linguagem é uma variação de C++ e está capacitada de se traduzir uma classe em C++ para blueprint assim como o contrário [Epic]. Quanto ao seu motor de físicas, usa o mesmo que o Unity®, o PhysX da Nivia. No entanto tem a possibilidade de integrar os sistemas *middleware* líderes no mercado.

CryEngine - O CryEngine é um motor de jogo desenvolvido pela empresa Crytek e é usado em todos os seus jogos desde o Far Cry. É multi-plataforma e recebeu diversos prémios devidos características como gráficos, física realista, visual *scripting* intuitivo, som de alta-fidelidade, ou uma solução eficiente de 3D estereoscópica. Possui o SandBos Editor, o seu editor de cenários, e dá total controlo sobre as criações em tempo real. Este editor possui várias ferramentas que possibilitam ao programador controlar as mais diversas características, como modificar materiais que tenham sido criados numa ferramenta externa ou a aplicação de várias texturas a vários tipos de objetos e terrenos. O Flow Graph é umas das ferramentas mais apreciadas no CryEngine. Este permite criar e controlar *triggers*, eventos, lógica de jogo, efeitos e desenho de som através de uma interface intuitiva sem necessitar de um único script. No entanto e caso seja necessário alguma funcionalidade de baixo nível, é possível através de scripts em C++ e Lua [Crytek].

3. “NO REINO DOS FONEMAS”

Este jogo tem como objetivo a iniciação da aprendizagem do Princípio Alfabético na língua portuguesa (valores fonológicos das vogais), estimulando o desenvolvimento da consciência fonológica dos seus jogadores e permitindo uma auto monitorização da sua aprendizagem e evolução. Com vista à realização deste objetivo, este jogo conta com um mecanismo automático de registo das dificuldades dos jogadores. Para que o jogo tenha valor aplicativo foram definidos alguns requisitos funcionais e não funcionais. Os funcionais representam os comportamentos que o programa deve apresentar diante determinadas ações dos seus utilizadores, enquanto os não funcionais quantificam determinados aspetos do comportamento, tal como é descrito por Wilson Filho [Filho]. As listas abaixo mostram os dois tipos de requisitos.

Requisitos Funcionais

- Interface é usada através do rato e teclado;
- O sistema permite o cancelamento prematuro de níveis;
- O sistema deve exportar os dados num formato conhecido, de manuseamento fácil e de forma automática;
- O sistema não deve permitir a alteração dos seus componentes de forma a garantir o seu correto funcionamento;
- O sistema deve permitir a criação de vários utilizadores.

Requisitos não Funcionais

- O sistema irá operar na plataforma Windows;
- A navegação pelo sistema deve ser intuitiva;
- O sistema deve executar de forma fluida, mesmo em computadores não recentes;
- A estrutura do código deve estar esquematizada e desenvolvida de forma padrão, no sentido de facilitar a manutenção e a atualização do sistema;
- Caso ocorra algum erro de funcionamento, o sistema deve conseguir continuar a sua execução, não perdendo dados.

3.1 Descrição da Solução

Na definição da estrutura do jogo, foi inicialmente definido que: 1 - a explicação do objetivo deve ser clara; 2 - deve ser visível a escolha de um nível no ecrã do jogo, bem como quanto falta para terminar o nível.

O jogo é assente na história desenvolvida pelo Centro Diferenças: “No Reino dos Fonemas”:

O jogo passa-se no Reino dos Fonemas, onde o Rei Fonos vivia calmamente no seu castelo com a sua mulher, Rainha Xilaba e as suas cinco filhas. Numa noite o reino foi acordado por uma trovoadas que surgiu de forma inesperada. Esta trovoadas permitiu que o feiticeiro Errum entrasse por uma janela do castelo que o rei tentava fechar. Com um sorriso maléfico e agitando a sua varinha, este lançou um poderoso feitiço sobre as princezas e as fez desaparecer.

O rei presenciando o sucedido pergunta ao feiteiro o que ele desejava para lhe devolver as filhas, ao qual o feiteiro responde que queria todo o tesouro em troca da localização das princesas. Após o rei e a rainha terem aceitado a proposta do feiteiro, este deixa um mapa e desaparece em direção à Ilha Alfabeto. Na manhã seguinte o rei espalhou pelo reino um pedido de ajuda, no qual, sem demoras, dois jovens apareceram, a Alfa e o Berto com o propósito de resgatar o tesouro e as princesas do feiteiro. O rei entregou-lhes o mapa e advertiu-os de que o caminho não seria fácil, tendo como objetivo final a Torre Mágica.

Estrutura dos níveis - os níveis estão separados por letras, neste caso as vogais, e o jogo está separado em duas componentes - a estática e a dinâmica. O jogo descrito neste artigo corresponde à parte estática do mesmo. Cada vogal representa um nível para o jogador e cada nível tem várias etapas a apresentar, que ao serem concluídas fazem o jogador avançar.

I	U	A	O	E
≈	Etapa 1			
≈	Etapa 2			
≈	Etapa 3			
●	Etapa 4.1			
●	Etapa 5	●	Etapa 4.2	
≈	Etapa 6	●	Etapa 5	● Etapa 4.3
≈	Etapa 7	≈	Etapa 6	● Etapa 5
● Jogo estático		≈	Etapa 7	≈ Etapa 6
≈ Jogo dinâmico				≈ Etapa 7

Fig. 3.1: Estrutura dos níveis das vogais

O nível varia dependendo da vogal em questão. Para a vogal “e” existem quatro etapas, enquanto para a vogal “a” existem apenas três (figura 3.2).



Fig. 3.2: Mapa da Ilha Vogalis

Estas etapas são atribuídas pelo som (valor fonológico) que a vogal assume na língua portuguesa, ou seja, a vogal “a” tem dois sons, o “à” e o “a” (não contabilizando o seu valor fonológico nasal). A etapa 5 refere-se a todos os sons assumidos pelas etapas anteriores. Foi decidido com equipa técnica da A.P.P.T.21/ DIFERENÇAS, alterar um pouco esta estrutura, por haverem algumas palavras que forçavam o jogador a não poder errar na etapa 5.

3.2 Descrição do Jogo

O jogo é constituído por 3 cenas: o menu, a área de jogadores e a área de jogo.

Menu - a partir do menu é possível escolher uma das vogais para se jogar ou pode se navegar até à área de jogadores para se proceder ao registo ou carregamento de um jogador. Cada vogal está posicionada em regiões diferentes de forma a corroborar a história do jogo. Com o rato em cima de uma letra, esta muda para a cor encarnado, significando que com um *click* irá iniciar o jogo para essa letra.



Fig. 3.3: Menu principal do Jogo

Área de jogadores – a área de jogadores é responsável por gerir toda a componente referente a qualquer jogador, sendo possível adicionar, carregar e eliminar um jogador.



Fig. 3.4: Área de jogadores do Jogo

Área de jogo – é na área de jogo que as etapas são apresentadas. Uma imagem vai aparecer e ao clicar na mesma ouve-se o seu nome. Em baixo vão aparecer tantos alvos como o número de sílabas presentes na palavra e, dependendo da vogal escolhida, pode existir mais do que um

alvo correto, sendo impossível que todos sejam corretos. No canto superior esquerdo é possível identificar a vogal escolhida e no direito a pontuação que o jogador tem. No canto inferior esquerdo está uma barra de energia que cresce em proporções iguais ao número mínimo de imagens necessárias para completar o nível. Por exemplo, para a vogal “e” que apresenta 3 etapas, serão mostradas no mínimo 9 imagens, então a barra cresce 1/9 por cada imagem corretamente ultrapassada. Caso o jogador falhe o ecrã é apresentada nova imagem da mesma etapa, reduzindo a quantidade de ponto que este pode obter.



Fig. 3.5: Área de Jogo

4. VALIDAÇÃO

Para validar o objetivo do jogo foram implementadas algumas funcionalidades, tais como a gravação da utilização e dos resultados estatísticos obtidos por parte de todos os jogadores.

A validação é feita ao avaliar o feedback dado pelo jogo. Assim sendo, o jogo produz, relativamente a cada jogador, um ficheiro que é gravado sempre que uma etapa de cada vogal é concluída, num ficheiro XML que apresenta a organização presente na figura 4.1.

```
<Jogador nome="José">
  <Pontuação>1770</Pontuação>
  <Imagens>
    <Imagem imagem="axxa">
      <Níveis>
        <Nivel nivel="E">
          <Subníveis>
            <Subnivel subnivel="eeee">
              <Respostas>
                <Resposta resultado="Acertou">
                  <Horas>0</Horas>
                  <Minutos>0</Minutos>
                  <Segundos>3</Segundos>
                </Resposta>
              </Respostas>
            </Subnivel>
          </Subníveis>
        </Nivel>
      </Níveis>
    </Imagem>
  </Imagens>
</Jogador>
```

Fig. 4.1: Dados gerados pelo Jogo

Com estes resultados é possível retirar várias conclusões e construir gráficos estatísticos sobre a utilização do jogo, nomeadamente relativas às dificuldades de um jogador num determinado som, tanto em termos de número de respostas certas e erradas, como em relação ao tempo.

Após algumas utilizações de forma aleatória foi produzido um ficheiro de dados que se apresenta resumido na tabela 4.1.

Nome	Pontos	Imagem	Nível	Etapas	Resultado	H	M	S
José	1770	erva	E	eeee	Acertou	0	0	3
José	1770	puré	E	eeee	Falhou	0	0	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Manuel	874	leque	E	e	Acertou	0	0	3
Manuel	874	pedal	E	e	Acertou	0	0	4
...	...	...	...	...	...	...	...	...
André	878	boné	E	eeee	Acertou	0	0	37
André	878	café	E	eeee	Falhou	0	0	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...
joaquim	892	pena	E	ee	Acertou	0	0	6
joaquim	892	cegonha	E	e	Acertou	0	0	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabela 4.1: Output de utilização

A quantidade de dados gravados é tanto maior quanto maior for a utilização do jogo e a sua análise torna-se tanto melhor quanto maior o número de dados recolhidos. Com estes dados conseguem-se construir gráficos estatísticos, tais como os apresentados na figura 4.2 e na figura 4.3.

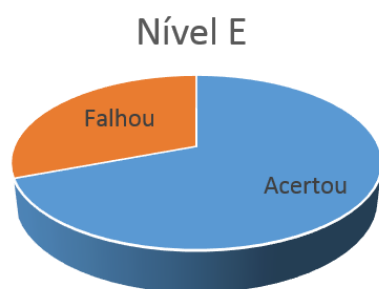


Fig. 4.2: Rácio de aprovação do nível “e”

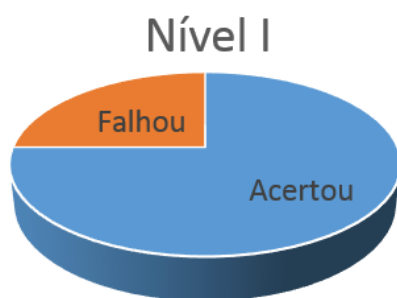


Fig. 4.3: Rácio de aprovação do nível “i”

A partir destes gráficos podem-se realizar todo o tipo de análises à utilização do jogo e perceber as dificuldades gerais por parte dos jogadores, neste caso crianças.

5. CONCLUSÃO

É nossa convicção que o desenvolvimento deste jogo “No Reino dos Fonemas” constitui um contributo positivo para o enriquecimento do conjunto restrito de instrumentos de intervenção e reeducação da consciência fonológica (como pré-requisito para a aprendizagem da leitura na língua portuguesa) em crianças com perturbações do neurodesenvolvimento. No seio das virtudes deste jogo, de carácter também ele lúdico, consta a possibilidade de monitorização da evolução na aprendizagem por parte dos jogadores, através da recolha de dados relativos ao seu desempenho nas diferentes jogadas.

Um dos desafios identificados durante o processo de desenvolvimento, foi o de encontrar estratégias de motivação continuada para as crianças, através da diminuição de sentimentos de frustração perante a dificuldade e o erro. Outro ainda, foi o de seleccionar as palavras que em termos estruturais (do ponto de vista fonológico) fossem facilitadoras da aprendizagem dos valores fonológicos das vogais na língua portuguesa.

No nosso entender, uma mais-valia para o jogo seria a possibilidade de adicionarem novas imagens, bem como sons numa versão melhorada.

Para trabalhos futuros foi pensado o desenvolvimento da segunda fase deste jogo, com a mesma mecânica aplicada às restantes letras do alfabeto (consoantes).

6. REFERENCES

- [Fencott] C. Fencott, M. Lockyer, J. Clay and P. Massey, *Game Invaders - The Theory and Understanding of Computer Games*, John Wiley & Sons, 2012.
- [Koch] C. Koch, "Video Games are as bad as heroin, according to UK newspaper," *Tech Times*, 2013.
- [Horachek] D. Horachek, *Creating E-Learning Games with Unity*, Packt Publishing, 2014.
- [Clark] R. C. Clark and R. E. Mayer, *E-Learning and the Science of Instruction*, San Francisco, California: Pfeiffer, 2008.
- [Gregory] J. Gregory, *Game Engine Architecture*, Taylor and Francis Group, LLC, 2009.
- [Unity] T. Unity, "Unity Technologies," 2015. [Online]. Available: <http://unity3d.com/unity>.
- [Epic] Epic, "Unreal Engine," 2015. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/index.html>.
- [Filho] W. d. P. P. Filho, *Engenharia de Software: fundamentos, métodos e padrões*, 2000.
- [Crytek] Crytek, "CryEngine," 2015. [Online]. Available: <http://cryengine.com/features>.

Serious Game for Motion Disorders

Rehabilitation of Parkinson's Disease Patients

Ana Catarina Macedo, Rui Prada and Pedro A. Santos
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa and INESC-ID, Lisboa
{catarina.macedo, rui.prada, pedro.santos}@tecnico.ulisboa.pt

Joaquim J. Ferreira
Laboratory of Clinical Pharmacology and Therapeutics, Faculty of Medicine, University of Lisbon
Campus Neurológico Sénior, Torres Vedras
jferreira@medicina.ulisboa.pt

Josefa Domingos
Campus Neurológico Sénior, Torres Vedras
domingosjosefa@gmail.com

Abstract

Serious games have an entirely different purpose than just entertainment: they are meant to educate, make plans, help in the decision making progress or enable ill and elderly people recover from their illness and disabilities. These games' goal is to help solve problems through interactive and fun activities. They should have a beneficial effect on the players, having them make a noticeable progress throughout the entire treatment.

Our aim was to develop a serious game for Parkinson's disease patients. We explore the use of serious games and technologies to aid patients, by improving their lifestyle, delaying or reducing drug use, while still maintaining or improving function.

Our project is a game developed with Unity and using Kinect, where players have to perform a series of meaningful tasks (challenges) that aim to have the benefits previously referred, while being monitored by the therapists and doctors, who also control the parameters on which the game runs, tailored to each specific player. The main goals were achieved, with proven satisfaction and great feedback both from the patients and doctors.

Keywords

Parkinson's disease, motor disabilities, serious games, games for health, games for elderly

1. INTRODUCTION

Parkinson's disease is a neuro-degenerative disorder characterized by the clinic triad of bradykinesia, rigidity and tremor [1]. It can result in significant disability and morbidity for the millions of patients affected. Parkinson's disease primarily affects individuals aged 60 and older, limiting their functional mobility and, at times, their ability to sustain independent living [2]. It has been estimated that, across Western Europe's five and the world's ten most populous nations, there were between 4.1 and 4.6 million people over 50 years of age with Parkinson's in 2005. This total is expected to double to between 8.7 and 9.3 million by 2030 [3]. Parkinson's is the second most common neurodegenerative disorder, after Alzheimer's disease. Overall cost estimates for Parkinson's disease vary from country to country, but the largest component of direct cost is typically inpatient care and nursing home costs, while prescription drugs are the smallest contributor [4]. Indirect costs arising from productivity loss and career burden tend to be high. The total cost in the UK has been estimated to be between

£449 million and £3.3 billion annually, depending on the cost model and prevalence rate used [4].

People with Parkinson's disease can live full and active lives, and an important part of this is leisure time and clinical treatments that involve physical activity, movements training and speech practice [5]. Parkinson's disease can make some activities difficult, but often the only restriction is the sole interest of the individual [5]. A person with Parkinson's disease should make an effort to keep up their social contact, continuing to interact with others and taking pride in themselves and their appearance. Someone who is open and honest about Parkinson's disease has no reason to feel anxious when out in public or when in the company of family and friends [6].

In addition to improving the overall quality of life, leisure activities like playing a videogame can also reduce stress and anxiety, revive personality, promote independence, exercise the body and brain, encourage a new or existing interest and provide an opportunity to enjoy an activity together with a caregiver, friend or loved one. It is very important to us that people who struggle with Parkinson's

disease and other movement diseases every day, increase their sense of self-worth and independence, by achieving small tasks and improving a little every day, while staying at the comfort of their home and being around their loved ones. This is where games and videogames can help them immensely. We picked-up this opportunity and developed a serious game to support the treatments of people with Parkinson's disease.

2. RELATED WORK

This section describes a few interactive systems, such as games, that address a similar problem.

2.1 Rehabilitation Gaming System

The Rehabilitation Gaming System is a new and highly innovative Virtual Reality tool for the rehabilitation of deficits that occur after brain lesions. Currently, the Rehabilitation Gaming System has been successfully applied to the rehabilitation of the upper extremities after a stroke. The brain has a property called neuroplasticity, which is the brain capacity of changing and adapting itself due to changes in behaviour, environment or neural processes, as well as changes resulting from bodily injury, such as strokes [7]. This can be used to activate secondary motor areas such as the mirror neurons system (the ability to learn by imitation) [8].

While training with the Rehabilitation Gaming System, the patient is playing individualized games where movement execution is combined with the observation of correlated actions performed by a virtual body displayed in a first person perspective on the monitor. It also is a multi-level adaptive tool, providing a task oriented game training with individualized graded complexity. The system optimizes the user's training by analysing all the quantitative and qualitative aspects of the user's performance during the tasks. This allows for a detailed assessment of the deficits of the patient and their recovery dynamics.

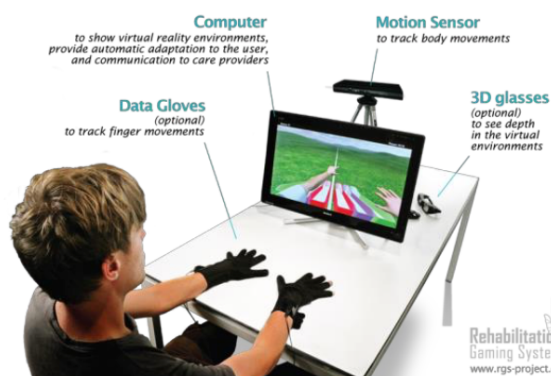


Figure 1: The Rehabilitation Gaming System

The Rehabilitation Gaming System is currently being evaluated in clinical studies and the initial results with 14 patients show a positive impact in their progress and recovery. It's also deployed in a number of hospitals with positive outcomes on rehabilitation. Strong points about this system are that it is designed to be portable and could be used at home, making home rehabilitation possible. The system also provides personalized cognitive and functional rehabilitation as well as giving the patients

their status, progress, prognosis and individualized rehabilitation protocols. This is a good starting point for our own work as it is very similar in some points, like the rationale behind the scenarios. We decreased the hardware needed (only Kinect) and consequently the costs of the solution. But the principle of enabling patients to do their rehabilitation at home is shared.

2.2 Virtual Reality for Patients with Parkinson's disease

One of the primary symptoms of Parkinson's disease is the difficulty in the initiation and continuance of motions, especially during ambulation. Although the symptoms can be reduced or even mitigated by some drugs (like L-dopa) and medicines, these can become less and less effective over time, and they can also produce unwanted and harmful side effects (like choreiform and athetoid movements). The field of virtual reality has experienced an immense growth in recent years, which caused an appearance of practical applications that use this technology for many fields, particularly for medicine [9].

A new and alternative method was explored, developed and tested by a group of researchers (led by Weghorst and Riess) [10] [11]. Patients with Parkinson's disease who can't walk on open and plain ground are, paradoxically, able to step over objects with ease [12]. So the researchers wanted to test if Virtual Reality technology could provide a way to take advantage of this phenomenon and facilitate the patients' walk by placing virtual objects overlaid on their path [13]. The hardware used to test this method was a simple laser pointer and a display device with a visor and small lens mounted in front of one eye, reflecting a LCD (Virtual Vision Sport head-mounted display). For this technique to be successful, it was needed to meet various requirements. The virtual objects had to have some degree of realism: not exactly photorealism, but interactive realism as well, for example, adjustment to different walking speeds and changes of perspective with head tilts. A key factor in the success of this technique was the movement speed of the virtual cues [14], which had to be linked with the patient's gait speed; this way, these virtual cues are spaced at stride length.

The best results were obtained when the researchers combined the real world view with the virtual environment view [10] [11]. They partially occluded the visual field and projected continuous virtual objects, which in their tests were horizontal bars that were scrolling downward in the patient's visual field. This gave the patients the illusion of objects that were stable relative to the ground, so they could step over them. There was some evolution noticed on the patients. They had an increase in their stride length, which varied from patient to patient. Also, after a couple hours of practicing using the laser pointer as a cue, they were able to initiate and sustain gait without any cue. This effect was maintained, although weakly, for 2-3 months in some of the patients that tested this technology.

This study and tests were actually very important for an early concept of our own project, when we still thought

about integrating challenges for the lower body. This idea was postponed for future work, but it was still a good way to find out which exercises would be more impactful on patients with Parkinson's disease.

2.3 Kinect-based Game to improve Cognitive Performance in Elderly

This work focuses on the effects that a Kinect-based exercise game can have on improving executive cognitive performance in elderly. The decrease of dual-task ability is a known fall-risk factor (which is by itself a symptom of Parkinson's disease). The researchers' team developed a new concept called Dual-Task Tai Chi (DTTC) using a Kinect device for motion-capture [15]. The DTTC test requires users to solve a number placement problem (Sudoku) by controlling a virtual stick figure on the screen using full-body motion. This motion is translated (in real time) into movements for the stick figure on the screen. The cognitive task is to fill 3 empty boxes chosen at random with digits ranging from 1 to 4. Basically, the user needs to do the following actions: select a digit using the right hand and left foot; point to the box using his left hand; and finally, move his right hand to the left hand to fill the indicated box with the selected digit.

The results revealed that DTTC training is effective at improving executive cognitive functions in particular [16]. This training was useful for improving balance ability and mobility among elderly people [16]. Authors also believe that DTTC training has the capability of improving both physical and cognitive functions.

In our work we got some inspiration from this project, since it correlates motion-based and cognitive-based exercises, and also uses the Kinect sensor for the upper body, exploring the same kind of movements as we did.

2.4 WiiPD

WiiPD is an approach to home-based objective assessment of Parkinson's disease (or other similar chronic conditions, such as post-stroke rehabilitation). WiiPD goal is to make use of the many different capabilities of the Nintendo Wii Remote in combination with data gathering methods to provide an engaging and rich user experience that can capture a wide range of motor and non-motor metrics. WiiPD researchers propose a low-cost and consumer-ready technology approach to gather detailed information about a patient's condition over extended periods of time. This approach has the potential for application in clinical decision support and disease management, with the possibility of providing doctors with suggestions for medication and/or therapy adjustments [17].

The most relevant tasks implemented in WiiPD were (Name | Description | Symptoms):

- Target Shooting: Move the cursor and click on n targets sequentially displayed in random location (Tremor, Bradykinesia);
- Target Holding: Same as Shooting, but the player must hold the cursor over each target for n seconds before the next target will appear (Tremor, Postural Tremor, Bradykinesia);

- Target Following: Follow a moving target with the cursor for n seconds. The target will follow a random path with increasing speed (Tremor, Bradykinesia);
- Target Sorting: Cognitive task in which users must click and drag a selection of blue and red targets to correct designated on-screen area (Cognitive function, Tremor, Bradykinesia).

It is proposed by the authors that the metrics analysed by WiiPD are capable of reflecting the severity of various Parkinson's disease motor symptoms. Movement accuracy and movement efficiency are metrics detailing fine motor movement and have the potential to reflect the severity of tremors and dyskinesias. Metrics which details gross motor movements, like completion time, reaction time, movement speed, error time and fatigue time may highlight the severity of bradykinesia and akinesia. We implemented some of these same metrics in our game, to evaluate the performance and evolution of each patient.

3. THE GAME

3.1 Overview

We propose a serious game that helps complement rehabilitation strategies used for Parkinson's disease patients. The game's guidelines follow many of the principles that were presented on the Related Work section of this paper.

The main idea is to use the Kinect with a PC for motion tracking, while the player/patient is presented with a series of challenges and mini-games in their TV/monitor. This setup is cost efficient, since it only requires off-the-shelf components that are currently available on the market.

This allows patients to greatly improve their lifestyle, since they will be able to do exercise activities integrated in their rehabilitation program from the comfort of their home and in the company of their loved ones (family and/or friends). This can complement their current rehab therapy and reduce the amount of trips they need to make to the clinics/hospitals, representing also a decrease in the costs associated with the treatment. Also, with this system, we also intended to study the possibility of allowing family members to take part in the therapy, by helping the patient to play the game and providing support in an interactive, engaging and fun way.

3.2 Game Design

Given our observations and discussions with therapists we find important to avoid negative feedback in the game, because this could hinder the motivation of the patient. Therefore, instead of losing points or receiving a negative message such as "Game Over" or "You Lost", we found that it is best to have positive feedback messages, even in case of failure (e.g., "You were really close... Try again!"). Also, when the player misses an objective or loses the game, the points are not lost. In that case, no points are awarded, but its previously achieved points are saved. This type of non-negative rewarding system reduces the stress and the frustration on the player, making him interested and engaged for a longer period.

In terms of design, our goal was to keep it simple, relatable to reality and with the most contrast between colours and between objects as possible. It is important to mention that, in the present stage of development, graphical design does not possess a great relevance in the game, since we are focusing on the methodology itself, the types of games that should be included and the effects that are introduced in therapy by this type of interactive treatment. Our main set is depicted in figure 2.

We also aimed at understanding which type of data could be collected and inferred through the application of serious games, such as our own, to therapy. Therefore, it was crucial to contextualize not only to the patients, but also the therapy personnel, caretakers and family members.

This assessment is very important to discover which data should (and can) be obtained from the gameplay, the information that should be kept in the patients history, find how to use this data to improve the patients' health condition, etc. At the present moment, we are monitoring and saving the patient's options, gameplay time, score and processed information about the type of movements (which include speed, acceleration and movement direction for each joint).



Figure 2: The main game setting

It was very important to keep in mind some theoretical assumptions and concerns of Parkinson's disease and its treatments. In our game we want patients to develop and improve function and we must know exactly what we can do to help patients in the best way possible. According to therapists it is important to work two different aspects: motor and cognitive. For motor exercises it was crucial to promote these movement characteristics: amplitude, complexity, speed and relevance. Grasping, reaching and flexing are good movement examples. For cognitive exercises we focused on these functions: work memory, visual exploration and divided attention.

The game developed addressed these concerns in the gameplay it promotes.

3.3 Game Modes

With the ideas obtained from the feedback provided by the therapists, we developed 4 main levels that were approved by the therapists after we presented them. In the second prototype we started allowing player to move along the X axis, because for the patients in an early stage of Parkinson's disease, this would increase the difficulty of the gameplay as they would have to move sideways to catch the objects. This was a setting that

therapists could manipulate. Hence, four modes were developed: Normal, Numbers, Colours and Hands.

In the Normal level the goal is to catch as many balls as possible in the set time. Yellow balls will fall from the top of the screen and the player needs to move sideways and raise their hands and arms to catch them.

In the Numbers level there are four objects with the numbers from 1 to 4 falling from the top of the screen simultaneously, more slowly than the normal game. The goal here is for the player to catch all the four objects sequentially, from 1 to 4: the player only scores if for each sequence of objects that spawns, he gets all the four of them in ascending order.

In the Colours level there are balls with three different colours: yellow, blue and green. The goal in this level is that the player only catches the balls that are of the colour indicated on the screen, using a text that only shows for 3 seconds in order to work the memory of the player. Every time the player catches five balls of the right colour, the game randomly chooses another (or the same) colour that the player needs to catch.

The Hands level has the same set up as the Normal level: there are yellow balls falling from the top of the screen. Only in this level there is a new restriction, which is the hand with which the player can catch the ball. There is a text splashed on the screen for 3 seconds telling the player with which hand he should catch the balls. The designated hand changes after 5 balls being caught with the right hand.

3.4 Mapping real movements with game interactions

Our main concern since the very beginning, was to use the available technology to provide the best possible methods for real-life therapy. Therefore, after several meetings with the aforementioned specialists, we decided to perform a mapping that is mostly focused on the upper part of the body. This is due to two main reasons. The first reason is based on a technology limitation. Since the space available for walking both in a typical room and in the Kinect's range is limited, we decided to focus mostly on the upper torso and limbs, limiting the possibility of walking and strafing. Added to this is the fact that the studied methods of therapy are also mainly focused on the recovery of motor skills of the hands, arms and upper torso, which are more likely to be affected by Parkinson's symptoms.

3.5 Implementation

In terms of hardware, Kinect was our primary choice since the beginning, when we thought about developing the game. It is a motion sensing input device that enables the users to interact with the computer without the need of any additional hardware, using gestures and spoken commands. Microsoft has a software development kit (SDK) released and supported, which allowed us to build our game in a language that we were very comfortable with, C#.

For software, after some tries building a native application, we decided that we would build the game using

Unity (from Unity Technologies). Besides helping with the development time needed for bringing the game to life, since we had previous experience with the developing games with Unity, it would also allow us to make the game multiplatform: we could build for Windows, OSX, Linux and even the web. This was a major worry for us: we wanted to make sure that anyone and everyone could have the game installed in their personal computers at home and would be able to play it with the fewest setup and lowest cost possible.

ZigFu development kit (ZDK) was found to be the easiest way to make a true cross-platform and motion-controlled game with Kinect in Unity. All we needed to do was import the ZDK package into our project in Unity, and it would take care of all the needed bindings, as well as coming with some fully functional sample scenes and some 3D models of humans that we could use in our own game, with skeletons already set up and mapped for the Kinect joints.

4. DEMONSTRATION

4.1 First Prototype

For the first prototype we analysed all the feedback and suggestions that we received from initial mock-ups used in the initial contacts with patients and therapists and tried to come up with a solution that we could deploy in a short amount of time. We made this decision since we wanted to test our ideas with real patients as soon as we could, to see if we were heading in the right direction. We also wanted to see the impact that the game would have and to make sure that the patients would be able to play it with their condition.

We decided that as a first prototype we would develop a single level, very similar with the Level 4 of the paper mock-up. We set up the scene in Unity, with the virtual character in the middle of the screen that would be controlled by the player through the Kinect. There were balls falling from the top of the screen and in a given time, the patient would have to catch as many balls as he could (there were no forbidden objects). At first and since we were trying to be as safe as possible, we did not allow the character to move on the X axis. Even if the player moved sideways (by default and as we already explained, we did not allow the player to move forwards or backwards) the virtual character would stay in place and not follow the movement. We made the balls fall within arm's reach so players would not get frustrated by not being able to catch the ball just because it was impossible for being too far away. Every time the player catches a ball, a sound is played, we increment the visible score on the screen by 1 point and the ball disappears. On the screen a timer is also displayed, with the aim to make patients more engaged and add a stress factor to the game, which the therapists mentioned would be important for them to manage. The session time was 1 minute by default.

Our first prototyped worked as we envisioned and described it. This is when we could test our solution for the first time with real patients who volunteered to help us. We went to the Centro Neurológico Sénior and, accom-

panied by Dr. Josefa Domingos, we set up the whole system for patients to test (1 PC running Unity + ZigFu; 1 Kinect facing the patient; 1 Projector facing the wall). These first tests were extremely useful for our ongoing development. We could test if the solution was viable, meaning that we were able to validate that the patients could play the game with no difficulties and with a positive attitude. We had the opportunity to test the first prototype with two different patients, in two different stages of Parkinson's disease. The first one was still in a very early stage and had almost no visible motion or cognitive problems: we could notice some light tremors and a small difficulty in the speech. The patient agreed on us filming her during the two tests she made.



Figure 3: Testing the first prototype – Patient 1

The game worked really well and during the afterwards conversation we had with the patient, she said she was feeling happy to participate in the pilot and the game showed potential. She also said that she would like to have the game available in the clinic and at home. One thing that she noted though, was that the game was too easy for her: she felt like she wasn't challenged by it and didn't feel any effect after the exercise. We also asked about some specifics of the game:

- Would she prefer that the 3D character was tailored for her, having the same gender and physical characteristics?
 - She answered an immediate “no” because she would feel ashamed of having her body projected on a screen; the gender choice was indifferent;
- Would she prefer to play with someone else?
 - She answered that yes, she would rather be playing the game along with someone else because it would be more fun and it was very stressful to be playing by herself.
- Would she rather consider/call our project a game or a treatment?
 - She answered that if we said it was a treatment she would eventually play it more, because she would take it more seriously knowing that she was improving her skills and working on delaying the Parkinson's disease symptoms.

The second patient that agreed to participate in the pilot was in a more advanced stage. He had some noticeable speech problems and was already in a wheelchair. This allowed us to test if the game worked well under more

restricted conditions, and if a person in a wheelchair would be able to play the game. We had to do some tweaks to the game before the patient could play it: we had to enable the Sitting Mode we developed and also narrow down the spawn area of the falling balls so they were always within reach.

In the end of the test, the patient shared many of the same opinions as the first one: he liked the activity, although it got frustrating in some points when the objects were unreachable for him (we had a bug in the code which did not allow us to properly set the area). He would also rather see the exercise as a treatment and not a game because it felt pointless if we referred to it as a game.

Our main goal with this visit was validating the solution we found and if it worked even within the constraints of Parkinson's disease patients. We considered it a success.

These first tests and direct contact with the patients and therapists changed many things on our development. After the tests, we all discussed how we could further develop the solution in order to improve the experience and create more impact on the patients: in terms of physical activity and psychological engagement and stimulation. We all agreed that we needed to develop more diversified challenges. We would also need to find a way to tailor the experience to each of the patients. It was also very important to save the history of the game sessions and having them associated with the patient who's playing it, so the therapists and doctors could analyse the data and see how the patient would evolve through time.

4.2 Final Prototype

The first problem we needed to address was the Numbers level. The way it was developed, with all the four objects with the four numbers falling at the same time, caused some confusion on the patients and it was hard for them to get one sequence right on time, before the objects touched the ground and disappeared. The way the therapists envisioned it, was to have objects falling down constantly, with random numbers on them from 1 to 4, and the player would have to make sequences. For each object they caught in the correct order, they would score one point. In the end of game session set time, the more points the player scored, the better he had performed. This way the Numbers level was much more accessible for the players, but also got harder because they would have to remember which number they previously caught, to catch the next one in the sequence. We did not provide any indication on the numbers they already caught on the screen exactly for this purpose.

Other than this big change in the Numbers level, the rest of the three levels remained the same, although we made some tweaks and corrected some bugs and errors on the code, that occurred and that we found about during the tests. The settings remained the same. We just changed some ranges of values to be more appropriate for each of the parameters. During the tests we observed that some of the values we had available for choice were either too low or too high for the game to be playable. We added a new feature, which was very requested by the therapists and doctors, and also our supervisors, which was having

a game session history. We implemented it in the form of text logs, which are created individually for each game session a patient plays, with the following structure and information:

- **Patient name:** the name of the patient who played through the game session;
- **GameType:** which of the levels the patient played (Normal, Numbers, Colors or Hands);
- **GameTime:** how long was the game session, in seconds;
- **FallingIntervalTime:** how long was the interval time between the objects' spawns;
- **ObjectVelocity:** Force applied to the falling objects;
- **ColourInterval (if applicable):** how many objects does the player have to catch in order for the required colour to change;
- **HandInterval (if applicable):** how many objects does the player have to catch in order for the required hand to change;
- **Score:** obtained score in the end of the game session.

With this game history log the therapists and doctors will be able to analyse the patient progression as they play the game. Since the logs are saved in text dumps, the therapists and doctors can save them and build some statistics on top of this data.

5. EVALUATION

There are many factors that needed to be evaluated to determine the success of a game as a valid way of treatment for Parkinson's disease patients. Some identified factors in the beginning of the development and the respective results in the end of the final prototype tests are presented in table 1.

We evaluated the impact of this work by having a controlled test group. Through the doctors and therapists from Hospital Santa Maria, we had access to older adults with diagnosed Parkinson's disease in their rehabilitation centres. This was extremely helpful and valuable, since this way we could take the game prototypes to them, have them test/use them, and modify or make adjustments according to the received feedback. In the earliest development stage, we met these patients, and also engaged in meetings with the doctors and therapists, to better know their struggles, what created enthusiasm in them, what they would like to do and how they envisioned a game like this. This made our game meet their desires and the doctors' requirements as well.

We also tested these objectives by carrying out conversations with the patients who volunteered to be testers, and with doctors and therapists. These conversations contained specific questions about all the previously presented points, ranging from general and objective questions (about gameplay and difficulty) to questions about the feelings that the game aroused in the players/patients or if they felt it affected them in any way. These conversations were different for all the three groups mentioned, as they had different points of view on the matters we meant to

evaluate. Most of these factors checked out and we obtained good results in the mentioned tests, so we considered that we have a good game that will have a positive impact on the life of Parkinson's disease patients. Even if we did not accomplish all of these goals, the people we worked with gave us cues on how to improve gameplay aspects and the rehabilitation process included in the game.

Factors to Evaluate	Results
Player/patient's reaction to the game (if it excites them or not; we want to avoid a feeling of strangeness)	The player/patient had an overall positive reaction to the game, they felt happy to be playing it and could pick up almost immediately after the rules were explained to them.
Player/patient's evolution and progress regarding their symptoms (if the game brings delay on symptoms' progression)	We could not assess the player/patient's evolution or progression regarding their symptoms because there was not enough tests or time spent playing the game to evaluate these factors.
Player/patient's motivation towards playing and going under treatment (if the game motivates them for further treatments)	The player/patient was very eager to play the game and keep playing it in the future.
Time under treatment and estimated time player/patient spend playing the game (thus obtaining better results)	We could not assess how much time the player/patient would spend playing the game overall, since they were always in a controlled environment and we were the ones asking them to play through the levels of the game.
Quality of gameplay (if the activities in the game are consistent with the treatments they are normally under)	The quality of the gameplay was validated by our supervisors and the therapists and doctors who worked with us through the whole development time; the activities were considered consistent with the treatments the patients are subjected to, mapping the activities in the levels of the game to the exercises.
Precise tracking (player/patient's movements should be correctly tracked in order to avoid frustration)	The player/patient's tracking was well done and there was no frustration related to the movements not being detected or being incorrectly detected.
Overall improvement of player/patient's wellbeing and welfare (be able to perform day-to-day movements with ease, feeling more positive and more motivated to keep the treatments and exercises)	The player/patient was consistently feeling motivated and with a positive attitude towards the game; we could not assess improvements in the movements for the long term or their wellbeing and welfare.

Table 1: Factors evaluated and corresponding results after testing the final prototype.

6. CONCLUSIONS

Serious Games have a potential positive impact for patients' treatments and rehabilitation. In the work presented here we studied this potential impact for Parkinson's disease. To achieve this, it was essential to fully understand Parkinson's disease. Parkinson's disease has its own particular struggles that must be addressed when planning an alternative or additional method of treatment and rehabilitation. As we presented above, there is already some work being done in the area of Parkinson's disease rehabilitation that resorts to videogames or different technologies. We can look to these great examples and advancements in research to learn from them, further exploring their successful and failed experiments. Learning from experiences of other researchers was a key point to achieve success in our project.

We focused our work on the most important aspects of a Parkinson's disease patient rehabilitation, and on symptoms that we know we can help them improve: movement and motion, as well as some cognitive symptoms like attention span and depression. To help with the physical symptoms, our goal was to develop activities that offer a wide range of movements, although keeping them simple and motivating. Our approach for the cognitive symptoms had to be a little different, based on the need of engagement created by the activities and also in order to provide a fun factor associated to them. As it was previously mentioned, there was an additional challenge, which was the older age of the players for this game. This is a group of people (older adults) who are not as used to playing videogames as much as younger generations. This obliged us to redefine our requirements, such as the need to make them want to keep playing, tutorials creation and making them notice the progress they make day by day, maintaining engagement and immersion.

Based on this, the game was designed with several objectives in mind. The first one was simplicity. Since the game was to be played mostly by elder people with some physical impairment, it was essential that the game was as easy as possible to interact with. Moreover, although the graphical design was not a priority for the current prototype, we tried to develop an environment as close as possible to reality. The asset and environment system can easily be configured with new objects, characters, scenarios and props in a later stage of development to account for the specific necessities of each therapy. Also, the technological prototype developed for this study was designed to be as flexible as possible, in terms of assets, plot and events. As we mentioned before, we expect to develop a flexible story line editor that can adapt to different scenarios and objectives, as well as to provide the means that allow therapists to create real-time events and dialogs or change the goals in mid-game. Finally, each layer of the game engine is currently being measured for several parameters that include time spent in menus or in game, player choices, performance and score. This will allow us to extract relevant data that can be further analysed by specialists on a back-office and combined with the data from other patients in order to generate new

Generating Musical Sheets for First-Sight Reading Exercise

Frederico Freitas
Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa and
INESC-ID, Lisboa
Edifício IST-Taguspark, Av. Prof.
Aníbal Cavaco Silva, 2744-016
Porto Salvo
frederico.freitas@
tecnico.ulisboa.pt

Rui Prada
Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa and
INESC-ID, Lisboa
Edifício IST-Taguspark, Av. Prof.
Aníbal Cavaco Silva, 2744-016
Porto Salvo
rui.prada@
tecnico.ulisboa.pt

Pedro A Santos
Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa and
INESC-ID, Lisboa Edifício IST-
Taguspark, Av. Prof. Aníbal
Cavaco Silva, 2744-016 Porto
Salvo
pedro.santos@
tecnico.ulisboa.pt

Luís Coelho
Lusomusic Lda
Rua da Chieira nº 512,
2435-152 Espite
luis.coelho@lusomusic.pt

Abstract

This article describes how we tackled the problem of generating appropriate musical exercises, destined for musical students to develop and practice sight reading skills, under the context of the JAMP project, a serious game aimed to complement musical learning, a project financed by community funds from the EU through the Programa Mais Centro (QREN). We've submitted our implementation for testing with experts with background on music teaching, who found the generated content to be musically correct and pleasing sounding.

Keywords

Procedural Content Generation, Music Generation, Partiture, Sight-reading, Game AI.

1. INTRODUCTION

The JAMP project is a serious game, aimed to serve as a musical learning complementary tool, for aspiring musicians who want to learn the piano, or similar keyboard-based instruments. Developed for iOS and the iPad, it consists of a series of games aimed to develop different competences, such as rhythm reading, hand dexterity and musical partiture interpretation. One of the core competencies targeted by this game was for students to be able to reinforce their skill at first sight reading, meaning, grabbing a fresh musical sheet, and interpret its contents without any form of previous rehearsal. This means, that unlike other exercises, the content has to be new every time the student goes through it. Also, it must serve meaningful pedagogic purpose.

Looking at related work in the field of music composed by computers, both related to generating musical sheets or actual sound synthesis, we can usually discern two branches for the creation process, supervised (music composed with the help of a computer), and autonomous (fully composed by the machine). Inside these branches, several methods have been considered. Methods such mathematical models, knowledge-based systems, gram-

mars, machine learning, systems based on genetic algorithms or even hybridizations of the above. [1][2][3][4][5][6][7].

However, the purpose of this work follows a direction apart from most works related to the topic, since we not only aim to provide an adequate sounding score, but it must be a tool aimed for learning and training sight reading, which meant that our compositions probably followed a supplementary set of requirements.

An analysis of the parameters that compose such content, followed by how we create a meaningful learning progression and finally how given these parameters we're able to generate musical exercises that serve the game's intended purpose are the subjects tackled in the third and fourth sections of this document.

2. RELATED WORK

We have researched a few musical learning platforms to evaluate how our development context (videogame with adaptive AI aimed towards the pedagogic aspect) fares against the current solutions. Looking through it, we can split them into two segments, since there was not a product that offered what our solution aims to, an artificial

intelligence architecture that generates fresh content following the player's current level of proficiency, integrated into a game experience.

2.1 Music Learning Games

Inside this segment, given the intended learning experience that these games aim to teach, we have games that are geared towards musical theory learning (they seek to teach musical theory, such as clefs, modes, rhythm figures), and games which deal with the more practical aspect of music, such as learning how to play a particular instrument.

A good example of the first segment would be Tonic Tutor (<http://www.tonictutor.com/>), a collection of simple games that test different aspects of musical theory such as note reading, ear training and musical theory. The most interesting asset provided by the platform, is the possibility for teacher to register students, assigned lessons by tailoring the minigames to test particular domains of knowledge and keep track of their progress. However, the generation of all the content has to be supervised by a human, since the platform prefers to leave in the hands of the teacher what is crucial for the student to learn, given his perceived level.

On the opposite end of the spectrum, Rocksmith(Ubisoft,2011), a game for PC, PS3, PS4, Xbox 360 and Xbox One, allows the player to learn how to play guitar and bass, alienating most theoretical knowledge from him, by resorting to a graphical representation that very closely matches the instrument in question. It also features a progression that system that allows the user to learn and practice the instrument by going through a large song list that is ordered by difficulty. A player learns a song in Rocksmith by dynamically adjusting the difficulty to his skill level, and then slowly introduces more notes and phrases until the song is being played note by note.

However, it does not feature any form of generating content for First-Sight Reading purposes. All the material is hard loaded into the game and does not intend to test the target competence that aims our work.

2.2 Other Musical Software

We have also explored a few examples outside of the videogame realm searching for software that share some of our objectives for this work.

We start with EarMaster (Miditec, 1996). It provides a plethora of exercises divided by courses for ear training, rhythm training and sight reading. It features a more ample selection of input methods; users can perform the exercises by voice, clapping or using a midi controller. Users also have access to several statistics that detail their performance and progression in their intended areas and a degree of customization regarding the exercises themselves. However, it does not provide the ability to generate an exercise from scratch, relying instead on selecting specific examples from its database, given supervised input from the user.

A similar approach, but deviating towards music theory learning is the one given by Auralia, part of the Sibelius software suite (Avid Technology, 2003) . Users are able to select courses that explore five major topics: Intervals and Scales, Chords, Rhythm, Harmony and Form and finally Pitch and Melody. Each one of these topics provides several sub-topics that can be explored individually by the user and each exercise can be customized according to the player's necessities, for example, if he wants to practice distinguishing a 4th interval from a 5th one, he can tailor an exercise to only include such intervals.

While these two examples provide ample forms of customization, they leave in the player's hands (or the teacher who's supervising) the decision on how they should carry their progress. Our implementation aims to make that process completely transparent to the user, by defining core parameters of learning proper First-Sight reading, and organizing them into a progression that relies solely on how he progresses through the suggested levels.

They also provide a limited level of procedural content generation. Most rely on already pre-established exercises that are filtered and selected according to the player's needs. Our approach tries to provide a different score every time the player attempts an exercise, even if the generation parameters are essentially the same. There exists a plugin for the Sibelius software named Melody Generator, made by the Music Transcriber. This plugin allows the generation of melodies from scratch, using a set of parameters such as featured pitches and rhythm figures, mode and tonality. While functionality wise, our approach resembles this solution, the generation process is devoid of any pedagogic supervision. The user generates the melody, and while he can use it to practice First-Sight reading, among other uses, it doesn't provide an underlying learning progression to guide both the player, and the generation process.

3. PROBLEM STRUCTURE AND PARAMETERIZATION

The exercises have to comply with two major objectives. First and foremost, they have to serve its pedagogic purpose, meaning that it must satisfy a set of restrictions, based on parameters established by the music teachers we've worked with, and also offer learning progression, which means that these exercises become increasingly more difficult as the student clears the content. Later in this section, we will explain these parameters to deeper detail. Second, they need to sound 'right', as in, the notes being played need to be pleasing to hear, up a to certain degree.

A musical sheet has two major components. The rhythm of the song/track, which explains to the interpreter the tempo and timing for he will play the notes detailed in the melody, essentially describing the keys of each note, hence, where are they played on the keyboard. Usually, for keyboard based instruments, a musical sheet separates the hands, having a distinct voice for each. Exercises that involve more than two hands are out of the scope of the application.

Informal interviews with the musical experts were conducted in order to understand the basic elements that make music, and try to convert these, into parameters that can be used to generate a musical sheet, and scaled into a learning progression system.

3.1 Rhythm Analysis

Three parameters make part of the rhythm aspect of a musical score. Time signature, tempo and the figures used.

3.1.1 Time Signature

The time signature details how many beats are in each measure of music and what figure represent the beat. An example would be a common 4/4 time signature, which means that each measure has a total time of four (represented by the top number) quarter note beats (represented by the bottom number) worth of time. Although there are a vast amount of different time signatures, a few have been selected and ordered by difficulty, task handled by the musical teachers that support the project.

3.1.2 Tempo

Tempo is how fast a beat is played. If a music score has a tempo of 60, that means that each beat is worth a second in real time. If it is 120, then the interpreter plays at a rate of two beats per second. Difficulty of execution is directly proportional to the tempo.

3.1.3 Figures

Rhythm figures are used to represent when and how a note is played (or the absence of playing). Several of these are paired with other figures, creating patterns which are going to be important on generation process. How these figures are paired and ranked in terms of difficulty is related to the time signature used by the exercise.

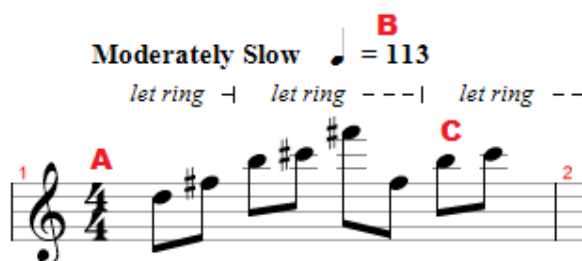


Figure 1: A - example of a 4/4 time signature. B- Indication of Tempo, indicating that the quarter note is played with a speed of 113 beats per second. C- An instance of a Figure, namely an eight-note, worth half of a quarter-note.

level	ME	MD	BPM	TS
1	1 4	1 4	60	4 4
2	1 2 4	1 2 4	60	4 4
3	1 2 4 5	1 2 4 5	60	4 4
4	1 2 4 5 44 45	1 2 4 5 44 45	60	4 4
5	1 2 4 5 44 45	1 2 4 5 44 45	60	3 4
6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	60	4 4
7	1 2 3 4 5 6 8	1 2 3 4 5 6 8	60	4 4

Figure 2: Excerpt from the table that aggregates Tempo (BPM), Time Signatures (TS), and the figures to be used in each hand (ME and MD) into levels of difficulty, to be used later during the generation procedure.

3.2 Melodic Analysis

3.2.1 Key

Most people are familiarized with the steps from a common “C” scale. This is one of the instances of the musical system referred as key, or tonality, which establishes relationships between pitches or keys for the melody. The keys found inside a specific tonality, save a few very rare exceptions which are not covered by the scope of the desired exercises, are the keys that will figure in the generated musical score.

3.2.2 Melodic Quality

Every level will feature a musical loop that serves as backing track for the exercise. This not only enriches the experience of the user as emulates playing with a band, but also sets a guideline for our generated musical score to become more audibly pleasing. It is entirely possible to create a musical piece that abides by all the rules, yet it can sound disconnected and void of purpose.

Each loop, details what keys should be placed at given times in our composition to make better harmonies. This information has been again compiled for each loop by its actual composer in table, to be used during our generation procedure.

3.2.3 Hand Technique

The distance between notes is called an interval. We call a movement the way we use our fingers to traverse a certain interval on the keyboard. There is not a direct mapping between an interval and the fingers used to play it, in fact, different finger combinations can be used to play the same sequence of keys. Context of the movement dictates which are better suited for the occasion, namely the scope of the notes reachable during the melody sequence.

Hand Technique determines the maximum difficulty of the movements applied during the exercise. Further description of this concept is made in the next section, once the generation algorithm is explained.

3.2.4 Hand Synergy

The way that the notes from each hand relate to each other is described as the synergy between them. Musical experts have categorized this synergy into seven different categories. From easier to hardest, they are described as:

- One hand: means that only one of the hands executes the exercise.
- Alternating: Both hands are alternating between playing and resting, meaning that when a note is playing in on hand, the other rests. A two measure count is given before the hands can alternate again.
- Mirror: Both hands play the exact rhythm, and the notes are given in a way that the finger movements mirror from one hand to the other.



Figure 3: Mirror hand synergy.

- Oblique: One hand plays a line, while the other sticks to one key, although it can play a different rhythm.



Figure 4: Oblique synergy between hands.

- Parallel by an octave: Both hands play the same rhythm, and the hands follow the same movement direction on the keyboard. The interval between a note from the left hand and a right one is always an octave, which makes both hands play the same key, but in a different octave. Generally, finger notation is done in reverse from one hand to the other (right hand plays a key with the first finger while the left plays it with the fifth, right with the second while the left with the fourth, and so on).
- Parallel: Same as parallel by an octave, but the interval between notes in each hand doesn't have to be an octave.



Figure 5: Parallel motion example. There is always a 6th interval between hands.

- Contrary: In this mode, any kind of movement is allowed.

3.2.5 Keyboard Scope

Every exercise targets a specific area of the keyboard for each hand which we call scope. The more keyboard area is covered; it is assumed that the exercise will be generally harder.

	Left Hand		Right Hand	
Level	Low	Up	Low	Up
1	A3	C4	C4	E4
2	F3	C4	C4	G4
3	E3	C4	C4	A4

4	A2	E3	A4	E5
5	A2	C4	C4	E5
6	E3	C4	C4	A5
7	E3	E4	A3	A5
8	C2	E4	A3	C6
9	C2	G4	F3	C6
10	A1	G4	F3	E6
11	A1	G4	F3	G6
12	A0	G4	F3	C7
13	A0	G4	F3	C8

Figure 6: Table detailing several scopes, with an assigned difficulty for each. The values are a letter representing the step, paired with an octave, which maps into a key from the piano.

The analysis was done in two steps. First, like mentioned before, we sat down with the experts and divided the concept of musical score into the characteristics that we refer as parameters and analysed each until we came up with attributes and values to describe each. Then, they ordered each into levels, attempting to express them as individual axis for learning progression (Fig. 2, 6 and 7), and eventually aggregating all into a meta-table (Fig. 8), where each line corresponds to an actual list of values for each parameter, to be used as a generation basis for a given exercise/level.

Level	HT	SN L	SN R	HS	MI
13	1	1	1	3	6
14	1	1	1	4	6
15	1	1	1	5	6
16	1	1	1	6	6
17	2	1	1	3	7
18	2	1	1	4	7
19	2	1	1	5	7
20	2	1	1	6	7
21	2	1	1	1	8
22	2	1	1	2	8

Figure 7: Excerpt of the table that collapses Hand Technique (HT) and Hand Synergy (HS) parameters, along with the maximum amount of simultaneous notes that can be played in each hand (SN L and SN R) and the maximum interval (MI) allowed in a single movement into a single meta-parameter that we refer as Technique.

Level	SD	RD	TD	TOD
1	1	1	1	1
2	1	2	2	1
3	2	2	3	1
4	2	3	3	1
5	2	4	3	1
6	2	5	3	1
7	2	6	3	1
8	3	6	3	1
9	3	7	3	1
10	4	7	3	2

Figure 8: Excerpt from the meta-table that aggregates the values for the learning progression of all parameters, and maps them into levels. Keyboard Scope (SD) (Fig. 6), Rhythm Difficulty (RD) (Fig. 2), Technique (TD) (Fig. 7) and Key (TOD).

4. IMPLEMENTATION

Or hypothesis for the musical score generation starts by separating the rhythm component from the melodic component. This decision makes sense since rules melodic construction do not conflict with those for rhythm, from both a musical standpoint, but also from a pedagogic perspective.

4.1 Rhythm Generation

We started by using the single rhythm figure as the basic element for our exercise rhythm section. However the number of combinations possible between figures is enormous and not all of them are appropriate. Some of these combinations are not optimal regarding some time signatures; others while correct according to formal rules, have alternatives which are better suited for reading. Also, these combinations have different degrees of difficulty which are not easily extrapolated from each of its elements alone. So we asked the musical teachers to arrange a list of these figure combinations which we call rhythm cells. A cell is represented by one or more rhythm figures, and unless one of its elements lasts longer than a quarter-note, then save a few exceptions, the combination doesn't last longer than a quarter-note.

We've also asked the musical experts to provide a table where these cells would be grouped and ordered according to a difficulty level, and related to a desired time signature. Generation is fairly straightforward. For the intended difficulty, we pick the associated list of cells, and proceed to randomly pick a cell to fill each of the exercise's composing measures, as long as two restrictions are not violated. First, we make sure that if a particular cell is selected, it won't exceed the remaining time a measure has. Secondly, we avoid placing cells that contain pauses during strong beats, sections of the measure which have great importance on how consistent or "well" the music sounds. At a base level, a group of selected cells have the same probability of being selected, but by suggestion of the musical experts, we've lowered the chance of placing pauses on an exercise, so they remain interesting for the player.

A rhythm line is generated for each hand, although, given an intended hand synergy parameter, the generated line for the left hand might be changed.

4.2 Melodic Generation

The basic element of a generated melodic line is the movement. Using a single note or pitch presents the same hurdles found when using rhythm figures as the basic generation unit for rhythm parts. It is hard to establish relationships between notes using an unsupervised method and assign a proper difficulty rank. Also, the same note sequence can be done using different finger combinations.

The experts created a table that contains all the possible hand movements done in a keyboard based instrument. A movement has the following attributes:

Finger A	Represents the first finger involved in the movement.
Finger B	Details which finger ends the movement.
Interval A	Refers to the orientation of the movement (upwards, downwards).
Direction A	Refers to the orientation of the movement (upwards, downwards).
Interval B	Represents a set of interval candidates for the next movement, which are compatible with the current one.
Direction B	The expected orientation of the next candidate movement.
Difficulty	How technically challenging the movement is, in a scale from 1 to 4.
Inversion	If the next movement is supposed to have a different orientation from the current one, then this flag is signalled as true;
Minimum Scope	Defines the minimum sum of the intervals that a chain of movements must target, before switching the direction.
Maximum Scope	Defines the minimum sum of the intervals that a chain of movements must target, before switching the direction.

Figure 9: Attributes related to hand movement.

The objective now is to chain these movements into creating a melodic line for each hand.

To do so, we use a depth-search approach. The generation process goes like this:

- 1- We filter out the movements that are above the intended maximum interval and movement technique difficulty.
- 2- We pick a root node. In an optimal case, we pick one from the nodes in which the movement starts with the first finger.
- 3- Fetch all the possible children, applying all the hard restrictions.
- 4- If the children are empty, return to the previous level, and pick another node to explore.
- 5- Otherwise, order them, using a heuristic function. Said heuristic simply prioritizes nodes that represent movements which will lead to notes that will sound good, according to the chosen background loop before generation. If there are several nodes that fit these criteria, randomly pick one for the next step. Same applies if there are none (but still comply with the hard restrictions).
- 6- Explore the selected node, repeating from step 3.

A solution will be found if we manage to reach the desired depth of the generated tree. The depth is given by the actual playable notes generated for the rhythm section of the exercise.

When generating the children of a node, the following restrictions are applied:

- The starting finger (Finger A) of the next candidate child must be equal to its parent destination finger (Finger B).
- The next candidate movement interval must not lead to a note that is out of the key boundaries intended for the exercise.
- If the child movement implies a direction change, then all the movements made before the previous direction change, must have an interval sum within the Minimum Scope and Maximum Scope attributes found in the movement that started aforementioned direction change. If this condition is not met, then that candidate node is not part of the children list.

This approach was selected because the generated trees are usually deep (best case scenario, given that the loops amount to 17 measures, and at least one note is needed for each measure, results in a tree with a depth of 17. Some cases, with rhythm cells made of 4 or plus figures, it can go over 60), and the branching factor is, at worst, 23 which represents the maximum number of possible movements given any starting finger. Given these values, a more informed search such as an A*, would represent greater costs in both speed, and especially memory, concerns that are more flagrant since the final game is target-

ed towards mobile platforms such as the iPad. It also helps the depth-case that all the reachable nodes that inhabit the target depth represent possible solutions. Potentially not selecting the best sounding melodic line was an acceptable compromise given the aforementioned constraints, validated in preliminary tests made with experts.

The last part is to join both the rhythm and the melodic movements generated for each hand. We map the keys for the movements according to the intended tonality, and change the rhythm or melody to suit the desired hand synergy type for the exercise. Simultaneous notes (chords) are also introduced having the current key serve as the root, depending if the exercise parameters deem so. Basically, there is a probability that simultaneous notes can be generated when mapping a particular note. The added notes respect the tonality. The probability for the event to happen was inferred and tested in cooperation with the musical experts. Ties between notes are out of the scope of our implementation, but might be feature added at a later phase.

5. RESULTS AND SAMPLES

The next two figures are samples of generated musical sheets in the game context. From the data collected preliminarily, the generation process is fairly lightweight, adding values around the one second mark to the general level loading, for trees with a depth around 60 (60 notes generated for each hand). Save for a few particular cases, the combination of parameters and their respective values result in valid generations.

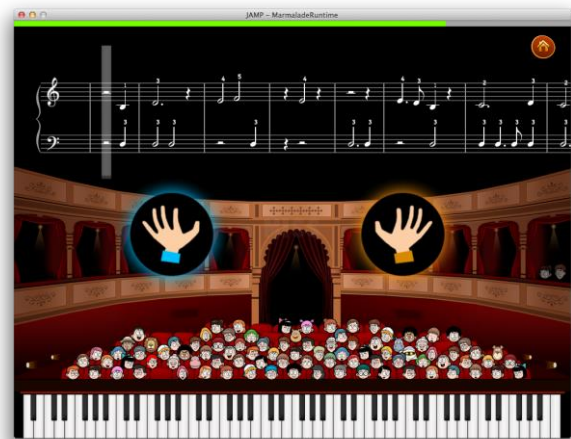


Figure 10: An example of a generated score, for practicing oblique hand synergy.



Figure 11: Example of a generated exercise focused on alternated hand practice.

This was confirmed with preliminary tests made with the musical experts that accompany the development of the game have given credibility to the approach. So far, the generated exercises follow the rules of musical writing, and sound good when paired with the available backing track, minus a few occurrences. We owe this to the search approach used in the generation of the melodic lines.

6. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Further work regarding analysing new metrics or even trying a more informed search algorithm will be done to improve the shortcomings described in the previous section. We also consider that very limited testing has been (until the date of submission of this article) with actual aspiring musicians, leaving the pedagogic aspect of the project still unproved.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

The good folks from Wingzstudio.lda and Present Technologies, co-developers of the JAMP project. Manon Marques, Mariana Godinho and Fernando Loura for the countless hours of patience, teaching, testing and understanding. This work was supported by national funds through Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) with reference UID/CEC/50021/2013 and also by community funds from the EU through the Programa Mais Centro (QREN).

8. REFERENCES

- [1] Fernandez, JD; Vico, F (2013). "AI Methods in Algorithmic Composition: A Comprehensive Survey." (PDF). *Journal of Artificial Intelligence Research* 48.
- [2] Dubnov, S., G. Assayag and R. El-Yaniv. (1998). "Universal Classification Applied to Musical Sequences." *Proceedings of the International Computer Music Conference*. International Computer Music Association.
- [3] Cope, D. (1987) An expert system from computer-assisted composition, in *Computer Music Journal*, 11(4).
- [4] Cope, D. (1991). *Computers and musical style*, Oxford University Press.
- [5] Assayag, G., C. Rueda, M. Laurson, C. Agon and O. Delerue. (1999b). "Computer Assisted Composition at Ircam : PatchWork & OpenMusic.", *Computer Music Journal*, 23:3.
- [6] Brooks Jr., F., Hopkins Jr., A., Neumann, P., and Wright, W. (1993). An experiment in musical composition, In Schwanauer and Levitt, editors, *Machine Models of Music*, pages 23– 40. MIT Press.
- [7] Lidov, D. and Gambura, J. (1973), A melody writing algorithm using a formal language model, in *Computer Studies in Humanities*, 4(3-4).

Jogo sério para treino de competências sociais como instrumento de prevenção do *bullying*

Cátia Raminhos Ana Paula Cláudio Maria Beatriz Carmo
BioISI – Biosystems & Integrative Sciences Institute, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
Campo Grande, Lisboa, Portugal
catia.s.raminhos@gmail.com, {apc,bc}@di.fc.ul.pt

Susana Carvalhosa¹ Maria de Jesus Candeias¹ Augusta Gaspar^{1,2}
¹CIS-IUL, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal
²Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal
Susana.Carvalhosa@iscte.pt, jesusandeias@gmail.com, Augusta.Gaspar@iscte.pt

Abstract

We have conceived and developed a Serious Game to promote empathy as a mean to prevent bullying. The tests we carried out with youngsters from the target audience (10 to 12 years old) show that our approach has potential in bullying prevention and as a therapy auxiliary tool.

The rationale for bullying prevention is that by helping victims and observers of these aggressive episodes to improve their skills and to practice different strategies towards bullying, they will be training and improving their behavioral competences for real bullying situations. This project, whose team includes psychologists and informatics engineers, is an answer both to the high prevalence of bullying and to the lack of effective interventions focused on this problem.

The game runs on different platforms (tablet, PC), provides flexibility in the choice of scenarios and in the game playing role. Player's decisions have obvious effects in the subsequent levels of the game. The treatment or intervention resorting to this game may take place at the therapist's office, the school or in an independent manner. In every game session a data set is recorded for later analysis. We also implemented a Back Office application integrated with the game to support the work of the therapist or researcher.

Keywords

Bullying, serious game, bystanders, victims, platform game, Unity 3D.

1. INTRODUÇÃO

O *bullying* é um tipo de comportamento agressivo entre pares que envolve intencionalidade, repetição ao longo do tempo e abuso de poder [Olweus93]. O aumento de casos de *bullying* deixa cada vez mais preocupada a sociedade civil e as comunidades escolares, e esta temática tem vindo a ter destaque significativo nos meios de comunicação social, revelando-se um problema de difícil resolução e com grande potencial para se tornar um fenómeno de escala crescente. Este tipo de agressão tem graves consequências em todos os envolvidos, principalmente a longo prazo [Carvalhosa09].

Em Portugal, a prevalência deste problema é elevada: cerca de um em cada cinco estudantes está ou esteve envolvido em situações de *bullying* [Carvalhosa09] tradicional (frente a frente) ou *cyberbullying* (online). Apesar deste panorama se agravar da infância para a adolescência, de acordo com os dados dos últimos anos letivos, a

prevalência varia bastante nos diferentes países [Carvalhosa08] [Nansel01] [Wang09]. As vítimas (os alvos de *bullying*) e os *bullies* (os agentes de *bullying*) estão em minoria, enquanto os observadores (os que testemunham estas situações) estão em maioria e, na generalidade das situações, não intervêm para as pararem.

A motivação para encontrar uma solução adequada para o *bullying* e o *cyberbullying* surgiu quer pela falta de eficácia de intervenções já existentes [Cook10], quer pela limitação da terapia tradicional em consultório, em que há normalmente um espaçamento temporal entre sessões e o uso de modelos clínicos não adaptados às especificidades dos envolvidos no *bullying*.

Para que este tipo de violência escolar seja combatido de forma eficaz, devem ser ensinadas competências às vítimas para que consigam deixar de o ser e deve-se incentivar os observadores a intervir de forma empática para

com as vítimas de *bullying* [Nickerson08] [Carvalhosa09] [Gini08].

A utilização de Tecnologias Interativas (TI) tem-se demonstrado como benéfica para o desenvolvimento cognitivo e de auto eficiência, assim como na promoção de comportamentos específicos [Gold97] [Cláudio13], especialmente com resultados promissores no treino de competências de resolução de problemas [Cook10]. Mais especificamente, os Jogos Sérios (JS), aplicações interativas que recorrem à tecnologia dos videojogos com outros propósitos para além do mero entretenimento [Susi07], são largamente utilizados e têm diversas vantagens que fazem deles uma ferramenta excecional para ensinar e influenciar o comportamento [Pereira12] [McQuiggan08]. Centradas mais na mudança de comportamentos estão as tecnologias persuasivas (TP) que, quando usadas adequada e eticamente, permitem que o utilizador alcance o comportamento-alvo [Fogg03].

Este artigo descreve uma ferramenta de trabalho que desenvolvemos para Psicólogos, designada por “StopBully”, para apoiar jovens (na faixa etária dos 10 aos 12 anos) com diferentes níveis de envolvimento em situações de *bullying*. A ferramenta tem como componente principal um JS para prevenir o *bullying* e promover a empatia, com recurso às TP, incentivando os potenciais utilizadores a mudarem o seu comportamento ao enfrentarem este tipo de situações. A ferramenta inclui, ainda, uma aplicação de *BackOffice* (ABO) que apoia o trabalho técnico ou de investigação dos Psicólogos que acompanham estes jovens.

A equipa de trabalho envolvida nesta solução é multidisciplinar, inclui profissionais da área da Psicologia com experiência e conhecimentos nas questões do *bullying* e informáticos da área da computação gráfica.

Efetuararam-se diversos testes com utilizadores para validar as personagens a incluir no jogo, para avaliar um protótipo intermédio, ajustando-o às necessidades do público-alvo, para avaliar a usabilidade, a jogabilidade e a eficácia do protótipo final como indicador de estratégias e para avaliar a ABO.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 refere os trabalhos mais relevantes sobre os JS aplicados ao *bullying* e apresenta algumas considerações sobre as TP; a seção 3 descreve a solução desenvolvida; a seção 4 apresenta os resultados obtidos nas avaliações com utilizadores e discute-os; e a seção 5 apresenta as conclusões e o trabalho futuro.

2. TRABALHO RELACIONADO

Estudos anteriores revelam que os jogadores de JS, em geral, preferem o modo de *single player*, ambientes 2D e personagens com o estilo de *cartoon* [Zamboni11]. As crianças preferem jogar em computadores portáteis, consolas e *tablets* [Carvalho14]. Os jogos de plataforma são os mais populares; estes são jogos 2D, que permitem que o jogador se mova da esquerda para a direita, para ultrapassar obstáculos e colecionar itens, tarefas que permitem ganhar pontos e alcançar níveis superiores.

Atualmente existem algumas soluções para o combate e prevenção do *bullying*: o “School Bullying” [School-Bullying13] fornece um conjunto limitado de situações e histórias, executa apenas em computadores (não em *tablets*) e tem um fraco desempenho possivelmente devido aos gráficos 3D com demasiados detalhes. Noutro JS [Rodrigues13], o jogador não pode escolher explicitamente o papel de vítima ou de observador, o que pode ser desmotivador para o jogador. O “FearNot!” [Hall09], um projeto Europeu bem testado, tem também uma restrição de perfil, forçando o jogador a ser sempre observador.

O “KiVa” [KiVa14], por outro lado, é um programa anti-*bullying*, para escolas, que nasceu na Finlândia. Está dividido em dois componentes: um universal, para todos os estudantes, e um de ação indicada, usado quando ocorre uma situação de *bullying*. O componente universal inclui jogos *online*, não abertos ao público em geral. Um deles foi desenvolvido em 2D *cartoonizado*, com diferentes situações, onde o jogador tem de tomar a decisão mais acertada. Os dados gerados por estes jogos não são guardados, havendo apenas uma recolha de dados através de questionários, aplicados no final de cada ano letivo. O programa já foi aplicado em países como a Finlândia, Nova Zelândia, Estónia e o Reino Unido, onde se obtiveram resultados positivos, com a redução de situações de *bullying*.

Para mudar o comportamento das vítimas e dos observadores é necessário olhar para as melhores abordagens de *design* das TP. King e Tester aconselham o uso de soluções portáteis ou integradas no ambiente de uso, com experiências simuladas ou soluções baseadas em vigilância [King99].

Na conceção e desenvolvimento da nossa solução houve uma preocupação em colmatar as falhas e em utilizar as melhores abordagens encontradas nestes trabalhos.

3. SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

Para dar resposta ao problema do *bullying* e à falta de eficácia das soluções existentes, desenvolvemos uma solução, designada por “StopBully”, composta por um JS, com personagens e ambientes tipo *cartoon*, baseado nos jogos de plataforma, e por uma ABO, para apoiar o psicólogo na gestão e na monitorização dos jogadores que acompanha [Raminhos15]. As personagens do JS foram concebidas por estudantes de Artes, com base em requisitos descritos pelas psicólogas da equipa e que tinham em conta os papéis que seriam necessários no jogo.

O JS tem como público-alvo crianças dos 10 aos 12 anos, mais especificamente vítimas e observadores, papéis que foram mapeados em perfis. Não disponibilizámos o perfil de *bully*, por questões éticas (haveria o risco de vítimas e observadores jogarem como *bullies* e não sabemos as consequências que isso poderia trazer) e por necessitar, na opinião de toda a equipa, de estratégias distintas das dos outros papéis.

A nossa intenção, com este jogo, é ajudar os observadores e as vítimas a mudarem o seu comportamento perante

este tipo de violência escolar, através da simulação dos ambientes e histórias do seu quotidiano.

O JS foi concebido para *tablet* e também para computador, utilizando o Unity3D¹ e algumas bibliotecas de sons gratuitas. Embora os dispositivos móveis sejam as plataformas preferidas do nosso público-alvo, nem todas as crianças têm à sua disposição um destes equipamentos; por esta razão, o computador mantém-se uma opção e acrescenta mesmo a vantagem de um ecrã maior.

O jogo sério foi concebido como complemento às sessões de terapia. A criança começa por jogar na presença do terapeuta numa sessão de terapia. Depois continuará a jogar autonomamente, por exemplo em casa, ou na escola. A aplicação dá *feedback* ao profissional que acompanha o jovem, para que este seja acompanhado eficazmente, mesmo que fora das sessões presenciais. Este *feedback* é garantido através da ABO. Por outro lado, os investigadores poderão utilizar a aplicação em estudos na área do *bullying*, utilizando a ABO para auxiliar na análise dos dados de uma determinada amostra. Atualmente, esta ABO encontra-se alojada num servidor ao qual apenas a equipa de Psicologia tem acesso e foram, ainda, implementados mecanismos do lado da ABO e do JS para garantir a segurança dos dados. A Figura 1 esquematiza a forma de uso da nossa solução.

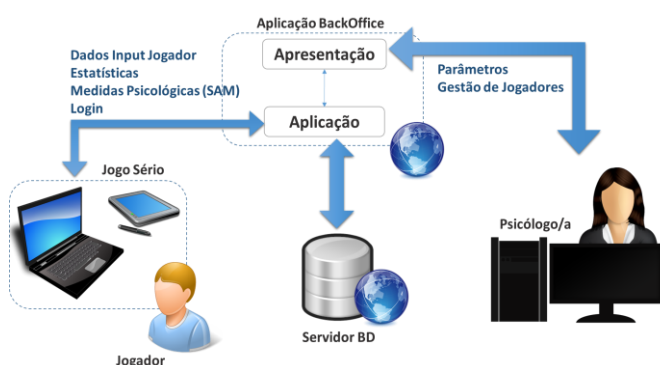


Figura 1 – Uso esquematizado da solução desenvolvida.

3.1 Funcionamento do Jogo Sério

Após efetuar o login com as credenciais (Figura 2), anteriormente fornecidas pelo psicólogo que o acompanha, o jovem pode consultar a sua pontuação obtida previamente, o nível em que se encontra em cada perfil, Observador ou Vítima (Figura 3) ou iniciar o jogo.

No início do jogo, o jovem escolhe um dos dois perfis e uma das personagens associadas a esse perfil. Com a personagem escolhida, indica o nível que pretende iniciar, dentro dos disponíveis. Estes níveis representam locais de uma escola e, caso o jogador finalize todos os níveis com sucesso, poderá livremente escolher um dos outros locais em que desenrolam os níveis do jogo.

Antes e depois da execução do nível, o jogador tem de avaliar o seu estado emocional, indicando os valores de

cada dimensão do *Self-Assessment Manikin* (SAM), um instrumento composto por escalas pictóricas de avaliação dos estados emocionais percebidos pelo próprio indivíduo [Bradley94]. Uma das dimensões deste instrumento, Valência Emocional, que vai do “Desagradado” ao “Agradado”, pode ser observada na Figura 4. Integrou-se este instrumento no JS, pois é fácil de usar e de compreender e é um dos principais instrumentos na medição indireta da empatia.

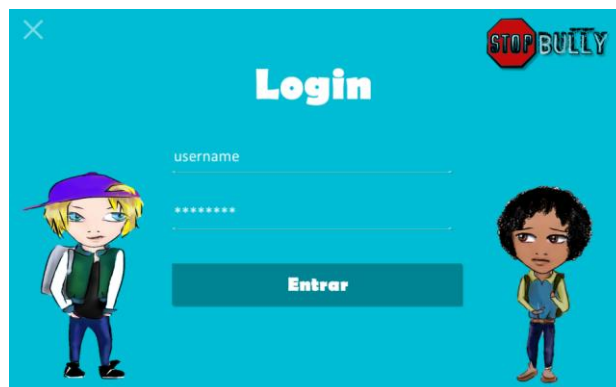


Figura 2 – Ecrã do Jogo Sério com a interface do Login.



Figura 3 - Ecrã do Jogo Sério com a interface da pontuação do jogador e o nível em que se encontra em cada perfil.

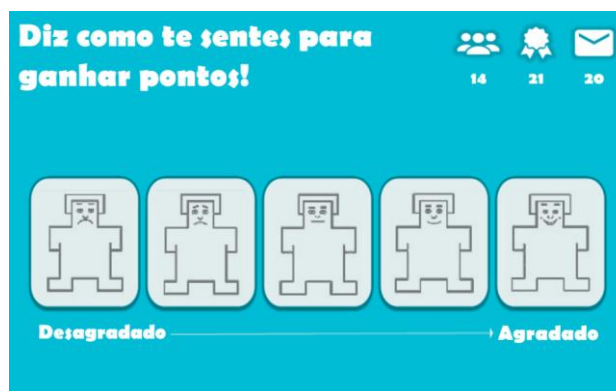


Figura 4 - Ecrã do Jogo Sério com a interface de autoavaliação da valência emocional no SAM.

No decorrer de um nível, o jogador é confrontado com desafios e situações de *bullying*, como observador ou

¹ <http://unity3d.com/>

vítima, dependendo do perfil que escolheu, integradas em histórias e cenários que recriam o quotidiano dos jovens da faixa etária-alvo e acompanhadas por um som ambiente que aproxima a situação do jogo à realidade que recria. Quando é confrontado com um desafio, o jogador tem de tomar uma decisão, o que terá consequências nos pontos alcançados. A pontuação, que terá impacto no rumo da história, é a soma de três parcelas: a dos amigos, a da coragem e a dos convites. O jogador só passa o nível, se obtiver, pelo menos, a pontuação mínima exigida.

Neste momento, o JS conta com 3 níveis no perfil de observador e 3 no perfil de vítima, os quais decorrem na entrada da escola, no campo de futebol e no corredor da escola, de acordo com os *storyboards* fornecidos pela equipa de Psicologia, baseados no estudo qualitativo que realizaram com alguns jovens do público-alvo do jogo [Candeias14]. Alguns níveis podem ter, ainda, diferentes graus de dificuldade - fácil, médio e difícil - dependendo da pontuação anteriormente obtida pelo jogador. Estes graus de dificuldade podem ser mapeados em cenários mais intimidantes ou em dificultar a tarefa de ganhar pontos, e garantem variabilidade e um jogo mais desafiante.

Os valores do SAM e as opções tomadas pelo jogador são enviadas para a ABO e podem ser consultadas pelo psicólogo que acompanha o jogador.

As figuras 5 e 6 ilustram ecrãs relativos a dois cenários diferentes. Na próxima seção, descrever-se-á um nível complexo do JS, de forma a facilitar a compreensão da dinâmica do jogo.



Figura 5 – Exemplo de ecrã de nível no campo de jogos.

3.2 Exemplo de Um Nível do Jogo Sério

Para melhor compreensão do jogo, apresenta-se um nível em concreto: o nível que decorre no corredor da escola, no perfil de vítima. Este inicia-se com uma rapariga a convidar o jogador para a sua festa de aniversário.

Como ilustra a Figura 7, o personagem do jogador apresenta um pequeno círculo cinzento no chão, por baixo dos seus pés. O jogador faz desenrolar a história de duas formas: i) carregando nas teclas direita e esquerda, desenhadas no canto inferior esquerdo do ecrã, para fazer o seu personagem andar nestas mesmas direções; e ii) tomando uma decisão quando é chamado a fazê-lo. Neste exemplo, o jogador tem de decidir se deve ou não aceitar o convite para a festa. O jogo fica suspenso até que o jogador esco-

lha uma das opções que lhe são apresentadas no topo do ecrã, ao centro. Naturalmente, a sua escolha tem reflexo sobre os pontos obtidos (amigos, coragem e convites, representados no canto superior direito). Para assinalar que o jogo está suspenso, as cores do cenário são esbatidas, é usado um ponto de interrogação de grande dimensão que ocupa o centro do ecrã e as setas para prosseguir o jogo são desativadas.

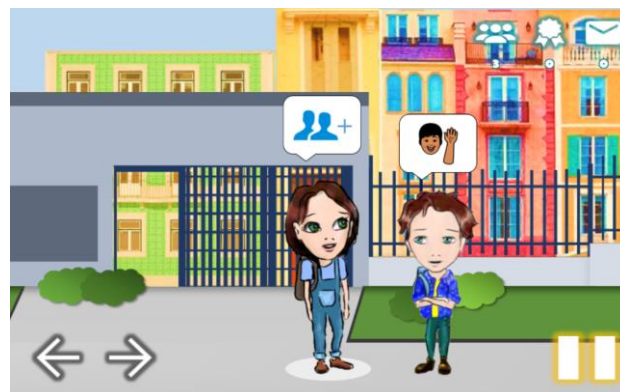


Figura 6 - Exemplo de ecrã de nível à entrada da escola.

Prosseguindo o jogo, ao avançar um pouco mais no corredor, o personagem do jogador depara-se com um *bully* que lhe pede o telemóvel. A personagem do jogador não responde, com medo, e o *bully* insiste perguntando se não está surdo/a.

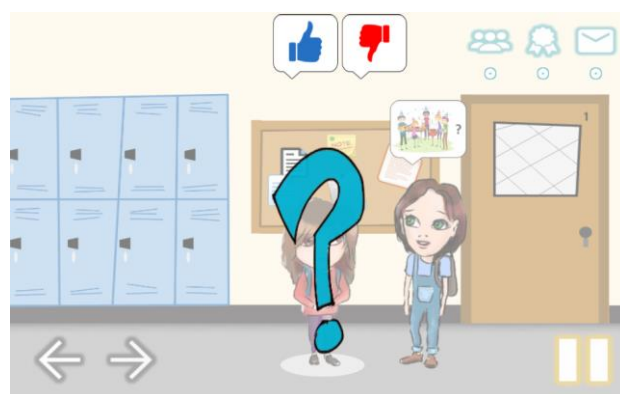


Figura 7 - Ecrã do nível do corredor da escola, onde uma observadora convida o jogador para a sua festa de aniversário.

É neste momento que o jogador (com a respetiva personagem assustada com o *bully*) tem de tomar uma decisão (ver Figura 8): dá o telemóvel ao *bully* (perde pontos); resiste, dizendo-lhe que o telemóvel faz falta (não ganha nem perde pontos); ou enfrenta-o, dizendo-lhe “acaba já com isso” (ganha pontos).

Se escolher a segunda opção, o *bully* intimida-o um pouco mais, dizendo ao jogador para não se armar em esperto. Para sair desta situação terá de optar por um de dois caminhos (ver Figura 9): dá o telemóvel ao *bully* e não conta a ninguém (perde pontos) ou dá o telemóvel e relata a situação à diretora de turma (ganha pontos).



Figura 8 - Ecrã do nível do corredor da escola, onde o jogador tem de tomar uma decisão, após ter sido intimidado pelo bully, que lhe pediu o telemóvel.

No final do corredor, o jogador é convidado por um rapaz para o cinema, podendo aceitar ou não o convite.

Só é possível passar este nível caso o jogador opte por contar o sucedido à diretora de turma ou por enfrentar o bully.

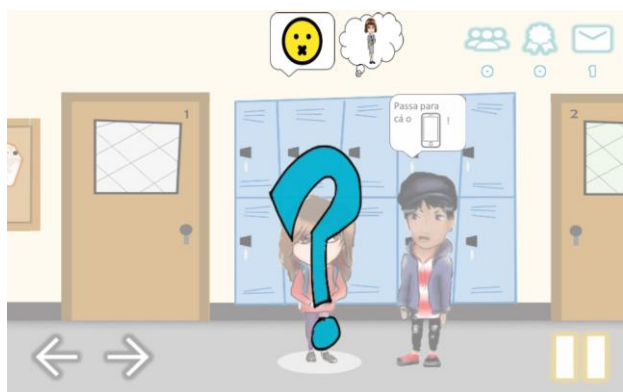


Figura 9 - Ecrã do nível do corredor da escola, onde o jogador tem de tomar uma decisão após ter tentado resistido à exigência do bully (o telemóvel do jogador).

4. AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

Numa etapa anterior à da realização dos testes do protótipo, levámos a cabo uma validação das personagens, com um público abrangente. De seguida, efetuámos: i) uma avaliação preliminar do protótipo, junto do público-alvo, para garantir que os problemas que encontrávamos nessa avaliação ficariam resolvidos no protótipo que pretendíamos a seguir testar nas escolas; ii) uma avaliação do protótipo do JS, com o público-alvo numa escola; e iii) uma avaliação da ABO, junto de psicólogos.

4.1 Validação das Personagens

Para confirmar os papéis que foram definidos para cada personagem a integrar no jogo, efetuámos uma validação desses papéis junto de um público abrangente, i.e., dentro e fora do público-alvo (incluindo futuros profissionais da área da Psicologia). Para o efeito disponibilizámos um questionário *online*, com as personagens por uma de 3 ordens diferentes, de forma aleatória, ao qual responde-

ram 82 indivíduos. Uma das 3 ordens encontra-se na Figura 10.



Figura 10 - Personagens coloridas finais, compostas por observadores (y, o, x e s), vítimas (v, t, u e k), bullies (z, m, p e w) e adultos (i e j).

Nesta validação não foram encontrados problemas críticos e, pelo facto das personagens serem mostradas individualmente, os inquiridos sentiram a falta de um contexto social associado a cada uma delas, problema que é ultrapassado quando estas estão integradas no jogo sério.

4.2 Avaliação Preliminar do Jogo Sério

Após a validação das personagens, efetuámos testes ao protótipo preliminar, só com dois níveis, para ajustá-lo às necessidades do público-alvo. Avaliámos a usabilidade e jogabilidade junto de 7 indivíduos, que usaram uma versão *online* do protótipo e que responderam a um questionário *online*. Os resultados obtidos foram muito positivos. Os pequenos problemas encontrados, como os ícones do mapa e a forma como as personagens eram instanciadas no nível, foram imediatamente corrigidos.

4.3 Avaliação do Jogo Sério

Para validar os níveis integrados, as correções relativas ao protótipo preliminar e o impacto do protótipo final deste projeto na prevenção do *bullying*, efetuaram-se testes com o público-alvo do JS. Os participantes pertenciam na sua maioria à mesma escola do ensino básico e foram seguidos durante um período de tempo, em colaboração com a equipa de Psicologia, de forma a acompanhar a sua evolução ao jogarem o JS.

4.3.1 Metodologia

Foi disponibilizado um questionário *online* com o objetivo de validar os níveis integrados e as respetivas histórias, as decisões tomadas e as alterações relativas ao protótipo preliminar, ao nível da interface e da interação com o utilizador. O *link* do questionário foi maioritariamente divulgado através dos participantes da escola do ensino básico e por contatos de pessoas conhecidas da equipa do projeto. As perguntas com escala de *Likert* introduzidas utilizaram 5 níveis de resposta, em que o nível 1 correspondia ao “Discordo Completamente” e o 5 correspondia ao “Concordo Completamente”.

4.3.2 Participantes

Na avaliação do JS participaram 27 indivíduos, 10 do sexo feminino (37%) e 17 do sexo masculino (63%), com idades compreendidas entre os 9 e os 14 anos (média=11,37). Todos os indivíduos efetuaram os testes de forma voluntária.

Quase todos os indivíduos jogavam videojogos (93%), em que o *Grand Theft Auto*, o *friv*, o *transformice*, o *imvu*, os videojogos para meninas, de carros e de futebol eram os mais populares.

Com base em questionário prévio, as psicólogas conseguiram identificar em 22 dos 25 indivíduos provenientes da Escola Básica 2/3 Avelar Brotero, qual o papel que desempenharam em situações reais de *bullying*: 1 era *bully* (4%), 5 eram vítimas (23%) e os restantes eram observadores (73%). Um dos indivíduos não pertencente a esta escola relatou ser vítima de *bullying*.

4.3.3 Procedimento

Durante um mês, foram organizadas 2 sessões semanais de 45 minutos cada, acompanhadas por um elemento da equipa de Psicologia. Todos os participantes destas sessões tinham a autorização dos respetivos encarregados de educação (as autorizações foram enviadas antes). Dos 25 indivíduos provenientes desta escola, 22 estavam inscritos nestas sessões.

Na 1ª sessão, foi aplicado um questionário de envolvimento no *bullying* e de medição da empatia, e na 2ª sessão, os participantes começaram a jogar o JS, na versão para computador, com comunicação com o nosso servidor, e 15 minutos antes de terminar a sessão, foi aplicado o questionário *online* sobre o jogo. Nas restantes sessões, continuaram a jogar o JS. Nas três últimas sessões, após 15 minutos de jogo, discutiram-se, com os alunos presentes, situações de *bullying*, perfis e níveis favoritos no JS, e estratégias ao nível dos observadores e da escola. Na última sessão, a psicóloga aplicou novamente um questionário de medição de empatia, para perceber de que forma esta evoluiu. O estudo das respostas a estes questionários ainda não foi realizado, pelo que serão apenas analisados e discutidos os resultados do questionário do JS.

4.3.4 Discussão de Resultados

Relativamente à maioria dos menus do jogo, com melhorias face à versão anterior do protótipo, não existiram dúvidas. Os ecrãs dos três grupos de imagens do SAM suscitaram mais dúvidas. Alguns dos indivíduos tiveram cuidado a indicar os valores do SAM, mas outros indicaram-nos de uma forma aleatória.

Para avaliar cada nível do JS, fizeram-se questões sobre a perceção do cenário, a perceção do som e a imersão, a perceção da história e a nota a dar ao nível.

Na perceção do cenário, todos os níveis tiveram resultados positivos e semelhantes, com o cenário do campo de futebol a obter o melhor resultado (por ter o relvado e a bola e, por isso, ser um cenário mais óbvio que os outros).

Relativamente à imersão e perceção do som, existiram algumas diferenças entre os níveis, mais expressivas nos níveis na entrada da escola. Esta diferença expressiva pode estar relacionada com o facto de que a entrada da escola não costuma ser um local de brincadeira (talvez mais de convívio, antes da entrada nas aulas). Os níveis passados no campo de futebol foram os que tiveram melhores resultados, pelo campo de futebol ter habitualmente crianças a brincar. Por outro lado, os níveis que decorrem no corredor têm resultados um pouco abaixo dos que ocorrem no campo de futebol, talvez pela natureza do som ambiente e do seu volume (volume baixo e som muito silencioso, com passos e vozes distantes).

Quanto à perceção da história obtivemos resultados positivos e semelhantes em todos os níveis. Os níveis mais simples foram os que obtiveram melhores resultados (entrada da escola em ambos os perfis e corredor no perfil de vítima). Na nota dada a cada nível, os resultados, relativos à perceção da história, invertem-se (Figura 11), com os níveis mais simples a serem os menos preferidos e os mais complexos e desafiantes a serem os preferidos dos participantes.

Relativamente às personagens, balões de diálogo e à interação com outras personagens, houve uma satisfação geral. No entanto, os participantes sentiram falta de mais personagens, para escolher e no decorrer do nível. Quanto à narração, nem todos os indivíduos gostaram do som associado. De um modo geral, conseguiram identificar os 3 tipos de pontuação, mas não foi claro para todos que a coragem estava incluída. Uma grande parte dos participantes gostaram muito do jogo (mediana=5) e sugeriram que se explicasse melhor o seu funcionamento, com uma animação, por exemplo, e que este fosse mais difícil.

Notámos, ainda, através das sessões de discussão, uma absorção das estratégias transmitidas pelo jogo. Para além disso, a maior parte dos indivíduos afirmou nessas discussões que preferia o perfil de observador, por considerarem que era mais útil para eles (a maior parte eram observadores).

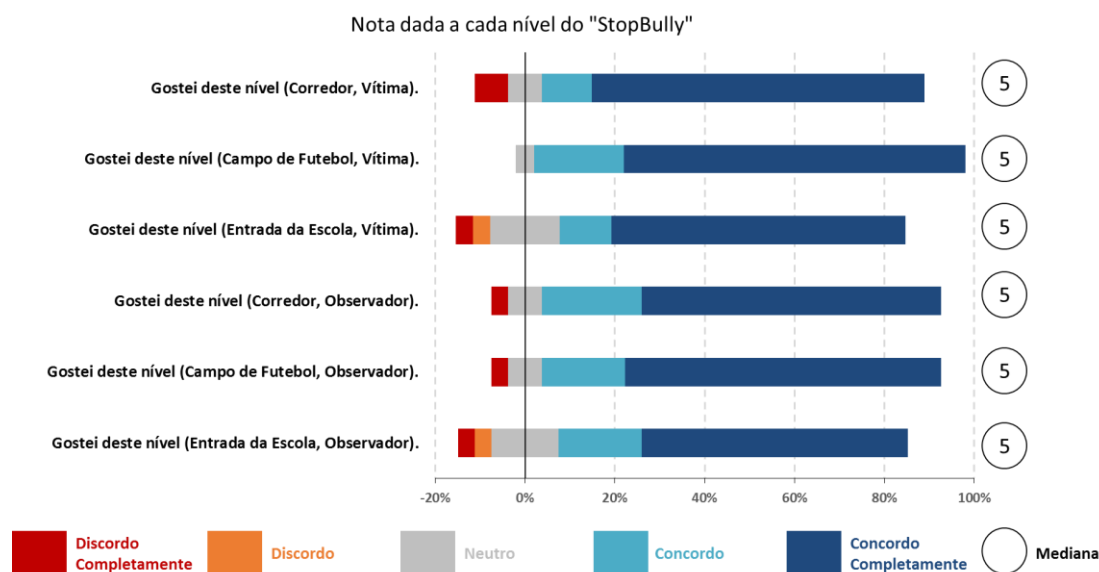


Figura 11 - Nota dada pelos participantes a cada nível do Jogo Sérió.

4.4 Avaliação da Aplicação de BackOffice

Finalmente, avaliamos a usabilidade e funcionalidades da ABO com psicólogos clínicos e investigadores na área de Psicologia, disponibilizando um questionário *online*.

Apesar da amostra pequena (5 indivíduos), obtivemos muitas sugestões e todos os indivíduos ficaram interessados na solução que combina a ABO com o JS e utilizá-la-iam como ferramenta auxiliar nos seus contextos reais de trabalho.

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Descreveu-se neste artigo uma solução, composta por um JS e uma ABO, ao problema grave do *bullying* escolar. Além da sua enorme prevalência, em Portugal e noutros países, as mazelas que ficam com todos os envolvidos são bastante sérias e com repercussões nas suas vidas futuras.

Em relação aos resultados de pesquisas já existentes, esta solução destaca-se ao oferecer uma ABO que traz diversas mais-valias para o psicólogo, ao possibilitar a escolha de perfis diferentes e independentes, gerando uma intervenção direcionada, ao possibilitar a extensão da terapia até casa e pela portabilidade que oferece, ao haver um aspeto social muito presente, como os amigos e os convites, ao qual os jovens dão muita importância, e ao oferecer uma variabilidade de cenários e consequências das ações, tendo em conta o desempenho do utilizador no jogo.

A maior parte dos papéis das personagens a incluir no JS foram reconhecidos, mesmo por participantes fora do público-alvo, o que indica que existe um reconhecimento coerente dos papéis entre os jovens e os profissionais desta área. O JS foi bastante apreciado pelos jovens e permitiu, segundo as sessões de discussão, uma absorção das estratégias de prevenção de *bullying*. Para além disso, a ABO foi bastante bem aceite e apreciada pelos psicólogos

que participaram nos testes. Os pequenos problemas encontrados e as sugestões devem ser usados para melhorar ambas as ferramentas, no futuro.

Os resultados ainda não endereçados, deverão ser analisados de forma a compreender o impacto do JS na empatia. O aspeto das personagens também deverá ser explorado, com o uso de personagens que não tenham um aspeto tão estereotipado (e.g., uma personagem com aspeto simpático e que, posteriormente, se revela como *bully*). Deverão ser, ainda, integrados mais *storyboards* ou deverão ajustar-se os atuais, de forma a desenvolver uma história fluída e com níveis mais desafiantes. Dado que a colaboração/competição aumenta a motivação do jogador, uma possibilidade será estudar se é adequado ou adaptável incluir algum mecanismo de colaboração/competição.

Será também interessante explorar o impacto do 3D na motivação, imersão e eficácia do JS e perceber qual a melhor abordagem para lidar com o *cyberbullying*. É igualmente importante a utilização desta ferramenta como prevenção em escolas e, por isso, deverão ser estudadas formas de fazê-la evoluir nesse sentido.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio material da unidade de I&D BioISI, UID/MULTI/04046/2013 financiada através da FCT/MCTES/PIDDAC, Portugal. Agradecemos também à Joana Branquinho e à Catarina Dantas, alunas da FBAUL, a sua prestimosa colaboração no desenho das personagens do jogo, e à Escola Básica 2/3 Avelar Brotero, pelo apoio prestado durante a avaliação do jogo sério.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Bradley94] Bradley, M. M., Lang, P. J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25, 1 (1994), 49-59.

- [Candeias14] Candeias, M. J., Carvalhosa, S. A percepção dos jovens sobre os diferentes atores no bullying e estratégias de prevenção: Um estudo qualitativo. *Comunicação apresentada no X Encontro de Investigação em Psicologia Social e das Organizações*, 2014.
- [Carvalho14] Carvalho, A. A., Araújo, I. C. Jogos Digitais Que os Estudantes Portugueses Jogam: Diferenças de Género. *9ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 2014.
- [Carvalhosa08] Carvalhosa, S. F. Prevention of bullying in schools: Na ecological model. Faculty of Psychology, University of Bergen, Norway (2008).
- [Carvalhosa09] Carvalhosa, S. F. Prevention of bullying in schools. *Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1, 4 (2009), 129-134.
- [Cláudio13] Cláudio, A. P., Carmo, M. B., et. al. Virtual Environment to treat social anxiety. *DUXU/HCI 2013, Part II, LNCS 2013*, Heidelberg, 2013.
- [Cook10] Cook, C. R., Williams, K. R., et. al. Predictors of bullying and victimization in childhood and adolescence: A meta-analytic investigation. *School Psychology Quarterly*, 25, 2 (2010), 65-83.
- [Fogg03] Fogg, B. J. *Persuasive Technology. Using Computers to Change What We Think and Do*. Morgan Kaufman Publishers, 2003.
- [Gini08] Gini, G., Albiero, P., et. al. Determinants of adolescents' active defending and passive bystanding behavior in bullying. *Journal of adolescence*, 31, 1 (2008), 93-105.
- [Gold97] Gold, W. R., Manning, T., et. al. *Health promotion and interactive technology: Theoretical applications and future directions*. Eribaum Associates, 1997.
- [Hall09] Hall, L., Jones, S., et. al. FearNot! providing children with strategies to cope with bullying. *IDC 2009 - The 8th International Conference on Interaction Design and Children*, 2009, 276-277.
- [King99] King, P., Tester, J. The Landscape of Persuasive Technologies. *Communications of the ACM*, 42, 5 (Maio 1999), 31-38.
- [KiVa14] KiVa, 2014 (último acesso em outubro de 2015)
<<http://www.kivaprogram.net>>
- [McQuiggan08] McQuiggan, S. W., Rowe, J. P., et. al. Story-based learning: The Impact of Narrative on Learning Experiences and Outcomes. *Intelligent Tutoring Systems, Lecture Notes in Computer Science* (2008), 530-539.
- [Nansel01] Nansel, T. R., Overpeck, M., et. al. Bullying Behaviors Among US Youth: Prevalence and Association With Psychosocial Adjustment. *J Am Med Assoc*, 285, 16 (2001), 2094-2100.
- [Nickerson08] Nickerson, A. B., Mele, D., et. al. Attachment and empathy as predictors of roles as defenders or outsiders in bullying interactions. *Journal of School Psychology*, 46, 6 (2008), 687-703.
- [Olweus93] Olweus, D. *Bullying at School: What We Know and What We Can Do*. Wiley-Blackwell, Outubro 1993.
- [Pereira12] Pereira, G., Brisson, A., et. al. Serious Games for Personal and Social Learning & Ethics: Status and Trends. *Procedia Computer Science*, 15 (2012), 53-65.
- [Raminhos15] Raminhos, C., Cláudio, A. P., et. al. Um jogo sério para prevenir o bullying e promover a empatia. *10ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2015, 623-628.
- [Rodrigues13] Rodrigues, D., Neves, P., et. al. A Serious Game about bullying. *SIIE13 - XV Simpósio Internacional de Informática Educativa*, 2013.
- [SchoolBullying13] School Bullying, 2013 (último acesso em outubro de 2015)
<<http://www.schoolbullying.eu/en/home>>
- [Susi07] Susi, T. J. *Serious Games - An Overview (Technical Report)*. Universidade de Skövde, Suécia, 2007.
<http://www.scangames.eu/downloads/HS-IKI-TR-07-001_PER.pdf>
- [Wang09] Wang, J., Iannotti, R. J., et. al. School bullying among adolescents in the United States: Physical, verbal, relational, and cyber. *Journal of Adolescent health*, 45, 4 (2009), 368-375.
- [Zamboni11] Zamboni, L., Gamberini, L., et. al. Serious games in social intervention: designing technologies to promote safe and healthy behaviors. *9th ACM SIGCHI Italian Chapter International Conference on Computer-Human Interaction: Facing Complexity (CHIItaly)*, 2011



Edutainment and IA in Games

Contents

Precious Chords: um jewel puzzle para aprender acordes brincando <i>Catarina Macena, Cláudio Moura, José Ribeiro, Maria C. Alves, Urbano Mestre, Ernesto Vilar</i>	34
Deep Gamification of a University Course <i>Pedro A. Santos</i>	54
Jogo móvel BeeFish: Inteligência Artificial para movimentar personagens animais <i>Ana Paula Cláudio, Carolina Meireles, José Soeiro</i>	59
Algoritmo de Dijkstra com Mapa de Influência de Atratores e Repulsores <i>Michael Adaixo, Gonçalo Amador, Abel Gomes</i>	66
Videojogos comerciais e literacia mediática, alguma ligação? <i>Isabel Domingues, Ernesto Vilar</i>	71

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
DEPARTAMENTO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
MESTRADO EM DESIGN E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS

CATARINA MACENA, CLAUDIO MOURA, MARIA CAROLINA ALVES
E JOSÉ RIBEIRO.

“Precious Chords: um jewel puzzle para aprender acordes brincando.”

COVILHÃ
2015

CATARINA MACENA, CLAUDIO MOURA, MARIA CAROLINA ALVES
E JOSÉ RIBEIRO.

“Precious Chords: um jewel puzzle para aprender acordes brincando”

Artigo desenvolvido durante a disciplina de Metodologias de Investigação
e Seminários, como parte da avaliação referente ao segundo semestre do
Mestrado em Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais.

Prof.: Urbano Mestre Sidoncha

COVILHÃ
2015

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	01
2	MATERIAL E MÉTODO	03
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	05
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	16

INTRODUÇÃO

O conceito do jogo *Precious Chords* surgiu a partir de um problema identificado pela Oyeah Games, empresa júnior formada por mestrandos do curso de Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais da Universidade da Beira Interior, relacionado ao estudo da Teoria Musical e às altas taxas de desistência em Cursos de Música, especificamente durante o estudo de acordes e intervalos, assuntos considerados “chatos” e “monótonos” pelos estudantes. Essa monotonia dentro das salas de aula já era uma preocupação quando, em 1984, John Goodlad escreveu “A Place Called School”, no qual disse:

"Boredom is a disease of epidemic proportions. ...
Why are our schools not places of joy?" (p. 242)

Com a mesma preocupação em mente, o *Precious Chords* tem seu design feito para, além de ajudar no ensino dos tópicos supracitados, tornar o seu aprendizado divertido. Essa relação entre diversão e aprendizado está presente ainda no *joyful learning*, conceito cunhado por Udvari-Solner, que, no contexto da educação relaciona-se ao prazer em aprender; a um estado emocional e intelectual onde quem aprende está ligado à experiência de aprendizado num alto nível de concentração, curiosidade e admiração. Tal ideia está diretamente ligada ao conceito de fluxo, proposto por Mihaly Csikszentmihalyi(1990):

“...the state in which people are so involved in an activity that nothing else seems to matter; the experience itself is so enjoyable that people will do it at even great cost, for the sheer sake of doing it.” (p. 4)

Ambos os conceitos encontram espaço nos jogos, digitais ou não. Juntos, podem ser observados, por exemplo, na ideia do círculo mágico, proposta por Huizinga em seu livro “Homo Ludens” (1938), que seria uma nova realidade aceita por quem o adentra, e, por sua vez, leva consigo novos significados e experiências para além dele, quando sai dali, ou seja, quando o jogo ou a brincadeira termina. No mesmo livro, o historiador holandês também discute a possibilidade de que jogar/brincar é o primeiro elemento de formação na cultura humana.

No caso das plataformas digitais, a eficiência dos jogos vem sendo comprovada por *cases* de sucesso como as séries *Angry Birds* e *DragonBox* e jogos como *Twelve a Dozen*. Porém, especificamente no campo musical ainda há poucos jogos digitais disponíveis. Essa afirmação comprova-se quando, numa análise de similares no mercado, é possível perceber que o ensino de acordes e intervalos, assuntos dos quais trata este jogo, não figura em nenhum outro jogo nas principais lojas *on line*. Durante essa etapa, 05 produtos de destaque no mercado foram testados, sendo eles: *Chord!*, *GChord*, *Ultimate Guitar Tabs*, *GuitarBots* e *Strum Professor*. Somente os dois últimos possuem o formato de jogo e ambos exigem a utilização de uma guitarra, mas não ensinam a teoria.

Baseada nos conceitos citados, a ideia do *Precious Chords* envolve a utilização do gênero *jewel puzzle*, que combina o ensino da Teoria Musical e sua posterior aplicação durante os níveis, onde o objetivo é a formação de um ou mais tipos de

acordes, através da união das jóias correspondentes às notas pelas quais eles são formados. O jogo é direcionado para crianças entre os 10 e os 12 anos.

A amostragem inicial para validar a hipótese de que existe uma dificuldade no aprendizado de acordes e intervalos, que, por sua vez, torna estes assuntos interessantes para inserir num jogo digital foi feita no Recife, cidade do nordeste do Brasil. Lá existem duas Instituições públicas de ensino voltadas ao aprendizado da Música: Conservatório Pernambucano de música e Escola Técnica Estadual de Criatividade Musical. Estas instituições juntas possuem cerca de 2.500 estudantes em seus diversos cursos e ofertam cerca de 600 novas vagas a cada semestre.

Na Escola Técnica, o índice de evasão na disciplina de Formação Inicial, onde são estudados os assuntos supracitados, chega a 70% de acordo com a Prof. Elieny Santos, da própria ETECM. Ou seja, essas vagas surgem devido ao alto número de trancamentos e abandonos de curso pelos alunos. Essa informação levou a *Oyeah Games* a aprofundar o conceito do *Precious Chords*, que tomou forma como um produto com o objetivo específico de ajudar a identificar, visual e auditivamente, e escrever acordes.

A “dor do usuário”, nesse caso a dificuldade do estudante em aprender, foi posta novamente em teste, para que fosse averiguada sua existência no contexto português. A pesquisa foi aplicada no Conservatório de Música da Covilhã, Instituição de utilidade pública sem fins lucrativos localizada na cidade de mesmo nome. O local realiza incontáveis atividades, que contribuem de forma relevante para a oferta educativa e cultural da cidade. Possui alunos do ensino integral: Pré-escola, 1º Ciclo, 2º Ciclo, 3º Ciclo. Ensina os seguintes instrumentos: acordeão, clarinete, flauta transversal, guitarra, oboé, percussão, piano, saxofone, trompete, viola d’arco, violino e violoncelo.

Após a conclusão de que o problema também existe em Portugal, a equipe da *Oyeah Games* partiu para o desenvolvimento do *Game Design*, do *Level Design*, da Arte, da Interface e para a Prototipagem, todos intercalados por diferentes testes.

Este artigo expõe o processo de criação, a aplicação destes testes realizados durante a concepção e produção do jogo e os resultados dos mesmos, todos feitos no intuito de descobrir e validar as melhores mecânicas, soluções para as diferentes áreas que compõem um jogo, que tornarão o *Precious Chords* um artefato digital educativo eficiente e divertido junto ao público.

A hipótese levantada é de que o gênero *jewel puzzle* é o formato ideal para o objetivo do jogo, pois une a teoria e sua posterior aplicação através da repetição; oferece a possibilidade de resolver cada nível de diferentes formas e possui um *gameplay* simples e divertido. Este formato deve funcionar tanto para o público formado por crianças entre 10 e 12 anos que já estudam música, quanto para professores e para o público geral, formado por pessoas interessadas por música mas que não têm conhecimento de teoria musical.

MATERIAL E MÉTODO

Os testes foram divididos em 07 etapas: análise de similares, entrevistas, análise de exames aplicados no Conservatório da Covilhã, questionário, testes de usabilidade (*thinking aloud e walking through*) e teste de mecânica, detalhados a seguir.

Teste Nº 01 – Análise de similares

Fontes: App Store, Google Play, Google

Instrumentos e procedimento de coleta: foram pesquisados jogos e aplicativos voltados ao ensino da música nas duas maiores lojas de aplicações digitais, além da ferramenta de busca Google, no intuito de visualizar a realidade atual desse mercado.

Procedimentos de análise: a análise foi feita através do teste dos apps e jogos, além da observação de vídeos de *gameplay* no Youtube.

Teste Nº 02 - Entrevista

Sujeitos: professores de música do Conservatório de Música da Covilhã (Nuno Silva, Margarida Gravito e Paulo Ramos), da Epabi (Pedro Paes), da UBI (Paulo Silva) Escola Técnica Estadual de Criatividade Musical (Marta Gondim) e do Conservatório do Recife (Elieny Ferreira).

Instrumentos e procedimento de coleta: entrevistas com duração de 1h, feitas ao vivo pelo músico e professor Claudio Moura, após contato por e-mail ou telefone.

Procedimentos de análise: as respostas dadas durante as entrevistas foram analisadas em busca de informações que pudessem confirmar ou desaprovar as hipóteses levantadas pela *Oyeah Games* relativas à dificuldade no ensino/aprendizado dos acordes e intervalos.

Teste Nº 03 – Análise de exames

Sujeitos: 34 alunos do Conservatório de Música da Covilhã, 23 com a idade de 11 anos e 11 com 12 anos. 22 do sexo feminino e 12 do sexo masculino.

Instrumentos e procedimento de coleta: exames práticos e teóricos preparados pelo Conservatório e aplicados em sala de aula

Procedimentos de análise: a análise foi feita através de estatísticas descritivas montadas a partir dos resultados dos exames. Foram observados os níveis de acertos e erros em questões relacionadas a acordes e intervalos.

Teste Nº 04 – Aplicação de questionário

Sujeitos: 34 alunos do Conservatório de Música da Covilhã, 23 com a idade de 11 anos e 11 com 12 anos. 22 do sexo feminino e 12 do sexo masculino.

Instrumentos e procedimento de coleta: questionários aplicados em sala de aula, com questões de múltipla escolha.

Procedimentos de análise: a análise foi feita através de estatísticas descritivas que ofereceram respostas sobre os gostos pessoais dos alunos (utilizados para a criação da persona que guiou o design do jogo) e sobre seus hábitos de estudo e de jogo. Foram ainda cruzados os dados dos exames aplicados pela escola no “Teste Nº 2” com as respostas dadas pelos estudantes a questões que versavam sobre a dificuldade de aprender sobre acordes e intervalos.

Teste Nº 05 – *Thinking aloud*

Sujeitos: utilizadores selecionados de forma aleatória em diversas turmas de diversos cursos da 6ª Fase da Universidade da Beira Interior.

Instrumentos e procedimento de coleta: testes em baixa resolução (papel) do funcionamento do jogo.

Procedimentos de análise: a análise aconteceu através da observação dos vídeos feitos durante os testes. Analisamos as repostas do utilizadores e as suas expressões faciais com o objetivo de detectar possíveis *feedbacks* negativos não externados pelos mesmos.

Teste Nº 06 – *Walking Through*

Sujeitos: utilizadores selecionados de forma aleatória em diversas turmas de diversos cursos da 6ª Fase da Universidade da Beira Interior.

Instrumentos e procedimento de coleta: testes realizados em plataforma digital, através de um dispositivo móvel (*tablet*).

Procedimentos de análise: a análise foi feita através da observação dos vídeos feitos durante os testes. Na ocasião foi solicitado ao utilizador descrever tudo que ele percebe e o que ele espera que aconteça a seguir.

Teste Nº 07 – Teste de mecânica

Sujeitos: Claudio Moura, professor e músico, e José Ribeiro, programador. Ambos integrantes desta equipe.

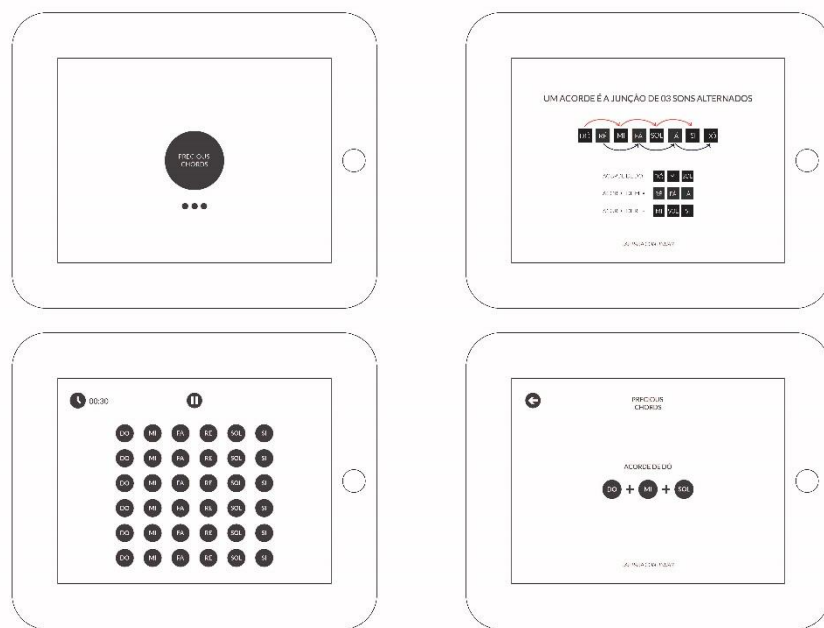
Instrumentos e procedimento de coleta: o protótipo digital do jogo foi testado 450 vezes, sempre com o intuito de formar o acorde de Dó Maior. Para isso, foram

utilizados 3 tipos de tabuleiros, com 5, 6 ou 7 notas musicais, e 3 tipos de mecânica, sendo estas o *sliding* com notas sequenciais, o *sliding* com notas não-sequenciais e o *tapping* em notas localizadas em qualquer posição do tabuleiro. No total, foram utilizadas 9 formas diferentes de jogar.

Procedimentos de análise: a análise foi feita através de estatísticas descritivas que ofereceram respostas essenciais para o *level design* e para a programação, referentes ao formato do tabuleiro e a mecânica utilizada para jogar.

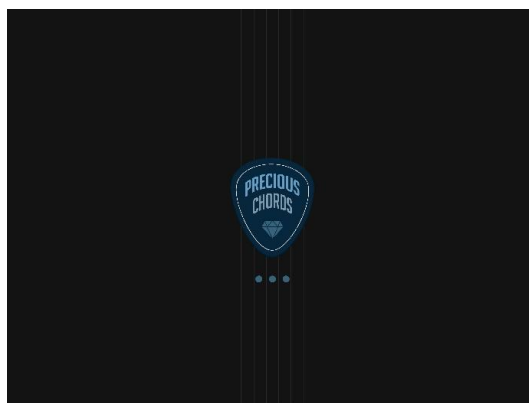
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a visita às escolas e entrevistas com professores (Teste N° 02), houve a comprovação de uma importante diferença entre o contexto português e o brasileiro, como citado anteriormente. No sistema de cifras utilizam-se as letras A, B, C, D, E, F e G para simbolizar Lá, Si, Dó, Ré, Mi, Fá e Sol, respectivamente. Estas mesmas letras tanto podem representar o nome das **notas** quanto os nomes dos **acordes**. Tal duplo-sentido foi identificado como uma possível causa de dúvidas e imprecisões, uma vez que em Portugal os alunos de música não estão acostumados com a representação das **notas** através desse sistema. Como solução, passamos a representar as notas musicais através de seus nomes: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si.



Prototipagem de baixa resolução do Precious Chords

Em relação à identidade visual, a primeira proposta gráfica foi baseada em elementos do mundo da música, especificamente do *rock*, através do uso de cores escuras e palhetas - acessório de auxílio para a execução de instrumentos de corda, como guitarra e violão.



Primeiro ecrã de splash do Precious Chords

Entretanto, após testes e estudos mais aprofundados do contexto e do público-alvo durante a disciplina de *Game Design 2*, ministrada pelo Prof. Doutor André Neves, a persona do projeto foi redefinida. Essa definição foi feita através do Teste Nº 4, um questionário aplicado aos alunos do Conservatório de Música da Covilhã. É possível observá-la abaixo:



FILIPA, 11 ANOS (67,6%)

Menina (64,61%), estudante (100%).

Estuda música desde os 03 anos (100%).

Ouve D.A.M.A (13,8%) e Coldplay (8,33%).

Gosta de conversar (13,16%) e jogar basquete (13,16%).

Assiste Os Simpsons (25,71%).

Adora a franquia SIMS (11,9%), assim como jogos de dança (9,5%).





FILIPA, 11 ANOS (67,6%)

Utiliza dispositivos móveis (27,7%)
e o seu PC (27,7%).

Seu local de estudo é a sua casa (85,7%).

EM TEORIA MUSICAL:

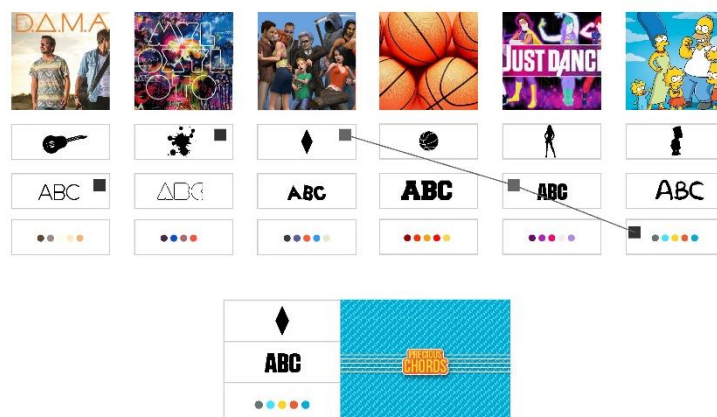
// Gosta de "Ditado Rítmico" (32,3%).

// Não gosta de "Ditado Melódico" (25,71%).

Acredita que acordes e intervalos são
assuntos de **dificuldade 3** (51,4 %).
(onde 1 é o mais fácil e 5 é o mais difícil)

A partir dos dados relacionados a essa nova persona, uma nova identidade visual foi gerada. Para tal, foi utilizada a técnica da caixa morfológica, que consiste na construção de uma tabela com as características dos elementos relacionados ao gosto da persona, sendo elas: forma, tipografia e paleta de cores. A tabela é construída para que ocorra um cruzamento entre elementos com o objetivo de obter diversos resultados através de combinação.

Os elementos utilizados foram: as bandas musicais D.A.M.A. e *Coldplay*; os jogos digitais *The Sims* e *Just Dance*; o basquete; e a série da televisão americana *Os Simpsons*. O resultado escolhido foi a forma do *The Sims*, a tipografia do *Just Dance* e a paleta de cores dos *Simpsons*, como mostra a imagem a seguir:

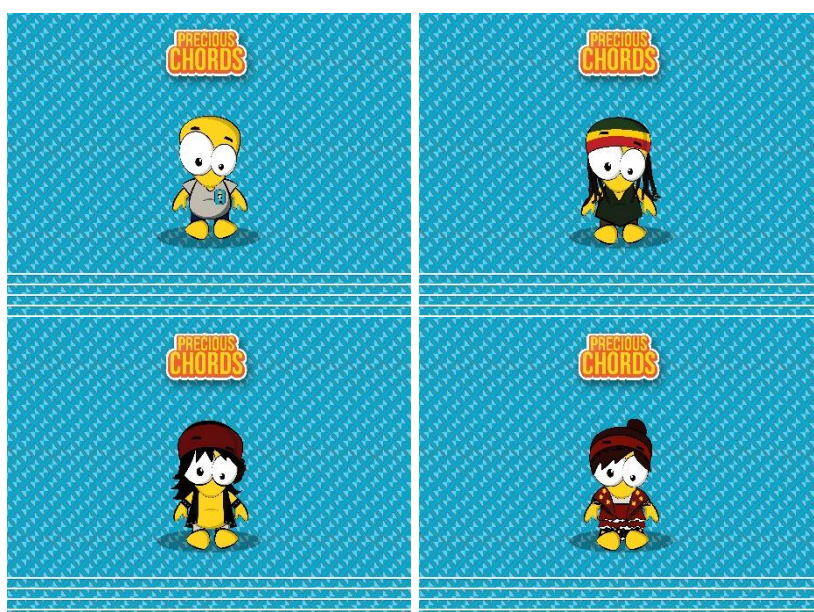


Caixa morfológica para a criação de um novo projeto gráfico

O resultado foi uma nova identidade visual com o uso de uma paleta de cores mais clara e viva. Além disso, surgiu a necessidade de criar um mascote, o Tom, que

muda de aparência de acordo com o estilo musical a ser trabalhado pelo jogo. A criação dele deve-se ao seu apelo junto às crianças, público-alvo do jogo. Dessa forma, o interlocutor foi personificado, tornando-se um “amigo” a guiar o jogador através do *Precious Chords*. Além do fator educativo, o fator publicitário foi levado em conta: mascotes são criados para chamar a atenção do público e despertar a empatia por uma marca, além de serem uma ferramenta que ajuda a fazer associações e guardá-la na memória.

Tom não possui gênero musical ou sexual definido. Sua aparência muda de acordo com a trilha sonora ou o tipo de música. Essa escolha, além de evitar a associação do jogo com o público feminino ou masculino, foi feita no intuito de reforçar a ideia de que a música é para todos e de que todos os ritmos têm sua importância dentro do jogo ou fora dele, algo essencial na formação de pequenos músicos e musicistas.



Os resultados dos testes de usabilidade “*Thinking Aloud*” e “*Walking Through*” trouxeram evoluções à interface. Após sua aplicação, foi detectada a ansiedade dos utilizadores para a chegada do início do jogo. Dessa forma, as telas foram reorganizadas: informações foram resumidas para caber em menos ecrãs e, além disso, a opção do “bloco de acordes” foi transferida do ecrã de *gameplay* para o ecrã de *pause*.

O *Precious Chords* foi testado ainda em relação ao seu funcionamento e à quantidade de jogadas possíveis (Teste Nº 7). O objetivo do teste foi detectar se o jogo deixa de oferecer opções de movimento ao jogador e, caso isso aconteça, depois de quantos movimentos tal situação se verifica. O protótipo foi testado 450 vezes sempre com o intuito de formar o acorde de Dó Maior. Para isso, utilizamos 3 tipos de tabuleiros com 3 tipos de mecânica para cada tabuleiro, totalizando 9 formas diferentes de jogar.

- Tabuleiros:
 - 7 Notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si)
 - 6 Notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol e Lá)
 - 5 Notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá e Sol)
- Tipos de mecânica para cada tabuleiro:
 - Utilizando a mecânica *slide* com as notas do acorde na ordem. Ex: Dó+Mi+Sol
 - Utilizando a mecânica *slide* com as notas do acorde fora da ordem, o que nos permite um maior número de possibilidades, mas adjacentes. (Musicalmente, a princípio, isso não faz diferença):
 - Dó + Mi + Sol
 - Dó + Sol + Mi
 - Mi + Dó + Sol
 - Mi + Sol + Dó
 - Sol + Dó + Mi
 - Sol + Mi + Dó
 - Utilizando a mecânica de *tapping*, com notas não adjacentes.

Nas tabelas abaixo podemos visualizar o resultado dos testes. As tabelas com os fundos nas cores azul, laranja e verde identificam os testes realizados nos tabuleiros com 7, 6 e 5 notas musicais, respectivamente.

Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem
SLIDE	7	SIM	TAP	7	SIM	SLIDE	7	NÃO
Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções		
1	1	1	4	5	8	2	2	4
0	4	2	4	9	10	3	3	2
5	1	0	0	3	6	1	2	2
0	2	2	8	4	5	3	4	1
3	1	1	5	1	5	2	4	1
1	1	1	6	6	8	3	1	1
1	0	3	0	5	2	2	3	2
3	2	3	3	7	1	4	0	3
1	2	1	5	4	2	2	1	2
3	4	6	10	2	1	1	2	3
1	1	1	1	4	4	1	0	1
0	1	1	6	4	3	5	2	1
1	2	2	3	6	3	1	1	0
0	2	1	4	5	8	2	2	2
2	1	1	3	1	9	2	3	3
3	3	4	6	1	7	0	2	3
2	5		7	4		1	3	
RESULTADOS			RESULTADOS			RESULTADOS		
QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50
1º ECRÃ SEM OPÇÕES		6	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		2	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		4
MÁX. DE JOGADAS		6	MÁX. DE JOGADAS		10	MÁX. DE JOGADAS		5
MÉDIA *		2,05	MÉDIA *		4,75	MÉDIA *		2,20
* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0		

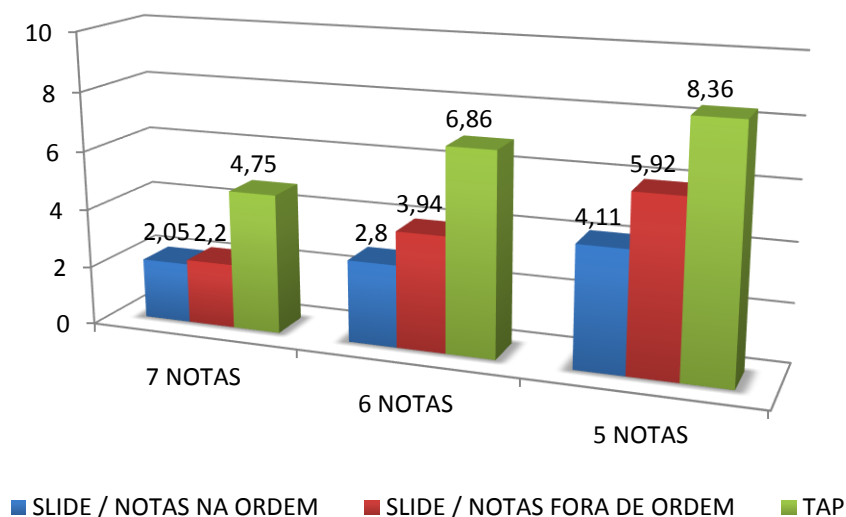
Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das ntoas em ordem
SLIDE	6	SIM	TAP	6	SIM	SLIDE	6	NÃO
Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções		
0	0	3	6	18	8	2	0	7
2	3	1	12	5	7	3	4	5
6	2	3	6	7	4	4	3	3
0	4	2	6	6	5	7	6	4
2	3	0	10	6	11	5	5	3
2	2	0	5	6	5	2	3	2
1	2	4	3	9	4	0	3	3
0	5	2	8	1	2	6	4	5
3	0	3	7	9	10	4	4	4
2	2	1	4	10	11	2	4	5
1	4	3	7	7	7	4	4	6
3	1	5	12	6	8	2	4	7
3	6	0	8	8	6	10	3	2
3	2	4	2	13	2	1	4	4
0	2	3	4	3	7	1	2	4
3	2	5	5	7	7	2	2	6
2	3		7	6		3	6	
RESULTADOS			RESULTADOS			RESULTADOS		
QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50
1º ECRÃ SEM OPÇÕES		9	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		0	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		2
MÁX. DE JOGADAS		6	MÁX. DE JOGADAS		12	MÁX. DE JOGADAS		10
MÉDIA *		2,80	MÉDIA *		6,86	MÉDIA *		3,94
* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0		

Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das notas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das notas em ordem	Mecânica	Qtde de Notas	Escolha das notas em ordem
SLIDE	5	SIM	TAP	5	SIM	SLIDE	5	NÃO
Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções			Qtde de jogadas, em cada um dos 50 jogos, até não existir mais opções		
2	5	0	5	6	9	4	7	5
3	2	3	4	6	22	8	11	6
1	4	2	8	13	5	4	8	8
7	5	2	18	12	10	6	4	5
4	7	13	9	5	11	8	8	5
1	3	5	1	9	4	8	8	5
10	10	5	8	7	4	4	4	3
3	5	3	4	7	11	5	3	10
4	5	1	18	9	7	10	6	6
4	4	3	2	8	7	6	3	9
1	4	5	10	10	5	4	5	4
3	3	2	5	11	10	2	9	6
2	4	5	6	4	8	7	6	7
3	3	3	10	7	1	4	4	5
7	3	7	4	13	15	3	0	6
5	0	3	10	14	12	4	8	9
0	4		5	9		0	4	
RESULTADOS			RESULTADOS			RESULTADOS		
QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50	QTDE DE JOGOS		50
1º ECRÃ SEM OPÇÕES		3	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		0	1º ECRÃ SEM OPÇÕES		2
MÁX. DE JOGADAS		13	MÁX. DE JOGADAS		22	MÁX. DE JOGADAS		11
MÉDIA *		4,11	MÉDIA *		8,36	MÉDIA *		5,92
* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0			* Foram excluídos da tabela os resultados 0		

1. Tabuleiro com 7 notas musicais.
 - a. Mecânica *Slide* com notas na ordem.
 - i. Depois de 2 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
 - b. Mecânica *Slide* com notas fora da ordem
 - i. Depois de 2 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
 - c. *Tap*
 - i. Depois de 5 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
2. Tabuleiro com 6 notas musicais.
 - a. Mecânica *Slide* com notas na ordem.
 - i. Depois de 3 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
 - b. Mecânica *Slide* com notas fora da ordem
 - i. Depois de 4 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
 - c. *Tap*
 - i. Depois de 7 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
3. Tabuleiro com 5 notas musicais.
 - a. Mecânica *Slide* com notas na ordem.
 - i. Depois de 4 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.

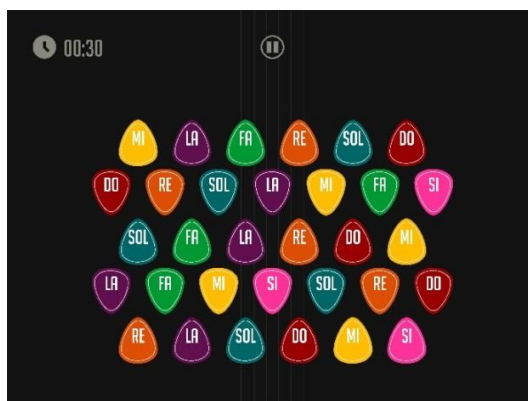
- b. Mecânica *Slide* com notas fora da ordem
 - i. Depois de 6 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.
- c. *Tap*
 - i. Depois de 8 movimentos o sistema deixa de oferecer opções.

No gráfico abaixo podemos visualizar de maneira mais clara o resultado obtido:



Após esse teste, percebeu-se que, para o sistema não ser reiniciado com muita frequência, causando a frustração do jogador, a mecânica a ser adotada deve ser o *Tapping* em notas não adjacentes, e que nos níveis iniciais, onde o objetivo é formar apenas um único acorde, o tabuleiro deve conter apenas 5 notas musicais.

A princípio, a “jóia” possuía o formato de uma palheta, distribuídas em linhas horizontais e com a linha abaixo espelhada em relação à de cima:



Depois dos estudos gráficos relacionados à persona (Teste Nº 04), como citado anteriormente, a palheta deu lugar a um losango:



Agora, a disposição das peças no tabuleiro passou a interferir na substituição de peças antigas por peças novas, posto que ao formar grupos de notas (acordes), as jóias selecionadas somem e devem dar lugar a novas peças no tabuleiro. Esse problema foi percebido durante a Prototipagem Digital (Teste N° 07), já que uma só movimentação (no caso, a queda vertical) como proposto inicialmente, não oferecia um bom *feedback* visual. A nova solução proposta é a inclusão de novas peças em substituição às antigas na diagonal, vindas de ambos os lados.



No que concerne ao plano de monetização do *Precious Chords*, o modelo de vendas inicial foi quase completamente modificado, devido a sucessivas alterações durante a disciplina de Design de Jogos 2.

De início, o modelo de vendas principal seria a busca de parceria com editoras de livros escolares. Em segundo plano, estaria a venda direta do modelo completo, com o editor de níveis, a escolas e professores particulares. A distribuição para o público infantil, sem o editor de níveis, seria feita de forma gratuita.

Após a apresentação do *pitch* inicial ao professor-orientador André Neves, o formato foi modificado. O professor particular e as escolas de música passaram a figurar em primeiro plano, agora como evangelizadores da marca, ou seja, agentes que fazem o boca-a-boca de um produto ou serviço que lhes agrada, ajudando na conversão de prospectos em novos usuários. Para tal público, a *Oyeah Games* distribuirá o jogo completo, com o editor de níveis, de forma gratuita. A versão paga será vendida para o uso pessoal por alunos e pelo público geral. A parceria com editoras ainda será utilizada, porém como estratégia secundária.

Uma análise mais detalhada confere a este modelo mais substância, já que a infiltração do *Precious Chords* nas escolas é um fator primordial para o seu sucesso. O professor ganha, então, papel de destaque, e funciona aqui como um formador de opinião, ou seja, o elemento-chave na introdução dos jogos na sala de aula e, posteriormente, na casa dos estudantes.

Ainda sobre a versão paga: planejada para o uso pessoal, ela contará com vendas *in-app*, com a venda de conteúdo, movimentos especiais e *powerups*, com uma loja planejada para promover a indução de *Money in the bank*, estratégia na qual sempre sobram moedas no jogo após cada compra, provocando no jogador a sensação de que, para não perder o que sobrou, o melhor a fazer é comprar mais moedas e atingir o valor suficiente para efetuar uma nova compra.

Para o lançamento do *Precious Chords* serão utilizados, nesta fase, materiais como *press releases*, *trailer* e uma *landing page*. Levando em conta que a quantidade de jogos para o ensino de música é ainda pequena, havendo mais aplicativos destinados a este fim, o *Precious Chords* possui um cenário favorável no mercado.

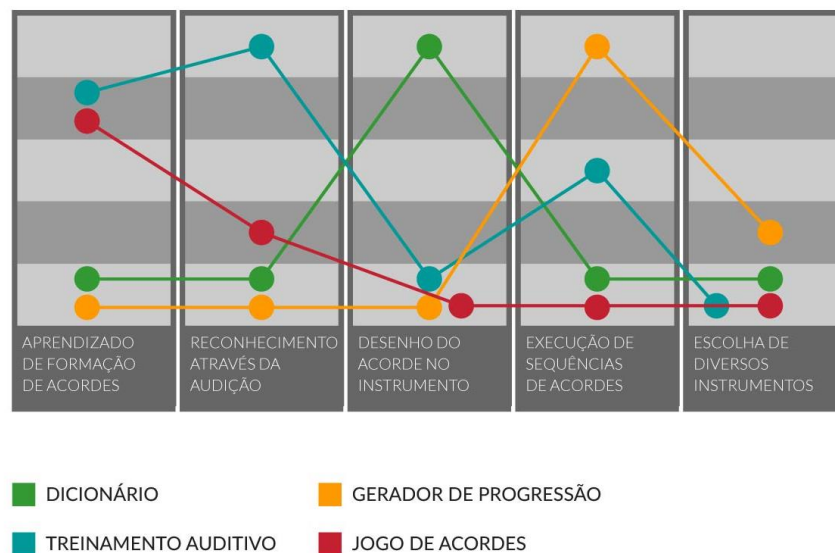
Esse cenário favorável foi observado durante a Análise de Similares (Teste N° 01), cujo resultado é possível observar abaixo:

PRODUTO	PONTO POSITIVO	PONTO NEGATIVO
<i>Chord!</i>	Mostra composição de acordes e posição dos dedos na guitarra, ou outros instrumentos de cordas.	É uma aplicação e não um jogo. Não é recomendada para iniciantes, devido a complexidade de informação que dispõe.
<i>GChord</i>	Aplicação simples. Boa para memorizar acordes.	É uma aplicação e não um jogo. Possui display pequeno, além de palavras e símbolos difíceis de ler/compreender.
<i>Ultimate Guitar Tabs</i>	Mostra tablaturas de guitarra e possui uma grande coleção de músicas.	É uma aplicação e não um jogo.
<i>GuitarBots</i>	Reconhece som de guitarra real. Jogador tem que tocar o acorde certo no momento certo. Dá feedback imediato.	É necessária a utilização de guitarra real para jogar.
<i>Strum Professor</i>	Reconhece som de guitarra real. Jogador tem que tocar o acorde certo que aparece no ecrã.	Jogo para browser, não tem uma versão mobile app. É necessária a utilização de guitarra real para jogar.

A partir desta análise de similares, foram identificadas 04 classes principais dos nossos concorrentes:

01. Dicionário – Aplicativos que fornecem ao usuário uma lista com a formação de todos os acordes.
02. Treinamento auditivo – Aplicativos que geram, a partir de uma predefinição do usuário, acordes para serem identificados auditivamente.
03. Gerador de progressão – Aplicativos que geram sequências de acordes para serem executados através de um instrumento musical.
04. Jogo de acordes – Jogos que perguntam as notas de um determinado acorde.

Esta classificação foi utilizada para a construção de uma curva de valores, que pode ser observada a seguir:



Outros tipos de referências foram analisados, além dos produtos similares já citados. As principais referências foram:

- Jogos de ritmo musical – Jogos bastante populares que testam a percepção rítmica do jogador, tentando simular um concerto real.
- Jogos *tile-matching* ou *jewel puzzles* – O movimento básico de sua mecânica de jogo é a troca horizontal e/ou vertical das posições das jóias/doces para criar uma sequência lógica, usualmente de cores iguais.

Através dos elementos dos produtos analisados, foi possível determinar características para serem eliminadas, diminuídas, aumentadas e acrescentadas, visando um produto final mais eficiente e com mais força de mercado:

- Eliminação – Desenho do acorde no instrumento.

- Diminuição – Execução de sequência de acordes.
- Aumento – Aprendizado da formação do acorde; Escolha de diversos instrumentos; Reconhecimento através da audição.
- Acréscimo – Músicas com os acordes aprendidos; Acordes com 4 e 5 sons.

Após esta determinação, foi possível definir os valores a serem mantidos/inseridos no *Precious Chords*, sendo eles:

- Aprendizado da formação de acordes – para que o jogador saiba quais notas compõem um determinado acorde.
- Escolha de diversos instrumentos – para possibilitar diferentes timbres para o acorde.
- Reconhecimento através da audição – com o objetivo de melhorar a percepção auditiva.
- Músicas com os acordes aprendidos – para dar sentido prático ao aprendizado.
- Acordes com 04 e 05 sons – para ampliar o repertório de acordes.

Os resultados encontrados através das entrevistas, questionários e testes de usabilidade foram aplicados e estão a ser testadas no protótipo do jogo. A princípio, todas são eficientes e aplicáveis ao *Precious Chords*. As soluções aqui apresentadas provaram-se funcionais até o momento, porém ainda podem ser modificadas após os testes do protótipo jogável, disponível em: <http://webx.ubi.pt/~M6875/>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de entrevistas com professores de músicas e de testes com usuários, foi possível identificar indícios de que o sistema funciona. Entretanto ainda não foram feitos testes com crianças com a faixa etária pretendida, pois a própria idade dificulta a obtenção de permissões para entrevistá-las e aplicar testes nas escolas e conservatórios.

Devido a esta dificuldade, e com o objetivo de ampliar o contexto da nossa pesquisa, uma nova escola já foi contactada, a Escola Profissional de Artes da Covilhã (EPABI). A instituição, com autonomia pedagógica, administrativa e financeira, adota níveis de formação II (equivalente ao 9º ano de escolaridade) e III (equivalente ao 12º ano de escolaridade). Ministra, no ano lectivo 2010-2011, o curso Básico de Instrumento (nível II) e os cursos de Instrumentista de Cordas e Teclas e de Sopros e Percussão (nível III), nas especialidades de piano, violino, viola d'arco, violoncelo, contrabaixo, guitarra, flauta transversal, oboé, clarinete, fagote, saxofone, trompete, trombone, trompa, tuba e percussão. O EPABI ofereceu a oportunidade de realizar os futuros testes que forem necessários com os alunos de música da instituição, na faixa etária entre 12 e 15 anos. Essa é a próxima etapa a ser seguida.

Com o objetivo de ampliar o contexto dessa pesquisa, a próxima etapa planejada consiste no teste do protótipo digital jogável com crianças dentro da faixa etária do nosso público-alvo. O grupo será formado por crianças com e sem conhecimento musical. Haverão questionários a serem respondidos por todos antes e após o teste, para que possa ser avaliadas as diferenças no nível de aprendizagem.

Deep Gamification of a University Course

Pedro A. Santos
INESC-ID/GAIPS e Departamento de Matemática
Instituto Superior Técnico
Universidade de Lisboa
pedro.santos@tecnico.ulisboa.pt

Abstract

In this work it is presented the implementation of a new learning and evaluation methodology inspired by Game Design to the Linear Algebra course at Instituto Superior Técnico (IST). The Linear Algebra course at IST is a first semester freshman course, which has a repetition on the second semester for students that have previously failed. For these students a methodology based on game progression, on-demand evaluation and flipped classroom was applied. Results show a modest increase in success ratings from the previous year and a high student satisfaction.

Keywords

Gamification, Linear Algebra course, Flipped classroom, Game-like Assessment.

1. INTRODUCTION

In Instituto Superior Técnico (IST), the Engineer School of University of Lisbon, the course on Linear Algebra¹ is a first semester freshman horizontal course, attended every year by more than a thousand students. On the Taguspark campus, enrollment is of the order of 300 students per year. On the second semester there is a repetition of the course (the “alternative semester”) for the students that failed a passing grade in the previous semester(s). While the passing rating for the first semester is consistently above 60% in general and above 70% for first time students, the passing ratings for the alternative semester are usually below 40%. (see Figure 1).

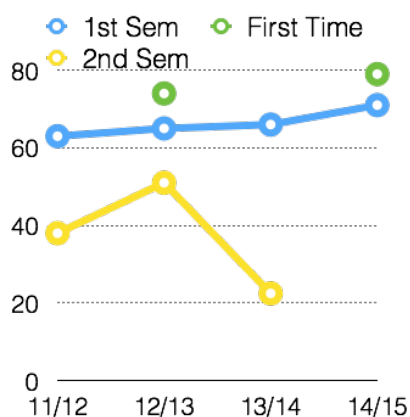


Figure 1

The traditional teaching and evaluation method consists of weekly lecture classes (either 3x1h or 2x 1.5h), and one recitation class (1.5h). There are three assessment tests, roughly, one at the end of each month of classes, with the first two tests counting for 25% of the grade

each, and the third for 50% of the grade. On the second semester the students have to do this course as an extra course besides the usual classes and workload, with a very negative impact in class attendance and final results. After having navigated through the course (without passing) in the first semester, the students usually have some grasp on the first (and simplest) topics of the course, with the effect that they start missing the lectures, and then do not come back...

2. GAMIFICATION IN EDUCATION

Gamification is the introduction of game elements in non-game settings [Martinho et al, 2014]. In fact some game elements (like goals or external motivation through scoring systems) are already present in learning activities. But adding others, like evolved reward structures, competition (e.g. leaderboards, achievements) and cooperation (e.g. group objectives, group work, discussion forums) mechanisms, immediate feedback or progression, it is possible to create powerful learning outcomes [Kapp et al, 2012]. Note that Gamification is not the same as using a Serious Game as a learning tool because, by definition, a gamified setting is not a game. There are some previous experiences of gamification in education, using several different approaches [Labouriau, 2011; Sheldon, 2010; Tekinbas et al, 2014]. Techniques can be thought at two different levels. In a *shallow* level or *thin layer* of gamification, the core teaching and learning processes are not substantially changed. There are still lectures, readings, projects and exams. But the language changes to making quests, crafting items, defeating bosses with the grade given in Experience Points (XP). An example of such an approach is given in [Sheldon, 2010]. Another possible shallow gamification technique is to give stars, badges and prizes for activities in the course, use leaderboards, or yet use game-like interface components. Shallow gamification has been the target of some criticism because it can be seen as manipulative and making excessive use of external motivation [Bogost, 2014]. Shallow gamification can be

¹ <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/leic-t/disciplina-curricular/1529008374040>

seen as a layer that is put above and on top of the core processes, without changing their essence.

In contrast to shallow gamification, there is deep gamification. Deep gamification can be defined as introducing game elements that change the core processes of the activity. A seminal example of that approach is given by Quest to Learn, an innovative school for grades 6 to 12 that started in 2009 in New York City [Tekinbas et al, 2014], where the whole curriculum was planned using game design techniques. While shallow gamification needs mainly programing and visual design skills, deep gamification uses mainly game design skills, because it is necessary to design the game mechanics at the core of the activity.

3. GAMIFYING LINEAR ALGEBRA AT IST

IST is the leading Engineering school in Portugal, and its Department of Mathematics is very conservative. Thus, an attempt to use total gamification (shallow plus deep) would be difficult to be approved. As the author believes deep gamification is indeed the more powerful of the two kinds, an option was done to only propose deep gamification techniques, with a small exception. The target processes to be gamified were chosen to be progression and assessment.

3.1 Progression

The traditional course progression is based on a fixed sequential rhythm given by the lectures and test dates, which is monolithic and is always moving forward without pause. If a student falls sick or has a test or a project delivery for another course, the natural tendency is to skip classes and study during a week, thus gaining a knowledge gap in Linear Algebra, which will affect all her or his subsequent activities in the course. On the other hand, in a single-player game and many non-persistent multi-player games, the rhythm is flexible and defined by the player. Also, the game only advances to the next level after the player shows some prescribed proficiency at the current level.

To use game-like progression, the course was divided into modules. Five mandatory core modules (Systems of

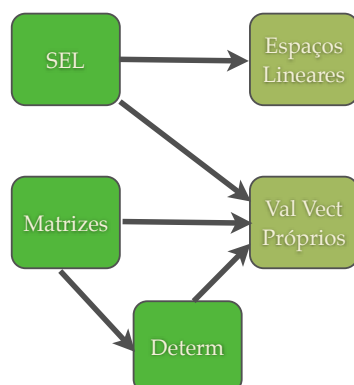


Figure 2

Linear Equations, Matrices, Determinants, Linear Spaces, Eigenvalues and vectors) and two optional out of a possible nine, having to do with advanced topics or applications (e.g.: Graphical Computation, Markov

Chains, Infinite Dimensional Spaces). The core modules were connected so that some modules could only be done after others, but allowing for some liberty for each student to choose her or his own path (see Figure 2). The students could also go on their own rhythm (see below), and the first two modules were easier, with the difficulty ramping up for the two last core modules.

3.2 Learning and Assessment

Traditional learning and assessment involves attending lectures to learn the concepts, apply those concepts to problems in the recitation class, (ideally) study at home and try to solve more exercises, and then submit to discrete evaluation tests. In general, there is a second chance if you fail some test or other assessment, but no more.

Contrasting with this, in a game the player learns by trying (and failing). The player learns with the mistakes she or he commits, everything she or he does counts for scoring or progression and usually can repeat the same level again and again, looking for a better score, and learning more about the game in the process.

To use game-like assessment in the course, a flipped classroom strategy was used. The students would prepare outside the class, using a collection of short videos covering the subject matter or books. The videos already existed, having been produced by the IEEE academic Portugal initiative [IEEE, 2014]. There were more than 60 videos, mostly from 5 to 15 minutes duration, covering most of the subject matter. The two books were the standard books used in the Linear Algebra course at the Taguspark campus [Lay, 2011] and Alameda campus [Magalhães, 1998].

There would also be a 1.5h of seminar each week, where the teacher would talk about the subject matters that student wanted to learn about, and the students would practice in the recitation classes. There was a period for assessment every week, where each student could make tests for up to two modules of their choice, as long as they had been approved in an online quiz on the subject matter. The tests had a simple grading system (nothing, Bronze, Silver, Gold), but the questions would be similar to the ones on the normal course. There would be quick feedback on the results and in the next recitation class the students could see their mistakes and do more exercises or practice tests. Students could repeat module testing as many times as they wanted. While it may seem that 1.5h a week for testing is a waste of “contact time”, this is not the case. The test classes can be seen as recitation classes on steroids, there existing studies that point learning by testing to be superior to other methods [Karpicke and Blunt, 2011].

The course final grade would be calculated directly from the modules results, with approval on all modules with Bronze level translated to a 10/20 (minimum passing grade) with each module with better grade giving a bonus to the final grade. Students with grades above 17/20 would have an oral exam to be able to attain 18/20 or above.

For compatibility conditions, there was the possibility of a Final Exam, for students that preferred the traditional evaluation method.

3.3 Presentation

While the proposal presented to the Department of Mathematics in the end of 2013 had the word “Gamification” on the title and also included shallow gamification techniques, during the discussions, it was clear that there was confusion between the concept of gamification with the use of serious games to teach mathematics and a fear to associate the Linear Algebra course with games, perceived as a childish activity. There were also concerns that the syllabus was being changed, due to some advanced subjects being in optional modules. The above points led to the rejection of the initial proposal.

Taking that reaction into account, the 2014 proposal had the word “Gamification” removed from the title (but not the text) as well as most shallow gamification techniques. The removal had a non-planned benefit, which was that the students were not aware that this new methodology was gamification. In some sense, using only deep gamification, allowed for the experiment to avoid gaming-related biases. There were also changes to the modules, with all the old syllabus included in the core modules.

While these changes led to the approval of the experiment by the Department of Mathematics, the changes made the course harder to pass than the regular one, as the student needed to obtain a passing grade in all core modules, and not just a passing grade on the whole of the syllabus (which allows traditionally, in the limit, for the student just to cover part of it).

4. IMPLEMENTATION

As described above, the approval process for this new methodology was a very complex one. The initial proposal for the academic year 2013/2014 was refused by the Department of Mathematics on grounds that it changed the course matter, due to some advanced topics being optional. For the academic year 2014/2015 there were protracted negotiations, and finally, the day before the classes were about to start, there was a meeting under the aegis of the Executive Board of the Pedagogical Council of IST (body constituted by professors and students and responsible for the pedagogical policy in the institute), where an agreement was reached to move along with the experiment. There were two negative effects on the implementation with the late approval of the new methodology. The first was the impossibility of timely divulgation among older students, which were a prime target group. The other had to do with material preparation (module contents, study materials, assessment tests, etc) which the teacher was unable to properly do before the start of the semester, with all implication on some lack of chosen study material and excessive workload he had during the semester, just to prepare the around 60 forty minutes tests necessary.

From the 80 enrolled students, around 30 were almost completely absent. It was necessary to accompany the

other 50 in their individual paths, with individualized on-line tests management, specific written tests and corrections. All together, this course took as many hours of effort as would take to prepare a new course.

Participation of the students during the semester was variable, with around 50 students active in the first weeks, to less than 15 in the week after Easter, which coincided with other courses midterms, to back around 20 until the end of the semester, with some students having already finished by the 11th week (theoretically, it was possible to complete the seven modules in just four weeks).

5. RESULTS

In the end, student pass rates were slightly superior to the previous year (30% vs 22%). The numbers are in Figure 3.

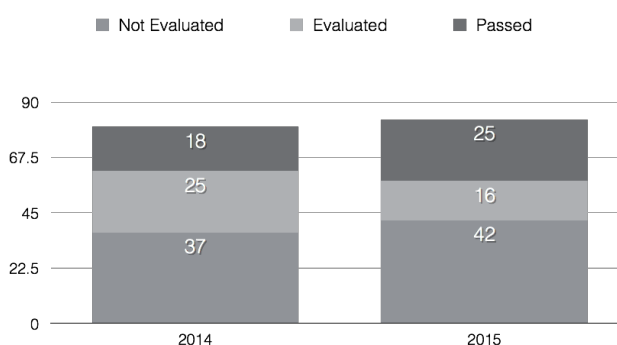


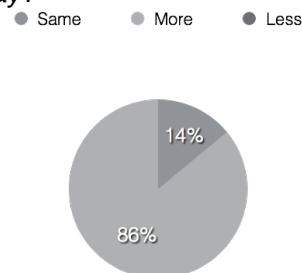
Figure 3

The late decision regarding the use of the new method and the inherent difficulties of spreading the word about it for the students to plan their effort was a contributing factor for the increase of non-evaluated students (I considered as evaluated a student that did at least 3 Modules or tried the Exam. There were 10 students trying the exam, but none managed to get a passing grade).

5.1 Student Survey

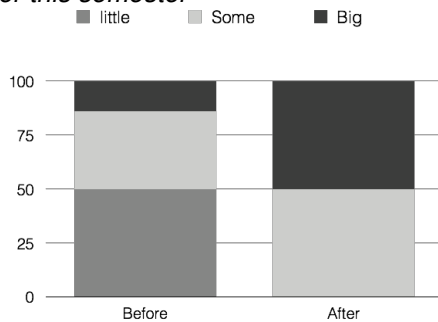
A student survey was done using IST's LMS, before the final evaluation date, and got 14 answers. While not completely representative of the universe, it is representative of the active students. Below we analyse the answers to the questions posed.

5.1.1 Do you think your knowledge of LA to be better or worst by using the new methodology vs the traditional way?



To this question 86% of the students answered that they learned more with the new method, and none said she or he had learned less.

5.1.2 Comparing the interest on LA subject before and after this semester



When asked to rate the interest they had on LA subject matter before and after this semester, one can see that there was a substantial increase in student interest.

When asked the reason why the interest changed in an open question, there were seven answers, pointing that the way the subject was divided allowed for better understanding of the different subjects and their connections, and that the seminars have been more useful than the traditional lectures.

5.1.3 What did the students particularly like in the way the course was implemented?

To this open question there were several interesting answers. Some of the more representative (out of 12) are reproduced below:

“Weekly tests reinforced the regular study and the resolution of questions one might have, allowing for a faster understanding of the subjects and the conclusion of modules at a constant rhythm. This evaluation method also allowed for a great flexibility regarding other obligations and the opportunity to repeat any module was very didactic”

“The possibility of failing more than once in a particular module made me understand it, each week better”

“Independence of study, and the possibility of finishing early”

“Liberty of choice regarding test dates and subjects being evaluated”

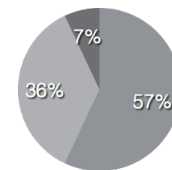
“It allowed me to better manage my time and divide it with other courses”

5.1.4 What did the students particularly dislike in the way the course was implemented?

To complement the previous question the students were asked about what they had disliked most. Only 6 answers pointed actual negative comments. One student did not like the on-line quizzes, but did not explain why. Another commented that there were too few lectures. A third that it was difficult to manage the time by himself. The other three talked of the difficulty of finding the right learning materials for each module, and that some test questions were too different from the ones presented as practice questions.

5.1.5 What was the impact of the way the LA course functioned on time available to the other courses

● Positive ● Very Positive ● No Effect

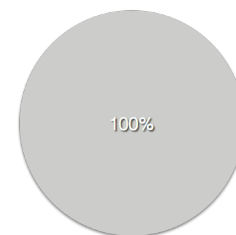


All but one of the surveyed students reported that the new methodology had a positive or very positive effect on the time available to other courses.

5.1.6 Considering everything, do you prefer the traditional or the new format of the LA course?

The answer to this question is the more relevant to understand if the students think the deep gamification of LA as a positive thing, or a negative thing.

● Traditional ● New



The students were unanimous in preferring the gamified version of LA.

6. CONCLUSIONS

Gamification has been a hot topic in the last few years, with a lot of discussion on its novelty (medals have existed for a long time) and actual effects. Contrarily to most trends, we presented here an experience of deep gamification. As explained in Section 3.3, the students were not aware that the course had been gamified, which allowed one to see the effects of game-like progression and scoring in a non-game and unbiased environment. The course was not easier, as the students must have a passing grade in each of the modules, and could not resort to just studying half the subjects and try their luck. Rapid feedback was very important as it made possible for the students to learn from their mistakes and allowed for better understanding of the subject matter.

Proposal approval delays made it impossible to properly publicize the new method to the target group it could be more useful to, the older students. Almost all students who seriously tried to do this course managed to pass, and were very happy with the course. That is a success, as attested by the student survey.

Things to improve on an eventual rerun of the gamified course would be advanced notification to the students about the new methodology, some changes to the

division of subject matter to better balance the different modules and more prepared subject contents to help the students learn each module.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to acknowledge the help of the Executive Board of the Pedagogical Council of IST, namely its President Raquel Aires Barros, for the support for this experiment on the face of the resistances that appeared.

8. REFERENCES

- [Bogost, 2014] Bogost, Ian. "Why Gamification is Bullshit". In THE GAMEFUL WORLD - Approaches, Issues, Applications, MIT Press, pp 65-80.
- [Huang and Soman, 2013] Huang, Wendy; Soman, Dilip (December 10, 2013). [A Practitioner's Guide To Gamification Of Education](#) (PDF), Rotman School of Management, University of Toronto. Retrieved 5 July 2015.
- [IEEE, 2014] IEEE Academic Portugal Initiative, <http://academic.ieee.org/pt/>, Retrived 22 July 2015
- [Kapp et al, 2012] Kapp, Karl; Lucas Blair; Rich Mesch (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- [Karpicke and Blunt, 2011] Karpicke, Jeffrey D.; Blunt, Janell R. (2011): Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping. Science 11 February 2011: **331** (6018), 772-775. [DOI:10.1126/science.1199327].
- [Labouriau, 2011] Labouriau, Isabel S. (2011): Instrução Personalizada na Matemática Universitária. Boletim da SPM 64, Maio 2011, pp. 55-65
- [Lay, 2011] Lay, David C.: Linear Algebra and Its Applications, Pearson, 4th Edition, 2011
- [Magalhães, 1998] Magalhães, Luís, T.: Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, Texto Editora, 1998
- [Marczewski, 2014] Marczewski, Andrzej: [Thin Layer vs Deep Level Gamification](#), Gamasutra, 2014. Retrieved 6 July 2015
- [Martinho et al, 2014] Martinho, Carlos; Prada, Rui; Santos, Pedro A.: *Design e Desenvolvimento de Jogos*, FCA, 2014
- [Sheldon, 2010] Sheldon, Lee. ["Syllabus | Gaming the Classroom"](#). Gamingtheclassroom.wordpress.com. Retrieved 5 July 2015
- [Tekinbas et al, 2014] Tekinbas, Katie S; Torres, Robert; Wolozin, Loretta; Rufo-Teppe, Rebecca; and Shapiro, Arana: *Quest to Learn*, MIT Press, 2010

Jogo móvel BeeFish: Inteligência Artificial para movimentar personagens animais

Carolina Meireles José Soeiro Ana Paula Cláudio
 BiolSI – Biosystems & Integrative Sciences Institute, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
 Campo Grande, Lisboa
 apc@di.fc.ul.pt, {fc34517, fc40493}@alunos.fc.ul.pt

Abstract

This paper presents a mobile game created with the purpose of dissemination of the European Project ASSISIBf, which studies interactions between robots and animals. The game offers two different types of gameplay, with different characters, some of them (robots) controlled directly by the user and others (animals) by Artificial Intelligence. We describe the movement behaviours of the animals, which are influenced by the robots, with the inclusion of some excerpts of pseudocode.

Keywords

Game logic and design, mobile games, artificial intelligence, movement behaviours

1. INTRODUÇÃO

Este artigo descreve um videojogo desenvolvido no contexto do projeto europeu ASSISIBf – “Animal and robot Societies Self-organize and Integrate by Social Interaction (bees and fish)” –, cujo principal objetivo é estabelecer uma sociedade robótica capaz de desenvolver por conta própria canais de comunicação com sociedades animais (em particular, cardumes de peixes e enxames de abelhas jovens que ainda não voam) [ASSISIBf15].

Os robôs usados nas experiências deste projeto designam-se genericamente por CASU (do inglês “Combined Actuator-Sensor Units”). Em particular, bee-CASU é o nome dos robôs usados nas experiências com abelhas e fish-CASU o nome dos robôs usados nas experiências com peixes.

Os robôs das abelhas não são móveis, mas têm perceção e ação (sensores e atuadores). Os sensores são de proximidade, por infravermelhos ativos, de temperatura e de vibração. Os atuadores são de temperatura e de vibração.

Os robôs dos peixes são móveis, não têm sensores e são compostos por duas partes: a que está dentro do aquário, com a forma de um peixe, e a que está debaixo (e fora) do aquário e que, com o seu próprio movimento sobre rodas, faz mover a primeira através de um íman.

Os resultados deste projeto poderão vir a ter impacto na agricultura e na proteção ambiental. O projeto está a ser desenvolvido por seis instituições provenientes de diferentes países da União Europeia.

O videojogo apresentado, que denominámos por BeeFish, pode ser jogado em dispositivos móveis, é de carácter lúdico e destina-se à ampla disseminação do projeto. Para cumprir este objetivo os conceitos-base do

jogo tiveram a sua inspiração no projeto. Foram criados dois tipos de jogabilidade diferentes: um com abelhas, outro com peixes e ambos com CASU inspirados nos robôs reais.

Recorreu-se ao *software* de criação de jogos Stencyl [Stencyl15] que permite o desenvolvimento e publicação de videojogos 2D para computadores, dispositivos móveis e para a Web. A lógica de jogo está estruturada em módulos, correspondendo a comportamentos, associados às personagens ou aos cenários do jogo. Estes comportamentos são construídos a partir de um conjunto de “blocos de código” de ações disponíveis, usando uma linguagem de programação visual.

Este artigo está organizado do seguinte modo: a secção 2 descreve o jogo BeeFish, a secção 3 detalha a Inteligência Artificial (IA) dos comportamentos de movimento implementados, com a inclusão de algum pseudo-código, a secção 4 discute os comportamentos implementados e a secção 5 apresenta conclusões sobre o trabalho realizado, mencionando a avaliação efetuada por testes de utilizador.

2. DESCRIÇÃO DO JOGO

O jogo BeeFish oferece dois tipos de jogabilidade diferentes: um conjunto de níveis com abelhas e bee-CASU (daqui em diante referido como o jogo Bee) e outro com peixes e fish-CASU (o jogo Fish). Na versão atual do jogo, existem seis níveis do jogo Bee e seis níveis do jogo Fish, com nível de dificuldade crescente, podendo ser escolhidos num menu inicial. De um modo geral, o propósito do jogador em cada nível é controlar os CASU de forma a influenciar o comportamento das abelhas ou peixes para que estes consigam alcançar uma meta predefinida.

Em ambos os jogos, a cor tem um papel fundamental na lógica do jogo. No jogo Fish, os CASU movimentam-se por percursos controlados no cenário, à semelhança dos seus congêneres das experiências reais. No jogo Bee, os CASU estão associados a posições no tabuleiro do jogo, refletindo a posição fixa que os robôs reais têm. Contudo esta posição no tabuleiro pode mudar, como a seguir se explica.

Nas subsecções seguintes detalhamos cada uma das jogabilidades.

2.1 Jogo Bee

No jogo Bee cada nível tem um tabuleiro com casas hexagonais que se assemelham a favos de mel. Os favos podem conter um CASU que tem associada uma cor que “irradia” para os favos vizinhos, i.e., os favos imediatamente adjacentes ao que contém o CASU obtêm a cor desse CASU. Os CASU podem ter três cores diferentes: vermelho, verde e azul. Todavia, favos que recebam cor de dois CASU de cores diferentes recebem a cor composta pelas cores dos dois CASU (resultando, por aplicação do modelo aditivo RGB, em favos com cores magenta, ciano e amarelo). Já os favos que recebam cor de três CASU de cores diferentes recebem a cor cinzento-clara (e não branca, como no modelo RGB, por motivos de visualização).

As abelhas jovens, que ainda não voam, caminham sobre os favos, descrevendo um percurso desde um favo inicial até um favo meta, ambos marcados no tabuleiro logo desde o início do nível. Cada abelha tem uma cor própria, que não muda ao longo do nível, e em cada instante apenas se pode mover para um favo adjacente que tenha a sua cor e que não esteja ocupado por um CASU ou por outra abelha. O propósito do jogador é alterar a cor dos favos de modo a criar um caminho para as abelhas através do tabuleiro, desde o favo inicial até ao favo meta.

Para atingir o seu objetivo, o jogador tem de usar os CASU, o que pode fazer de duas maneiras: mudando a sua cor ou movendo-os no tabuleiro. Todavia, existem algumas restrições. Os CASU são de dois tipos diferentes: CASU-M e CASU-C. Os CASU-M podem ser movidos de um favo para outro adjacente, um número limitado de vezes, mas têm cor fixa. Os CASU-C não podem ser movidos mas a sua cor pode ser alterada um número ilimitado de vezes. Os CASU-M são representados por círculos com um número que corresponde ao número de vezes que o jogador os pode mover para um favo adjacente arrastando-o. Por cada movimento este valor é decrementado uma unidade. Os CASU-C são também circulares e no seu centro têm dois semicírculos de cores distintas lado a lado. O jogador altera a cor do CASU-C usando um movimento de *swipe* para o lado do semicírculo com a cor pretendida.

No início do jogo, o tabuleiro pode já ter alguns CASU colocados para o jogador controlar, variando de nível para nível. No decurso do jogo mais CASU vão sendo

criados: à esquerda do tabuleiro existe uma pilha de CASU, o CASU Pipe, mostrando os próximos CASU que podem ser colocados no tabuleiro. O CASU na base do Pipe pode ser retirado pelo jogador e colocado num favo do tabuleiro à sua escolha. Contudo, existe, um temporizador com um valor inicial (que pode variar em cada nível) que vai sendo decrementado a cada segundo e que quando chega a zero, desencadeia a colocação do CASU num favo aleatório, o que pode ser inconveniente para o jogador. Quando o CASU na base é colocado, o CASU acima no Pipe toma o seu lugar na base e o temporizador reinicia.

Em suma, há três tipos possíveis de movimentos que o jogador pode efetuar:

- mudar a cor de um CASU-C no tabuleiro;
- deslocar um CASU-M para um favo adjacente e não ocupado no tabuleiro;
- colocar num favo não ocupado do tabuleiro o CASU que se encontra na base do Pipe.

A dificuldade do jogo aumenta de nível para nível através da variação do valor inicial do temporizador do CASU Pipe, do número de abelhas no tabuleiro e das suas cores e da configuração inicial de CASU no tabuleiro. A Figura 1 mostra dois níveis diferentes do jogo Bee.

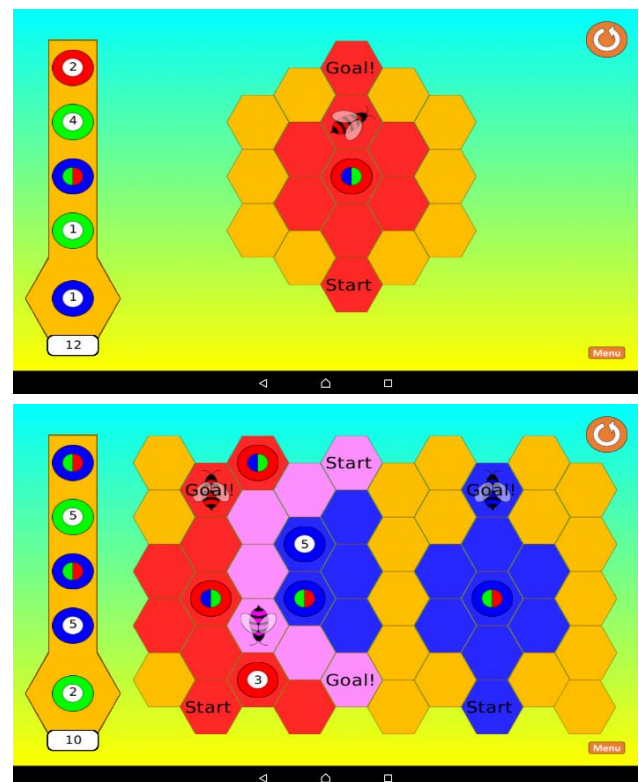


Figura 1: Screenshots de dois níveis do jogo Bee (nível 1 no topo e nível 4 em baixo), com diferentes graus de dificuldade. À esquerda encontra-se o CASU Pipe com dois tipos de CASU e na base deste pode ser visto o temporizador.

2.2 Jogo Fish

O jogo Fish tem lugar num aquário. Existem alguns robôs (fish-CASU) de diferentes cores, com a forma de peixes grandes, espalhados pelo aquário. Os peixes, muito mais pequenos que os robôs, também possuem cores e reagem à presença dos robôs da mesma cor, seguindo-os. Também existem algumas saídas circulares de diferentes cores no aquário. O objetivo do jogador é conduzir cada um dos peixes até uma saída da sua cor ou branca (uma saída branca serve para peixes de qualquer cor). Cada saída, porém, tem um número máximo de peixes que pode acolher. As saídas são representadas por círculos preenchidos a preto com um contorno indicativo da sua cor e dois valores numéricos que indicam: número de peixes que já usaram esta saída/número máximo de peixes suportados por esta saída. Por exemplo, a indicação 3/6 significa que 3 peixes já usaram esta saída e que o limite desta é de 6 peixes.

Cada CASU move-se continuamente por um caminho predefinido (descrevendo elipses ou retângulos, para a frente e para trás, etc.). O jogador pode trocar as cores dos robôs, para alterar os robôs que os peixes seguem e dessa maneira guiá-los até às saídas. Podem também, em alguns níveis, existir obstáculos no aquário, por exemplo simulando rochas para obstruir o percurso dos peixes.

Os fish-CASU podem ter uma de três cores: vermelho, verde e azul. Em cada nível, existe um número variável de CASU e de peixes, podendo existir vários CASU da mesma cor ou um CASU sem peixes da mesma cor. A Figura 2 ilustra dois níveis do jogo Fish.

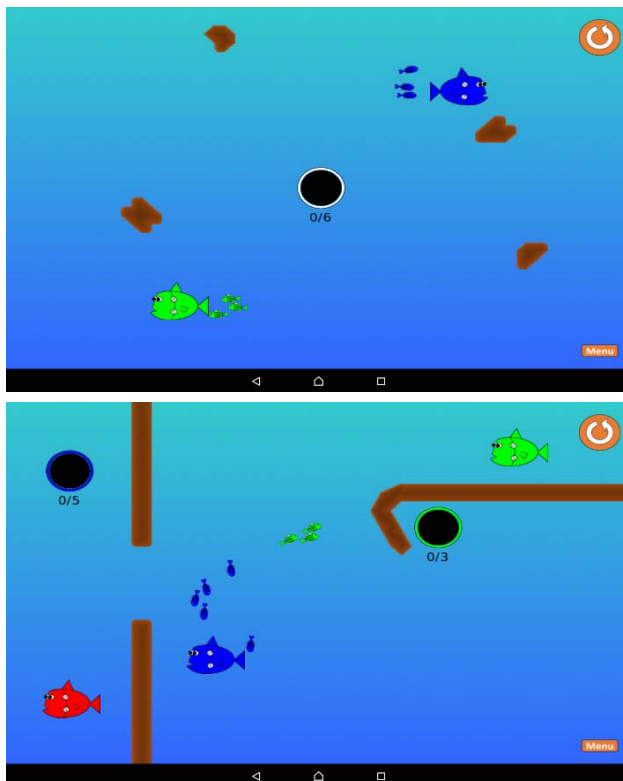


Figura 2: Screenshots de dois níveis do jogo Fish (nível 3 no topo e nível 5 em baixo), com diferentes graus de dificuldade.

3. COMPORTAMENTOS DE MOVIMENTO

No jogo BeeFish, enquanto os robôs são controlados pelo jogador, as abelhas e os peixes apenas podem ser controlados indiretamente, pela interação do jogador com os robôs. Isto faz um paralelismo com o objetivo principal do projeto de influenciar os animais através de ações de robôs controlados por humanos.

Por esta razão, foi necessário implementar no jogo IA nas personagens animais, para que estas pudessem responder ao meio onde se encontram inseridas. Em particular, tivemos de implementar o movimento das abelhas pelos favos e dos peixes pelo aquário, o que será detalhado nas subsecções seguintes.

3.1 Movimento das abelhas

No jogo Bee, o jogador precisa de usar os CASU para colorir os favos de forma a criar caminhos de uma certa cor para que as abelhas dessa cor possam passar. As abelhas movem-se sozinhas, de favo em favo da sua cor, tentando atingir um favo meta predeterminado. Implementámos IA num comportamento associado às abelhas, de modo a que uma abelha possa perscrutar a sua vizinhança (os favos adjacentes àquele em que se encontra) para decidir o próximo favo para onde se mover. De seguida detalhamos a lógica de movimento criada, com o auxílio de pseudo-código.

Cada abelha possui três atributos, armazenados em variáveis: o seu favo de partida (“StartingComb”), o seu favo de chegada (“GoalComb”) e a sua cor (“Colour”). Outras variáveis são inicializadas logo no início do nível:

```
ReachedGoal = false
CanMove = false
HousingComb = StartingComb
```

“ReachedGoal” é uma variável booleana que é inicializada a *false* e que se torna *true* quando a abelha alcança “GoalComb”. “CanMove” é uma variável booleana que armazena, em cada instante, se a abelha já decidiu para que favo se mover a seguir. “HousingComb” armazena o favo em que a abelha se encontra no momento.

O comportamento da abelha é constituído por três fases:

- a abelha tem de decidir o próximo favo para onde ir;
- a abelha já tem um alvo definido (“TargetComb”) e move-se nessa direção;
- a abelha chegou ao “TargetComb” e prepara-se para tomar uma nova decisão.

Em cada *frame* do jogo, verifica-se em que fase do comportamento a abelha se encontra e esta age em função disso.

Na fase de decisão, uma lista (“PossibleMoves”) é usada para guardar os favos para onde a abelha se pode mover. Estes favos consistem nos vizinhos (adjacentes) de “HousingComb” que se encontram desocupados (sem

outra abelha ou um CASU) e têm a mesma cor que a abelha. Se existirem favos para onde a abelha se pode mover, dois deles (não necessariamente diferentes) são selecionados: o mais próximo de “GoalComb” e um aleatoriamente escolhido da lista. De seguida, a lista é esvaziada e preenchida novamente com apenas estes dois favos, para que um deles possa ser aleatoriamente selecionado como o favo para onde a abelha se vai mover (e guardado em “TargetComb”). A variável “CanMove” é então alterada, passando a indicar que a decisão foi tomada.

Na fase de movimento em direção a “TargetComb”, a velocidade da abelha é alterada, na direção do favo alvo. Na fase em que a abelha já atingiu “TargetComb”, este passa a ser considerado como o novo “HousingComb”, a velocidade da abelha passa a zero e a variável “CanMove” é novamente alterada para indicar que é preciso tomar uma nova decisão. Se “TargetComb” coincidir com “GoalComb”, então a variável “ReachedGoal” é alterada para assinalar que a abelha chegou à meta.

Em seguida, apresenta-se em pseudo-código o raciocínio explicado acima:

If not ReachedGoal

If not CanMove

PossibleMoves = encontra os favos possíveis

If PossibleMoves not empty

ClosestToGoal = calcula o favo mais próximo da meta

TargetComb = escolhe favo aleatório em PossibleMoves

PossibleMoves = {ClosestToGoal, TargetComb}

TargetComb = escolhe favo aleatório em PossibleMoves

CanMove = true

Else If Abelha não está em TargetComb

Direciona Abelha para TargetComb

Else

HousingComb = TargetComb

Pára Abelha

CanMove = false

If TargetComb=GoalComb

ReachedGoal = true

No que diz respeito à orientação da abelha, à animação da personagem é aplicada uma rotação para corroborar a direção do movimento da abelha. O ângulo da rotação a aplicar é calculado em função do vetor velocidade da abelha em cada instante.

3.2 Movimento dos peixes

No jogo Fish, o jogador precisa de trocar as cores dos fish-CASU para guiar os peixes até às saídas das suas cores. Os peixes movem-se sozinhos, seguindo um dos robôs da sua cor. Implementámos IA num comportamento associado aos peixes, de modo a que um

peixe possa escolher e seguir um robô, mantendo porém uma pequena distância deste. O tratamento de colisões entre os peixes e destes com as rochas é feito automaticamente pelo motor de jogo do Stencyl.

Cada peixe tem dois atributos, armazenados em variáveis: a sua cor (“Colour”) e a margem de distância a que o peixe se deve manter do robô que está a seguir (“Margin”). Outra variável é inicializada logo no início do nível:

NearGoal = false

“NearGoal” é uma variável booleana que é *true* se o peixe encontrou alguma saída da sua cor (ou branca) perto de si e *false* caso contrário. Cada saída tem um determinado alcance de deteção, isto é, uma distância máxima a partir da qual os peixes deixam de perseguir os robôs e passam a dirigir-se para a saída.

O comportamento do peixe é constituído por duas fases:

- o peixe segue um dos robôs da sua cor e tenta detetar uma saída perto de si;
- o peixe encontrou uma saída e, caso esta ainda possa acolher mais peixes, dirige-se para ela.

Em cada *frame*, é avaliado em que fase do comportamento o peixe se encontra e este age em função disso.

Na primeira fase, é calculado o robô da cor do peixe que está mais próximo do mesmo e o ângulo do vetor que vai desse robô para o peixe (“AngleFromRobot”). Se a distância entre o peixe e o robô for maior que “Margin”, então o vetor velocidade do peixe é alterado segundo “AngleFromRobot”. Caso contrário, é chamado um método (detalhado abaixo) que altera a direção do peixe de modo a evitar que este colida com o robô.

Para além disto, entre as saídas espalhadas no nível, procura-se uma que não se encontre cheia (consiga acolher mais peixes), que seja branca ou da cor do peixe e ainda que se encontre a uma distância do peixe menor que o seu alcance de deteção. Caso tal saída seja encontrada, a velocidade do peixe passa a zero e, após um segundo, a saída é guardada numa variável “GoalFound”, a velocidade do peixe é alterada, na direção de “GoalFound”, e a variável “NearGoal” é então alterada, passando a indicar que o peixe encontrou uma saída para si.

Na segunda fase, em que o peixe encontrou uma saída (“GoalFound”), é analisado se essa saída continua a poder acolher mais peixes (pode acontecer a saída ter ficado cheia depois do momento inicial em que o peixe a detetou). Caso possa, a velocidade do peixe é alterada, na direção de “GoalFound” e, quando suficientemente perto, o peixe atinge a saída e desaparece da cena. A distância a que isto acontece está relacionada com o diâmetro da saída, de modo a que o peixe desapareça quando passa a circunferência delimitadora. Caso a saída já esteja cheia,

a variável “NearGoal” é novamente alterada para indicar que o peixe tem de voltar a seguir os robôs e procurar nova saída.

Em seguida, apresenta-se em pseudo-código o raciocínio explicado acima. Note-se que “distance(A, B)” denota o cálculo da distância entre as posições de A e B.

```

If not NearGoal
  ClosestRobot = calcula o robô mais próximo de Peixe que
tenha a sua cor
  DistanceFromClosest = distance(ClosestRobot, Peixe)
  AngleFromRobot = calcula o ângulo do vetor que vai de
ClosestRobot para Peixe
  If DistanceFromClosest > Margin
    Direciona Peixe para ClosestRobot
  Else
    avoidCollisionWithClosestRobot()
  For each Saída in level
    If Saída not full
      If Saída for branca ou Colour
      If distance(Saída, Fish) < alcance de deteção de Saída
      Pára Peixe
      After 1 second
      GoalFound = Saída
      Direciona Peixe para GoalFound
      NearGoal = true
      Exit For
  Else
    If GoalFound not full
      Direciona Peixe para GoalFound e fá-lo entrar quando
suficientemente perto
    Else
      NearGoal = false

```

O método “avoidCollisionWithClosestRobot()” altera a direção do peixe de modo a evitar que este colida com o robô que está a seguir, sendo apenas usado quando a distância do peixe ao robô é menor que “Margin”. Além disso, a alteração apenas ocorre se o robô estiver a mover-se na direção do peixe. Assim, é necessário fazer uma comparação entre dois ângulos: “AngleFromRobot”, o ângulo do vetor que vai do robô para o peixe, e “RobotDirection”, o ângulo do vetor velocidade do robô.

Na Figura 3 está esquematizada a lógica utilizada para alterar a direção do peixe. A traço pontilhado representa-se o vetor que vai do robô para o peixe e o ângulo correspondente, “AngleFromRobot”. A tracejado representa-se o vetor velocidade do robô e o ângulo correspondente, “RobotDirection”. A traço contínuo representa-se o vetor velocidade que é então aplicado ao peixe em função da diferença entre estes dois ângulos.

Em seguida apresenta-se em pseudo-código o raciocínio utilizado:

```

avoidCollisionWithClosestRobot():
  RobotDirection = calcula o ângulo do vetor velocidade do
robô
  If AngleFromRobot - 45 <= RobotDirection <= AngleFrom-
  Robot + 45
    Direciona Peixe segundo AngleFromRobot + 45

```

```

Else If AngleFromRobot <= RobotDirection <= AngleFrom-
  Robot + 45

```

Direciona Peixe segundo AngleFromRobot - 45

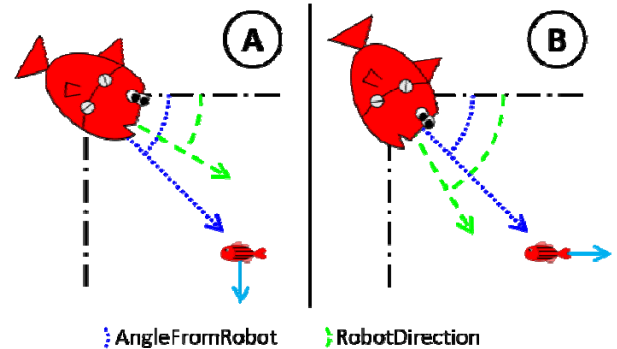


Figura 3: Esquema da lógica utilizada para alterar a direção do peixe em função da diferença entre “AngleFromRobot” e “RobotDirection”.

4. DISCUSSÃO DOS COMPORTAMENTOS

Na secção anterior foram descritos os comportamentos de IA desenvolvidos para o movimento das abelhas e peixes no jogo BeeFish. Estes comportamentos foram pensados de modo a assemelharem-se a comportamentos reais destes animais.

Para as abelhas, uma primeira abordagem seria que cada uma escolhesse sempre, entre os favos desocupados e da sua cor na sua vizinhança (os favos possíveis), aquele mais próximo da meta. Contudo, esta abordagem tem um problema: nem sempre é possível construir para a abelha um caminho que a aproxime progressivamente da meta; por vezes, devido ao bloqueio por CASU ou cores que já não se podem alterar, os únicos caminhos possíveis têm de levar a abelha a afastar-se inicialmente da meta, o que esta nunca faria se optasse sempre pelo favo mais próximo.

Assim, decidiu-se acrescentar aleatoriedade ao movimento da abelha, fazendo com que esta escolha, em cada movimento, entre o favo possível mais próximo da meta e um escolhido aleatoriamente entre os favos possíveis. Nesta escolha aleatória de um favo, cada um dos favos tem uma probabilidade de ser escolhido de $1/N$, sendo N o número de favos para onde a abelha se pode mover. Uma vez escolhido o favo aleatório, volta a ser efetuada uma escolha entre este e o favo mais próximo, tendo cada um deles uma probabilidade de $1/2$ de ser escolhido. O favo escolhido aleatoriamente pode coincidir com o favo mais próximo. Assim, as probabilidades finais de escolha são:

- $1/2 + 1/2N$, para o favo mais próximo da meta;
- $1/2N$, para cada um dos outros favos.

O comportamento resultante desta aproximação revela-se bastante natural, uma vez que na realidade as abelhas não fazem um percurso linear até ao seu objetivo, sendo esse percurso pontuado por pequenos desvios.

No caso dos peixes, o comportamento implementado, apesar de não criar explicitamente dinâmicas de grupo,

leva a que os peixes da mesma cor ajam em cardume, pois todos seguem, usualmente, um mesmo robô da sua cor. As colisões entre peixes são tratadas pelo motor de jogo do Stencyl, mas criam naturalidade no movimento em grupo, sendo que os peixes se vão mantendo a alguma distância uns dos outros, mas mantêm-se num grupo coeso e alinhado por seguirem o mesmo robô.

Assim, o comportamento criado aproxima-se do comportamento de *flocking* utilizado para representar as dinâmicas de animais que se deslocam em grupo, derivado do comportamento manifestado por bandos de pássaros, mas que, enquanto modelo matemático, se generalizou para representar os movimentos de outras espécies de animais. Este comportamento foi simulado pela primeira vez num computador por Craig Reynolds em 1987, com o seu programa de simulação “Boids” [Reynolds87]. Neste comportamento, o movimento de cada indivíduo é calculado em função dos movimentos dos indivíduos vizinhos, existindo três forças a atuar sobre cada um:

- Separação, para que o indivíduo mantenha uma distância mínima dos seus vizinhos;
- Coesão, para que o indivíduo se dirija para a posição média dos seus vizinhos;
- Alinhamento, para que o indivíduo alinhe a sua velocidade (magnitude, sentido e direção) com a velocidade média dos seus vizinhos.

Este comportamento é usado em simulações e também em alguns jogos que o justifiquem, como é o caso do jogo “The Digital Aquarist” [Schikarski15]. No jogo BeeFish, o comportamento criado resulta num movimento que parece adequado e natural, verificando-se uma dinâmica semelhante ao *flocking* sem que este tenha sido explicitamente implementado.

Numa versão inicial do comportamento aplicado aos peixes, estes aproximavam-se do robô até colidirem com este e mantinham-se colados ao robô a maior parte do tempo. Assim, optou-se por criar uma margem de distância entre os peixes e os robôs. Os peixes têm o comportamento normal de seguir os robôs até que fiquem demasiado próximos dos mesmos. Quando se aproximam demasiado, é avaliada a direção do robô para perceber se este está prestes a colidir com os peixes. Caso isso se verifique, a direção dos peixes é alterada para que estes se desviem, para um lado ou para o outro, do caminho do robô.

É importante ainda referir o que acontece com o movimento dos peixes em dois casos particulares: quando existe mais que um robô da cor dos peixes e quando não existe nenhum robô que o peixe consiga detetar. Esta segunda situação nunca se verifica com a jogabilidade atual do jogo Fish, mas foi considerada em protótipos anteriores, em que os peixes possuíam uma distância máxima à qual detetavam robôs da sua cor, e implementada uma solução que consideramos relevante mencionar.

Na primeira situação, é simplesmente escolhido o robô mais próximo dos peixes como o robô a seguir. Na segunda, era preciso criar uma alternativa ao movimento de seguir os robôs, normalmente realizado pelos peixes. Assim, optou-se por aplicar um comportamento de “wander”, isto é, atribuir aos peixes movimentos curtos em direções aleatórias constantemente a serem alteradas, mas limitados a um certo raio. Com este comportamento, os peixes parecem ficar a vaguear por uma certa área do cenário, até encontrarem um robô para seguir.

Um último aspeto do comportamento dos peixes é a forma como detetam e se aproximam das saídas. Quando detetam uma saída por onde podem passar nas suas proximidades, os peixes param por completo o seu movimento durante um segundo e só depois se direcionam, mais lentamente, para a saída. Esta paragem de um segundo serve para dar a ideia de que o peixe está a reconhecer a saída e preparar-se para mudar a sua direção no sentido desta, tornando o movimento para a saída muito mais natural.

Com todas as características discutidas acima, o movimento dos peixes ganhou fluidez e, por conseguinte, naturalidade. O movimento das abelhas, por sua vez, foi pensado em função da jogabilidade necessária, uma vez que havia a necessidade das abelhas se moverem favo a favo e tenderem a dirigir-se para a meta. No entanto, a aleatoriedade introduzida conferiu mais naturalidade ao movimento que, apesar de poder não ser totalmente realista, acaba por ser verosímil.

5. CONCLUSÃO

No que diz respeito ao público-alvo do jogo, este está a ser pensado para crianças e jovens, que geralmente têm mais experiência em jogos e na utilização de *smartphones* e *tablets*, os equipamentos em que este jogo estará disponível. Contudo, considera-se que o jogo tem potencial para agradar a um grupo muito mais alargado de utilizadores, ou pela complexidade que o jogo Bee pode providenciar ou pela simplicidade das regras do jogo Fish, que ainda assim consegue fornecer um grau elevado de desafio. Além disso, os adultos cada vez mais têm também experiência no uso de dispositivos móveis e cada vez mais jogam videjogos, principalmente os jogos casuais típicos desses mesmos dispositivos, nos quais o jogo BeeFish se enquadra.

Um dos públicos mais importantes para o jogo é o dos estudantes universitários, por serem jovens adultos que costumam jogar mas que podem também ganhar, graças ao jogo, interesse em saber mais sobre o projeto, como pretendido. Um estudo publicado em 2014 confirma que os jogos casuais/*puzzle* são muito jogados por estudantes do Ensino Superior [Carvalho14], o que fornece boas perspetivas para a aceitação do jogo BeeFish por esse público. Além disso, Yong e Gates [Yong14] concluem que há um aumento exponencial no uso de dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), o que valida a escolha feita sobre o tipo de equipamentos para onde desenvolver o jogo.

O jogo BeeFish foi testado por 31 utilizadores, nomeadamente jovens estudantes do Ensino Secundário e Superior, entre os 15 e os 22 anos de idade. Os resultados foram medidos numa escala de Likert de 1 a 5, em que 1 significa “péssimo” e 5 “excelente”.

No geral, os utilizadores consideraram o menu simples e de fácil utilização. Em termos de grafismo e jogabilidade, os resultados foram bastante satisfatórios tanto para o jogo Bee como para o jogo Fish, destacando-se a jogabilidade. Os resultados da apreciação global feita pelos utilizadores podem ser observados na Figura 4.

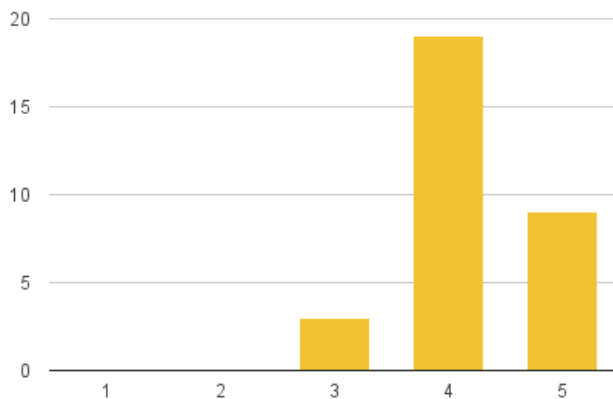


Figura 4: Apreciação global do jogo BeeFish.

Como trabalho futuro, pretende-se criar mais níveis no jogo, aproveitando os fatores de variação já existentes com a jogabilidade atual, mas também estender essa jogabilidade através da criação de novos obstáculos e dinâmicas de interação. Além disso, pretende-se criar uma ligação mais forte entre os níveis Bee e os níveis Fish, aproveitando o elemento que lhes é comum: a existência de CASU, que podem comunicar entre si.

Também se pretende, ao publicar o jogo, incorporar-lhe referências e informação sobre o projeto, para que o público tome conhecimento sobre os seus objetivos. Como visto acima, o jogo tem potencial para agradar a um público abrangente, por estar presente nas

plataformas móveis usadas hoje em dia por grande parte da população, sendo uma forma lúdica de chamar a atenção para um projeto de investigação que pode ter aplicações reais num futuro não muito distante.

Concluindo, o jogo BeeFish cumpre o propósito de divulgação do projeto em que se insere, tendo obtido aprovação junto do público mais jovem. Os movimentos implementados para as abelhas e peixes são naturais e enquadram-se na jogabilidade definida, sendo que todo o jogo está pensado com base no projeto e nos comportamentos reais que os animais mostram nas experiências do mesmo.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do projeto ASSISlbf, EU-ICT nº 601074, e da unidade de I&D BioISI, UID/MULTI/04046/2013, financiada através da FCT/MCTES/PIDDAC.

7. REFERÊNCIAS

[ASSISlbf15] *Homepage* – ASSISlbf, <http://assisi-project.eu/>

[Carvalho14] A. A. Carvalho, I. Cardoso Araújo, *Jogos Digitais Que os Estudantes Portugueses Jogam: Diferenças de Género*, In IEEE 2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2014, pp. 1-6

[Reynolds87] C. W. Reynolds, *Flocks, herds, and schools: A distributed behavioral model*, Computer Graphics, 21(4), 1987, pp. 25-34

[Schikarski15] J. Schikarski, O. Meisch, S. Edenhofer, S. von Mammen, *The digital aquarist: An interactive ecology simulator*, in Proceedings of European Conference on Artificial Life, MIT Press, in press 2015

[Stencyl15] *Stencyl: Make iPhone, iPad, Android & Flash Games without code*, <http://www.stencyl.com/>

[Yong14] S. T. Yong, P. Gates, *Born Digital: Are They Really Digital Natives?*, International Journal of E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, vol 4, 2014, pp. 102-105

Algoritmo de Dijkstra com Mapa de Influência de Atratores e Repulsores

Michael Adaixo Gonçalo N. P. Amador Abel J. P. Gomes

Departamento de Informática

Rua Marquês d'Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã, Portugal

michael.adaixo@gmail.com, g.n.p.amador@gmail.com, agomes@di.ubi.pt

Resumo

O planeamento de uma rota para um agente em jogos de vídeo é normalmente realizado através de um mapa de influências ou de um algoritmo de procura de caminhos, do inglês “pathfinder” (e.g., o algoritmo de Dijkstra). O algoritmo de Dijkstra encontra o caminho mais curto num grafo, entre um nó de partida e um nó de chegada, se o caminho existir. Assume-se que o grafo, cujos nós representam posições de um mundo virtual, não se altera durante a pesquisa. Por outro lado, o mapa de influências padece de um problema denominado por extremo local, i.e., um agente pode chegar a uma posição e nunca mais de lá sair. Este artigo descreve uma solução para o problema do extremo local, através de uma variante do algoritmo de Dijkstra ponto-a-ponto que faz uso do mapa de influências.

Palavras-Chave

Dijkstra, procura de caminhos, mapa de influência.

1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (I.A.) é utilizada para diversas tarefas em jogos de vídeo, entre as quais se conta o planeamento de caminhos [Nilsson 98]. O planeamento de caminhos/passos é efetuado por agentes, i.e., uma entidade autónoma que analisa o ambiente que o rodeia, toma decisões, e age de forma a atingir um objetivo [Russell 03], e.g., calcular uma rota de forma a locomover um agente de uma posição de partida para uma posição de destino. Há duas formas de planear uma rota de um agente no mundo virtual de um jogo de vídeo: procura de caminhos (*pathfinding*) e mapas escalares/vectoriais.

No primeiro caso, associa-se posições geográficas do mundo virtual em coordenadas cartesianas a nós de um grafo, e de seguida utiliza-se um algoritmo de procura de caminhos no grafo, e.g., o algoritmo de Dijkstra [Dijkstra 59]. Em teoria de grafos, um grafo representa um conjunto de nós ligados, em que cada nó contém uma ligação (aresta) a pelo menos um outro nó. Chamamos vizinhos de um nó a todos os nós que com ele partilham uma aresta. Os algoritmos de procura que recorrem a grafos são completos, pois asseguram que é encontrado um caminho (se existir) entre um nó de partida e um nó de destino. São também algoritmos óptimos ou quase óptimos, i.e., asseguram que um caminho encontrado é o melhor ou muito próximo de o ser, e.g., o caminho com a menor

distância a percorrer. Estes algoritmos, com algumas exceções [Koenig 04, Koenig 05], assumem que o grafo não muda durante a procura.

No segundo caso, associa-se posições geográficas do mundo virtual em coordenadas cartesianas a um campo escalar (normalmente designado por mapa de influência) [Tozour 01] ou a um campo vectorial [Thurau 04]. Quer o campo vectorial quer o mapa de influência permitem que múltiplos agentes naveguem em simultâneo no mundo virtual do jogo, com a vantagem de poderem evitar outros agentes. Esta segunda forma de planeamento de rotas padece de dois problemas principais. Primeiro, um agente pode convergir para um extremo local, um ponto no campo/mapa de onde não existe fuga, que não o ponto de destino pretendido. Consequentemente, não existe garantia de que se um caminho existir este seja encontrado. Segundo, não existe garantia de que um caminho seja óptimo ou quase óptimo.

A contribuição científica deste artigo é um algoritmo de Dijkstra modificado para utilizar um mapa de influência. Contrariamente a trabalhos anteriores [Millington 06, Paanikker 08] o campo de influências utilizado neste trabalho admite valores de influência positivos e negativos que variam de acordo com a função Gaussiana. Este algoritmo modificado permite resolver o problema do extremo local dos mapas de influência, além de permitir alterações do

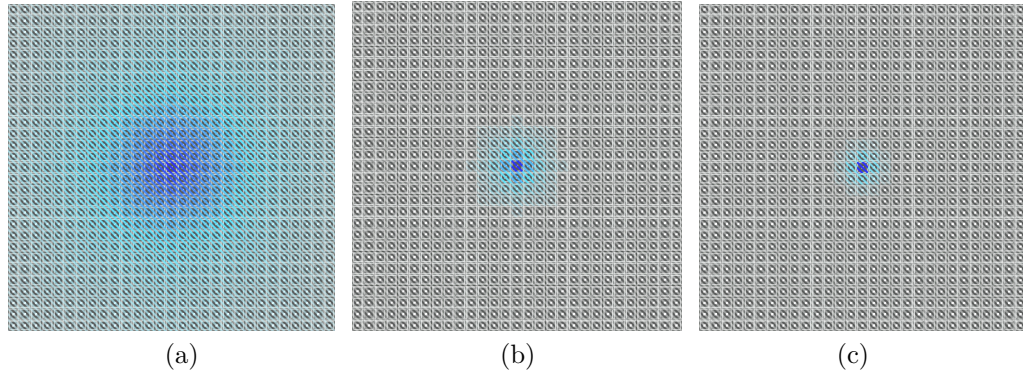


Figura 1. Repulsor com distintos valores de declínio: (a) $\delta = 0.1$; (b) $\delta = 0.5$; (c) $\delta = 0.9$.

mundo virtual de um jogo, sem alterar o grafo de pesquisa durante a procura.

Este artigo encontra-se organizado da forma descrita de seguida. A secção 2 faculta uma explicação em maior detalhe referente a mapas de influências. A secção 3 descreve as alterações feitas ao algoritmo de Dijkstra de forma fazer uso de mapas de influências. A secção 4 apresenta resultados visuais preliminares comparando o algoritmo de Dijkstra ponto-a-ponto com o algoritmo de Dijkstra modificado proposto neste artigo. Finalizando, a secção 5 apresenta as conclusões e aponta direções para trabalho futuro.

2. MAPA DE INFLUÊNCIA

Um mapa de influência é uma representação 2D de um campo escalar gerado por uma função real de duas variáveis reais. Portanto, se tiver em consideração o gradiente da referida função, podemos dizer que a referida função gera também um campo vectorial, à semelhança do que acontece com um campo eletromagnético de cargas atrativas e repulsivas. Ou seja, a referida função pode ser vista como o somatório de funções subsidiárias, uma por carga. Em teoria, um mapa de influência, quando sobreposto a um mapa do jogo, permite a colocação de repulsores (ou cargas repulsivas) onde existem obstáculos e de atratores (ou cargas atrativas) em locais por onde os agentes em movimento devem passar prioritariamente.

Atratores e repulsores são aqui genericamente designados por propagadores. Por convenção, assume-se que um repulsor tem carga positiva, ao passo que um atrator tem carga negativa. Um propagador é mais forte na sua origem/centro, ou seja, a função subsidiária que lhe está associada tem o valor máximo (em valor absoluto) no seu centro, decaindo à medida que se afasta do referido centro, em consonância com o comportamento da função Gaussiana.

Na implementação do algoritmo, convencionou-se que um repulsor toma o valor de 1.5 (superior à distância Euclideana máxima entre dois nós de um grafo regular com e sem diagonais) na sua origem, enquanto que um atrator toma o valor de -1 (igual à menor distância entre dois nós de um grafo regular com e sem diago-

nais) no seu centro. Os valores centrais de um propagador são colocados nas células da grelha regular 2D que armazena os valores do mapa de influência. O valor central da função f_i associada a um propagador i designa-se por amplitude (a), a qual pode ser descrita pela seguinte expressão:

$$f_i = a \cdot e^{-d \cdot \delta} \quad (1)$$

onde d representa a distância ao centro do propagador e δ representa o fator de decaimento de f_i com a distância ao referido centro. Por exemplo, o efeito de aumentar a taxa de decaimento num repulsor pode ser observado na Fig. 1, i.e., se a taxa de decaimento aumenta, o efeito (a contribuição) do repulsor nas células circundantes diminui. Está claro que o cálculo da influência em todos os nós (ou células) terá de ser feito sempre que um propagador for adicionado, removido ou movimentado dentro do mapa de jogo. Nos resultados apresentados na secção 4 o valor de δ é igual a 0.2.

Com nota marginal, refira-se que a implementação de mapa de influência descrita neste artigo é baseada no código disponibilizado em <http://forum.unity3d.com/threads/ai-influence-maps.145368/>, com duas alterações. Primeiro, passou a ser possível ter dois ou mais propagadores localizados na mesma posição, visto que antes se dois propagadores tivessem as mesmas coordenadas cartesianas na origem somente o último era tido em conta na actualização do mapa de influências. Segundo, valores de influência entre -0.1 e 0.1 são colocados a zero, isto fará com que o agente em movimento se apenas guiado pelo mapa de influência, em princípio, pare, i.e., um propagador terá um raio delimitador, a partir do qual a sua influência será nula e não um valor muito pequeno a tender para zero. Esta segunda situação não é problemática porque quando o mapa de influência é combinado com um algoritmo de procura de caminhos, o agente continuará a mover-se no mapa do jogo.

3. ALGORITMO DE DIJKSTRA COM INFLUÊNCIA

O algoritmo de Dijkstra é essencialmente um algoritmo de procura em largura, e não em profundidade, que faz uso de uma lista aberta de nós e de uma lista fechada de nós [Dijkstra 59]. Neste artigo, utiliza-se a versão ponto-a-ponto do algoritmo de Dijkstra, i.e., a procura termina quando um nó escolhido da lista aberta for o nó destino. Refira-se também que o algoritmo de Dijkstra utiliza uma função de custo que, no caso presente, é dada pela distância Euclideana entre nós ligados entre si. Assim sendo, o custo de percorrer um caminho entre dois nós do grafo, ou seja, entre um nó de partida m e um nó de chegada n (ou de destino), é dado pela expressão:

$$\phi(m, n) = C(m, n) \quad (2)$$

em que $C(m, n)$ corresponde ao menor custo para atravessar o grafo de m até n .

O algoritmo de Dijkstra funciona repetidamente da seguinte maneira:

1. Escolhe-se o nó de menor custo da lista aberta (de nós por avaliar), colocando-se este nó de menor custo na lista fechada.
2. Atualiza-se o custo (se houver um caminho mais curto) de chegar a cada um dos vizinhos do nó escolhido.
3. Coloca-se os nós vizinhos atualizados na lista aberta, excepto aqueles que já estiverem na lista fechada. Considera-se um nó atualizado aquele que foi pelo menos uma vez visitado.

Por forma a direccionar a procura para o nó de destino, ou seja, para evitar a expansão do espaço para zonas indesejáveis do mapa de jogo, decidiu-se adicionar uma função de influência à função de custo do algoritmo de Dijkstra como se segue:

$$\phi(m, n) = C(m, n) + I(n) \quad (3)$$

em que $I(n) = \sum f_i$ corresponde à influência no nó n . É importante ressaltar que o grafo e o mapa de influência são representados ambos por grelhas distintas mas de igual dimensão.

Para o algoritmo de Dijkstra funcionar, $\phi(m, n)$ não pode assumir valores negativos. No entanto, $I(n)$ admite valores negativos. Assumindo um custo de ir de um nó para um vizinho directo na horizontal ou na vertical 1 e na diagonal $\sqrt{2}$, de forma a evitar este problema colocamos $\phi(m, n) = 0$ sempre que $C(m, n) < I(n)$. O valor na origem de um repulsor é 1.5 de forma a que o maior valor de $I(n)$ seja sempre superior a $\sqrt{2}$ assegurando assim que não existe um nó de menor custo localmente, resultando num contornar do repulsor no caminho encontrado.

A Eq. (3) podia ser aplicada à variante do algoritmo de Dijkstra conhecida por A* [Hart 68]. No entanto, o A* depende fortemente de uma heurística adequada que assegure que ele chega a uma solução em menos passos que o Dijkstra. Contudo, a heurística comporta um custo adicional associado ao seu cálculo bem como mais armazenamento e operações de transferência de dados para memória. A adição de $I(n)$ na função de custo do A*, como mencionado em [Paanakker 08], tem efeitos indesejados, por esse motivo apenas utilizamos o algoritmo de Dijkstra.

Note-se que a associação entre algoritmos de procura de caminhos e mapa de influência não é uma novidade absoluta. Na verdade, Laue and Röfer [Laue 04] utilizaram primariamente um campo vectorial para efetuar a navegação de agentes num mundo virtual, tendo utilizado um algoritmo de procura de caminhos para se fugir localmente de qualquer extremo do campo vectorial. Noutras palavras, o algoritmo de procura de caminhos só entrava em funcionamento na vizinhança de um extremo local. Ao invés, o nosso algoritmo é uma variante de Dijkstra que utiliza uma função de custo que integra a distância Euclideana e a função de influência. Em [Millington 06], é discutida a procura de caminhos táctica que descreve o princípio presente na Eq. (3), não detalhando uma implementação. Finalmente [Paanakker 08] aborda a conjugação de algoritmos de procura de caminhos com o que o autor descreve como mapas de influência. No entanto, dentro da circunferência que descreve cada propagador o valor é único, i.e., não se baseiam na distribuição Gaussiana como é o nosso caso.

4. AVALIAÇÃO DO ALGORITMO

Na avaliação do comportamento do algoritmo, utilizou-se um computador sob o controlo do sistema operativo Windows 7 Profissional de 64-bit SP1, e que estava equipado com um processador Intel Corei7 920 @ 2.67GHz processor, 8 GB Triple-Channel DDR3 de RAM, e uma placa gráfica NVIDIA GeForce GTX 295 com 896MB GDDR3 de RAM.

Durante os testes, foi possível tirar as seguintes ilações:

- Na ausência de propagadores, i.e., na ausência de influência, o algoritmo de Dijkstra comporta-se como é usual, independentemente de se usar diagonais (cf. Fig. 2(e)) ou não (cf. Fig. 2(a)).
- Na presença exclusiva de atratores, o agente em movimento tende a passar pelo atratores no seu caminho para o destino, independentemente de se usar diagonais (cf. Fig. 2(f)) ou não (cf. Fig. 2(b)).
- Na presença exclusiva de repulsores, o agente em movimento tende a afastar-se dos repulsores no seu caminho para o destino, embora esse comportamento seja mais natural quando não se

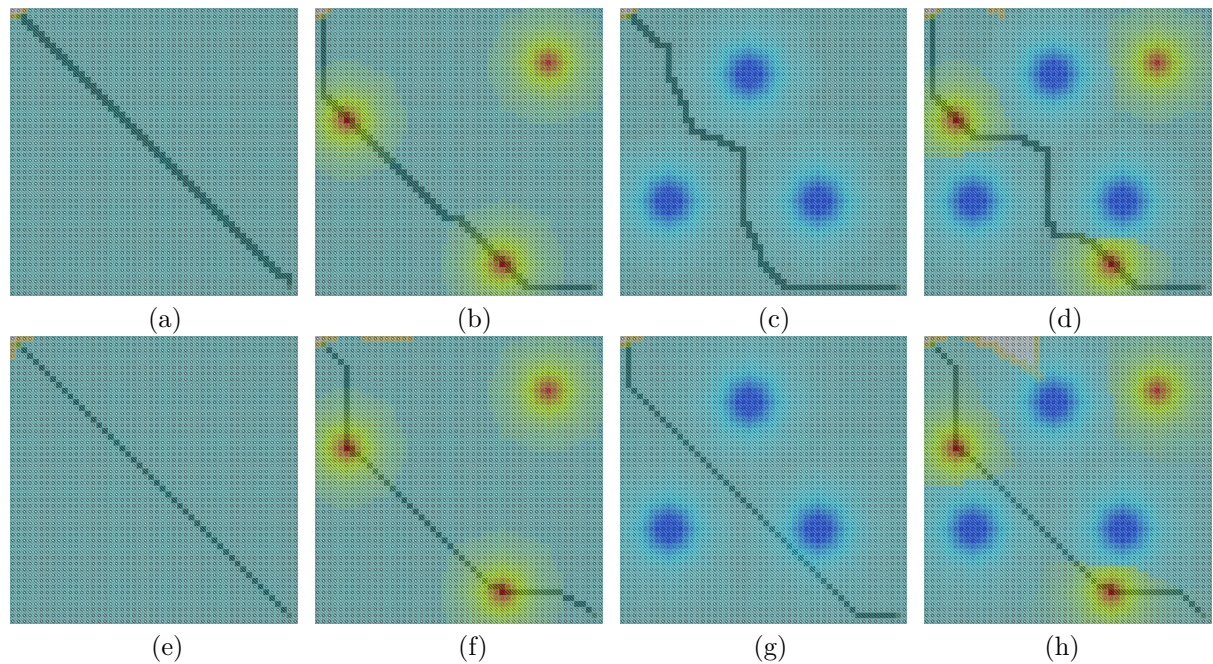


Figura 2. Algoritmo de Dijkstra: (a) sem diagonais e sem mapa de influência; (b) sem diagonais e com mapa de influência com 3 atratores; (c) sem diagonais e com mapa de influência com 3 repulsores; (d) sem diagonais e com mapa de influência com 3 repulsores e 3 atratores; (e) com diagonais e sem mapa de influência; (f) com diagonais e com mapa de influência com 3 atratores; (g) com diagonais e com mapa de influência com 3 repulsores; (h) com diagonais e com mapa de influência com 3 repulsores e 3 atratores.

usa diagonais (cf. Fig. 2(c) por contraposição à Fig. 2(g)).

- Na presença conjunta de atratores e repulsores, o agente tende a passar por atratores e a afastar-se de repulsores. Uma vez mais, este comportamento parece mais natural quando não se utiliza diagonais (cf. Fig. 2(d) por contraposição à Fig. 2(h)).

Como se comprova pelo exposto anteriormente, a existência de extremos locais (i.e., atratores e repulsores) no mundo virtual não impossibilita o agente de chegar ao seu destino, caso exista um caminho entre o nó de partida e o de chegada, i.e., o algoritmo de Dijkstra continua a ser completo pois os nós do grafo são percorridos apenas modificando a escolha do próximo nó a visitar/avaliar durante a procura.

Como nota marginal, refira-se que se usou grafos referentes a mapas em grelha de 50x50 (50 linhas e 50 colunas), como aqueles representados na Fig. 2. Refira-se ainda que a travessia destes grafos é rápida, mas para grafos maiores, como por exemplo, os dos jogos *Dragon Age: Origins* ou *Warcraft III* disponíveis em <http://www.movingai.com/benchmarks/>, a travessia será obviamente mais demorada.

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este artigo apresenta um trabalho preliminar sobre a simbiose entre um algoritmo de procura de caminhos (e.g., algoritmo de Dijkstra) e um mapa de influência de atratores e repulsores. Esta solução permite não só resolver o problema dos extremos locais, mas abre também a possibilidade de poder haver alterações no ambiente de jogo sem alterar o grafo; por exemplo, a destruição de uma ponte no mundo virtual de um jogo exigirá somente a colocação de repulsores nas extremidades da ponte por forma a evitar que um agente tente atravessar a ponte destruída. De referir que isto funcionará apenas se os nós afetos pertencerem ao conjunto dos nós por explorar durante a pesquisa. Caso contrário esta alteração será ignorada. No entanto, uma vez que as influências apenas afetam a ordem de escolha do nó seguinte no algoritmo de Dijkstra este não precisa de descartar a computação feita quando se coloca ou se remove um repulsor.

Como trabalho a desenvolver num futuro próximo, refira-se o seguinte:

- Acelerar o desempenho do algoritmo utilizando funções de influência limitada ou local no espaço do jogo. Isto é particularmente adequado quando um propagador se move, é adicionado ou removido no/ao/do mapa do jogo. Repare-se que a função (1) associada a cada propagador tem uma

influência global no espaço do jogo.

- Desenvolver um algoritmo similar para grafos não regulares, ou seja, em que o custo $C(m, n)$ (i.e., distância Euclideana) associado a cada aresta varia de aresta para aresta.
- Desenvolver um algoritmo de colocação automática de propagadores em mapas de jogos por forma a acelerar a travessia de um dado caminho.
- Incorporar o mapa de influência noutros algoritmos de procura de caminhos.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através da bolsa individual de doutoramento SFRH/BD/86533/2012.

Referências

- [Dijkstra 59] E. W. Dijkstra. A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. *NUMERISCHE MATHEMATIK*, 1(1):269–271, 1959.
- [Hart 68] P.E. Hart, N.J. Nilsson, e B. Raphael. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2):100–107, 1968.
- [Koenig 04] S. Koenig, M. Likhachev, e D. Furcy. Lifelong Planning A*. *Artif. Intell.*, 155(1-2):93–146, Maio 2004.
- [Koenig 05] S. Koenig e M. Likhachev. Fast replanning for navigation in unknown terrain. *IEEE Transactions on Robotics*, 21(3):354–363, 2005.
- [Laue 04] T. Laue e T. Röfer. A Behavior Architecture for Autonomous Mobile Robots Based on Potential Fields. Em Daniele Nardi, Martin Riedmiller, Claude Sammut, e José Santos-Victor, editores, *RoboCup 2004: Robot Soccer World Cup VII*, páginas 122–133. Springer-Verlag, 2004.
- [Millington 06] I. Millington. *Artificial Intelligence for Games (The Morgan Kaufmann Series in Interactive 3D Technology)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2006.
- [Nilsson 98] N. J. Nilsson. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1998.
- [Paanakker 08] F. Paanakker. *AI Game Programming Wisdom 4*, capítulo Risk-Adverse Pathfinding Using Influence Maps, páginas 173–178. Charles River Media, Inc., 2008.
- [Russell 03] S. J. Russell e P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2ª edição, 2003.
- [Thurau 04] C. Thurau, C. Bauckhage, e G. Sagerer. Learning human-like movement behavior for computer games. Em *Proceedings of the 8th Int. Conf. on the Simulation of Adaptive Behavior (SAB'04)*, 2004.
- [Tozour 01] P. Tozour. *Game Programming Gems 2*, capítulo Influence Mapping, páginas 287–297. Charles River Media, Inc., Rockland, MA, USA, 2001.

Videojogos comerciais e literacia mediática, alguma ligação?

Isabel Domingues
Universidade da Beira Interior
Covilhã
dominguesisamar@hotmail.com

Ernesto Vilar Filgueiras
FAL/Universidade da Beira Interior
Covilhã
ernestovf@gmail.com

Resumo

O artigo apresenta um projeto de investigação cujo tema é a utilização dos videojogos comerciais, um dos media mais utilizados pelos jovens, e a sua prática proporciona formas de comunicação entre eles. Alguns comunicam em permanência enquanto jogam para definirem estratégias, através da internet e de chats, porque frequentemente esses jogos podem ser jogados em equipa. Isso proporciona a leitura, a interpretação e a produção de informações e de mensagens media que, eventualmente, contribuem para atingir níveis mais elevados de literacia em determinadas áreas.

Inúmeros estudos reconhecem que a utilização de ferramentas convertidas em videojogos (gamificadas), conduz ao aumento da motivação dos jovens, da criatividade, do pensamento crítico, da concentração, e de habilidades manuais e cognitivas. Desconhece-se a influência e o contributo de diferentes classes de videojogos comerciais (estratégia, simuladores, aventura, infantil, passatempo, RPG, desporto e educacionais), na leitura, na interpretação e na produção da informação, e no aumento dos níveis de literacia, em áreas distintas, tais como, política, economia, sociedade, cultura, desporto, ambiente, leitura, matemática e ciências.

O objetivo principal deste trabalho é estudar, quantificar e classificar as possíveis influências e os impactos de diferentes categorias de videojogos comerciais na literacia dos media, isto é, no aumento dos níveis de competências, de leitura, interpretação e produção da informação em diversas áreas, através da análise de correlações, entre estas aptidões e os perfis dos jogadores.

A metodologia a aplicar será dividida em dois tipos de procedimentos (i.e. exploratório e experimental) aplicados em duas fases do estudo distintas, mas complementares. O instrumento de recolha de dados consiste na construção e aplicação de um questionário online multimédia interativo, que englobe testes de compreensão, crítica e análise dos media, assim como algumas questões práticas de literacia de leitura, matemática e científica (incluídas no método PISA). Será também aplicado um experimento controlado para conhecer a influência dos videojogos na literacia dos jogadores, e para averiguar se os níveis de literacia relativa dos não jogadores são idênticos, superiores ou inferiores aos dos jogadores.

Como resultado da investigação, espera-se revelar os contributos de diferentes tipos de videojogos comerciais para o aumento dos níveis de literacia dos media. Os dados serão tratados estatisticamente e os resultados das preferências/hábitos de jogo versus a avaliação em diferentes áreas, poderão revelar perfis de competências compreensivas, interpretativas e críticas, e demonstrar se existem, quais são os reais contributos dos videojogos comerciais na partilha da informação e desenvolvimento do conhecimento juvenil.

Palavras-chave: Videojogos comerciais, jogadores, jovens, literacia dos media.

1. INTRODUÇÃO

O caráter atrativo dos videojogos associado ao conceito do lúdico, descrito por Piaget, pode contribuir de forma significativa para o desenvolvimento global do ser humano, facilitando o processo de comunicação, socialização, expressão e construção do pensamento através de representações mentais [Piaget71]. Outros autores [Vigotsky98; Freire97; Kishimoto10; Rodrigues89; Rabinovich07], referidos num estudo [Cebalos11] evidenciaram que as atividades que envolvem o conceito de ludicidade estão inter-relacionadas com o desenvolvimento do conhecimento.

Os videojogos são hoje a segunda maior indústria de entretenimento do mundo, sendo apenas ultrapassados pela televisão, e assim já ocupam uma parte significativa do dia a dia das crianças e dos adultos. A média de idades dos jogadores de jogos de computador/videojogos é de 34 anos, sendo que cada adulto joga, em média, há 12 anos e 40% do total de jogadores são mulheres. Elas preferem maioritariamente (80%), a plataforma Wii, enquanto que os homens dividem as suas preferências pela Wii (41%), pela XBOX360 (38%) e, em menor proporção, pela PS3 (21%), segundo pesquisas realizadas [ESRB14].

Os videojogos são um dos media mais usados, que estão relacionados com a literacia, e que são formas de

comunicação entre jogadores. Uma grande parte dos jogadores estabelece, permanentemente, comunicações através de ligações pela internet, para definirem estratégias mesmo enquanto jogam, porque muitas vezes jogam em equipa. Há, portanto aqui, muita comunicação, interpretação, leitura e produção de mensagens media que servem de suporte ao eventual contributo dos videojogos, para atingir níveis de literacia mais elevados nas áreas dos media, leitura, matemática e ciências.

A educação para os media é importante na medida em que, os media estão muito presentes na vida das pessoas, e é essencial a capacidade de compreensão crítica dos media, para a promoção da participação ativa enquanto cidadãos [Pinto11]. Desse modo, o uso que os jovens já fazem dos media podem alicerçar as bases da educação para os media [Ponte08], e no contexto dos videojogos, o jovem pode tornar-se “um agente ativo da mudança, um autor criativo de pleno direito, não só de artefactos narrativos particulares, mas também de novas formas de contar histórias” [Sousa12: p.181]. Assim, através da literacia dos media, o jovem ao comunicar por meio da utilização dos videojogos, está em simultâneo a adquirir competências que podem ajudar a aumentar os níveis de literacia em áreas fundamentais do conhecimento formal e informal.

Algumas questões se colocam na reflexão das potencialidades dos videojogos associados aos jovens, nomeadamente: Porque despertam tanto interesse? Por que razões jogam e durante tanto tempo? É possível utilizar o potencial dos videojogos como promotor da literacia dos media, da leitura, da matemática e das ciências?

Nesta ótica, o problema que orienta a investigação é identificar que tipo de jogos contribui para cada um dos tipos de literacia, identificada anteriormente como elemento promotor/ativador da comunicação, leitura, interpretação, e produção de mensagens media, que servem de suporte ao eventual contributo dos videojogos para atingir níveis de literacia mais elevados nas áreas dos media, e em áreas específicas.

A literatura afirma que “a literacia dos jogos pode conduzir a uma perspetiva reflexiva produtiva, relativamente à concepção (incluindo conteúdo) assim como à formação de identidades que dominam as tecnologias” [Gee10: p. 226]. A respeito dos videojogos em contexto escolar, as regras do jogo podem ser definidas através da inserção dos conteúdos curriculares e assim os videojogos tornarem-se úteis no processo ensino-aprendizagem [Zagalo11]. Alguns estudos sugerem que os videojogos de matemática para computador, aumentam os conhecimentos de matemática [Ke07; Klawe98; Moreno02; Sedighian96]. O projeto nacional “Navegando com o Magalhães, estudo sobre o impacto dos media digitais nas crianças” [Pereira13], em que foram aplicados questionários a alunos dos 3º e 4º anos do 1º ciclo do ensino básico, que passaram a utilizar o computador pessoal cofinanciado pelo governo português, o “Magalhães”, verificou que a atividade jogar

é das que os jovens mais apreciam, despendem nela muito tempo e dizem que serve para aprenderem.

Ademais, não se encontrou na literatura estudos que relatem o contributo dos diferentes tipos, classes ou categorias de videojogos comerciais no aumento dos níveis de literacia dos media. Deste modo, faz sentido enveredar-se por uma investigação assente na utilização dos videojogos pelos jovens e o impacto daqueles na literacia dos jovens, e como ferramenta atuante no processo de desenvolvimento intelectual, social e pessoal. Como resultado da investigação, espera-se conseguir revelar os contributos de diferentes tipos de videojogos comerciais para o aumento dos níveis de literacia dos media. Os dados serão tratados estatisticamente e os resultados das preferências/hábitos de jogo versus a avaliação em diferentes áreas, poderão revelar perfis de competências e compreensivas, interpretativas e críticas, e demonstrar se existem, e quais são os reais contributos dos videojogos comerciais no desenvolvimento do conhecimento juvenil.

2. PROBLEMA E HIPÓTESES DE ESTUDO

O principal problema deste estudo enquadra-se no seguimento de estudos realizados que evidenciam que níveis mais elevados de literacia podem ser atingidos, pela utilização de algumas classes (narrativa e modelo de interatividade) de videojogos, que podem proporcionar benefícios no aumento da capacidade de compreensão e comunicação dos seus utilizadores, em particular, dos jovens. Interessa, mais especificamente, perceber que tipos de jogos comerciais contribuem para o desenvolvimento do conhecimento, da informação dos media ou de áreas específicas. Para tal, serão cruzadas e classificadas informações subjetivas e objetivas, recolhidas a partir da opinião e preferências dos jovens jogadores e não jogadores (dados subjetivos) e da avaliação de literacias e hábitos de jogo (dados objetivos). Os investigadores [Pinto11] referem que os estudos da educação para os media em Portugal são ainda escassos, no que se referem às práticas, métodos e impactos.

Assim, o objetivo principal deste estudo é averiguar (caso existam) as relações entre as diferentes classes de videojogos comerciais e a literacia dos media, isto é, no aumento dos níveis de competências, de leitura, interpretação e produção da informação em diversas áreas. Com o propósito desta investigação relaciona-se também com o facto de não se terem localizado, estudos anteriores que referissem o contributo dos videojogos comerciais na literacia dos media, ou em quais os domínios de avaliação segundo o relatório de PISA [OECD14], a literacia da leitura, literacia matemática ou literacia científica. Também faz parte dos objetivos principais deste estudo, conhecer os perfis dos jovens jogadores; os critérios ligados as suas preferências de jogo; as características das suas comunicações e relações estabelecidas enquanto jogadores; a literacia dos media e a literacia de leitura, matemática e científica.

Como objetivos específicos este trabalho pretende:

1. Conhecer, classificar e caracterizar os hábitos de

jogo para definir o perfil dos jogadores, através de critérios objetivos como: tempo e frequência de jogo, condições em que jogam, media utilizados (*online* e *offline*), plataformas (móveis ou fixas), categorias predominantes de videojogos que jogam.

2. Conhecer as principais aplicações *gamificadas* e comparar as motivações para o jogo com os jogos comerciais.
3. Testar as capacidades de grupos de jogadores para averiguar, de que forma, a utilização dos videojogos promove a literacia dos media, da leitura, matemática e científica. Ou seja, será que os videojogos comerciais são um facilitador de cálculo, compreensão de conteúdos, criatividade, concentração, memorização, definição e alcance de objetivos e conhecimentos?

Nesse sentido, formulam-se as hipóteses deste estudo:

H0 = Os videojogos, nas suas diferentes categorias, não contribuem para aumentar níveis de conhecimentos, nem promovem a literacia dos media.

H1 = Os videojogos contribuem para a obtenção de níveis mais elevados de literacia dos media e de outras áreas do conhecimento nos jovens (dos 12 aos 15 anos de idade).

A par desta problemática, indicam-se outras questões que permitirão conhecer com maior exatidão toda a situação e confirmar a hipótese principal, sendo elas:

- Quais são os tipos de videojogos utilizados?
- Quais são os principais hábitos de jogo?
- Qual é o perfil dos jogadores? Preferências em relação ao género e à idade. Definição e caracterização de perfis de jogadores.
- Como comunicam e se relacionam através do jogo, e como o fazem em equipa?
- Que leitura e interpretação fazem os jovens das mensagens media?
- Os jovens são utilizadores críticos e reflexivos dos videojogos?
- Os jovens são produtores de mensagens de media através das comunicações estabelecidas para jogar?
- A utilização dos videojogos promove a literacia dos media? Em que medida e de que forma?
- A utilização dos videojogos promove a literacia da leitura, matemática e científica? Em que medida e de que forma?
- Os jovens utilizam aplicações *gamificadas*? Análise heurística das principais fontes.

O facto de os jovens incluírem nas suas rotinas de entretenimento a utilização frequente dos videojogos, e de se considerar que, a sua prática favorece a aquisição, desenvolvimento e partilha de conhecimentos, as práticas relacionais e de comunicação dos jovens promove uma atitude crítica e reflexiva dos videojogos, justifica um estudo que poderá conduzir a melhorias no desenvolvimento do conhecimento e de informações e em

diversas áreas. Estima-se que um estudo sobre as classes de jogos (narrativa e modelo de interatividade) e as suas diferentes influências na literacia, seria algo bastante importante e de extrema utilidade em novas tecnologias de informação, na comunicação e interação para a vinculação do conhecimento em todos os media digitais, incluindo os videojogos, entre eles. Espera-se também, poder contribuir para que pais, educadores, políticos, desenvolvedores de videojogos e cidadãos no geral, reconheçam neste media, um potente e importante veículo promotor de desenvolvimento de conhecimentos e comunicação, e estímulo à criação de cidadãos mais críticos, esclarecidos, criativos e participativos.

3. METODOLOGIA

A metodologia a aplicar será dividida em dois tipos de procedimentos (i.e. exploratório e experimental) aplicados em duas fases do estudo distintas, mas complementares. Será aplicado um experimento controlado para conhecer a influência dos videojogos na literacia dos jogadores, e para averiguar se os níveis de literacia relativa dos não jogadores são idênticos, superiores ou inferiores aos dos jogadores.

A primeira fase do estudo tem como objetivo identificar as práticas de jogo dos jovens, quanto à tipologia de videojogos, às interfaces utilizadas e à frequência de jogo, e simultâneo, avaliar competências de literacia dos media em várias áreas.

Assim, primeiramente, pretende-se fazer um levantamento das diferentes mecânicas dos videojogos e dos principais tipos de narrativa em jogos, tendo em conta alguns critérios, como o perfil do jogador quanto à frequência de jogo.

De seguida, na segunda parte desta fase, pretende-se fazer um levantamento do perfil de três grupos, classificados como jogadores de a) alta frequência, b) baixa frequência e c) não jogadores [Gupta96]. Pretende-se testar competências de compreensão, interpretação e crítica da informação, e dos níveis de literacia, em áreas distintas, tais como, política, economia, sociedade, cultura, desporto, ambiente, leitura, matemática e ciências.

Na terceira parte desta fase, a amostra será agrupada por perfis de jogador, que depois serão cruzados com os dados obtidos na área da literacia dos media, assim como nas capacidades de interpretação da informação de leitura, de matemática e de ciências.

Para tal, intentamos inquirir 200 alunos, todos na faixa etária dos 12 aos 15 anos, que frequentem o 3º ciclo do ensino básico público ou privado.

Para o efeito, será construído e aplicado um questionário online multimédia interativo, através dos aplicativos da *Google Docs* (imagem, áudio e vídeo) que englobe testes de compreensão, crítica e análise dos media, assim como algumas questões práticas de literacia de leitura, matemática e científica (incluídas no método PISA). O questionário incluirá a criação de cenários/situações para avaliar a literacia dos media, nomeadamente, através da inclusão de excertos de notícias de carácter político,

económico, social, cultural, desportivo, ambiental, etc. divulgados nos media, nomeadamente em jornais, revistas, televisões, emissoras de rádio e websites. Incluirá também questões-problemas nas áreas de leitura, matemática e ciências.

Após o termino desta primeira fase, numa fase intermédia que antecede o segundo estudo, pretende-se convidar alguns destes jovens, que participarão na segunda fase do estudo, a jogarem diversos videojogos, de forma controlada, ao longo de um período de seis meses, findo o qual, será aplicado o mesmo instrumento, de forma a averiguar, se existem e, quais as diferenças. O acesso aos jogos será efetuado gratuitamente através das plataformas da *Google Store* ou da *Apple Store*.

Assim, a segunda fase tem como objetivo verificar a influência dos videojogos comerciais nas competências de literacia dos media em várias áreas, após o período de jogo.

Para o efeito, a amostra será composta por 45 voluntários, divididos por três grupos de 15 voluntários cada, associados pela mesma frequência de jogo, e por classes de jogos que demonstraram ter influência sobre os domínios avaliados na fase anterior. Será aplicado o mesmo instrumento utilizado na primeira fase do estudo na recolha dos dados.

Como resultado da investigação, espera-se revelar os contributos de diferentes tipos de videojogos comerciais para o aumento dos níveis de literacia dos media. Os dados serão tratados estatisticamente e os resultados das preferências/hábitos de jogo *versus* a avaliação em diferentes áreas, poderão revelar perfis de competências compreensivas, interpretativas e críticas, e demonstrar se existem, quais são os reais contributos dos videojogos comerciais na partilha da informação e desenvolvimento do conhecimento juvenil.

4. VIDEOJOGOS E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

O processo de desenvolvimento de competências dos jovens deve incluir o envolvimento e a motivação, através dos meios e da linguagem que estão habitualmente ligados [Piaget70; Freire97]. Desta forma, a sociedade atual deve procurar fomentar a criação de jovens mais motivados, cidadãos mais críticos, esclarecidos, criativos e participativos, tendo em conta as novas formas de comunicação e adequando-se à velocidade destes meios [Gee10], e neste contexto enquadram-se os videojogos como um dos media de entretenimento de maior crescimento nos últimos 30 anos [Simon03; ESRB14].

A utilização dos videojogos aumenta a motivação dos jovens [Burguillo10; Kebritchi10; Malone80], estimula a aprendizagem profunda e o pensamento criativo [Eow, 09; Papert80], proporciona ambientes significativos de aprendizagem [Shaffer06] e pode ainda despertar o interesse por novas extensões de leitura [Squire04]. Os videojogos são formas de comunicação entre jogadores, e modificaram os modos de os indivíduos agirem socialmente, pois a sua prática é também uma maneira de

os jogadores terem uma participação ativa ao nível social [Deda10], a prática dos jogos sociais, através das redes sociais, leva ao maior envolvimento social. Essas práticas de jogo envolvem a comunicação que é fundamental para os jogadores, principalmente porque muitas vezes jogam em equipa. Eles comunicam em permanência enquanto jogam, especialmente para definirem estratégias, transitarem de níveis, ultrapassarem obstáculos, por meio da utilização frequente de softwares de comunicação através da internet, com serviço de video e voz, como exemplo, o *skype* ou *raidcall* ou outras salas de conversação em tempo real (*chats*). Essas comunicações cimentam práticas relacionais, mantidas e desenvolvidas através da prática dos videojogos, que proporcionam o alcance de níveis mais elevados de literacia dos media [Gee10; Prensky01; Zagalo08].

De acordo com Schuytema [08], “um jogo eletrónico é uma atividade lúdica formada por ações e decisões, limitadas por um conjunto de regras e por um universo, que no contexto dos jogos digitais, são regidos por um programa de computador” (p. 447). As ações e decisões do jogador contextualizam a narrativa do jogo, sendo que, as regras enunciam aquilo que é permitido fazer, assim como todas as consequências das escolhas feitas pelo jogador. O jogo eletrónico é constituído por três elementos: enredo, motor e interface interativa. O enredo compreende o tema, a trama, os objetivos e a sequência de acontecimentos; o motor do jogo é a estrutura que orienta as ações e as decisões do jogador; a interface interativa possibilita a comunicação entre o jogador e o motor do jogo, fazendo a ligação entre as opções do jogador e os desenvolvimentos no ambiente do jogo [Battaiola00].

São inúmeras as potencialidades atribuídas aos videojogos, entre elas a destreza na organização dos sentidos e a rapidez do pensamento. Os jogos de vídeo, sendo mais complexos, ao proporcionarem a tomada de decisões difíceis em frações de segundo, não só melhoram a coordenação motora das mãos e dos olhos, como aumentam a velocidade de raciocínio [Johnson05]. O facto de os videojogos possuírem determinadas características, nomeadamente terem regras e metas, serem engraçados e interativos, possibilitarem a resolução de problemas e obtenção de resultados, proporcionarem *feedback*, irão permitir o desenvolvimento de capacidades, tais como a definição de estruturas, a motivação, o divertimento e o prazer, a aprendizagem e a criatividade [Prensky01]. Os videojogos oferecem a possibilidade de reforçar o desenvolvimento de conhecimentos ao nível da organização dos conteúdos e habilidades manuais [Muros13].

A questão da interatividade é também referida num estudo [Oliveira10], que numa abordagem ao videjogo *The Path*, se verificou que este permite a interatividade do jogador que, ao explorar o jogo, ao participar na ação e ao comparar com situações reais, entra em contacto com o imaginário, e pode estabelecer a compreensão da história do jogo. A possibilidade de interagir destaca-se

pelo facto de que “jogar é uma forma de leitura (interpretação) e escrita (produção) simultâneas” [Gee10: p. 252].

A ocupação dos tempos livres é preenchida de forma agradável pela prática de videojogos [Magalhães09], em que o divertimento e o entretenimento são as principais razões para a prática de jogos.

Os criadores dos videojogos podem conceber os mesmos recorrendo à repetição de ações, sendo esta uma característica importante no processamento da memória [Zagalo11], e “recorrendo a mecânicas de envolvimento dos videojogos (ex. objetivos, recompensas, estatuto, etc.) podemos desenhar atividades simuladas que incitem à repetição de tarefas, porque grande parte da memorização advém da repetição de processos” (p. 7).

Os videojogos modificaram a forma de os indivíduos agirem socialmente, pois a sua prática conduz à participação ativa ao nível social. Assim, a prática dos jogos sociais, por meio das redes sociais, leva ao maior envolvimento social, confirmado pelo estudo realizado com 22 jogadores de *Farmville*, cujo objetivo era o de analisar os processos comunicativos, a integração social e a produção de sentidos [Déda10]. Neste sentido, os autores [Gonçalves10], refletiram sobre o sucesso dos videojogos *online*, os interesses que provocam e as causas relacionadas com o tempo gasto, e concluíram que “as comunidades virtuais representam nos dias de hoje uma forma de os seres humanos partilharem o seu “eu” com os outros cada vez mais fragmentados, entre o real e o virtual” (p. 93), e que os videojogos *online* são um modo de evitar o isolamento, ao permitirem o intercâmbio de comunicação com outras pessoas.

Neste âmbito, ainda existe muita controvérsia sobre a questão da violência presente em alguns videojogos e os eventuais efeitos nefastos em quem os utiliza. Alguns investigadores afirmam que os videojogos agressivos podem ter consequências negativas a curto prazo, e as emoções que daí resultam dependem do tipo de jogo e do grau de violência (Anderson & Ford, 1986), parafraseados por [Ferreira06]. No mesmo sentido, Schutte e colaboradores (1988), também referidos no estudo acima mencionado, concluíram que, crianças com idades entre os cinco e os sete anos, que estas após terem praticado jogos violentos, revelaram comportamentos mais violentos do que outras que tinham participado em jogos não violentos.

No lado oposto, a literatura [Magalhães09] também refere que a violência experienciada nos jogos, nomeadamente em crianças com idades dos seis aos oito anos, não se reflete na vida real, pois elas conseguem fazer a distinção entre realidade e ficção, e os jogos são mais interessantes quando compostos por alguma realidade virtual.

As consequências da utilização dos videojogos podem ser boas ou más, dependendo das circunstâncias de quem os joga e em que ambientes, isto é, os jogos “têm, quando jogados de forma inteligente e na origem da troca de ideias com os pais e os pares, excelentes efeitos

cognitivos nas crianças (...) tornam-se prejudiciais quando utilizados para substituir a presença de uma ama para as crianças oriundas de lares violentos” [Gee10: p. 14]. No entanto, os “resultados dos estudos não têm sido consistentes” [Ferreira06: p. 197], pois apesar de se verificar um aumento de violência em crianças, o mesmo não sucede nos adolescentes e nos adultos, para além de que a quantidade de estudos é ainda reduzida, e as metodologias usadas também são divergentes.

A relação de aproximação entre o indivíduo e a máquina de jogos foi sofrendo alterações, especialmente no aumento do número de pessoas a utilizar os videojogos, e também no sentido de elas obterem maior satisfação ao jogar. Exemplo disto foi o surgimento do controlador *Wii* da Nintendo, que já levou ao aumento do número de pessoas que praticam os videojogos, e que os praticam de uma forma mais salutar [Mano08]. Ao nível das disposições afetivas, [Zagalo07] investigou as questões da criação e desenvolvimento da emoção presente nas estruturas de entretenimento interativo, nomeadamente nos videojogos, e afirmou existir nos jogadores a procura da participação ativa e a gratificação ao nível emocional.

Um estudo publicado recentemente [Colzato13] demonstrou a influência dos videojogos de *First Person Shuter* (FPS) na melhoria de execução de atividades de controlo cognitivo em 52 adultos. O estudo verificou que, os jogadores com experiência em videojogos desenvolvem as capacidades de pensamento e de reação, e de movimentos visuais e auditivos, tornando-se mais rápidos, e reduzindo a possibilidade de erro. Verificou-se que os jogadores de videojogos, foram mais rápidos do que os não jogadores. A amostra era inicialmente de 100 adultos voluntários, à qual foi aplicada um questionário [Clark11] que lhes permitiu aferir a familiaridade que tinham com os jogos (ex. *FPS*, *Role-playing*, *puzzle*, etc.), e classificar os jogadores em três grupos, os jogadores de videojogos, os não jogadores e outros (estes não participaram no estudo posterior). Os jogadores de videojogos foram definidos como jogando jogos de ação (ex. *Call of Duty*, *Modern Warfare*, *Unreal Tournament*, *Half-Life 2*, *BattleWeld*, e *Grand Theft Auto IV*) pelo menos cinco horas por semana, num período de pelo menos um ano, em várias plataformas, nomeadamente PC, Xbox, Playstation e Nintendo). Os não jogadores de videojogos foram definidos como jogando pouco, ou nunca terem jogado videojogos. Uma semana depois dos questionários iniciais, e com base na classificação obtida dos perfis dos jogadores, a amostra de 52 indivíduos foi convidada a participar num procedimento experimental baseado em sessões de testes praticados no computador, sem revelar a eles por que razões tinham sido escolhidos, tendo o resultado mostrado uma significativa influência na capacidade cognitiva do grupo de jogadores.

A média de idades dos jogadores nos Estados Unidos da América é de 30 anos, e jogam em média, há 12 anos, contrariamente àquilo que se poderia pensar, não são apenas as crianças e os jovens, que jogam, nem são a média [ESA12]. No que diz respeito às mulheres, 47% jogam videojogos. Os homens são apontados como tendo

maior experiência nos videojogos, apurada pelo tempo, pela frequência, pela variedade de jogos que utilizam [Bourgonjon11].

5. LITERACIA DOS MEDIA E OUTRAS LITERACIAS

O conceito literacia dos media é associado a outros conceitos, em particular, educação para os media, alfabetização dos media, literacia da informação, literacia digital, entre outros, atribuindo-se-lhe vários sentidos.

Literacia dos media é “uma ampla capacidade de abordar de modo global todas as facetas dos problemas e das questões que se nos possam colocar em função dos media e das suas mensagens” [Reia-Baptista11: p. 55]. De igual modo, o termo literacia dos media (aplicado aos videojogos) está presente no conteúdo do jogo criado para ajudar ou dificultar objetivos, resoluções, estratégias e comportamentos [Gee10]. A expressão literacia mediática está presente “na capacidade de aceder, analisar, avaliar e criar mensagens através de uma variedade de contextos” [Livingstone03: p. 2], e sem uma abordagem democrática e crítica dos media, os indivíduos serão meros recetores e consumidores de informação e de comunicação *online*, o que não vai ao encontro do exercício do direito de cidadania.

Os investigadores [Pinto11] referem-se à educação para os media, e recomendam a sua difusão, convictos de que “os media são, cada vez mais, uma dimensão e um ambiente que marca a vida das pessoas e dos grupos sociais e que dificilmente se pode aprender a ser cidadão sem a compreensão crítica desse ambiente e sem o conhecimento e destreza para nele intervir” (p. 155). Da mesma forma, é a partir do uso que os jovens já fazem dos media, que se podem alicerçar as bases da educação para os media, mas é fundamental “fornecer os dados e ferramentas cognitivas necessárias para que os jovens possam aproveitar melhor a sua relação com os novos media e evitar os perigos indesejáveis” [Ponte08, p. 5].

A alfabetização dos media deve efetivar-se na escola, através da discussão de temáticas relacionadas com os direitos de autor, o direito de ser ouvido e compreendido, a formação cívica, contribuindo desse modo para desenvolver nos alunos o poder comunicativo e colaborativo, no sentido de estarem aptos a participar nas mudanças da vida da escola e da sociedade [Hobbs09].

Para a literacia dos media, é essencial promover a participação ativa e esclarecida dos indivíduos. Tal é possível a partir da narrativa de histórias por meio dos novos media, pois permitem ao público criar e interagir, de forma alargada, através de *blogs*, fóruns e redes sociais, e desse modo “torná-lo um agente ativo da mudança, um autor criativo de pleno direito, não só de artefactos narrativos particulares, mas também de novas formas de contar histórias” [Sousa12, p. 181].

As competências adquiridas na área da literacia dos media, especificamente as provenientes dos videojogos, poderão influenciar a literacia da leitura, da matemática e das ciências, pois através do jogo existe leitura (interpretação) e escrita (produção) simultâneas, e estas

não se verificam apenas ao nível da linguagem, mas também do cálculo, dos conhecimentos científicos de áreas diversas [Gee10].

O conceito de literacia de leitura é definido como “a capacidade do indivíduo para compreender, usar, refletir sobre e apropriar-se de textos escritos, de forma a alcançar os seus objetivos, desenvolver o próprio conhecimento e potencial e participar na sociedade” [OCDE10]. Literacia matemática é “a capacidade de um indivíduo identificar e compreender o papel que a matemática desempenha no mundo real, de fazer julgamentos bem fundamentados, e de usar e se envolver na resolução matemática de problemas da sua vida, enquanto cidadão construtivo, preocupado e reflexivo” [OCDE03]. Literacia científica engloba o “conhecimento científico e à utilização desse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenómenos científicos e elaborar conclusões fundamentadas sobre questões relacionadas com ciência; à compreensão das características próprias da ciência enquanto forma de conhecimento e de investigação; à consciência do modo como ciência e tecnologia influenciam os ambientes material, intelectual e cultural das sociedades; à vontade de envolvimento em questões relacionadas com ciência e com o conhecimento científico, enquanto cidadão consciente” [OCDE06] referidos por [Serrão10].

6. REFERÊNCIAS

- [Battaiola00] Battaiola, A. L. Jogos por computador: Histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação. *Anais do XIX Jornada de Atualização em Informática*, 83-122.
- [Blohm13] Blohm, I. & Leimeister, J. M. Gamification. *Business & Information Systems Engineering*, 1-4.
- [Bourgonjon11] Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., De Wever, B. & Schellens, T. Parental acceptance of digital game-based learning. *Computers & Education*, 57(1), 1434-1444.
- [Burguillo10] Burguillo, J. C. Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566-575.
- [Cebalos11] Cebalos, N., Mazaro, R., Zanin, M. & Ceraldi, M. A atividade lúdica como meio de desenvolvimento infantil. *EFDeportes.com, Revista Digital, Año 16, nº 162*. Buenos Aires.
- [Clark11] Clark, K., Fleck, M. S. & Mitroff, S. R. Enhanced change detection performance reveals improved strategy use in avid action video game players. *Acta Psychologica*, 136, 67-72.
- [Colzato13] Colzato, L. S., Van Den Wildenberg, W. P. M., Zmigrod, S. & Hommel, B. Action video gaming and cognitive control: playing first person shooter games is associated with improvement in working memory but not action

- inhibition. *Psychological research*, 77(2), 234-239.
- [Déda10] Déda, T., Zagalo, N., As funcionalidades dos Social Games integrados as Redes Sociais, Videojogos. In *Conferência de Ciências e Artes dos Videojogos, IST-Taguspark*, Lisboa, 15 a 17 Setembro. ISBN: 978-989- 20- 2190- 4, http://gaips.inesc-id.pt/videojogos2010/actas/Actas_Videojogos2010_files/VJ2010-FP_P_11-20.pdf [acedido em 02/05/2013].
- [ESRB14] ESRB - Entertainment Software Rating Board <http://www.esrb.org/> [acedido em 31/01/2014].
- [Eow, 09] Eow, Y. L., Ali, W. Z. b. W., Mahmud, R.b., & Baki, R. Form one students' engagement with computer games and its effect on their academic achievement in a Malaysian secondary school. *Computers & Education*, 53(4), 1082–1091.
- [Ferreira06] Ferreira, P. A., Carneiro, M. P., Miguéis, M. L., Soares, S. & Esteves, F. Jogos de computador violentos e seus efeitos na hostilidade, ansiedade e ativação fisiológica. In *A criatividade: Revista Lusófona de Ciências da Mente e do Comportamento*, 8, 1: 193-209.
- [Freire97] Freire, P. *Pedagogia da autonomia*. S. Paulo: Editora Paz e Terra.
- [Gee10] Gee, J. P. *Bons videojogos + boa aprendizagem. Colectânea de ensaios sobre os videojogos, a aprendizagem e a literacia*. Mangualde: Pedago.
- [Gonçalves10] Gonçalves, A. & Zagalo, N. Entre a realidade e a virtualidade, in *Proceedings of SBGAMES2010 - IX Brazilian Symposium, Culture Track*, Florianopolis, Brasil, November 8th-10th. (87-94). ISSN: 2179-2259 http://dl.dropboxusercontent.com/u/3081588/papers/SBGAMES_2010_full10_cult.pdf, [acedido em 02/05/2013].
- [Gupta96] Gupta, R. & Derevensky, J. L. The relationship between gambling and video game playing behaviour in children and adolescents. *Journal of Gambling Studies* 12, 375–395.
- [Hobbs09] Hobbs, R. Supporting the development of children's civic engagement: When the teachable moment becomes digital and interactive in *Euromeduc Media literacy in Europe: controversies, challenges and perspectives*. Bruxelas: Euromeduc http://www.euromeduc.eu/IMG/pdf/Euromeduc_ENG.pdf [acedido em 5/04/2013].
- [Johnson05] Johnson, S. *Tudo o que é mau faz bem. Como os jogos de vídeo, a TV e a internet nos estão a tornar mais inteligentes*. Lisboa: Lua de Papel.
- [Ke07] Ke, F., & Grabowski, B. Gameplaying for maths learning: cooperative or not?. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.
- [Kebritchi10] Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. Y. The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427-443.
- [Klawe98] Klawe, M. M. Designing game-based interactive multimedia mathematics learning activities. In *Proceedings of UCSMP International Conference on Mathematics Education*.
- [Livingstone03] Livingstone, S. The changing nature and uses of media literacy' in *MEDIA@LSE Electronic Working Papers No 4.*, <http://eprints.lse.ac.uk/13476/> [acedido em 28/03/2013].
- [Magalhães09] Magalhães, H. *A criança e os videojogos: estudo de caso com alunos do 1.º ciclo do ensino básico*. Tese de Mestrado em Estudos da Criança, Tecnologias da Informação e Comunicação. Braga: Universidade do Minho, <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9543> [acedido em 02/05/2013].
- [Malone80] Malone, T.W. What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. In *Paper presented at the 3rd Acm Sigsmall symposium and the first Sigpc symposium on small systems*. 162-169.
- [Mano08] Mano, V. & Zagalo, N. A revolução do controlador wii, in Nelson Zagalo e Rui Prada (orgs.) *Atas da Conferência ZON / Digital Games 2008 - Porto 6 e 7 de Novembro 2008*, Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade, Universidade do Minho, 111-117, <http://www.lasics.uminho.pt/ojs/index.php/zondgames08/article/view/348/324> [acedido em 07/05/2013].
- [Moreno02] Moreno, R. & Mayer, R.E. Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. In *Journal of Educational Psychology* 94, 156-163.
- [Muros13] Muros, B., Aragón, Y. & Bustos, A. La ocupación del tiempo libre de jóvenes en el uso de videojuegos y redes. In *Comunicar – Revista Científica Iberoamericana de Comunicación Y Educación*, 40, XX, *Scientific Journal of Media Education*, 31-39, <http://www.revistacomunicar.com/pdf/comunicar40.pdf> [acedido em 23/04/2013].
- [Oliveira10] Oliveira, A. & Zagalo, N. The Path, abordagens interativas do storytelling no espaço, in *PRISMA.COM n.º 10*, 2010, Especial Videojogos 2009, http://dl.dropboxusercontent.com/u/3081588/papers/Prisma.Com_n_10_Especial_Videojogos2009_04.pdf [acedido em 5/05/2013].
- [Papert80] Papert, S. *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- [Pereira13] Pereira, L. O computador 'Magalhães' como instrumento de aprendizagem ou plataforma para

- jogar: visões dos decisores vs usos das crianças .
In Livro de Resumos do 2º Congresso Nacional Literacia, Media e Cidadania, maio 2013, Lisboa.
<http://literaciamediatica.pt/congresso/livro-de-resumos> [acedido em 17/05/2013].
- [Piaget70] Piaget, J. *Psicologia e Pedagogia*. Trad. Dirceu A. Lindoso; Rosa M.R. da Silva. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- [Piaget71] Piaget, J. *A formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo*. São Paulo: Zannhar.
- [Pinto11] Pinto, M., Pereira, S., Pereira, L. & Ferreira, T. *Educação para os media em Portugal: experiências, atores e contextos*. Entidade Reguladora para a Comunicação Social. Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade. Braga: Universidade do Minho, http://comedu.blogspot.pt/2011_03_01_archive.html [acedido em 29/03/2013].
- [Ponte08] Ponte, C. & Cardoso, D. Entre nativos digitais e fossos geracionais. Questionando acessos, usos e apropriações dos novos media por crianças e jovens. *In XVI Encontro da Adolescência*, 14 Novembro 2008, <http://www.fcsh.unl.pt/eukidsonline/docs/ComunicacaoCP-DC-Juventude.pdf> [acedido em 8/04/2013].
- [Prensky01] Prensky, M. *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- [Reia-Baptista11] Reia-Baptista, V. Os media, as literacias e a cidadania. *In Atas do Congresso Nacional Literacia, Media e Cidadania*, 49-58, março 2011, Braga, Universidade do Minho: Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade, <http://www.lasics.uminho.pt/OJS/index.php/lmc/article/viewFile/526/495> [acedido em 9/04/2013].
- [Sedighian96] Sedighian, K., & Sedighian, A. S. Can educational computer games help educators learn about the psychology of learning mathematics in children. *In 18th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 573-578.
- [Serrão10] Serrão, A., Ferreira, C. P. & de Sousa, H. D. *PISA 2009 – Competências dos alunos portugueses: síntese de resultados*. Lisboa: GAVE.
- [Shaffer06] Shaffer, D. W. Epistemic frames for epistemic games. *Computers & Education*, 46(3), 223-234.
- [Schuytema08] Schuytema, P. *Design de games: uma abordagem prática*. São Paulo: Cengage Learning.
- [Simon03] Simon, B. Trigger happy: Videogames and the entertainment revolution (review). *Cultural Critique* 54(1), 256-258. University of Minnesota Press.
- [Sousa12] Sousa, M.N., Zagalo, N. & Martins, M. “Eu também posso propagar histórias”. A adaptação e as narrativas transmediáticas na era da participação *In revista Comunicação e Sociedade*, 22. CECS/UM, Braga, Portugal, 167-183.
- [Squire04]. Squire, K. & Jenkins, H. Harnessing the power of games in education. *Insight* 3(1), 5-33.
- [Zagalo07] Zagalo, N. *Convergência entre o cinema e a realidade virtual*. Tese de Doutoramento, Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, https://dl.dropboxusercontent.com/u/3081588/ConvergenciaCinemaRealidadeVirtual_NZ_2007.pdf [acedido em 07/05/2013].
- [Zagalo08] Zagalo, N. & Pereira, L. Ambientes Virtuais e Second Life, in Carvalho, A. A., (Org.), *Manual de Ferramentas da Web 2.0 para Professores*, (pp.147-165). Ministério da Educação DGIDC, http://www.crie.min-edu.pt/publico/web20/manual_web20-professores.pdf [acedido em 08/05/2013].
- [Zagalo11] Zagalo, N. Criar Videojogos para Ambientes Educativos. *Jornadas de TicLínguas 2010*, http://www.academia.edu/2818909/Criar_Videojogos_para_Ambientes_Educativos [acedido em 9/04/2013].



Interaction and Usability in Games

Contents

Transferência de Tecnologia para Causas Sociais através dos VideoJogos <i>Tiago Cardoso, Vitor Santos, Carolina Santos, José Barata Oliveira</i>	80
Primeira Armada da Índia: novo conceito de jogo misturando realidades aumentada e virtual, gestos finos e amplos <i>Leonel Morgado, Paulo Cristóvão, Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes, Paulo Martins, Luís Barbosa, Hugo Paredes, Bernardo Martins, Fausto de Carvalho</i>	86
Bringing User Experience empirical data to gesture-control and somatic interaction in virtual reality videogames: an Exploratory Study with a multimodal interaction prototype <i>Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes, Gonçalo Matos, Diogo Azevedo, Daniela Pedrosa, Leonel Morgado, Hugo Paredes, Luís Barbosa, Benjamim Fonseca, Paulo Martins, Bernardo Cardoso, Fausto de Carvalho</i>	91
A game as a tool for empirical research on the shamanic interface concept <i>Tiago Susano Pinto, António Coelho, Stephan Lukosch, Leonel Morgado</i>	99

Transferência de Tecnologia para Causas Sociais através de VideoJogos

Tiago Cardoso
DEE / FCT / UNL
Campus Monte da Caparica,
tomfc@uninova.pt

Vitor Santos
ISEGI / UNL
Lisboa
vsantos@novaims.unl.pt

Carolina Santos
ENSP / UNL
Lisboa
c.santos@ensp.unl.pt

José Barata
DEE / FCT / UNL
Campus Monte da Caparica
Almada
jab@uninova.pt

Resumo

A sociedade organizou-se para fazer frente a necessidades como o tratamento e acompanhamento de crianças ou jovens com Síndrome de Down, Surdez, Autismo, entre outras patologias. Como resultado, surgiram distintas organizações com o objetivo de lidar com estes casos, compostas por médicos, terapeutas, psicólogos, sociólogos e outros profissionais, mas excluindo profissionais dedicados ao desenvolvimento de novas tecnologias. Por outro lado, alunos finalistas de cursos tecnológicos desenvolvem normalmente um projeto tecnológico do início na disciplina final dos seus cursos - Projeto / Dissertação de fim de curso. Este artigo propõe um método para aplicar o esforço e entusiasmo de tais alunos às causas sociais mencionadas através do desenvolvimento de Jogos.

Palavras-Chave

Jogos Sociais, Surdez, Desordens do Espectro do Autismo, Síndrome de Down.

1. INTRODUÇÃO

Crianças que nascem com “diferenças” dispõem de uma série de Estruturas de Apoio Social (EAS), criadas na sociedade, para lidar com tais “diferenças”, ao longo do seu crescimento. Alguns exemplos de patologias incluem o Autismo, a Síndrome de Down ou a Surdez. Os profissionais que compõem estas estruturas são Médicos, Terapeutas, Sociólogos e outros especialistas nas terapêuticas correspondentes a cada patologia para a qual o cuidado seja prestado. No entanto, estas estruturas normalmente não estão equipadas com profissionais da área das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), dedicados ao desenvolvimento de novas soluções / sistemas de apoio às terapias. Uma revisão da literatura mostra o claro benefício da utilização de tecnologia em tais terapias, nomeadamente o desenvolvimento de Jogos Digitais, como se pode ver em [Ploog][Wuang][Shane].

Dado o facto de estas crianças não pertencerem ao *mainstream*, o desenvolvimento de sistemas que os tenham como alvo não atrai tantas empresas grandes como seria de desejar, exceção feita a algumas soluções genéricas, e.g., algumas interfaces especiais para lidar com questões de acessibilidade.

Por outro lado, algumas iniciativas de trabalho colaborativo entre estas EASs e Universidades podem ser encontradas. Estas iniciativas juntam o esforço dos referidos profissionais das EASs, professores universitários e alunos. Na realidade, estas parcerias normalmente colocam os profissionais das EASs e os professores como elementos seniores que pensam novas aproximações baseadas em tecnologia que possam melhorar as terapias, por um lado, e alunos, como juniores que desenham e desenvolvem tais sistemas enquadrados na disciplina de Projeto ou Dissertação de fim de curso. Em alguns casos, estes sistemas prova-de-conceito das teses, ou projetos de fim de curso, são jogos digitais, dadas as características de interatividade destes sistemas, assim como o aspeto de entretenimento que oferecem às próprias terapias.

Nestas iniciativas de colaboração entre as Universidades e as EASs, os alunos que acabam os seus protótipos prova-de-conceito vão então a provas e terminam os seus cursos, normalmente com a distinção merecida por terem aplicado os conhecimentos adquiridos ao longo dos seus cursos a causas sociais nobres. Depois das provas seguem o caminho normal das suas vidas para a próxima etapa, procurando trabalho e montando as suas vidas profissionais e pessoais. O resultado desta transição é que o refe-

rido protótipo prova-de-conceito fica “órfão”, no sentido de que não há possibilidade de dar suporte à sua utilização nem, muito menos, desenvolvimento de novas versões dando resposta ao feedback recebido pelos utilizadores. A consequência deste resultado é que, embora o protótipo tenha sido muito elogiado, dificilmente se tornará num produto com uma larga utilização. Por outras palavras, o trabalho acaba “na prateleira” e não atinge os desejados utilizadores finais.

Este artigo propõe uma nova aproximação com o nome Games’ Social Tech Booster. A ideia é a criação de um mecanismo de aplicação de tecnologia a causas sociais através de jogos digitais, tendo como base a criatividade, o conhecimento tecnológico e o entusiasmo de alunos finalistas de cursos tecnológicos, como Engenharia Eletrotécnica e de Computadores ou Engenharia Informática, garantindo a continuidade do desenvolvimento dos referidos protótipos até atingirem o mercado.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

A aplicação de Jogos Digitais na saúde não é um tópico novo. Na realidade, vários jogos sérios podem ser encontrados na indústria, onde o objetivo do jogo é um aspeto sério que é atingido através da atividade de jogar, ao mesmo tempo que se disfruta de um ambiente de jogo agradável, de entretenimento, onde o jogador gosta de estar. Mesmo alguns jogos já com algum tempo, como o Sid Meier’s Civilization, ou o SimCity, fornecem aos jogadores conhecimento em diversas áreas, e.g., as características das populações Aztecas ou os mecanismos de organização de tráfego automóvel são exemplos de conhecimento abordado nos dois jogos mencionados.

No que toca à produção de jogos cujo alvo são crianças com algum tipo de “diferenças”, podem também ser encontrados alguns exemplos. Dependendo da dimensão do público-alvo para cada “diferença”, o número de jogos existentes naturalmente aumenta.

Uma revisão da literatura, organizada por patologias de que crianças e jovens possam ter, mostra que um dos casos a que a comunidade científica tem dado mais atenção é a surdez. Alguns exemplos:

- Em [Brashear] descreve-se um jogo destinado ao reconhecimento da Língua Gestual Americana (LGA). Trata-se de um jogo destinado a crianças surdas que vão exercitando a LGA enquanto jogam.
- Em [Adamo-Villani] é descrito um ambiente imersivo, onde crianças surdas e crianças não surdas podem estudar ciência e matemática, através de um ambiente 3D.
- Em [Lee] podemos encontrar a descrição de um outro jogo de ensino da LGA destinado ao desenvolvimento linguístico de crianças surdas.
- Em [Cardoso2014] é descrito para o caso nacional um jogo chamado Kinect-Sign, neste caso destinado

aos ouvintes, i.e., todos os familiares e amigos de surdos.

Outra área exemplo, que tem recebido bastante atenção por parte da comunidade científica, é a área das Desordens do Espectro do Autismo, como resumido em (8). Alguns exemplos podem ser encontrados, como:

- Em [Tanaka] pode-se encontrar a descrição de um jogo para o auxílio ao reconhecimento de caras e objetos.
- Em [Harrold] é apresentada uma proposta de reconhecimento de expressões com recurso a um jogo.

Em termos de avanços nos dispositivos tecnológicos, apareceram alguns dispositivos no mercado, principalmente destinados a jogos de entretenimento, como o Kinect ou os sensores da PlayStation. Estes sensores desafiaram os investigadores e a comunidade científica em geral com o foco nas “diferenças” no crescimento de crianças e jovens. Algumas iniciativas incluem:

- Em [Galveia] pode-se encontrar relatado um trabalho de uma extensão ao SDK do sensor Kinect, acrescentando a possibilidade de reconhecimento de gestos previamente gravados.
- Em [Cardoso2015-1] outra extensão ao SDK do sensor Kinect, desta feita com o objetivo de acrescentar o esqueleto da mão ao esqueleto do corpo humano já disponibilizado pelo SDK.

Embora várias outras iniciativas possam ser encontradas, um contacto próximo com médicos e terapeutas no campo mostra que não existe uma aproximação sistematizada e muitos outros sistemas / jogos poderiam ser desenvolvidos. Por outras palavras, todos estes profissionais agradecem ao mundo tecnológico, nomeadamente no que toca à adoção de jogos digitais para complementar os tratamentos que prescrevem, mas sentem a falta de profissionais de tecnologia dedicados ao desenvolvimento de tais soluções tecnológicas, i.e., existe um grande potencial de aplicação de TICs, em especial jogos digitais, como o alvo de auxiliar as terapêuticas de patologias que não sejam *mainstream*.

3. GAMES’ SOCIAL TECH BOOSTER

Este artigo desenvolve o conceito com o nome Games’ Social Tech Booster (GSTB), inicialmente proposto em [Cardoso2015-2], que pretende tornar-se num impulsor da aplicação de tecnologia a causas sociais através de jogos digitais. O conceito baseia-se no contributo de alunos finalistas de cursos tecnológicos, como Engenharia Eletrotécnica e de Computadores ou Engenharia Informática.

A ideia é juntar a energia e entusiasmo destes alunos jovens, ou ex-alunos, o conhecimento de campo de profissionais que lidam no dia-a-dia com crianças e jovens com “diferenças” nas Estruturas de Apoio Social (EAS), bem assim como de professores do ensino superior. Em termos

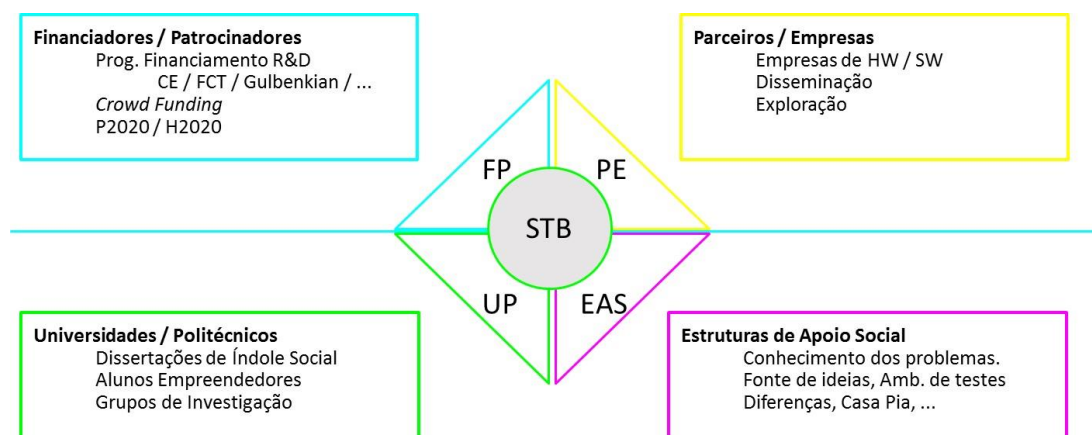


Figura 1 – Potenciais parceiros GSTB

de recursos humanos, o GSTB contará com seniores e juniores. No primeiro grupo incluem-se os especialistas das EASs e Professores. Os juniores serão os ex-alunos que serão contratados depois de acabados os seus cursos e apresentados os seus trabalhos finais.

Para além destes, são também propostos um 3º e um 4º grupo de potenciais parceiros do GSTB: parceiros financeiros ou patrocinadores e empresas. A Figura 1 representa estes potenciais parceiros do GSTB.

Tal como representado na Figura 1, foram identificados quatro potenciais tipos de parceiros do GSTB. Na base:

- **EAS** – estas são as organizações criadas pela sociedade para dar suporte e cuidar das crianças e jovens que sofrem de “diferenças” no seu crescimento. Estas estruturas estão equipadas com médicos, terapeutas, etc. O seu papel no contexto de parceiros do GSTB, é o de fornecimento de definições macro de sistemas / jogos a desenvolver. Uma vez que detêm o conhecimento acerca das terapias a aplicar às crianças e jovens referidos, que serão os utilizadores finais dos jogos a desenvolver no GSTB, têm a sensibilidade de aferir o que realmente é necessário.
- **UP** – Universidades e Politécnicos – estes são a fonte de alunos e ex-alunos que serão quem irá desenhar e desenvolver jogos digitais. Uma vez que os alunos têm que completar a disciplina de projeto de fim de curso, ou dissertação, as UPs disponibilizam temas de trabalho recolhidos nos EASs, para que os alunos os possam escolher para o seu trabalho final / dissertação. Na perspetiva dos alunos, esta será uma opção interessante, especialmente se estes tiverem vontade de desenvolver um trabalho com utilidade social, ou se tiverem um espírito empreendedor.

Estes dois tipos de potenciais parceiros do GSTB são a sua base. Outros dois tipos de parceiros foram também identificados:

- **Parceiros Financeiros ou Patrocinadores** – Uma vez que o maior custo do GSTB será a contratação de ex-alunos, com o objetivo de transformação de protótipos em produtos, o aspeto financeiro do GSTB

torna-se central. Em primeiro lugar, a nível nacional, várias fontes de financiamento deverão ser consideradas, como por exemplo a Fundação Gulbenkian, ou a Fundação EDP. O Horizonte 2020, a nível europeu e o Portugal 2020, a nível nacional, deverão também ser considerados.

- **Empresas** – por fim, uma vez que o espírito GSTB é empresarial, outras empresas foram também identificadas como potenciais parceiras. Por exemplo, empresas de Hardware e empresas de Software poderão contribuir com o seu conhecimento, mas outros tipos de empresas serão igualmente consideradas, nomeadamente por forma a estabelecer canais de exploração dos jogos desenvolvidos, assim como levar a cabo iniciativas de disseminação.

Em termos operacionais, a proposta aqui apresentada divide-se em 4 fases:

- 1º há que fazer a identificação das necessidades e especificação macro dos jogos a desenvolver, por parte dos Professores e dos Profissionais das EASs.
- 2º os alunos finalistas que consideram tais trabalhos interessantes para se tornarem nos seus projetos de fim de curso, ou tópicos centrais às suas dissertações e sentem o entusiasmo ou oportunidade de aplicação das suas aprendizagens ao longo do curso a uma causa social concreta, candidatam-se a estes projetos e desenvolvem os protótipos correspondentes.
- 3º, a principal fase no contexto GSTB, alguns destes estudantes são contratados para continuar os seus protótipos e transforma-los em produtos.
- Finalmente, na 4ª fase, tais produtos são colocados no mercado através de empresas parceiras a identificar.

A Figura 2 mostra as 4 fases do modelo de negócio do GSTB.

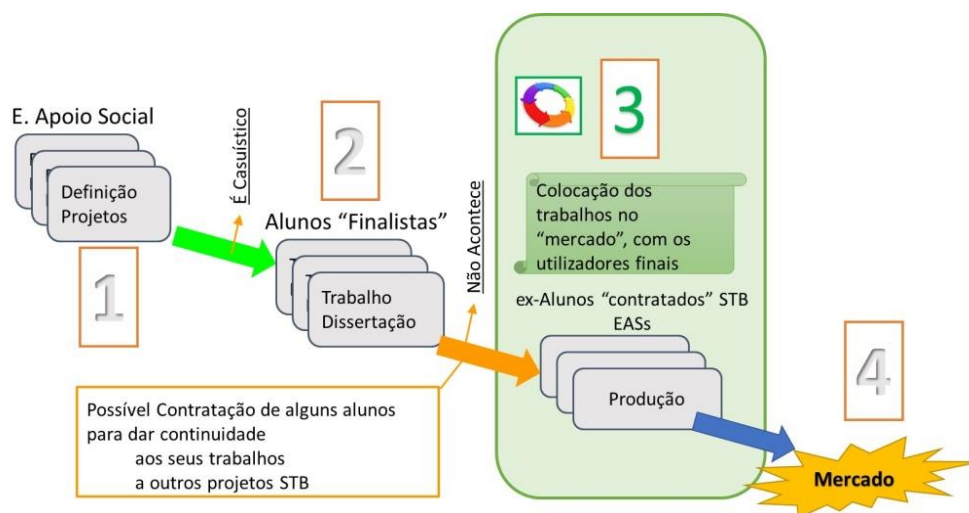


Figura 2 – Modelo de Negócio GSTB

Por outras palavras, o processo ilustrado na Figura 2 representa o Modelo de Negócio do GSTB, dividido em 4 fases, com os seguintes papéis:

1. Identificação de Necessidade / Ideia – a primeira fase envolve o GSTB propriamente dito e as Estruturas de Apoio Social e o objetivo é a identificação de projetos / jogos a serem desenvolvidos depois, assim como uma macro especificação dos mesmos.
2. Prototipagem – a segunda fase envolve o GSTB, professores do ensino superior e alunos finalistas. Nesta fase pretende-se fazer o desenho e desenvolvimento de soluções protótipo. Trata-se de jogos protótipo desenvolvidos pelos alunos para terminar os seus ciclos de estudos.
3. Produção – a terceira fase, que constitui a principal razão de existência do GSTB, envolve alguns ex-alunos e o objetivo é transformar os protótipos em produtos, levando-os até ao mercado e consequentemente aos utilizadores finais, em larga escala. Esta fase de produção funciona de forma cíclica, por forma a englobar a criação de várias versões dos jogos, aproveitando o feedback a recolher.
4. Lançamento no mercado – finalmente haverá que entregar os produtos prontos para o Mercado a em-

presas parceiras que se encarreguem de acrescentar o valor de canais de distribuição, marketing, etc. à medida que o retorno é recebido do mercado, há então que entregar esse retorno tanto ao próprio GSTB, como aos autores técnicos dos jogos, os profissionais das EASs.

A Figura 3 representa a estrutura de funcionamento do GSTB.

No topo, à direita da figura, as entidades financiadoras introduzem capital no GSTB principalmente destinado a contratar ex-alunos. Estes ex-alunos (representados à esquerda na figura) desenvolvem projetos / jogos para as EASs (no lado direito da figura) e finalmente para as crianças e jovens com “diferenças”. O GSTB propriamente dito funciona apenas como um impulsionador deste ecossistema, como a designação *booster* sugere.

4. VALIDAÇÃO

A implementação do conceito GSTB teve já o seu início, incluindo vários protótipos de jogos desenvolvidos em colaboração com algumas Estruturas de Apoio Social.

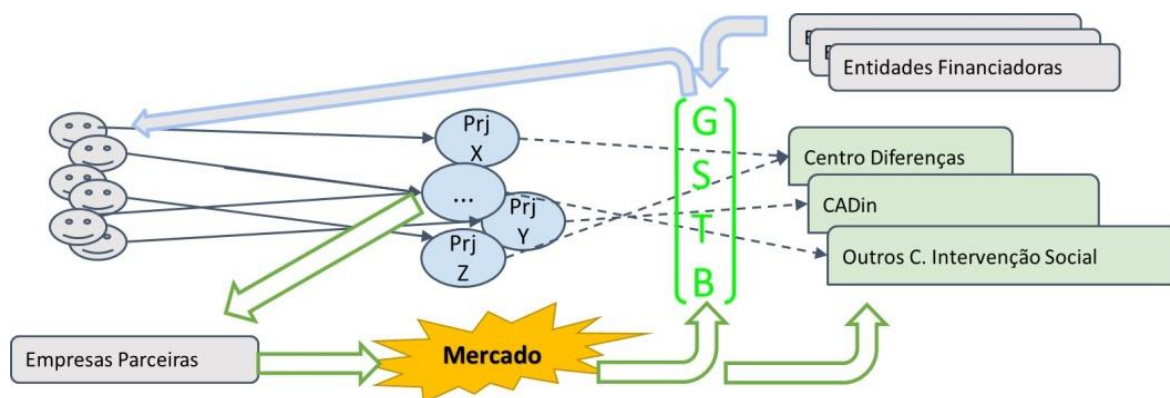


Figura 3 – Estrutura de funcionamento do GSTB

A Tabela 1 mostra alguns exemplos:

Nome	Pequena Descrição	EAS
Kinect Sign	Jogo desenvolvido para Ensino de Língua Gestual Portuguesa a ouvintes.	Instituto Jacob Rodrigues Pereira
Game Wizard	Sistema de construção automática de jogos do estilo Super-Mário através de uma interface amigável.	Centro Diferenças
Reino dos Fonemas	Jogo criado para o ensino dos fonemas a crianças com dificuldades de aprendizagem.	Centro Diferenças

Tabela 1 – 3 projetos exemplo - no estado de protótipos.

Como se pode ver na Tabela 1, duas Estruturas de Apoio Social participaram nestes 3 projetos exemplo. A ideia do GSTB é trabalhar numa rede de Politécnicos e Universidades, assim como EASs. A experimentação dos jogos protótipo já terminados mostra que a distância entre eles e os produtos finais não é grande e que o próxima fase do próprio GSTB é tangível.

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O Games Social Tech Booster apresentado neste artigo pretende encontrar uma solução de continuidade dos jogos protótipo desenhados e desenvolvidos por alunos finalistas, que surgem como resultado iniciativas de parcerias entre Estruturas de Apoio Social e Universidades ou Politécnicos.

A ideia principal apresentada neste artigo não é a introdução de novas formas de jogos digitais nem novas tecnologias, mas sim propor a utilização conjunta de conhecimento oriundo de distintas áreas do saber que, aplicado em conjunto, possa acrescentar valor à sociedade. Por outras palavras, colocando o conhecimento de terapeutas e médicos junto ao entusiasmo de alunos finalistas de cursos tecnológicos, com a orientação dos seus professores, pode resultar em jogos digitais que ajudem nas terapias de distintas patologias. O GSTB é então uma proposta para garantir a evolução dos protótipos resultantes das referidas parcerias até atingirem o estado de produtos de mercado, disponíveis para os seus utilizadores finais, em larga escala.

O conceito GSTB foi já apresentado na forma de PITCH a distintas personalidades, tanto de Estruturas de Apoio Social, como Organizações de I&I e I&D, ou Aceleradores de Inovação, por forma a receber o seu contributo tanto na construção do conceito em si, como na especificação da componente operacional do mesmo. A aceitação foi unânime.

Em termos de trabalho futuro, o aspeto de construir uma rede nacional, numa primeira fase, será um passo a concretizar, envolvendo tanto outras Universidades e Politécnicos, como outras Estruturas de Apoio Social.

Neste momento, as EASs envolvidas são o Centro Diferenças, o Centro CADIn e a Cooperativa Focus, que estão já a contribuir com definições macro de jogos a desenvolver. Existem 5 protótipos concluídos, prontos a ser “continuados” e outros 4 estão em fase de desenvolvimento.

O conceito foi incluído numa proposta de financiamento para o programa P2020 e outras chamadas a propostas de projetos a serem financiados estão também a ser consideradas. Uma vez conseguido o primeiro caso de financiamento, ex-alunos começarão a ser contratados e a fase de produção terá o seu início.

6. REFERENCES

- [Ploog] Ploog, Bertram O., et al. s.l. Use of Computer-Assisted Technologies (CAT) to Enhance Social, Communicative, and Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. Springer.
- [Wuang] Yee-Pay Wuang, Ching-Sui Chiang, Chwen-Yng Su, Chih-Chung Wang. s.l. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children. Elsevier. Research in Developmental Disabilities.
- [Shane] Shane, Howard C., et al. s.l. Applying Technology to Visually Support Language and Communication in Individuals with Autism Spectrum Disorders. Springer.
- [Brashear] Brashear, Helene, et al. American sign language recognition in game development for deaf children. New York : ACM , 2006 .
- [Adamo-Villani] Adamo-Villani, Nicoletta e Wright, Kelly. SMILE: an immersive learning game for deaf and hearing children. New York : ACM , 2007 .
- [Lee] Lee, Seungyon, et al. A gesture-based american sign language game for deaf children. New York : ACM, 2005.
- [Cardoso2014] Cardoso, Tiago, et al. Kinect-Sign: Teaching Sign Language to “Listeners” through a Game. New York : Springer, 2014. Enterface 2013.
- [Grynszpan] Grynszpan, Ouriel, et al. Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis. 2014, Autism, pp. 346-361.
- [Tanaka] James W. Tanaka, Julie M. Wolf, Cheryl Klaiman, et al. Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: the Let’s Face It! program. 2010, Journal of Child Psychology and Psychiatry, pp. 944-952.
- [Harrold] Harrold, Natalie, Tan, Chek Tien, Rosser, Daniel. Towards an expression recognition game to as-

sist the emotional development of children with autism spectrum disorders. New York : ACM, 2012. WASA '12 Proceedings of the Workshop at SIGGRAPH Asia. pp. 33-37.

[Galveia] Galveia, Bruno, Cardoso, Tiago, Santos, Vitor, et al. Adding Value to the Kinect SDK, Creating a Gesture Library. EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies, 2015.

[Cardoso2015-1] Cardoso, Tiago, Delgado, João e Barata, José. 12. Hand Gesture Recognition towards

Enhancing Accessibility. 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, 2015.

[Cardoso2015-2] Tiago Cardoso, Vitor Santos, José Barata, et al. Games' "Social Tech Booster". SGames 2015 - 5th International Conference on Serious Games, Interaction and Simulation, Novedrate, Italy : s.n., 2015.

Primeira Armada da Índia: novo conceito de jogo misturando realidades aumentada e virtual, gestos finos e amplos

Leonel Morgado
INESC TEC e Universidade Aberta
Coimbra, Portugal
leonel.morgado@uab.pt

Paulo Cristóvão
INESC TEC
Porto, Portugal
cristovaum@gmail.com

Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes,
Paulo Martins, Hugo Paredes, Luís Barbosa
INESC TEC e UTAD
Vila Real, Portugal
{lfernandes,rrnunes,
pmartins,hparedes,lfb}@utad.pt

Bernardo Cardoso, Fausto de Carvalho
PT Inovação
Aveiro, Portugal
{bernardo, cfausto}@telecom.pt

Resumo

Apresentamos um conceito de jogo inovador e o seu protótipo inicial, integrando tipos distintos de interação e de visualização. Dois jogadores interagem como timoneiro de uma nau portuguesa e gigante Adamastor. Um joga em realidade virtual controlada por gestos finos, outro usa aumentação contextual com gestos amplos e finos. Pretende o conceito e o protótipo servirem como exemplificadores das potencialidades das novas formas de interação e de como as concretizar.

Palavras-chave

realidade aumentada, realidade virtual, controlo gestual, Leap Motion, Kinect, Oculus Rift

1. INTRODUÇÃO

Pretendemos neste trabalho apresentar um conceito de videojogo inovador (e um protótipo em desenvolvimento) como proposta de reflexão de inspiração para combinação multimodal de formas de interação. Os diversos jogadores recorrem a realidade virtual, realidade aumentada com informação contextual, interação gestual e movimentos amplos do corpo, podendo estar presentes no mesmo espaço físico ou geograficamente distantes. Poderão jogar pelo desafio do jogo ou como experiência multissensorial em feiras ou espaços de diversão.

Têm vindo a surgir propostas muito diversas de equipamentos de baixo custo para interação somática ou gestual com sistemas informáticos. Os jogos estiveram na vanguarda desta vaga, com os lançamentos dos controladores Wiimote¹ e Playstation Move², seguidos pelo periférico Microsoft Kinect³, mas desde então os anúncios que se têm sucedido, com dispositivos já disponíveis ou com lançamento anunciado, têm deixado os jogos algo de lado. São exemplo os dispositivos de controlo gestual, co-

mo as braceletes Myo⁴ ou o periférico Leap Motion⁵, mas também os sistemas *wearables* como os óculos Google Glass⁶. Apenas os visores de realidade virtual, como o Oculus Rift⁷ ou o Google Cardboard⁸, têm mantido um vínculo estreito ao mundo dos videojogos.



Figura 1 - Adamastor contra nau portuguesa

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Wii_Remote

² https://en.wikipedia.org/wiki/PlayStation_Move

³ <https://dev.windows.com/en-us/kinect>

⁴ <https://www.myo.com/>

⁵ <https://www.leapmotion.com/>

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Glass

⁷ <https://www.oculus.com/>

⁸ <https://www.google.com/get/cardboard/>

Com o conceito aqui apresentado, pretende-se abrir caminho a novas formas de combinar esta riqueza de alternativas de interação, proporcionando o debate e reflexão sobre os percursos inovadores que podem ser trilhados pelos videojogos neste domínio.

2. O TEMA

A Primeira Armada da Índia foi a armada de Vasco da Gama, na viagem à descoberta do caminho marítimo para a Índia. O jogo foca-se no momento emblemático em que as naus portuguesas enfrentam o gigante Adamastor ao pretenderem dobrar o cabo das Tormentas (Figura 1). Bebemos como inspiração para a escolha do tema as recentes comemorações dos 800 anos da língua portuguesa, através deste momento mítico que foi concebido por Luís de Camões na magna obra “Os Lusíadas”, mas também por Fernando Pessoa no seu poema “O Mostrengo”, atravessando assim quatro séculos de cultura. Camões permite ao gigante Adamastor apresentar-se como um dos filhos da terra, que pelo ímpeto da sua paixão por uma ninfa foi metamorfoseado em promontório fundido a outro a que se agarrara achando ser a ninfa: o cabo das Tormentas (Camões, Canto V, 50-59).

O jogo coloca os jogadores nos papéis de Adamastor e do timoneiro de uma nau portuguesa da Primeira Armada da Índia. O timoneiro deve conduzir a nau em segurança até ao oceano Índico, o Adamastor deve fazê-la voltar para trás. Como liberdade narrativa, deslocou-se o timoneiro do interior do castelo da popa da nau para o convés da popa, permitindo-lhe assim ver o gigante enquanto agarra a barra do timão para conduzir a nau.

3. OS JOGADORES E OS DISPOSITIVOS

O jogador Timoneiro usa óculos de realidade virtual (no protótipo, Oculus Rift) e controla a barra do timão com um dispositivo de deteção de movimentos das mãos e antebraços (no protótipo, Leap Motion). É o jogador da esquerda na Figura 2.

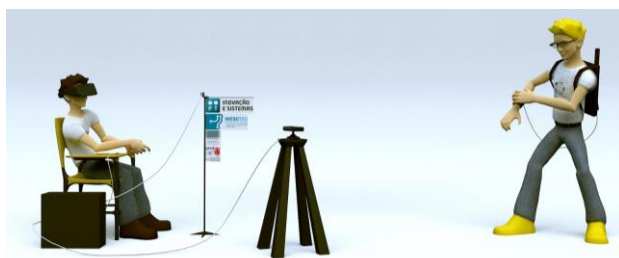


Figura 2 – Jogadores com equipamento de jogo

O jogador Adamastor usa óculos de realidade aumentada com informação contextual (no protótipo, Google Glass), um sensor de deteção de movimentos do corpo que os captura e reproduz no gigante virtual (no protótipo, Microsoft Kinect), e um sensor *wearable* de movimentos dos dedos da mão para comandos que não se queiram vocalizados nem visíveis nos movimentos do gigante (não implementados no protótipo, mas planeados com Leap Motion e/ou Myo). É o jogador da direita na Figura 2. A mochila que traz às costas representa o computador que

processa e transmite para o jogo os dados colhidos nos sensores *wearables*.

Na Figura 2, o Kinect da captura do Adamastor está ligado ao computador do Timoneiro, mas poder-se-ia transmitir remotamente esses movimentos, como foi demonstrado por Cassola et al. [Cassola14].

4. DINÂMICA DO JOGO

O jogo possui 3 fases que são representadas por zonas de perigo ou ameaças com níveis de dificuldade crescentes. O timoneiro tem de governar a nau pelas 3 zonas de perigo, enquanto o Adamastor tenta evitar a sua passagem. Durante as 3 fases, a trajetória da nau é influenciada por um redemoinho. Caso o timoneiro deixe de a conduzir, perde-se para sempre neste redemoinho, pelo que é necessário estar em permanência a segurar o braço do timão. O Adamastor, estando fundido com o promontório, só tem movimentos livres na parte de cima do corpo: cabeça, tronco e membros superiores (Figura 3).

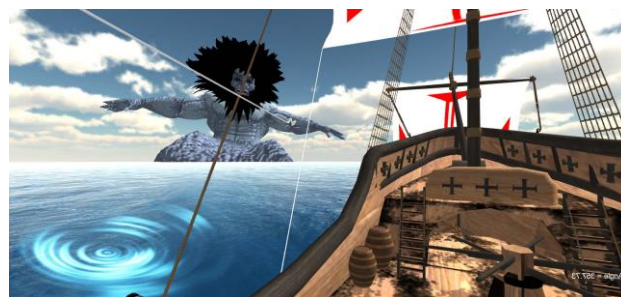


Figura 3 – Perspetiva do timoneiro: proa da nau, Adamastor e redemoinho

O Adamastor tem opções diferentes conforme as fases de dificuldade: na primeira, pode atirar pedras em direção à nau; na segunda, lançar escarcéus (ondas gigantes); na terceira, ambas as coisas. O timoneiro, além de evitar ser arrastado pelo redemoinho, tem de se desviar dos escarcéus e dar tiros de canhoneira para destruir as pedras arremessadas pelo Adamastor. Atendendo ao tema deste jogo, o Adamastor nunca destrói realmente a nau, pois é a coragem dos marinheiros que está a ser posta à prova. Se as pedras ou escarcéus atingirem a nau, é o nível de medo do timoneiro que vai aumentando. A partir de um certo limiar, o timoneiro amedrontado cede e volta para trás, não descobrindo o caminho marítimo para a Índia.

O conceito de jogo aqui apresentado está parcialmente implementado em protótipo. Nas descrições subsequentes, sempre que possível, optou-se por apresentar imagens do protótipo implementado. Os aspetos já concebidos, mas ainda não implementados são apresentados com imagens de conceção ou do *storyboard*.

4.1 Controlo do braço do timão pelo timoneiro

O timoneiro segura o braço do timão com as duas mãos, colocando-as sobre o Leap Motion. Deslocando-as lateralmente provoca idêntico movimento no braço do timão. Desta forma, pode evitar o redemoinho ou, nas fases mais avançadas, desviar a nau dos escarcéus (ondas gigantes).

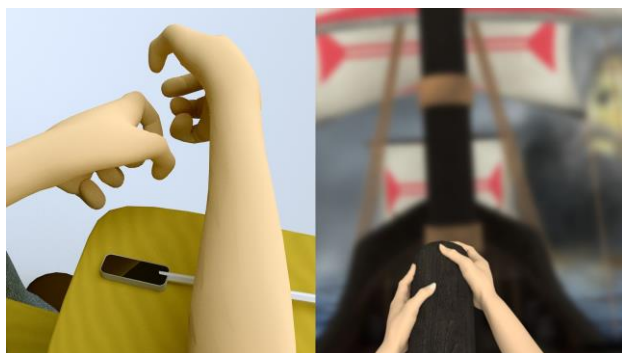


Figura 4 – Arte do conceito: mãos do jogador sobre o Leap Motion (esquerda) e visão na realidade virtual

4.2 Adamastor à procura da nau

Quando estiverem os dois jogadores em jogo, o Google Glass indica ao jogador que faz de Adamastor que há uma nau por perto e que deve encontrá-la (Figura 5, superior esquerda). Para tal, pode rodar a cabeça à procura. Os movimentos que fizer com a cabeça, tronco e braços serão captados pelo Kinect e reproduzidos no Adamastor da realidade virtual. Ressalve-se que sendo as indicações apenas de contexto (mais à esquerda/direita), o Adamastor não vê de facto a nau a movimentar-se. A sensação de incerteza quanto à posição da nau pode ser potenciada através de instalações multimodais no mundo físico. Por exemplo, envolvendo o jogador do Adamastor numa névoa de gelo seco ou fazendo-o atuar numa cabine escura com chão oscilante, entre outras.

No protótipo atual, a mecânica de procura da nau foi implementada através de um *pin* na bússola do Google Glass (Figura 5, inferior).

4.3 Adamastor lança pedras e escarcéus

Uma vez encontrada a nau, o jogador do Adamastor é instruído pelo Google Glass que deve encontrar pedras para atirar (Figura 5, superior direita), seguindo uma mecânica idêntica à da procura da nau, descrita na secção anterior.

Após encontrar pedras, o jogador do Adamastor pode agarrar uma pedra usando um gesto de uma das mãos, detetada por um dispositivo *wearable* (por ex., Leap Motion aplicada no pulso ou bracelete Myo). Este gesto pode assim não ser transmitido ao Adamastor virtual ou ser usado para reproduzir na realidade virtual um gesto mais expressivo, contextualizado face à realidade virtual concreta (por ex., arrancar pedras das costas ou dos flancos do promontório). Com outro gesto, o jogador que faz de Adamastor atira a pedra, tentando fazê-lo na direção da nau, recebendo informação de êxito ou fracasso pelo Google Glass (Figura 6). No protótipo atual, os gestos de agarrar e lançar pedras são detetados pelo Kinect, mas no nosso conceito poderiam em alternativa ser detetados ambos pelo dispositivo *wearable*, ou uma combinação de Kinect e *wearable*.

Nas fases seguintes de dificuldade, o Adamastor usa o mesmo processo para lançar escarcéus (ondas gigantes) em direção à nau, mudando apenas os gestos.

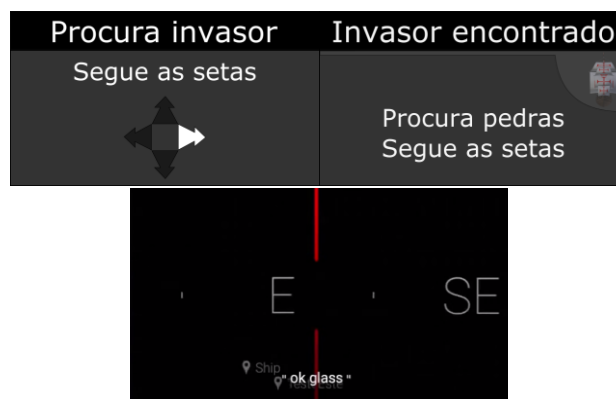


Figura 5 - Instruções ao Adamastor via Google Glass (imagens superiores: arte de conceito; imagem inferior: protótipo)



Figura 6 – Elementos do storyboard com as informações dadas ao jogador Adamastor via Google Glass: da esquerda para a direita, pedras encontradas; obter pedras com o gesto de agarrar; atirar pedras com o movimento do braço

4.4 Timoneiro dispara canhoneira

O timoneiro ao avistar pedras lançadas pelo Adamastor pode virar-se para uma das canhoneiras, com o visor de realidade virtual. Fazendo o gesto de a agarrar, detetado pelo Leap Motion, assume o controlo do movimento dela. Pode assim apontá-la para as pedras e dispará-la, tendo o cuidado de rapidamente retomar o controlo do braço do timão, para que a nau não seja arrastada para o redemoínio (Figura 7).



Figura 7 - Pedras em direção à nau, tentativa de as destruir com a canhoneira (arte de conceito e storyboard)

5. TRABALHOS SEMELHANTES

5.1 Ultimate Battlefield 3 Simulator

Em 2011, o programa de televisão The Gadget Show, da rede britânica Channel 5, criou uma versão multimodal do jogo *first person shooter* Battlefield 3

[Humphries2011]. Combinaram dispositivos diversos para o efeito: armas plásticas que simulam o impulso provocado por armas reais, passareira omnidirecional que permite ao jogador andar para se deslocar, projeção de vídeo a 180° rotativos numa cúpula, associada à deslocação do jogador e da arma plástica, deteção de movimentos de salto e agachamento por Kinect e até armas de Paintball que disparam quando as *cues* de luz e som do jogo indicam disparos que atingem o utilizador.



Figura 8 - Ultimate Battlefield 3 Simulator⁹

5.2 Online Gym: ginástica em grupo remota

Em 2014, Cassola et al. [Cassola2014] apresentaram um sistema de ginástica remota em grupo para idosos. Utilizando vários dispositivos Kinect com transmissão remota de movimentos para um servidor central, cada idoso e o animador da sessão de ginástica era reproduzido no mesmo ginásio virtual, podendo realizar os exercícios em grupo e convívio, com o objetivo de contribuir para o ânimo de utilizadores dispersos e idosos na prática de exercício físico.

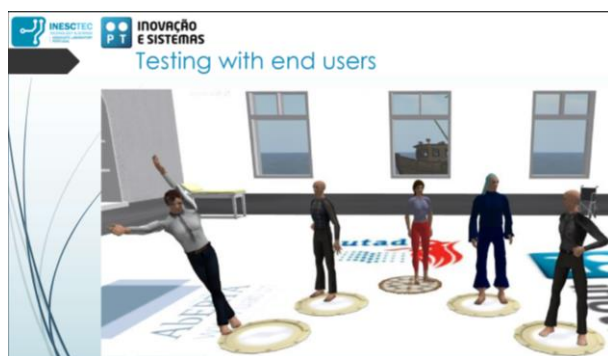


Figura 9 - Ginásio online com captura de movimentos transmitida remotamente a partir de vários locais diferentes.

5.3 The Void: parque de imersão

Recentemente, vários relatos nos meios de comunicação social têm dado conta da criação de um parque de diversões baseado em realidade virtual misturada com sensações físicas: The Void, no estado norte-americano do Utah. Aceitando a veracidade deste tipo de fontes (por ex., [Smith15]), é-nos indicado que a posição do jogador no espaço físico é mapeada no espaço virtual, permitindo que o tocar num botão de porta virtual, por exemplo, cor-

responda ao contacto dos dedos físicos do jogador com uma superfície sólida. Da mesma forma, a proximidade de uma chama origina emissão de calor, sentida pelo jogador, bem como outras sensações físicas, como humidade ou deslocação de ar.



Figura 10 - The Void: o toque numa superfície mapeada com a interação na realidade virtual¹⁰

6. CONCLUSÕES

A conceção (e protótipo) de jogo aqui apresentada é inovadora, na medida em que ainda é o único exemplar por nós conhecido de um jogo multiutilizador que combina toda esta diversidade de modalidades de interação: virtualização (timoneiro); aumentação (Adamastor); controlo gestual fino (ambos); com controlo gestual grosso (Adamastor); copresença física ou participação remota.

Carecendo ainda de concluir o desenvolvimento e posteriores testes com utilizadores para comprovar a sua viabilidade em termos de utilização, os testes de usabilidade já efetuados [Fernandes15] e algumas demonstrações, nomeadamente em duas escolas secundárias, numa universidade (Figura 11) e num evento do setor da produção de videojogos trouxeram perspetivas positivas de aceitação, no contexto de animação de eventos.



Figura 11 - Demonstração do protótipo em evento público

⁹ Imagens extraídas do vídeo:
<https://www.youtube.com/watch?v=B9ioVceVlvI>

¹⁰ Imagens extraídas do vídeo:
<https://www.youtube.com/watch?t=62&v=cML814JD09g>

Esperamos que esta exposição de conceito possa contribuir como inspiração para a comunidade de ciências de videojogos e criadores de videojogos, no sentido de expandir novas formas de interação multimodal nestes artefactos.

7. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto InMERSE, desenvolvido no INESC TEC com a colaboração e financiamento da PT Inovação. O objetivo do InMERSE foi estudar o potencial da combinação de interação gestual com visualização imersiva e aumentada, através de dispositivos comerciais de baixo custo, em contextos empresariais ou de entretenimento.

Este trabalho foi financiado parcialmente pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do projeto UID/EEA/50014/2013.

8. REFERÊNCIAS

- [Fernandes15] Fernandes, L., Nunes, R.R., Matos, G., Azevedo, D., Pedrosa, D., Paredes, H., Barbosa, L., Fonseca, B., Martins, P., Morgado, L., Cardoso, B., de Carvalho, F. Bringing User Experience empirical data to gesture-control and somatic interaction in virtual reality videogames: an Exploratory Study with a multimodal interaction prototype. Atas da conferência videojogos 2015.
- [Cassola14] Cassola, F., Ala, S., de Carvalho, F., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., Cardoso, F., Morgado, L. Online-Gym: multiuser virtual gymnasium using RINIONS and multiple Kinect devices. In “2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)”, pp. 25-28. IEEE, 2014.
- [Camões1572] Camoês, Luis de. *Canto Quinto*. In “Os Lusíadas” (1572, primeira edição), estrofes 50-59, folhas 88-89. Consultado em fac-símile na Biblioteca Nacional de Portugal <http://purl.pt/1>
- [Humphries2011] Humphries, Matthew. The ultimate Battlefield 3 simulator has been created. In Geek.com, 31/out/2011. <<http://www.geek.com/games/the-ultimate-battlefield-3-simulator-has-been-created-1435731/>>
- [Smith15] Smith, Dave. I tried the world's first virtual reality theme park, and it was better than anything I could've imagined. In *Tech Insider*, 3/set/2015. <<http://www.techinsider.io/the-void-is-better-than-anyone-imagined-2015-8>>

Bringing User Experience empirical data to gesture-control and somatic interaction in virtual reality videogames: an Exploratory Study with a multimodal interaction prototype

Luís Fernandes, Ricardo Rodrigues Nunes,
Gonçalo Matos, Diogo Azevedo, Daniela Pedrosa,
Hugo Paredes, Luís Barbosa, Benjamim Fonseca,
Paulo Martins
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro and
INESC TEC
{lfernandes, rrnunes, goncaloc, diogo,
dpedrosa, hparedes, lfb, benjaf,
pmartins}@utad.pt

Leonel Morgado
Universidade Aberta and INESC TEC
leonel.morgado@uab.pt

Bernardo Cardoso, Fausto de Carvalho
PT Inovação e Sistemas
{bernardo, cfausto}@telecom.pt

Abstract

With the emergence of new low-cost gestural interaction devices various studies have been developed on multimodal human-computer interaction to improve user experience. We present an exploratory study which analysed the user experience with a multimodal interaction game prototype. As a result, we propose a set of preliminary recommendations for combined use of such devices and present implications for advancing the multimodal field in human-computer interaction.

Keywords

Multimodal interaction, user experience, virtual reality, somatic interaction, gesture interaction.

1. INTRODUCTION

Despite the huge interest and rapid expansion of new low-cost gestural interaction devices, in support of so-called "natural" user interfaces (NUI), there is a gap of knowledge about the experience of using these devices. The assumption that the interactions they afford are natural has been put into question, and with critical and empirical analysis exposing the high levels of artificiality they entail [Malizia12]. Consequently, there is little empirical basis for recommending ways to design, plan, specify, and implement systems that embrace somatic interaction, be it through gestures, large body movements or combinations of both.

We present new data about the user experience in immersive and augmented environments with multimodal somatic interaction (hand gestures and body movements). They were collected in high school environments, under testing and demonstration of a videogame prototype where a user was located aboard an immersive virtual reality XV-century ship while another used augmented reality to take the role of a frightening giant. Using gesture detection, the giant was inserted into the virtual reality of the ship.

User experience data was collected, characterized, and discussed, in order to identify problems, contribute to a better understanding of this field, and present a set of recommendations to support the development of systems that wish to incorporate these technologies. Attending to the early stage of the presented prototype in which both case studies were deployed, these are preliminary recommendations.

The remaining of this paper is organized as follows: section 2 presents an overview of user experience and multimodal human-computer interaction; section 3 addresses related case studies within this research field; section 4 describes the early stages of the developed prototype and the adopted devices; section 5 details the design and method used in the conducted case studies; the results of the exploratory study are discussed in section 6; the final section concludes the paper.

2. BACKGROUND

This section introduces the key concepts associated with user experience and multimodal interaction, which support the presented study.

2.1 User Experience

User experience (UX) consists of all aspects regarding the end-user interaction with a product or interactive sys-

tem [Law09; Nielsen15]. UX is dynamic and related to emotions, beliefs, preferences, physical and psychological responses, behaviours, and achievements of users that occur before, during, and after the use of the product [Hassenzahl08; Law09; ISO10]. It is also related with project features and the overall context in which the interaction takes place [Hassenzahl06]. Therefore, it is important to assess user experiences, in a systematic way during all development stages of a system or product.

Although scientific literature provides numerous UX evaluation methods, few can be adopted to evaluate projects in their early stages [Vermeeren10]. The palette of methods is even thinner when focusing on multimodal interfaces [Bargas-Avila11; Wechsung14]. One of the few methods available is Co-discovery [Zimmerman07; Yogasara11], also known as "constructive interaction" [O'Malley84], which consists in the involvement of two participants (preferably friends), in exploration and simultaneous discussion of a prototype, while the researcher observes and gives necessary inputs [Jordan02]. Co-experience contributes to a holistic perspective of UX in its social context, through the construction of meaning and emotions between users using a system / product [Forlizzi04].

2.2 Multimodal Human-Computer Interaction

Human interaction with the world is inherently multimodal [Quek02]. Thus, there is a growing effort by the scientific community to leverage human communication skills through speech, gestures, touch, facial expression and other modalities for communicating with interactive systems [Turk14]. That is, since we humans interact with the world around us mainly through our main senses (i.e. vision, hearing, touch, taste, and smell), the objective of research in this area is to develop technologies, interaction methods, and interfaces to eliminate existing limitations, which use these senses together towards a more natural interaction by users.

Today, the word "natural" (in contexts such as NUI) is mainly used to highlight the contrast with classical computer interfaces that employ control devices whose operational gestures do not map directly to intended operations have to be learned [Malizia12]. Norman [Norman10] claimed that NUI are in fact not natural at all, since they do not follow the basic principles of interaction design (e.g. a clear conceptual model of interaction with the system). Although gesticulating is natural and innate, gestural interfaces, whose purpose involves achieving a so-called natural interaction, are based upon on a set of pre-defined gestural commands that must be learned as well.

Development of multimodal human-computer interaction tries to address problems like selecting gestures or gestural emblems that have similar meaning across a worldwide audience (due to the existence of various cultures), proposing the reduction of the number of misinterpretations by integrating existing types of interaction. This area has gained special relevance with the appearance of low-cost gestural and bodily movement detection/recognition devices associated to videogame con-

soles, such as EyeToy¹ (Playstation), Wii Remote² (Wii) or Microsoft Kinect³ (Xbox). More recently, a diversity of console-independent equipment is becoming readily available, which can be purchased by end users and connected to various processing devices, with higher independence of manufacturers, but also more specialized in certain aspects of interaction and reduced cost. Examples of such devices include the Leap Motion⁴ or Parallax Si1143⁵ that enable the identification of finger gestures using images taken by infrared cameras, and the Myo⁶ bracelet, which identifies gestures by detecting electrical activity in the muscles of the user's arm, a technique known as electromyography.

In parallel with low-cost gestural interaction, virtual reality and augmented reality have experienced a resurgence, via low-cost immersive displays and augmented reality glasses. Since the alpha release of the Google Glass⁷ prototype, new proposals have been emerging in the market, driven both by technological appeal, and difficulties purchasing the actual Google Glass device. Some recently launched products, such as Recon Jet⁸, are especially designed for outdoor activities, featuring GPS and sensors for speed, distance, and altitude. Others, like GlassUp⁹, Optinvent ORA-S¹⁰, and Vuzix M100¹¹, are essentially smartphone extensions, allowing the user to view emails, videos, social networking and other applications on one's own glasses. There are also devices like the Epiphany Eyewear, which are focused on video acquisition and streaming; Spaceglasses¹², Microsoft HoloLens¹³, and castAR¹⁴, which provide holographic interfaces that let users view and interact with virtual objects, and others. This includes low-cost virtual reality goggles allowing immersion in virtual 3D environments, with an extended field of view. Examples of such devices especially targeting games are Vuzix iWear¹⁵ glasses and Oculus Rift¹⁶,

¹ <http://sony.co.in/product/playstation+eyetoy>

² <http://nintendo.com/wiiu/accessories>

³ <https://microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

⁴ <https://leapmotion.com/>

⁵ <https://parallax.com/product/28046>

⁶ <https://thalmic.com/myo/>

⁷ <https://developers.google.com/glass/>

⁸ <http://reconinstruments.com/products/jet/>

⁹ <http://glassup.net/>

¹⁰ <http://optinvent.com/see-through-glasses-ORA>

¹¹ http://vuzix.com/consumer/products_m100/

¹² <https://getameta.com/>

¹³ <https://microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>

¹⁴ <http://castar.com/>

¹⁵ http://vuzix.com/UKSITE/consumer/products_vr920.html

¹⁶ <https://oculus.com/en-us/>

but even lower-cost alternatives using simple lens on smartphones exist, such as Google's Cardboard¹⁷.

The growing interest in the area, along with all these devices, leave open the creation of new multimodal interaction techniques and applications. The integration of devices from different modalities (e.g. vision, hearing) can potentially enhance a more natural interaction.

3. RELATED WORK

In the current technological ecosystem we are faced with several studies related to UX in multimodal environments. These might include a wide range of emerging devices: from somatic interaction to virtual and augmented reality, using both input and output modalities. Some researchers have started to explore and analyse existing solutions in order to understand the relevance, innovation and future prospects of this field.

Behand [Caballero10], is a means of interaction that allows virtual 3D objects manipulation on the mobile device through hand gestures. In this sense, the Behand is a way of interaction that uses a special camera at the rear of a mobile device to capture the image and the user's hand position when it points to the space behind the mobile device. The user's hand is transported to a virtual world on the mobile device, which takes advantage of its full capacity for manipulating 3D virtual objects. Regarding UX, they performed a case study, which reports that users consider this concept as "useful", "innovative", and "fun".

Ren et al. [Ren13] present two studies (formal / quantitative study in a laboratory and an informal/qualitative study in a primary school) comparing the gestural interaction (via Kinect) and the interaction by mouse and keyboard in a 3D virtual environment. In this sense, the objective is to enable effective interaction hands-free users without them having to use, wear or attach any device to their body. The user's body, by itself, can be considered an effective data input device, which enables a more flexible interaction. Furthermore, there were no significant differences in performance between the two types of interaction (mouse and keyboard), but the authors consider that these interactions when mixed with gestural interaction provide a more natural experience in both personal and public environments.

Online-Gym captures gymnastics motions of several users concurrently using one Kinect per user, and relays them remotely, allowing the users to see their motions within the same virtual world environment [Cassola14]. They implemented a quality of service management approach for relaying motion data over the network, by dropping older skeleton frames and attempting to keep users in sync.

González-Franco et al. [González-Franco10] conducted a study that reported the possibility of obtaining the ownership of an illusion of a body through a virtual mirror image, when using a synchronous communication between

motor action and the participant reflecting in avatar movements in a mirror image. The only knowledge that the participants had, in this case study, was the avatar appearance: a virtual male body was used to represent male participants and female virtual models were used for female participants. The authors concluded that it was relevant to examine the impact of the illusion of real appearance between the face and the participant's body within the virtual representation.

Llorach et al. [Llorach14] reported the severity symptoms of Simulator Sickness (SS) that users may experience when using the Oculus Rift virtual reality headset to perform mobility tasks in virtual environments. They focused on HMD (Head Mounted Display), and point motion sickness problems, such as disorientation, nausea, headaches and vision problems. Such symptoms when caused by virtual simulators are known as cybersickness or SS. The authors showed that SS is significantly reduced when using a position estimation system, instead of the traditional gaming navigation controller. Following the same line of research, Davis [Davis14] presented a systematic review of the cybersickness field to measure various symptoms, including nausea and disorientation. They designed a case study to address issues related to cybersickness, along with a set of guidelines, using questionnaires or psychophysiological measures. They also presented a report on the individual factors and the related devices, with the tasks that lead to certain unwanted conditions. The authors concluded that there remains a need to develop more targeted and effective measures to combat the impact that cybersickness has on the physical condition of a person.

A study where students could paint a book with augmented reality devices was presented in [Clark12]. This research explored the metaphor "pop-up book" and describes the process by which children draw and paint as input to generate and change the appearance of the book's content. This system is based on detection of gestures and image processing techniques that can be easily exploited to augmented reality applications. The authors believe that this technology is an added value for artists who want to create 3D content, but it is dependent on the graphics capabilities of computers. They also state that if the solution is combined with an automatic model of content generation, it can bring numerous advantages in the architectural design of rapid prototyping of 3D models.

Morgado [Morgado15] analyses Google's Ingress alternative reality game, and extracts suggestions for educational application of its dynamics using multiuser participation, location-aware mechanics, and reinterpretation of the physical reality around the users, should an Ingress game-development API become available (or a similar one developed).

Finally, Lo et al. [Lo12] describes a framework called i * Chameleon that focuses on multimodal design considerations for pervasive computing. Their solution is based in a framework as a web-service and uses an independent analytical co-processor for collaborative multimodal in-

¹⁷ <https://google.com/cardboard/>

teraction by providing a standard and semantics interface that facilitates the integration of new elements of computer applications. In this regard, the authors evaluated, firstly, the overhead and maximum throughput. Secondly, the simulation of the generic interaction process for measuring the response time from the sensory input. Finally, the solution was measured using client resources and a co-processor. With the aim of validating hi * Chameleon, two studies were conducted: 1) control a robot car using the Wii console and using an iPhone; 2) control the Google Earth map using the Wii console.

4. THE “PRIMEIRA ARMADA DA ÍNDIA” VIDEOGAME PROTOTYPE

“Primeira Armada da Índia” means “First Fleet of India” - the fleet of the famed navigator, Vasco da Gama, as the videogame prototype for obtaining data in school environments was based on Portuguese history and culture. A Portuguese ship from the age of discovery, is approaching the Cape of Good Hope and faces the mythical Adamastor giant, who seeks to prevent the ship from crossing from the Atlantic Ocean into the Indic¹⁸.

A two player game was developed in Unity3D¹⁹: the helmsman of the ship of Vasco da Gama and the Adamastor giant (Figure 1). The helmsman (Player 1) uses Oculus Rift to be immersed in a virtual reality environment: the rear deck of a XVI-century ship. In the current prototype, the player can only move his head to freely observe the richness of the scenery in 360°: the ship, the sea, and the Adamastor giant. The latter (Player 2) is stranded on the Cape of Good Hope, but moves his torso and arms in response to the body movements of Player 2, detected by a Microsoft Kinect 2.

¹⁸ The inspiration for this theme was the recent celebration of the 800 years of the Portuguese language, since this confrontation with Adamastor is a classic moment in the XVI-century epic poem *The Lusiads*, by Luís Vaz de Camões, usually seen as Portugal’s foremost poet. The current Cape of Good Hope in South Africa was originally named Cape of Storms in 1488 by Bartolomeu Dias, the first European sailor to reach it. Portuguese royalty later renamed it Cape of Good Hope as a display of optimism regarding the possibility of reaching India that way, as Vasco da Gama eventually did in 1497. In *The Lusiads*, this is depicted as a confrontation with the giant. Another foremost Portuguese poet, Fernando Pessoa, also wrote about Adamastor in his poem, “The Monster”.

¹⁹ <http://unity3d.com/>



Figure 1 - Players using the prototype: Player 1 is sitting and using an Oculus Rift; Player 2 is standing in front of a Kinect 2 and moving his arm to control the Adamastor giant.

5. THE EXPLORATORY STUDY

The exploratory study was designed adopting a user-centred approach and conducted through two case studies, which are described in the following subsections.

5.1 Design and Method

Two case studies were designed to assess the user experience with the early versions of the prototype, through testing sessions with groups of students from different educational backgrounds (potential end-users). The objectives of the case study were to characterize the user experience of the players: helmsman and Adamastor.

In both studies we adopted the user experience collection procedure known as co-discovery or constructive interaction [Kemp96]. This is a qualitative method, based on exploration and simultaneous discussion of the prototype by two users, which may or may not be mediated by the researcher [Holzinger05; Yogasara11]. The tests were flexible and not fully controlled in this exploratory phase, not being able to predict the interaction outcome between the two users while using the prototype. The presented method was applied in an unstructured form - despite the existing mediation and small tips to better use the devices, users could freely explore it in an open space, according to their instinct, free will and choice, towards a more natural interaction.

5.2 Case Study 1

5.2.1 Participants and organization of physical space

The first study was conducted with 72 users, mostly students aged between 14 and 17, during a Science and Entrepreneurship week at the Sicó vocational training school²⁰. Due to physical space limitations, the players were arranged in a diagonal (Figure 2). The helmsman player is seated (seen with the Oculus Rift headset on the right side of the figure, 3 meters away from the Adamastor player, standing in front of the Kinect).

²⁰ In Avelar, central Portugal. <http://etpsico.pt/>



Figure 2 - Disposal of the users in the first case study.

5.2.2 Structure of testing and data collection

The study was conducted for 6 hours, distributed over a day, during which a total of 36 users tests were conducted, of approximately 10 minutes each. In each test, two players freely experienced the prototype, talking to each other about what they were genuinely experiencing. The researchers' role was only to give small technical guidance on the use of the devices. In this first case study, each player only had the chance to experience one of the devices - the Oculus Rift or the Kinect 2. The data collection was made through the registration of direct observation and audio-visual recordings.

5.3 Case Study 2

5.3.1 Participants and organization of physical space

The second case study was conducted with 36 users, mostly students aged between 14 and 17 at the Upper High and Secondary School of S. Pedro²¹, during an information session on college-level Science & Technology programmes available at the local university. In this case study there were also physical space limitations. Users were initially arranged diagonally somewhat similar to Case Study 1, with the helmsman player seated about three meters away but in front of the Adamastor player. However, during the session, the users who were waiting for their turn started surrounding the helmsman player, and the researchers realized that the interaction between the players was being affected by this issue. Thus, the session was interrupted for space reorganization. The position of helmsman player was changed by about 1.5 meters, to be nearer to the Adamastor player (Figure 3).

²¹ In Vila Real, northern Portugal. <http://escolasaopedro.pt/>



Figure 3 – Disposal of the users in the second case study.

5.3.2 Structure of testing and data collection

The case study lasted 3 hours, during which a total of 25 tests were conducted, of approximately 7 minutes each. In each test, two players freely experienced the prototype, talking to each other about what they were experiencing. Unlike case study 1, each player had the opportunity to experience both devices - the Oculus Rift and Kinect 2 (reversing their roles as players).

In this second case study, the researchers mediated the conversation between the players, describing the scenario and encouraging the interaction between them. For data collection, an observation grid was used (developed after reflection about the first case study) to support the recording of direct observation. Audio-visual recordings were also made.

6. RESULTS AND DISCUSSION

Since both case studies have followed similar design principles and method, we combined their data into a single data set. We then classified the obtained results based on each player role, namely Helmsman's and Adamastor's.

6.1 Helmsman Player (Oculus Rift)

Some students reported feeling nausea, blurred vision, and/or headaches. We have not identified other symptoms, but all of these and more have been reported by the scientific community, such as disorientation, vertigo, vomiting, among others [LaViola00].

However, these symptoms were felt only momentarily, with little or no effect in the subsequent experience of the players, which proceeded with the exploration of the virtual environment. Only one user asked to stop the test, but ended up not reporting which symptoms he felt exactly. In an attempt to overcome such symptoms, some players squeezed the Oculus Rift, adjusting the device to the head. The animation of the ship's roll may be contributing to these feelings. The single case in which a user reported feeling the ship's motion and was asked if he felt unwell or sick, he answered that he was feeling good, so we have no data to support that hypothesis. Other factors may be involved in these symptoms, such as the duration of the exposure, the width of the field of view (FOV), the setting of interpupillary distance (IPD), among others [Llorach14]. Although the average IPD is about 63mm, the range of values may vary between 52mm and 78mm.

The Oculus Rift, with a IPD of 63,5mm, allows users to make adjustments exclusively in the virtual environment, but there are few improvements for people with an IPD far from the average when compared with what can be achieved with a physical change of the IPD (setting of the lens) of the headset itself.

We did identify some behaviours related to the sense of presence and immersion in the virtual environment. Some users extensively explored the environment, looking at every detail of the ship, the sea, the sky, the rocks and the Adamastor giant, to the point of reporting disappointment with the fact that they could not stretch their necks to appreciate the outside of the ship, or move freely to other areas of the ship. Also, we observed cases of unplanned physical feedback, when users were trying to touch virtual objects and ended up touching a physical item. For example, trying to touch the ships' floorboards, and ending up touching the floor of the physical space. Other cases of attempts to touch included stretching arms to reach the Adamastor giant, even though it was visually distant several miles within the virtual environment. In one case, a user looked around to locate Adamastor and afterwards became disoriented and lost its reference, not managing to find him again - some of his colleagues, from the exhibition space, oriented him in the physical space, based on the visual feedback provided by a monitor which streamed the player's viewport. Other senses were involved unexpectedly: in one case, some colleagues of the helmsman player waved their hands near his face, generating some flow of air, and the player reported the feeling of wind coming from the virtual environment. Another user reported sensing some bad smell coming out of the virtual environment.

Due to the contents and interaction modalities, expressive behaviour related to the emotional state of the user was identified. Some users were enthusiastic during the sessions, also observed in [Caballero10] UX case study. In a particular experience, a player went as far as laughing, shouting, and threatening Adamastor. Finally, two users actually claimed to be afraid of Adamastor.

6.2 Adamastor Player (Kinect 2)

Regarding the players playing the role of Adamastor, several didn't realize where they should be positioned in the physical space to improve interaction. Others were uncertain of when or how to gesture, in order to interact with the helmsman player. Such cases appear to have influenced negatively the user experience, leading to disinterest and confusion during the tests, especially in the first case study - where there was a high dropout rate in the last tests just a few seconds after players started.

To better understand what might be causing this problem, we identified some aspects that may contribute to the analysis. On the one hand, the organization of the physical space, the layout of the players, and the lack of visual feedback guidance. For instance, users would often turn to the physical world location of the helmsman player, rather than the Kinect 2 sensor. This would often cause the virtual Adamastor giant to stop moving. On the other

hand, the role of the researcher as a mediator influences the interaction. This was demonstrated through some changes and interventions by the team of researchers in the second case study. In the first case study the helmsman players had their backs turned towards the Adamastor players, and the mediators only provided minor technical guidelines on the use of the devices. In the second case study, mediators placed the two players on their locations, and sometimes described the scenario or encouraged interaction, which led to greater acceptance by Adamastor players (no withdrawal was observed).

Furthermore, there were also problems regarding the movements of the Adamastor as visualized by the helmsman players. The arms sometimes behaved unexpectedly, with angular movements or low amplitude, not portraying believable movements. This might be related to an unrestricted range of motion of the character when exporting the 3D model.

7. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Based on Primeira Armada videogame prototype, this exploratory study allowed a preliminary characterization of the user experience, identifying some of the problems and potential use of these devices in an integrated manner.

To reduce and/or eliminate symptoms such as nausea, blurred vision, and headaches, felt by some of the users who controlled the helmsman, adequacy and calibration of the Oculus Rift headset for each specific user should be a greater concern. Thus, it is necessary to adjust the IPD in each case and regulate the time that the user is exposed to the virtual environment in a better way.

Some possibilities for improvement were also identified regarding the level of presence and immersion. Since several users have extensively explored the scenario, it would be interesting to include new virtual objects in the environment, enabling a richer and contextualized user experience. For example, the inclusion of non-player characters (NPCs) such as the ship's crew, marine animals, including guns in the ship, and so forth. Through these new virtual objects, new interactions would also become possible. In our game design, the helmsman player will be able to fire a cannon towards rocks thrown by the Adamastor player. Another possibility, which we have now implemented in the prototype for further testing, is resorting to Leap Motion's VR Mount on the Oculus Rift headset, allowing the helmsman player to see virtual renderings hands and forearms inside the virtual environment, reproducing the motions of his own hands and forearms (Figure 4).

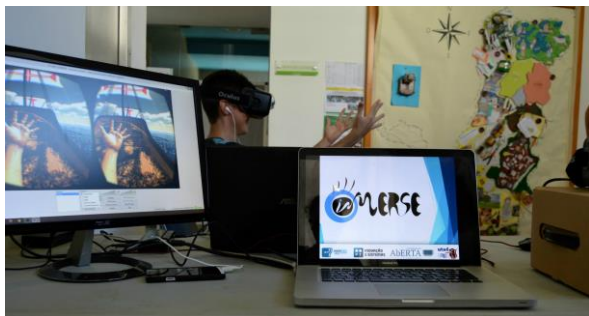


Figure 4 - Oculus Rift and Leap Motion combination, enabling the helmsman to see virtual renderings of arms and hands.

Regarding the disinterest and confusion observed on users who controlled the Adamastor giant, some proposed solutions were now developed in the prototype for follow-up testing. To provide orientation feedback, letting Adamastor know which way to turn, we have included Google Glass feedback. The Kinect 2 will capture of the Adamastor player's movement, and detect command gestures (e.g. grab and throw rocks), while Google Glass will show information regarding the current position of the ship and rocks in a physical world real-time compass, as well as instructions on how to act (Figure 5). Upon detection pull and push gestures, with Kinect 2, the player is now able to grab and throw rocks, with audible feedback via Google Glass.

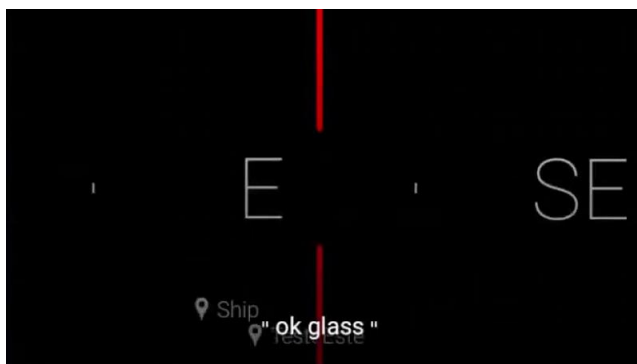


Figure 5 - Google Glass compass, showing the Adamastor player the locations of the ship and rocks.

As future work, it will be necessary to evaluate the effectiveness of these measures and their impact on the user experience of the Adamastor players. The inclusion of a new device (Google Glass) will bring also new challenges on interaction design, software, and hardware. For instance, during preliminary testing, Google Glass would overheat after few minutes of use. Besides annoying the user, this would shut down the device for quite some time, preventing extensive testing. Other interaction devices will also be explored, such as Myo bracelets, to enable gesture detection regardless of the player's orientation.

8. ACKNOWLEDGMENTS

This work was developed in the scope of the InMERSE project, developed at INESC TEC with the cooperation and funding of Portugal Telecom Inovação. The goal of

InMERSE was studying the potential of combining gestural interaction, immersive visualization, and augmented visualization, using readily-available low-cost devices, in entertainment or business use contexts.

This work is partly financed by the FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portuguese Foundation for Science and Technology) within project UID/EEA/50014/2013.

9. REFERENCES

- [Bargas-Avila11] Bargas-Avila, J., & Hornbaeck, K.. Old wine in new bottles or novel challenges: a critical analysis of empirical studies of user experience. In *Proceedings of CHI'11 SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.2689-2698. New York, USA: ACM, 2011.
- [Caballero10] Caballero, M. L., Chang, T. R., Menéndez, M., & Occhialini, V.. "Behand: augmented virtuality gestural interaction for mobile phones." In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*. ACM, 2010.
- [Cassola14] Cassola, F., Ala, S., de Carvalho, F., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., Cardoso, F., Morgado, L.. Online-Gym: multiuser virtual gymnasium using RINIONS and multiple Kinect devices. In *"2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)"*, pp. 25-28. IEEE, 2014.
- [Clark12] Clark, A., & Dunser, A.. "An interactive augmented reality coloring book." *3D User Interfaces (3DUI)*, 2012 IEEE Symposium on. IEEE, 2012.
- [Davis14] Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E.. "A Systematic Review of Cybersickness." In *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment*. ACM, 2014.
- [Forlizzi04] Forlizzi, J., & Battarbee, K.. Understanding experience in interactive systems. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. ACM, 2004.
- [González-Franco10] González-Franco, M., Pérez-Marcos, D., Spanlang, B., & Slater, M.. The contribution of real-time mirror reflections of motor actions on virtual body ownership in an immersive virtual environment. In *Proceedings of the Virtual Reality Conference*, pp. 111-114. IEEE, 2010.
- [Hassenzahl06] Hassenzahl, M., & Tractinsky, N.. User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, 25(2), pp. 91-97, 2006.
- [Hassenzahl08] Hassenzahl, M.. User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality. In *Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine*, pp. 11-15. ACM, 2008.

- [Holzinger05] Holzinger, A.. Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM*, 48(1), 71–74, 2005.
- [ISO10] ISO. "9241-210: 2010. Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems." International Standardization Organization (ISO). Switzerland, 2010.
<<http://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>>.
- [Jordan02] Jordan, P. W.. Designing pleasurable products: an introduction to the new human factors. London: Taylor & Francis, 2002.
- [Kemp96] Kemp, J. A. M., & Van Gelderen, T.. Co-discovery exploration: an informal method for the iterative design of consumer products. *Usability evaluation in industry*, pp. 139-146, 1996.
- [LaViola00] LaViola Jr, J. J.. A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*, 32(1), 47–56, 2000.
- [Law09] Law, E., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A., Kort, J.. Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. In *Proceedings of the CHI 2009 Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, pp. 719–728. ACM, 2009.
- [Llorach14] Llorach, G., Evans, A., & Blat, J.. Simulator sickness and presence using HMDs: comparing use of a game controller and a position estimation system. In *Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pp. 137–140. ACM, 2014.
- [Lo12] Lo, K. W., Tang, W. W., Leong, H. V., Chan, A., Chan, S., & Ngai, G.. i* Chameleon: A unified web service framework for integrating multimodal interaction devices. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, IEEE International Conference on (pp. 106-111). IEEE, 2012.
- [Malizia12] Malizia, A., & Bellucci, A.. The artificiality of natural user interfaces. *Communications of the ACM*, 55(3), 36, 2012.
<<http://doi.org/10.1145/2093548.2093563>>
- [Morgado15] Morgado, L. (in press, expected 2015). Ingress - potencialidades pedagógicas de um jogo georreferenciado de realidade alternativa em rede. To appear in *"Inovação e Formação na Sociedade Digital: Ambientes Virtuais, Tecnologias e Serious Games"*. Lisbon, Portugal: Universidade Aberta, 2015.
- [Nielsen15] Nielsen, J., & Norman, D.. The Definition of User Experience.
<<http://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>> [accessed on 02 July 2015].
- [Norman10] Norman, D. A.. Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6–10, 2010.
- [O'Malley84] O'Malley, C., Draper, S., & Riley, M.. Constructive interaction: a method for studying user-computer-user interaction. In *IFIP INTERACT'84 First International Conference on Human-Computer Interaction*, 1984.
- [Quek02] Quek, F., McNeill, D., Bryll, R., Duncan, S., Ma, X.F., Kirbas, C., McCullough, K.E., Ansari, R.. Multimodal human discourse: gesture and speech. *ACM Trans. Comput.–Human Interact.* 9 (3), pp. 171–193, 2002.
- [Ren13] Ren, G., Li, C., O'Neill, E., & Willis, P.. 3d freehand gestural navigation for interactive public displays. *Computer Graphics and Applications*, 33(2), pp. 47-55, IEEE, 2013.
- [Turk14] Turk, M.. Multimodal interaction: A review. *Pattern Recognition Letters*, 36, pp. 189-195, 2014.
- [Vermeeren10] Vermeeren, A. P., Law, E. L. C., Roto, V., Obrist, M., Hoonhout, J., & Väänänen-Vainio-Mattila, K.. User experience evaluation methods: current state and development needs. In *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, pp. 521-530. ACM, 2010.
- [Wechsung14] Wechsung, I.. What to Evaluate? A Taxonomy of Quality Aspects of Multimodal Interfaces. In *An Evaluation Framework for Multimodal Interaction: Determining Quality Aspects and Modality Choice*. T-Labs Series in Telecommunications Services: Springer, 2014.
- [Yogasara11] Yogasara, T., Popovic, V., Kraal, B. J., & Chamorro-Koc, M.. General characteristics of anticipated user experience (AUX) with interactive products. In *Proceedings of IASDR2011: the 4th World Conference on Design Research: Diversity and Unity* pp. 1-11. IASDR, 2011.
- [Zimmerman07] Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S.. "Research through design as a method for interaction design research in HCI." In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM, 2007.

A game as a tool for empirical research on the shamanic interface concept

Tiago Susano Pinto
University of Porto
Portugal

tiagosusanopinto@gmail.com

Stephan Lukosch
Delft University of Technology
Netherlands
s.g.lukosch@tudelft.nl

António Coelho
INESC TEC and University of Porto
Portugal

acoelho@fe.up.pt

Leonel Morgado
INESC TEC and Universidade Aberta
Portugal
leonel.morgado@uab.pt

Abstract

A Shamanic Interface is a recent concept that posits that the acknowledgment of culture in gestural commands may contribute to richer and more powerful user interaction with abstract concepts and complexity, but has a lack of empirical validation. Hence, this paper presents a game developed as an empirical research tool for data collection and testing on shamanic interfaces. The game is a small maze where users use gestures to control a character to reach the end of each level. The control gestures performed by each user are captured with a Leap Motion controller and recognized through Hidden Markov Models. Three command sets were implemented: Portuguese cultural gestures, Dutch cultural gestures, and a generic set. This paper evaluates the game with different users to check its playability. We conclude that the game can be used as a research data-collection tool as is, but also acknowledge several playability-related improvement recommendations.

Keywords

Human-Computer Interaction, Natural Interaction, Culture, Shamanic Interface, Gesture Recognition, Hidden Markov Models, Leap Motion

1 Introduction

The shamanic interface (SI) was proposed in 2014 [Morgado 14] with the intent of creating a gestural interface paradigm that goes beyond imposing the mimicry of a few ad hoc gestures. Rather, users would employ the rich meaning of gestural emblems available in their own culture. Since then, there has been some initial work in the area [Carvalho 14, dC14], including the development of a proof of concept architecture, but there is no research tool to support researchers wishing to perform empirical evaluations and validations of using cultural-aware gestural commands.

Gestural interfaces have been dubbed “natural” interfaces by many, assuming they provide an intuitive and unambiguous interaction, but this assumption is far from reality. Both critical and empirical analyses have exposed the artificiality of common gestural interfaces [Malizia 12]. Different gestures (emblems in semiotics terms) are used for the same meaning in different cultures, or the same gesture having different meanings across cultures, as well as distinct connotations. Some examples are the “Thumbs Up”

and “Ring” gestures, which can share the meaning of “OK” or be insults, depending on the individual’s culture. Similarly, the “Palm-back V-sign” gesture, that is generally associated as a “V of victory”, is considered a sexual insult in Britain [McNeill 92].

Besides the actual differences in meaning, the use of the shallow meanings such as “OK” or “victory” is wasting the rich semantics associated with gestures in everyday life. For instance, the assertiveness of raising a finger in North America culture to say “Number 1” or “I wish to talk” is all but ignored if an application simply uses it to express the numeral 1. The shamanic interface paradigm stands by culture awareness in gestures as more than mere customization, but indeed as a call for leveraging the various layers of meaning towards an enhanced and empowered interaction with computerized systems.

Testing this concept is, however, a complex task. By creating a game that is playable using different sets of gestures, we propose a standard context for interaction analysis, where users need to learn interaction methods, express intent, and have ulterior goals. Thus, a tool for researchers

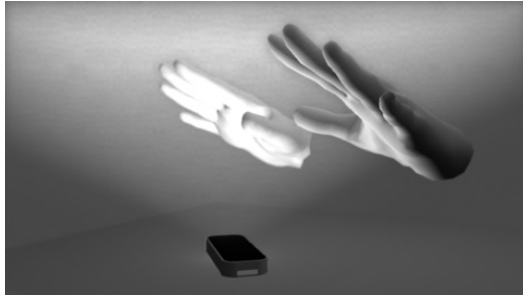


Figure 1: Usage of the Leap Motion controller [Motion 15a]

to collect data on various aspects of the shamanic interface concept and test its validity empirically.

The remainder paper is organized in 5 other sections: Section 2 outlines how the tool was planned; Section 3 describes the game and the gestures used; Section 4 specifies the interface implementation in the final application; Section 5 presents a playability test with some users; and the last section, Section 6, draws conclusions and future work paths for the project.

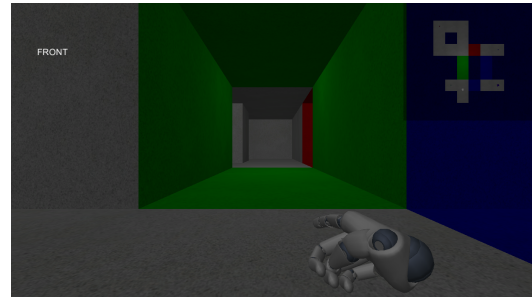
2 Tool

In order to create the empirical research tool, we planned a small game fully controlled by gestures. Users with different cultures can control it with hand gestures associated to their own cultural background. Culture-agnostic gesture sets (i.e., default gestures used in common devices) can also be used as placebo or Hawthorne control groups.

The final application seeks to use gestures with a wider spectrum of possible cultural and meaningful gestures and, therefore, achieve a higher probability of finding different gestures in the two different cultures selected, Dutch and Portuguese. It also has a set of generic gestures, based on the default gestures available in the capture device's API, resulting on an extra set of gestures that is available to users but not connected to a specific culture.

The game plans to use a Leap Motion controller, Leap Motion Inc. to capture the users' hands, as in Figure 1. This capture device was developed by Leap Motion Inc. [Motion 15b], and it is capable of tracking objects like fingers, hands, and forearms available within a field of view of 150°, a capture range between 2.5 cm and 1 meter, a frame rate of 50-200 fps and an accuracy of less than 2.5 mm [Weichert 13], situated in the upper side of the device. The precision on detecting and capturing the user's hands and its recent nature make this device a good option to recognize hand gestures in a research tool.

To model and recognize the patterns performed by the user, the application adopted a statistic method, Hidden Markov Models, and a classifier (through the Accord.NET Framework [dS15]), because of their previous successful use in the field of pattern recognition, such as in speech recognition and other applications. Hence, the gestures after being recognized are used in the game as normal input signals.



(a) During the game



(b) Side view

Figure 2: Gesture to *Move Forward* associated with the Portuguese culture

3 Game Description

The game is a simple maze game where the player must perform certain actions, such as drink colored potions, allowing walking over tiles of the same color, and grab a magical cube in the labyrinth's end to finish the game.

Previous to the game start proper, there is a main menu, where it is possible to start the game, open a settings menu or quit the game. In the settings menu, the player can change the game's culture (for gestures) and its difficulty (number of colors for tiles).

In the settings menu, to pick the game's difficult, the player must perform a cultural gesture to define the number of colors (1, 2 or 3) available in the game. In the main menu, after electing to start the game, the user must confirm or cancel the setting with which the game will start through an yes or no (Figure 3) gesture in the user's defined culture. The selection of options in these menus is made through mimicking the motion of touching a screen or tapping a button in mid-air. This is an ad hoc option, because culture for gestures can only be set after the user accesses the settings section.

During the game, all action commands are issued through hand gestures. To reach the maze's end the user can move and rotate the character, drink a potion, and grab the end cube. The player can also pause the game. While paused, it is possible to mute or unmute the game environment sounds, as well as resume the game. In the end, after reaching and grabbing the magical cube, the player can elect to continue towards the main menu or terminate the application. In Figure 2 it is possible to see the user moving forward at the beginning of the game (Figure 2a), as well the side view of a gesture being used (Figure 2b).

There are 17 distinct commands in total during the game. If all cultural gestures were different, this would require 34 gestures to support two cultures. However, after selecting cultural gestures for Portuguese and Dutch cultures, only 24 different gestures were required, since some commands (e.g. selecting, grabbing, moving backwards) have a common gesture in both cultures. All gestures performed by the user are captured through a Leap Motion controller, that provides several informations from the capture hand, such as forearm, hand, and finger positions, directions, translations, rotation, and even the radius of a imaginary sphere that fits the curvature of the hand. However only 6 features, three-dimensional vectors representing the five fingers and the hand's palm's direction, are extracted from the captured frame in order to characterize a hand sign/gesture, with a total of 18 values per hand.

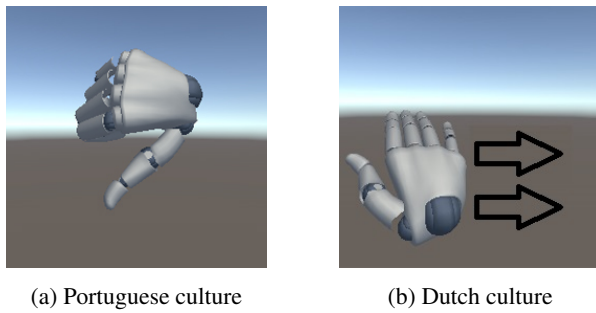


Figure 3: Gesture *No* in both cultures

4 Implementation

Our shamanic interface implementation relies on a cultural layer that is responsible to store all the associations between commands, cultures, and gestures' names, as well as returning the correct gesture given a command and culture.

The mapping between these three components is made through a look-up table (1) between a pair composed by a *Command* and a *Culture*, and the correspondent *Gesture Name*.

$$(Command, Culture) \rightarrow Gesture\ Name \quad (1)$$

Based on this, given a list of commands (*C*) and the user's culture (*Culture*), it is possible to obtain a list with all gestures' names (*GN*) that the interface must recognize.

$$([C_1 \dots C_i], Culture) \rightarrow [GN_1 \dots GN_i] \quad (2)$$

These gesture names are later converted into Hidden Markov Models (3), created previously to represent each gesture, and loaded with the respective commands into a classifier of HMMs (4) created to evaluate the likelihood of each model given a sequence of signs.

$$GN \rightarrow HMM \quad (3)$$

$$Classifier([HMM_1 \dots HMM_i], [C_1 \dots C_i]) \quad (4)$$

Due the intrinsic error associated to statistical methods, where a vast range of solutions increases the error, in a system based on the classification of patterns through Hidden Markov Models, by incrementing the number of patterns available to be recognized it will increase the possibility of a misclassification. Accordingly, the application, instead of trying to recognize a pattern between all available gestures, selects only a small group of gestures needed to be analysed. This selection is based on the commands used in the game's current state as well as the user's culture. The game is, therefore, divided into states, where each state has a set of commands used in the respective game's part. Based on this division, in the cultural layer where the classifier is created, only the needed commands in the game's current state are computed into a set of gestures in the user's culture that are expected to be performed in the current phase of the application.

During the application's run time, the user's hands are detected, featured into a set of values, and stored. Since the gestures made by a user have a dynamic and fluid nature, they are stored in a buffer created to contain a list with the last sets of values (selected features of a captured hand).

To recognize the gesture, the sequence of sets of values is given to the classifier, where is selected the most likely model. After the given motion pattern being recognized, the classifier returns a command associated to the selected model, being processed later by the application.

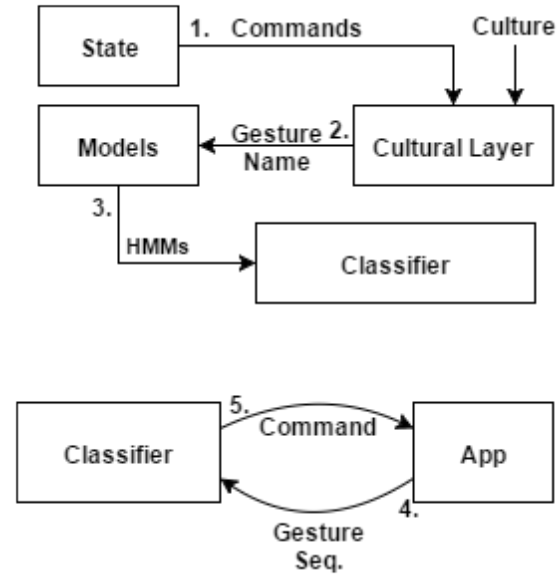


Figure 4: Gesture recognition flow

The flow described previously, responsible for the classifier creation and the gesture recognition cycle can be found in figure 4. In the game state, given a list of commands (1) and the user's culture, a list of gesture names (2) is obtained. Those are converted into HMMs (3), used later by the classifier to recognize a command (5) based on a sequence of gestures (4).

5 Tests with Users

A test with a small number of users was carried out with the main purpose of evaluating the game playability with users of different cultures. The reaction of each player during the evaluation was also observed and in the end he/she was asked for general feedback about the application.

The tests followed the following sequence: in the beginning, it was explained to each user the game's description and commands (gestures) and some hints to operate with the device. After starting the application and selecting the option menu, each user was asked to choose the culture and the difficulty (number of colors), in this sequence since the gestures used in the difficulty selection menu are dependent from the culture selected. Afterwards, back to the main menu, each user started a new game and confirmed the configurations selected before. In the game level, the user had to travel through a simple maze, reach the end cube and quit the application. During the game level he/she was asked to pause, mute and resume the game. The game level presented is linear (figure 5), since in each part it's only possible to do one thing in order to proceed until the game cube is reached. Since the beginning of the game, the end cube is showed to the user, and thereafter the color he/she must achieve in the end to reach it, exposing from the start the game goal. In the end the users were invited to give general feedback about the application, the interface and their recent experience with them.

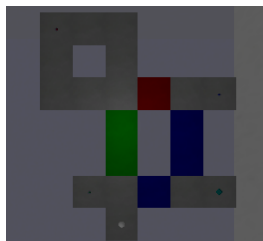
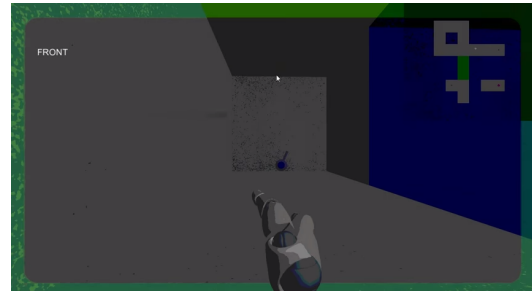


Figure 5: Game map

The test was executed in 3 groups of 4 people each, and each group used a different set of gestures. While the groups that used a set of cultural gestures were composed by users of the matching cultural background (Portuguese and Dutch), the group that used a set of default gestures was composed of users with a miscellaneous of cultural backgrounds, more specifically, a Dutch, a Belgian, an Indian and a Brazilian. Both the screen and the user were recorded separately.

As expected, all users were able to start and complete the game, although at first almost all experienced some difficulties associating their own hands with the displayed ones, mainly due to lack of awareness of the device's operational range, as well as the recognition of some gestures (mainly in the Dutch set of gestures). During the game, an evolution in the proficiency of performing the correct gesture was noticed, being mentioned in the end by some users that they got more familiar with the gestural interface during the essay.



(a) Screen



(b) Camera

Figure 6: Dutch user moving forward

While the main goal with these tests was to obtain qualitative data (e.g. reactions, feedback), it was possible to analyse the time used for the few users that experience this test. The 12 users took an average time of 7 minutes to complete the test, which 20% of the time is related to the initial menus and the other 80% are related to the time spent in the game level. Since no quantitative testing was conducted, we recommend a more extensive and detailed testing with a quantitative nature as further work.

6 Conclusion

With the developed application, where users are able to use their own cultural set of gestures to interact with the game, and the successful results in the tests with different users in a small scale, it can be concluded that this research tool can be used by empirical researchers to test and develop the concept further.

Since the shamanic interface is a promising but recent and untested concept, and based on some problems detected during the tests, it is still possible to conclude that the system, while usable, can be enhanced in different aspects, such as the gesture's featuring, modelling, and classification, by studying, testing, and applying different approaches available for each problem. We also recommend quantitative testing as subsequent work, to strengthen and guide the project for further work.

The use of this tool it is not limited to empirical research, such as finding possible relationships between the use of cultural gestures vs. default mimicking motions and learnability or recall. It can also be used to test new paths forward for the shamanic interface concept, as for example identifying the cultural background of a user through the gestures perform by him/her in a given context, or extrapolating extra meaning (e.g., emphasis, conviction) from ges-

ture metadata.

This game tool for empirical research on the shamanic interface concept, can be downloaded from the following repository:

<https://github.com/Wolfox/SIGame.git>

We invite all interested researchers to download it, contribute to its development, and use it to study the shamanic interface concept.

References

- [Carvalho 14] Filipe Carvalho, Leonel Morgado, and Antonio Coelho. Shamanic interfaces for computers and gaming platforms. *FEUP Edições*, 2014.
- [dC14] Filipe Miguel Alves Bandeira Pinto de Carvalho. Shamanic interface for computers and gaming platforms. master thesis, FEUP, 2014.
- [dS15] CÃ©sar de Souza. Accord.net machine learning framework. <http://accord-framework.net/>, June 2015.
- [Malizia 12] Alessio Malizia and Andrea Bellucci. The artificiality of natural user interfaces. *Communications of the ACM*, 55(3):36–38, 2012.
- [McNeill 92] David McNeill. *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago Press, 1992.
- [Morgado 14] Leonel Morgado. Cultural awareness and personal customization of gestural commands using a shamanic interface. *Procedia Computer Science*, 27:449–459, 2014.
- [Motion 15a] Leap Motion. Api overview - leap motion c# sdk v2.2 documentation. https://developer.leapmotion.com/documentation/csharp/devguide/Leap_Overview.html, June 2015.
- [Motion 15b] Leap Motion. Leap motion — mac & pc motion controller for games, design, & more. <https://www.leapmotion.com/>, June 2015.
- [Weichert 13] Frank Weichert, Daniel Bachmann, Bartholomäus Rudak, and Denis Fisseler. Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller. *Sensors*, 13(5):6380–6393, 2013.

Author Index / Índice de Autores

A

Abel Gomes 66
Ana Paula Cláudio 24, 59
António Coelho 99
Augusta Gaspar 24

B

Benjamim Fonseca 91
Bernardo Cardoso 91
Bernardo Martins 86

C

Cátia Raminhos 24
Carolina Meireles 59
Carolina Santos 80
Catarina Macedo 10
Catarina Macena 34
Cláudio Moura 34

D

Daniela Pedrosa 91
Diogo Azevedo 91

E

Ernesto Vilar 34, 71

F

Fátima Trindade 4
Fausto de Carvalho 86, 91
Frederico Freitas 17

G

Gonçalo Amador 66
Gonçalo Matos 91

H

Hugo Paredes 86, 91

I

Isabel Domingues 71

J

José Barata Oliveira 80

José Franco 4
José Ribeiro 34
José Soeiro 59

L

Leonel Morgado 86, 91, 99
Luís Barbosa 86, 91
Luís Coelho 17
Luís Fernandes 86, 91

M

Maria Beatriz Carmo 24
Maria Carolina Alves 34
Maria Jesus Candeias 24
Michael Adaixo 66
Miguel Palha 4

P

Paulo Cristóvão 86
Paulo Martins 86, 91
Pedro A. Santos 54
Pedro Santos 10, 17

R

Ricardo Rodrigues Nunes 86, 91
Rui Prada 10, 17

S

Sandra Silva 4
Stephan Lukosch 99
Susana Carvalhosa 24

T

Tiago Cardoso 4, 80
Tiago Susano Pinto 99

U

Urbano Mestre 34

V

Vitor Santos 80



ISBN: 978-989-20-6398-0



www.isr.uc.pt