



Plataforma Automática de Estimulação e Avaliação Cognitiva

JORGE MIGUEL RODRIGUES NETO

novembro de 2016

Plataforma Automática de Estimulação e Avaliação Cognitiva

Jorge Miguel Rodrigues Neto

João Nuno Oliveira Costa

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática, Área de Especialização em
Sistemas Computacionais**

Orientador: Nuno Filipe Fonseca Vasconcelos Escudeiro

Coorientadores: Paula Maria De Sá Oliveira Escudeiro e Ricardo Flávio Lopes Alves

Porto, 10, 2016

“Dedico este trabalho à minha família, namorada, colegas e todos aqueles que contribuíram para melhorar o meu percurso académico.”

Jorge Neto

“Aos meus pais, irmão e namorada e a todos que contribuíram para a realização deste mestrado.”

João Costa

Resumo

Com o aumento do número de idosos na população e a consequente incidência de declínio cognitivo associado, torna-se mais importante investir na saúde mental para minimizar o impacto social e económico deste fenómeno, promovendo o envelhecimento ativo. O declínio cognitivo é um processo natural associado ao envelhecimento, sendo esta a principal vertente que o projeto de dissertação aborda. Este projeto contribui para o desenvolvimento de uma plataforma que permitirá a sinalização precoce de défices cognitivos e a estimulação de utentes com sintomas pré-clínicos.

O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um jogo sério que permite a transferência eficiente dos resultados da estimulação para atividades que o público-alvo realiza no quotidiano. Neste jogo, é adaptado um programa de treino cognitivo, cientificamente validado, para uma plataforma informática, de forma a permitir uma estimulação cognitiva sem a carga emocional normalmente associada à realização destes programas em ambiente de consulta, potenciando, em simultâneo, através dos cenários idealizados para o jogo, a transferência dos resultados da estimulação. Os aspetos mais importantes deste trabalho passam, então, pela estimulação cognitiva do utilizador e a transferência eficiente dos resultados da estimulação. É também importante referir o componente *Dynamic Difficulty Adjustment*, que tem como objetivo ajustar a dificuldade do jogo consoante o desempenho do utilizador.

Este projeto foi originalmente pensado pelo especialista Ricardo Alves e planeado pelo mesmo em parceria com o GILT/ISEP.

Palavras-chave (Contexto): Estimulação Cognitiva, Défice Cognitivo, Atenção, Memória, Orientação, Jogos Educativos, Jogos sérios, Avaliação.

Palavras-chave (Tecnologias): Unity, ASANA, Bitbucket, Scrum, C#.

Abstract

With the increasing number of elderly, in our population, and the consequent incidence of cognitive decline associated, it becomes important to invest in mental health, to minimize the social and economic impacts of this phenomenon, promoting active aging. Cognitive decline is a natural process associated with aging, which is the main approach of this thesis. This project contributes to the development of a platform that will allow the early signaling of cognitive deficiencies and the stimulation of users with preclinical symptoms, without their having to move to a clinical office on purpose.

The main goal of this project is to develop a serious game which allows the efficient transfer of the stimulation results to daily activities of the targeted public. In this game, a cognitive training program is adapted, and scientifically validated, to an IT (information technology) platform, in order to allow a cognitive stimulation without the emotional stress normally associated with the execution of these programs in a clinical environment, simultaneously enhancing the transfer of the stimulation results, through scenarios idealized for the game. The most important aspects of this project undergo the cognitive stimulation of the user and the efficient transfer of the results of this stimulation. It is equally important to refer the Dynamic Difficulty Adjustment component, which goal is to adjust the game's difficulty according to the user's performance.

This project was originally thought by the psychologist Ricardo Alves and planned by himself in partnership with GILT/ISEP.

Keywords (Context): Cognitive Stimulation, Cognitive Decline, Attention, Memory, Orientation, Educational Games, Serious Games, Assessment.

Keywords (Technologies): Unity, ASANA, Bitbucket, Scrum, C#.

Agradecimentos

Começo por entregar os meus agradecimentos aos professores Nuno Escudeiro e Paula Escudeiro, pela oportunidade que me ofereceram em integrar a equipa de desenvolvimento deste projeto e pela orientação, acompanhamento e ensinamentos prestados até ao momento. Aproveito também para agradecer ao principal responsável pelo projeto, Ricardo Alves, pela orientação dada e pela disponibilidade constante em ajudar sempre que fosse necessário.

Agradeço também ao meu colega de curso, e integrante na equipa de desenvolvimento deste projeto, João Costa. Foi uma honra trabalhar com o mesmo, devido ao enorme espírito de camaradagem e entreaajuda que se desenvolveu durante todo o percurso académico. As trocas de conhecimento e ideias contribuíram bastante para o meu crescimento profissional, tendo estas também contribuído para um melhor desenvolvimento e construção do projeto.

Para finalizar, um agradecimento especial aos meus pais Serafim Neto e Maria José Neto, pelo apoio incondicional e pela constante motivação dada ao longo destes dois anos de mestrado, e à minha namorada, Maria Sousa, pelo carinho e atenção, que me motivaram ao longo desta especialização para fazer sempre mais e melhor.

A todos estes, um sincero e profundo obrigado.

Jorge Miguel Rodrigues Neto.

Deixo um agradecimento a todos os que possibilitaram a realização deste projeto.

Gostaria de deixar um agradecimento especial aos orientadores, professores Nuno Escudeiro e Paula Escudeiro e ao especialista Ricardo Alves, pela oportunidade que me deram de participar no projeto e pela orientação prestada.

Uma grande parte dos meus agradecimentos vai também para o meu colega de trabalho Jorge Neto, que me acompanha há quatro anos em praticamente todos os projetos que realizo em grupo, pela motivação, troca de conhecimentos e cooperação demonstradas ao longo de todo este tempo.

Por ultimo, mas não menos importantes, deixo um agradecimento especial à minha família, começando pelos meus pais Maria Pinheiro e Nelson Costa e ao meu irmão Francisco Costa, pelo apoio e pela constante motivação dada ao longo destes anos de licenciatura e mestrado, e à minha namorada Daniela Fonseca pelo carinho e atenção, que me acompanha e motiva, desde o ensino secundário, para fazer sempre mais e melhor.

João Nuno Oliveira Costa.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Problema	2
1.3	Abordagem preconizada	2
1.3.1	Objetivos	4
1.4	Planeamento	5
1.4.1	Planeamento de tarefas	5
1.4.2	Design Document	7
1.5	Contributos do trabalho	7
1.6	Organização do documento	8
2	Contexto e Estado da Arte	11
2.1	Conceitos de negócio	11
2.1.1	Validade ecológica	12
2.1.2	Estimulação cognitiva	12
2.1.3	Atenção	13
2.1.4	Memória	14
2.1.5	Declínio Cognitivo	16
2.1.6	Avaliação neurocognitiva	17
2.2	Processos e intervenientes	18
2.2.1	Processos e intervenientes do projeto	18
2.2.2	Processos e intervenientes do sistema	18
2.3	Critérios e restrições	19
2.4	Análise de valor	20
2.4.1	Proposta de valor do projeto	20
2.4.2	Cenários de negócio	22
2.4.3	Modelo de negócio Canvas	23
2.4.4	Análise da criação de valor	25
2.5	Estado da arte	28
2.5.1	Introdução ao estado da arte	28
2.5.2	Investigação em estimulação cognitiva	29
2.5.3	Investigação em jogos sérios	30
2.5.4	Tecnologias e soluções	32
3	Avaliação de Abordagens	35
3.1	Grandezas e critérios de escolha	35
3.2	Abordagens técnicas	36
3.2.1	Componentes do projeto	36
3.2.2	Hipóteses consideradas	37
3.2.3	Escolha final das tecnologias	38
4	Desenho da Solução	41

4.1	Desenho conceptual.....	41
4.2	Arquitetura da solução	42
4.3	Estrutura da solução	43
4.3.1	Estrutura técnica da solução	43
4.3.2	Processamento global de jogo	46
4.4	Base de dados interna	47
5	Construção da Solução	49
5.1	Jogabilidade	49
5.2	Cenários.....	51
5.2.1	Quarto.....	52
5.2.2	Cozinha.....	53
5.2.3	Rua.....	54
5.2.4	Supermercado.....	55
5.2.5	Menu.....	56
5.3	Tutorial.....	57
5.4	Teste diagnóstico.....	60
5.5	Jogo principal	65
5.5.1	Fluxo de jogo.....	66
5.5.2	Sistema de pontuação e recompensas.....	67
5.6	Minijogos.....	68
5.6.1	Minijogo guarda-fatos	70
5.6.2	Minijogo armário	73
5.6.3	Minijogo despensa.....	75
5.6.4	Minijogo escolher rotas.....	77
5.6.5	Minijogo autocarro	80
5.6.6	Minijogo escolher produtos.....	81
5.6.7	Minijogo pagar produtos	83
5.6.8	Minijogo cozinhar.....	86
5.7	Dynamic Difficulty Adjustment	88
5.8	Registo de resultados	90
5.9	Requisitos não funcionais	93
5.9.1	Procura de caminhos.....	93
5.9.2	Acessibilidade e decoração.....	94
5.9.3	Mapa	95
5.9.4	Comunicação com o jogador	96
6	Avaliação da Solução Final.....	97
6.1	Grandezas de avaliação	97
6.2	Hipóteses a testar	98
6.3	Metodologias de avaliação	99
6.4	Discussão de resultados	100
6.4.1	Experiências realizadas	100
6.4.2	Resultados da população com défices.....	101
6.4.3	Resultados da população sem défices	104

6.5	Cumprimento de requisitos	107
6.5.1	Enquadramento com o contexto.....	107
6.5.2	Enquadramento com o problema.....	107
6.5.3	Enquadramento com os objetivos	108
6.6	Trabalho futuro	109
6.6.1	Cenários a implementar.....	109
6.6.2	Renovação dos minijogos	110
6.6.3	Implementação do servidor e base de dados.....	111
6.6.4	Exploração do DDA	113
6.6.5	Exploração comercial.....	114
6.7	Divulgação do projeto	114
6.7.1	Conferência SGAMES 2016	114
6.7.2	Serious Game Show	115
7	Conclusões.....	117

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema geral da abordagem.....	3
Figura 2 – Principais vertentes do projeto	3
Figura 3 – Diagrama de Gantt	6
Figura 4 – Tipos de memória (FI & Alves 2014; Carvalho 2011)	15
Figura 5 – Diagrama Use-Case do sistema	19
Figura 6 – Modelo de negócio Canvas	24
Figura 7 – Exemplos de tarefas do CogWeb (Tedim Cruz 2014).....	33
Figura 8 – Desenho Conceptual	41
Figura 9 – Modelo arquitetural.....	42
Figura 10 – Diagrama de classes	44
Figura 11 – Diagrama de sequência: Exemplo do processo de cozinhar	45
Figura 12 – Diagrama de sequência: Processar Minijogo	46
Figura 13 – Diagrama de sequência: Cálculo do próximo jogo.....	48
Figura 14 – Teclado virtual.....	50
Figura 15 – Áreas de interação	50
Figura 16 – Cenários do jogo.....	51
Figura 17 – Cenário do quarto	52
Figura 18 – Cenário da cozinha	53
Figura 19 – Cenário da rua.....	54
Figura 20 – Cenário do supermercado.....	55
Figura 21 – Menu inicial	56
Figura 22 – Inserir nome	57
Figura 23 – Escolher género.....	57
Figura 24 – 1º mensagem do tutorial	58
Figura 25 – 2º mensagem do tutorial	58
Figura 26 – Animação auxiliar das mãos.....	58
Figura 27 – Jogo de tutorial: Guarda-fatos a brilhar	59
Figura 28 – Jogo de tutorial: Armário	59
Figura 29 – Diagnóstico: Introdução	60
Figura 30 – Diagnóstico: Exemplo de inserir o mês atual	61
Figura 31 – Diagnóstico: Ponteiros e números	61
Figura 32 – Diagnóstico: Montar relógio.....	61
Figura 33 – Diagnóstico: Inserir morada ouvida	62
Figura 34 – Diagnóstico: Nomear objetos.....	62
Figura 35 – Diagnóstico: Inserir morada no envelope	63
Figura 36 – Diagnóstico: Escolher objetos	63
Figura 37 – Diagnóstico: Mensagem para procurar correio	64
Figura 38 – Diagnóstico: Correio encontrado	64
Figura 39 – Diagnóstico: Pagar carta.....	64

Figura 40 – Exemplo de mensagem introdutória	65
Figura 41 – Fluxo de acontecimentos.....	66
Figura 42 – Barra de estados.....	66
Figura 43 – Guarda-fatos no Quarto	69
Figura 44 – Guarda-fatos no minijogo.....	69
Figura 45 – Diagrama de atividades: Circuito do jogo.....	70
Figura 46 – Painel de roupa do guarda-fatos	71
Figura 47 – Escolher roupa no guarda-fatos	71
Figura 48 – Exemplo da dificuldade 2 no guarda-fatos.....	72
Figura 49 – Exemplo da dificuldade 3 no guarda-fatos.....	72
Figura 50 – Objetos do armário a memorizar	73
Figura 51 – Objetos do armário.....	73
Figura 52 – Exemplo da dificuldade 2 do armário.....	74
Figura 53 – Exemplo da dificuldade 3 do armário.....	74
Figura 54 – Mensagem de ajuda no minijogo do armário	74
Figura 55 – Livro apresentado na banca de cozinha	75
Figura 56 – Exemplo de uma receita	75
Figura 57 – Ingredientes de uma receita.....	75
Figura 58 – Cenário da despensa	76
Figura 59 – Lista de compras anunciada	76
Figura 60 – Posicionamento da paragem de autocarro	77
Figura 61 – Rua a escolher	78
Figura 62 – Opções de ruas	78
Figura 63 – Paragens disponíveis	78
Figura 64 – Opções de paragens	78
Figura 65 – Pagar bilhete de autocarro	78
Figura 66 – Interior do autocarro.....	80
Figura 67 – Edifício do supermercado.....	80
Figura 68 – Bancas das frutas e legumes.....	81
Figura 69 – Exemplo do minijogo de escolher produtos.....	82
Figura 70 – Exemplo do minijogo de escolher produtos na dificuldade 3	82
Figura 71 – Exemplo do minijogo de escolher produtos na dificuldade 4	83
Figura 72 – Painel de produtos adicionais.....	84
Figura 73 – Exemplo de tarefa de cálculo mental.....	84
Figura 74 – Pagar produtos escolhidos	85
Figura 75 – Corte de um objeto.....	86
Figura 76 – Exemplo de informação.....	86
Figura 77 – Exemplo da interação com um objeto	86
Figura 78 – Descascar Ingrediente	87
Figura 79 – Juntar ingredientes.....	87
Figura 80 – Cortar ingrediente	87
Figura 81 – Mexer ingredientes	87
Figura 82 – Diagrama de sequência: DDA	89

Figura 83 – Exemplo de resultados: Tutorial	91
Figura 84 – Exemplo de resultados: Diagnóstico	92
Figura 85 – Exemplo de resultados: Minijogo de escolher rotas	92
Figura 86 – Exemplo do funcionamento do A*	94
Figura 87 – Mapeamento da rua.....	95
Figura 88 – Diagrama de sequência: Processo de comunicação com o jogador	96
Figura 89 – Modelo arquitetural futuro	111
Figura 90 – Modelo relacional a implementar.....	112

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tipos de atenção.....	14
Tabela 2 – Cenários de negociação.....	23
Tabela 3 – Matriz de critérios	26
Tabela 4 – Classificação de alternativas.....	27
Tabela 5 - Minijogos	69
Tabela 6 – Modos de pagamento	79
Tabela 7 - Modelo de <i>Output</i>	90
Tabela 8 - Grandezas de avaliação.....	98
Tabela 9 - Observações das experiências nos participantes com défices.....	102
Tabela 10 - Grandezas de avaliação dos participantes com défices.....	103
Tabela 11 - Observações das experiências nos participantes sem défices.....	104
Tabela 12 - Grandezas de avaliação dos participantes sem défices	106
Tabela 13 - Cumprimento de requisitos.....	108

Glossário

Estimulação cognitiva	Intervenção sobre processos cognitivos (e.g. memória), de forma a obter um impacto positivo nas respetivas funções, através de técnicas cognitivas adequadas ao efeito.
Declínio cognitivo	Processo de perda das capacidades cognitivas, associado ao envelhecimento e/ou a um quadro clínico específico.
Validade ecológica	Variável utilizada em psicologia para descrever o enquadramento dos sujeitos em cenários relacionados com o mundo real e aplicar os mesmos em programas de estimulação cognitiva.
Transferência de resultados	Processo de transferência dos conhecimentos adquiridos ou renovados em programas de estimulação para tarefas que os indivíduos realizam no quotidiano.
Generalização	Processo cognitivo que permite responder a situações ou estímulos semelhantes aos apresentados em programas de estimulação.
Processos cognitivos	Processos que permitem a aquisição de conhecimento, como a memória, atenção, orientação, praxia, abstração entre outros.
Avaliação cognitiva	Testes implementados em sujeitos com o objetivo de identificar e detetar as capacidades cognitivas atuais dos mesmos e possíveis anomalias ou problemas de saúde.
Unity	Plataforma utilizada para o desenvolvimento de jogos.
C# (C-Sharp)	Linguagem de programação orientada a objetos, utilizada para o desenvolvimento de vários tipos de <i>software</i> .
Scrum	Metodologia utilizada no planeamento e gestão de projetos. Permite dividir um projeto em <i>Sprints</i> (iterações), segmentos temporais onde um conjunto de tarefas deve ser concluído.

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
GILT	Games Interaction and Learning Technologies
DDA	Dynamic Difficulty Adjustment
TMDEI	Tese/Dissertação/Estágio do Mestrado em Engenharia Informática
UC	Unidade curricular
MOCA	Montreal Cognitive Assessment
MMSE	Mini Mental State Examination
2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
GUI	Graphical User Interface
BD	Base de dados
API	Application Programming Interface
SG	Serious Games
NPC	Non-Player Character
UML	Unified Modeling Language

Lista de Símbolos

\bar{x}	Média aritmética
-----------	------------------

1 Introdução

Este projeto de dissertação ocorre no âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação/Estágio (TMDEI), pelo que é, neste documento, apresentado o projeto que se pretende desenvolver, assim como os diversos passos concretizados que levaram à solução do problema em mãos.

1.1 Enquadramento

Este documento é parte integrante da Unidade Curricular de Tese/Dissertação/Estágio (TMDEI), do Mestrado em Engenharia Informática (MEI) em Sistemas Computacionais, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e tem como principal objetivo descrever o projeto e respetivo problema. Consiste ainda em explicar e justificar as abordagens escolhidas, apresentar esquemas que facilitem a compreensão do modelo que se pretende desenvolver, indicar os métodos de avaliação finais, aplicar os conhecimentos adquiridos nos módulos curriculares frequentados e, por último, apresentar os vários passos que levaram à construção da solução final, assim como explicar de que forma é que as metodologias aplicadas são cruciais para a resolução do problema.

Tendo isto em conta, e com o apoio do centro de investigação *Games Interaction and Learning Technologies* (GILT) e do especialista Ricardo Alves, foi desenvolvido um projeto com o objetivo de criar um jogo sério que permite a estimulação cognitiva de adultos, dos 45 aos 65 anos de idade, para que o efeito do défice cognitivo, normalmente associado a estes sujeitos, seja retardado e precocemente notificado ao especialista em questão, para que este possa agir em conformidade com os resultados. Nos próximos capítulos é possível compreender melhor o problema, assim como as abordagens e estratégias implementadas para o resolver.

1.2 Problema

Este trabalho de investigação enquadra-se na sequência de uma dissertação de mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde, cujo objetivo é desenvolver uma ferramenta interativa destinada à avaliação e estimulação cognitiva de sujeitos, cuja idade esteja compreendida entre os 45 e 65 anos de idade.

Com o crescente número de idosos na população portuguesa, e mundial, e a consequente incidência de declínio cognitivo associado, é da maior importância um investimento na promoção e prevenção da saúde mental do sujeito, também para minimizar o impacto social e económico deste fenómeno e promover o envelhecimento ativo. O declínio cognitivo é um processo natural associado ao envelhecimento que se pode manifestar, sensivelmente, a partir dos 45 anos de idade. Uma vez que, quer o declínio cognitivo normal, quer o patológico, fazem parte do processo de envelhecimento, é importante encontrar formas de avaliação e de estimulação cognitiva. Desta forma, faz todo o sentido o investimento na criação de plataformas interativas que permitam uma intervenção mais efetiva, prática, facilitadora do processo de generalização (dar resposta a situações realistas, com base em estímulos previamente reforçados através de estimulações clínicas) e motivadora para os sujeitos mais velhos.

1.3 Abordagem preconizada

Este projeto de tese situa-se na especialidade da computação científica e intervenção neuropsicológica e consiste na criação e implementação de uma plataforma de avaliação e treino cognitivo, que permitirá a sinalização precoce de deficiências cognitivas e a estimulação de utentes com sintomas pré-clínicos, sem que estes tenham que se deslocar a um consultório. Em particular, pretende-se criar um jogo sério, para o sistema operativo *Windows*, que potencie a validade ecológica, ao disponibilizar cenários, referentes à vida real, bem conhecidos pelos utilizadores, permitindo a transferência eficiente dos resultados da estimulação para atividades que o público-alvo realiza no quotidiano (e.g. ir às compras). Para além dos critérios mencionados, é importante promover um melhor nível de interação entre o público-alvo e o computador, eliminando o máximo número possível de interações, que podem contribuir negativamente para o programa de estimulação desejado (e.g. utilização do rato). A Figura 1 ilustra, de uma forma geral, a abordagem a seguir.

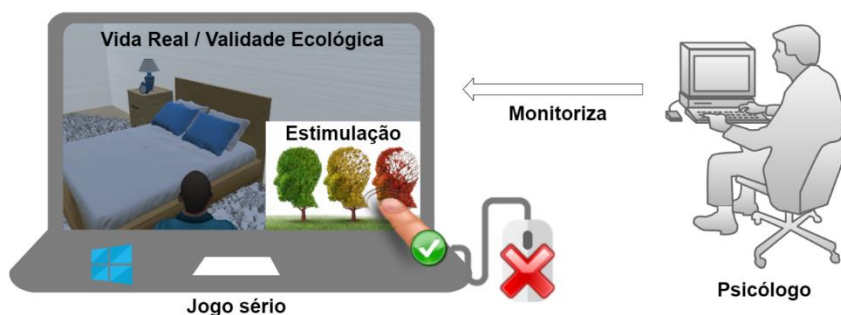


Figura 1 – Esquema geral da abordagem

O jogo construído é uma adaptação, para uma plataforma informática, de um programa de treino cognitivo cientificamente validado e composto por exercícios de estimulação e avaliação cognitiva. Este permite realizar a estimulação cognitiva do utilizador sem o expor à carga emocional, normalmente associada à realização destes programas em ambientes de consulta clínica. Em simultâneo, potencia a transferência dos resultados da estimulação para o dia-a-dia do utilizador, por via dos cenários idealizados para o jogo que não se conseguem replicar facilmente em ambiente tradicional de consulta.

Através destes resultados, cabe ao especialista retirar as suas conclusões, diagnosticando, ou não, a presença de défices cognitivos ou analisando o valor da intervenção, isto é, verificar se a mesma é cientificamente válida. A Figura 2 representa, esquematicamente, as principais vertentes do projeto referidas.



Figura 2 – Principais vertentes do projeto

Estas quatro etapas são consideradas críticas para a utilidade final do produto concebido, tornando-as nos principais componentes e objetivos do projeto.

1.3.1 Objetivos

O objetivo principal deste projeto de dissertação é criar um jogo sério que promova a estimulação cognitiva em adultos, cuja idade esteja compreendida entre os 45 e 65 anos de idade, simulando a execução de tarefas relacionadas com atividades que as pessoas realizam no quotidiano (validade ecológica) e treinando os processos cognitivos dos sujeitos (e.g. atenção). No entanto, existem objetivos secundários cujo papel é fundamental para o funcionamento global do projeto e para que o jogo seja contruído de uma forma sólida e fiável, melhorando a interação e experiência do utilizador com o computador, através de funcionalidades que oferecem uma melhor experiência a nível pessoal.

Tendo em conta o objetivo principal, é possível desdobrar o mesmo nos seguintes objetivos secundários:

- Promover a estimulação cognitiva: Criação de cenários e minijogos que permitam uma constante atividade do utilizador, para que a transferência de resultados seja mais eficiente.
- Potenciar a transferência dos resultados da estimulação: Facilitar a transferência das capacidades cognitivas estimuladas e adquiridas no jogo para as atividades que os indivíduos realizam no quotidiano.
- Promover a recolha e o armazenamento de informação: Criação de um serviço de comunicação para extrair a informação referente ao desempenho do utilizador no jogo. O especialista e especialista, posteriormente, irá retirar e consultar a informação, para que esta possa ser corretamente analisada e/ou monitorizada pelo mesmo.
- Promover o reajustamento automático da dificuldade do jogo: Criação de um componente *Dynamic Difficulty Adjustment (DDA)*, que permitirá ajustar a dificuldade consoante o desempenho do utilizador ao longo do jogo.

Estes objetivos traduzem, de uma forma geral, os componentes que estão associados ao jogo, isto é, os cenários, os minijogos, a comunicação e o DDA podem ser vistos como os componentes base do projeto.

Relativamente aos cenários idealizados para o jogo, estes apresentarão a vertente de validade ecológica, isto é, é necessário que simulem os cenários referentes à vida real, como por exemplo um quarto, uma cozinha ou um supermercado. Desta forma, a transferência dos resultados da estimulação torna-se mais eficiente, devido aos utilizadores reconhecerem a utilidade do jogo e entrarem num modo de descontração (*FlowZone*). Os minijogos serão inseridos no âmbito da implementação destes cenários. A finalidade da inserção dos minijogos no jogo principal é estes fazerem-se passar por testes de avaliação da capacidade cognitiva dos utilizadores, sem que estes se apercebam da sua verdadeira intenção e poderem realizar as diversas atividades sem atingirem qualquer nível de *stress*, normalmente associado a testes realizados em ambientes clínicos.

1.4 Planeamento

O projeto foi organizado com base em duas estratégias facilitadoras do processo de planeamento, sendo estas compostas pelo diagrama de Gantt e o *Design Document*.

1.4.1 Planeamento de tarefas

Com recurso ao diagrama de Gantt, foi construído um planeamento, inicialmente idealizado para o desenvolvimento e implementação da solução desejada, com base nos objetivos previamente estabelecidos (ver secção 1.3.1).

O desenvolvimento foi organizado seguindo uma versão simplificada de Scrum. Semanalmente, foram cumpridos *Sprints*, sendo realizadas duas reuniões, uma no início de cada semana para delinear os objetivos da semana corrente, e outra reunião no final da semana, na qual eram analisadas e validadas as funcionalidades desenvolvidas durante o último *Sprint*. Ambas as reuniões eram acompanhadas pelo especialista e muitas vezes contavam com a presença dos orientadores do projeto.

O diagrama foi criado com recurso ao Instagantt, uma aplicação web que tem por objetivo criar este mesmo tipo de diagramas, que consegue conectar-se ao ASANA, aplicação do Google Chrome que tem como finalidade a gestão de projetos. O ASANA foi utilizado, sobretudo, na fase inicial do planeamento, na qual foi desenvolvido o *Product Backlog*, uma vez que, em fases mais avançadas do projeto, complementou-se a organização dos *Sprints* com recurso à utilização dos *Issues* no Bitbucket, sinalizando as tarefas desenvolvidas e a desenvolver. Os *Issues* permitem demonstrar o progresso das tarefas de uma forma simples e totalmente integrada com as ferramentas utilizadas.

Devido às dimensões do diagrama de Gantt, foi necessário delimitar as suas margens. No entanto, as tarefas apresentam o respetivo nome à sua frente, sendo possível identificar as datas início e limite de cada. A Figura 3 representa o diagrama mencionado.

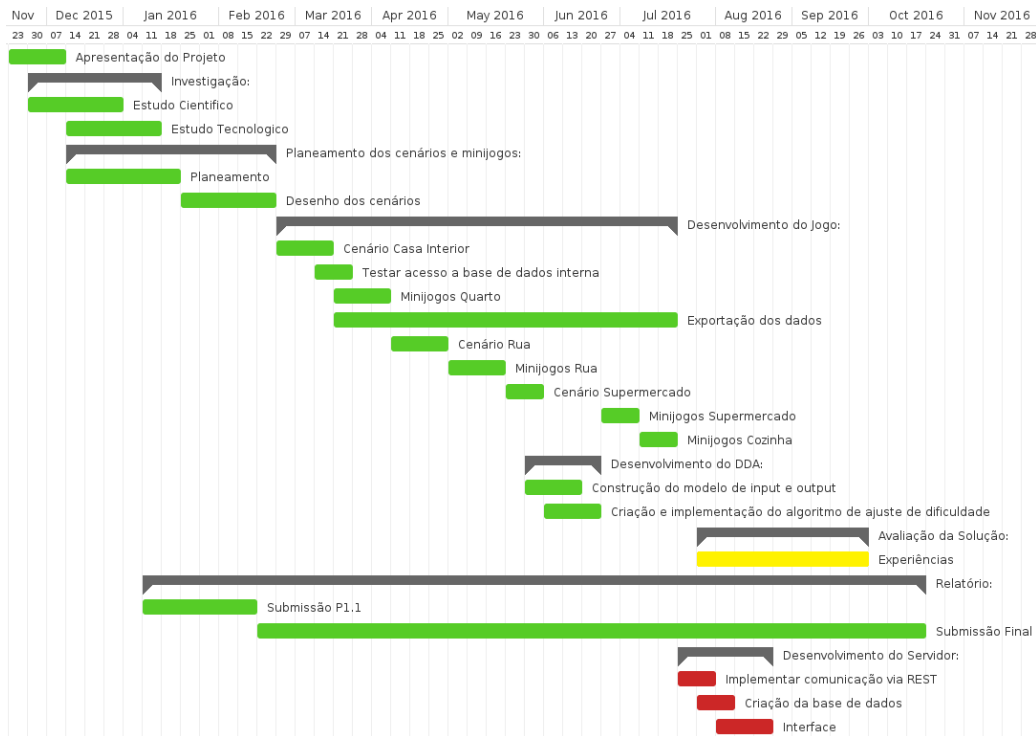


Figura 3 – Diagrama de Gantt

Como é possível visualizar no diagrama de Gantt, a implementação do servidor, e componentes associados, para armazenamento e comunicação dos resultados, não terá sido concluída. Tal deve-se, sobretudo, a estes componentes terem sido considerados requisitos não funcionais, o que levou ao seu adiamento, de forma a aprimorar os requisitos funcionais. É também importante mencionar a falta de experiência, na área de multimédia, que a equipa de desenvolvimento possuía antes da concretização do projeto, pelo que foi necessário alargar o tempo de estudo e de aprendizagem, inicialmente previsto. Durante a fase de desenvolvimento foi também desenvolvido um artigo, durante, aproximadamente, três semanas, relacionado com o projeto em mãos, e a respetiva apresentação para a conferência SGAMES 2016 (ver secção 6.7).

Devido ao tempo necessário, ao seguimento de protocolos e à disponibilidade dos participantes, a fase de avaliação da solução foi substituída por algumas experiências que visam, principalmente, a análise da interação com o jogo e a influência da validade ecológica no programa desenvolvido (ver secção 6.4).

Todos estes contratemplos, positivos e negativos, influenciaram a fase de desenvolvimento. Contudo, o requisito principal atingiu um estado mais avançado do que previsto, sendo que tal imaginava-se improvável desde o início, pelo que é seguro concluir que, de uma forma geral, o desenvolvimento da solução cumpriu-se de acordo com o que foi inicialmente planeado.

1.4.2 Design Document

Durante a fase de planeamento do projeto, redigiu-se um documento (ver Anexo 2) que explica o funcionamento geral do projeto, tudo o que este contém e tudo o que este terá de desempenhar, servindo de guia para a construção da solução proposta. A ideia inerente a este documento é planejar, passo a passo, a solução e tudo o que ela irá abordar ou conter. Desta forma, durante a fase de desenvolvimento, o processo de implementação de funcionalidades segue um esquema previamente definido, facilitando a construção da solução. O documento foi construído com base nos vários componentes do jogo, sendo possível visualizar o planeamento de todos estes, como, por exemplo, os minijogos, os cenários, o fluxo geral do jogo, entre outros componentes do jogo.

1.5 Contributos do trabalho

Principalmente, esta dissertação contribui para o desenvolvimento de uma plataforma, que permitirá a sinalização precoce de défices cognitivos elevados ou de um possível quadro clínico específico (e.g. sintomas de Alzheimer). Pretende-se, de igual forma, promover a estimulação de utentes com sintomas pré-clínicos, sem que estes tenham que se deslocar a um consultório. Tradicionalmente, os utentes deslocam-se a um consultório médico para serem observados por um especialista e posteriormente diagnosticados com base em testes de avaliação cognitiva, previamente realizados por estes mesmos utentes. O que acontece, na realidade, é a pessoa associar estes testes a algo obrigatório e crucial para desvendar, caso existam, problemas a nível da capacidade cognitiva, o que eleva os níveis de pressão e *stress* do utente, podendo interferir e influenciar os resultados da avaliação, o que, por consequência, pode levar o especialista a construir um diagnóstico errado. O que também pode acontecer é o utente perder o interesse nos testes que está a realizar, devido à repetitividade dos mesmos, influenciando, da mesma forma, os resultados. Consequentemente, esta utilização repetida de tarefas contribui, negativamente, para a motivação do sujeito a estimular.

Outra variável que falta ser associada a estes testes é a validade ecológica. Este conceito, escrutinado no início do próximo capítulo (ver secção 2.1.1), contraria a consistência, repetição e monotonia dos testes tradicionais e trata-se de um dos fatores inovadores presentes nesta dissertação e que o projeto propõe como hipótese revolucionária, no que diz respeito ao desenvolvimento e concretização de testes de estimulação neurocognitiva. O trabalho pretende demonstrar a importância desta variável nos testes mencionados, assim como a sua contribuição positiva na melhoria dos resultados obtidos nestes mesmos testes.

1.6 Organização do documento

Este documento apresenta uma estrutura organizada em sete capítulos, responsáveis por constituir o corpo do documento da dissertação, e dois capítulos adicionais, responsáveis por conter as referências e os anexos que suportam o mesmo. Cada capítulo tem como por objetivo descrever o projeto a ser desenvolvido, em várias vertentes, ao mesmo tempo que responde às questões propostas pelos *Outcomes* enunciados.

O primeiro capítulo (ver secção 1), referente ao *Outcome 1*, introduz o problema principal que se pretende abordar e o projeto que se propõe para dissertação, assim como os seus objetivos, enquadra este documento no âmbito da UC, TMDEI, explica as estratégias de planeamento implementadas e menciona, brevemente, os contributos do trabalho.

Seguidamente, o segundo capítulo (ver secção 2), que aborda o conteúdo do *Outcome 2*, irá descrever o contexto do problema e os conceitos teóricos subjacentes ao desenvolvimento do projeto, mais especificamente, tratará de explicar, formalmente, conceitos como a validade ecológica ou a estimulação cognitiva. É também neste capítulo que irá ser abordada, mais detalhadamente, a análise do valor do negócio e irão ser identificados e explicados todos os intervenientes do projeto, assim como os processos de negócio cruciais e os critérios de escolha do público-alvo. Este capítulo termina com um estudo acerca do estado da arte, quer das abordagens científicas existentes, quer dos projetos tecnológicos já desenvolvidos para a área em investigação.

Na terceira secção (ver secção 3), consta a explicação e justificação das abordagens técnicas da solução, assim como os critérios para a sua seleção. É também possível consultar uma primeira abordagem dos principais componentes do projeto.

O quarto capítulo (ver secção 4) será reservado para a demonstração de diagramas, como, por exemplo, o desenho conceptual e o modelo arquitetural. Este capítulo tem como por objetivo demonstrar o principal processo lógico do jogo, assim como esquematizar a interação entre os vários componentes, utilizados para construir a solução desejada.

De seguida, no quinto capítulo (ver secção 5), a solução desenvolvida será escrutinada, isto é, será detalhadamente explicado o processo de construção da solução, descrevendo os passos da construção de cada componente e justificadas todas as abordagens seguidas.

Por último, no sexto capítulo (ver secção 6), são descritas as intenções subjacentes à avaliação final da solução, isto é, que hipóteses, metodologias e critérios de avaliação foram implementados. Neste capítulo será também possível observar os resultados, até ao momento, obtidos, assim como todo o feedback que foi levantado durante o processo de construção da solução e que serviu para uma melhor implementação da mesma. O capítulo contém ainda informações acerca dos objetivos cumpridos, do trabalho que se pretende desenvolver no futuro e dos fatores adicionais que contribuirão para uma melhor divulgação e implementação da solução.

Existem, ainda, três últimas secções, a primeira (ver secção 7) que refere as principais conclusões retiradas durante e após a concretização do projeto de dissertação, a segunda que contém todas as referências utilizadas (ver Referências) ao redigir o documento e, por último, os anexos (ver Anexos) que complementam algumas informações declaradas ao longo do relatório.

2 Contexto e Estado da Arte

Durante o desenvolvimento do projeto, vários conceitos, relacionados com o tema principal, estimulação cognitiva, estiveram presentes aquando a idealização e construção dos cenários do jogo. Estes conceitos revelaram-se fundamentais para uma melhor compreensão do processo de treino cognitivo e das tarefas a realizar, por parte do público-alvo, e para a obtenção de melhores resultados, no que toca ao processo de estimulação cognitiva. Dois dos conceitos mais importantes que o jogo aborda, e que são a base do estudo final, perante a utilização do jogo pelos utentes, são a atenção e a memória. Estas duas funções cognitivas básicas do ser humano serão as variantes a analisar nos resultados finais, obtidos através do desempenho destes mesmos utentes, pelo que é necessário abordar, brevemente, as suas definições e a forma como influenciam a mente humana.

Juntamente com estes conhecimentos, é de seguida apresentado o estado da arte da área científica de estimulação e avaliação cognitiva, assim como os processos e intervenientes que fizeram parte do projeto, os critérios de escolha do público-alvo e a análise de valor do negócio em que o projeto se insere.

2.1 Conceitos de negócio

Como já foi referido anteriormente, este capítulo irá introduzir e descrever, brevemente, os conceitos importantes que estarão implícitos no jogo, que se pretende desenvolver, cuja definição é crucial para o desenvolvimento do mesmo, e dos minijogos que este contém, para, no final, obter uma solução cientificamente validada e cuja finalidade atribua valor significativo aos utentes.

2.1.1 Validade ecológica

Este projeto conta com um componente inovador inserido nos treinos de estimulação cognitiva. “A validade ecológica pode ser entendida como um fenômeno transitório que analisa o comportamento atual, dentro de ambientes específicos, relacionados com o mundo real, utilizando métodos de investigação discretos e fidedignos” (Silva et al. 2009). Por outras palavras, prevê-se estudar, avaliar e obter resultados positivos, aquando a inserção do sujeito num ambiente que o mesmo conhece (e.g. quarto) e apresentando tarefas quotidianas de fácil compreensão e execução.

Esta variável é crucial para que se consiga transferir os resultados dos testes para o mundo real, melhorando a interação dos utentes com o mesmo e, ao mesmo tempo, reduzindo a monotonia e *stress* normalmente associados aos testes clínicos tradicionais. Tendo em conta o facto de que esta variável não é tão considerada nem explorada nos testes tradicionais, este projeto conta também com a necessidade de demonstrar a importância da validade ecológica em treinos neurocognitivos. Ao longo da dissertação são delineadas estratégias que visam melhorar a aplicação ou implementação desta variável nos respetivos testes.

2.1.2 Estimulação cognitiva

Tal como se encontra mencionado na apresentação do projeto (ver secção 1.2), com o crescente número de idosos na população portuguesa, é da maior importância investir na promoção e prevenção da saúde mental. Uma vez que, quer o declínio cognitivo normal, quer o patológico, fazem parte do processo de envelhecimento, é importante refletir sobre o impacto da estimulação cognitiva neste processo. No entanto, é necessário perceber o que é a estimulação cognitiva, os seus objetivos subjacentes e o seu impacto. Segundo um estudo (Glisky 2007), “os processos cognitivos são um dos aspetos do funcionamento psicológico mais afetados pelo envelhecimento” (tradução nossa) e, citando um outro estudo (Niu et al. 2010) acerca da estimulação cognitiva, “uma vez que a estimulação cognitiva se apresenta como uma promissora forma de intervenção para a redução dos sintomas e vulnerabilidade para a depressão, promovendo a independência funcional, melhorando a qualidade de vida” (tradução nossa), outro estudo (Wolinsky et al. 2006) conclui que “torna-se vital incentivar a utilização deste recurso terapêutico” (tradução nossa).

Segundo outro artigo (Coltheart 2001), “o objetivo principal da estimulação cognitiva é melhorar as funções cognitivas em défice, a partir de programas de intervenção” (tradução nossa), ou seja, a partir da identificação do sistema deficitário, é possível, através de técnicas cognitivas, intervir sobre o(s) processo(s) cognitivo(s) afetado(s), de forma a obter um impacto positivo na melhoria da função, através da sua reabilitação, pelo fator da neuroplasticidade, permitindo ao cérebro alterar a sua estrutura e funções (Duffau & Hugues 2006).

Com base nos artigos estudados, a estimulação cognitiva possibilita estimular e manter as capacidades cognitivas existentes, retardando o declínio cognitivo, contribuindo para

manutenção das mesmas. No entanto, com base nos mesmos artigos, os resultados da aplicação de programas de estimulação cognitiva, em pessoas que possuem qualquer tipo de patologia (e.g. esquizofrenia), não são conclusivos, visto que não representam melhorias estatisticamente significativas para que se valorizassem estes mesmos resultados.

Devido à dificuldade em obter resultados na estimulação cognitiva de pessoas com patologias, optou-se, para este projeto de dissertação, por remover esta faixa do público-alvo.

2.1.3 Atenção

A atenção é uma função básica e fundamental nos processos cognitivos que interfere no funcionamento de outros processos cognitivos importantes, como por exemplo as funções executivas, o processo de leitura, a memória de trabalho ou a linguagem (FI & Alves 2014). No entanto, antes de se refletir sobre os défices de atenção que podem, naturalmente, aparecer no envelhecimento de qualquer pessoa e a importância da criação de programas de treino cognitivo, que possam intervir sobre os défices de atenção, abordar-se-á primeiro, neste subcapítulo, o conceito de atenção, assim como alguns modelos explicativos, de forma a compreender melhor os processos que a envolvem.

Segundo um estudo (Broadbent 1966), “os nossos sentidos recebem, simultaneamente e permanentemente, vários estímulos, alguns dos quais são relevantes e outros não” (tradução nossa). Assim, uma vez que a capacidade de processamento de informação seria limitada, Broadbent sugeriu a existência de um filtro atencional cujo objetivo passava por selecionar um certo estímulo em detrimento de outro para que a informação semântica pudesse ser processada, isto porque a capacidade de recolher a informação semântica seria limitada. Desta forma, citando do mesmo estudo (Broadbent 1966), “só quando o processamento terminasse, o filtro permitiria o processamento de outra informação” (tradução nossa).

O modelo clínico da atenção é um modelo que engloba muitos elementos de várias teorias existentes, como por exemplo a de Donald Broadbent, e também tem como por base os tipos de défices atencionais apresentados pelas populações, até agora, investigadas (Wilson et al. 2002). O modelo clínico da atenção consiste em cinco componentes da atenção, brevemente explicados na Tabela 1 (FI & Alves 2014).

Tabela 1 – Tipos de atenção

TIPO DE ATENÇÃO	DESCRIÇÃO
ATENÇÃO FOCADA	Este tipo de atenção diz respeito à capacidade de responder discriminadamente a um estímulo específico, seja ele de que tipo
ATENÇÃO SUSTENTADA	Refere-se à capacidade de manter um comportamento consistente durante uma atividade contínua e repetida. Este tipo de atenção está dividido entre a vigilância, a memória de trabalho e o controlo mental (e.g. os sujeitos têm de realizar uma tarefa em que manipulam uma informação e têm de manter a informação mentalmente)
ATENÇÃO SELETIVA	Baseia-se na capacidade em manter a atenção perante estímulos distratores ou estímulos competitivos
ATENÇÃO ALTERNADA	Refere-se à capacidade de flexibilidade mental, permitindo ao indivíduo mudar o foco de atenção durante a realização diferentes tarefas de exigências cognitivas diferentes, controlando a forma como a informação é selecionada
ATENÇÃO DIVIDIDA	Corresponde à capacidade de realizar múltiplas tarefas, isto é, a capacidade de realizar duas ou mais tarefas e de responder a dois ou mais estímulos

À medida que as pessoas envelhecem, estas apresentam um declínio cognitivo de várias funções, nomeadamente a atenção. É relativamente a esta área e aos défices de atenção, que os indivíduos apresentam, que vamos intervir com este projeto, sendo importante perceber quais são e de que forma se apresentam no nosso público-alvo.

2.1.4 Memória

A memória é, também, uma função básica e fundamental nos processos cognitivos, que interfere no funcionamento de outros processos cognitivos importantes. Esta é a capacidade que o ser humano tem de registar, reter e relembrar eventos da sua vida, conhecimentos adquiridos, sentimentos e sensações (FI & Alves 2014; Carvalho 2011).

Psicólogos, especializados na área da estimulação cognitiva, defendem a existência de vários tipos de memória. Defendem, ainda, que a memória é subdividida em vários componentes e, como estes são afetados, de forma diferente, pelo processo de envelhecimento, necessitam de uma estimulação mais ou menos intensiva, de acordo com os parâmetros estabelecidos. Os quatro tipos de memória, bem conhecidos pelo público geral, que são necessários estimular, devido à sua importância no quotidiano da pessoa comum, são a memória sensorial, a memória a curto prazo, a memória do trabalho e a memória a longo prazo (FI & Alves 2014).

A Figura 4 esquematiza os tipos de memória existentes, assim como as suas variantes, e descreve, brevemente, em que consistem.

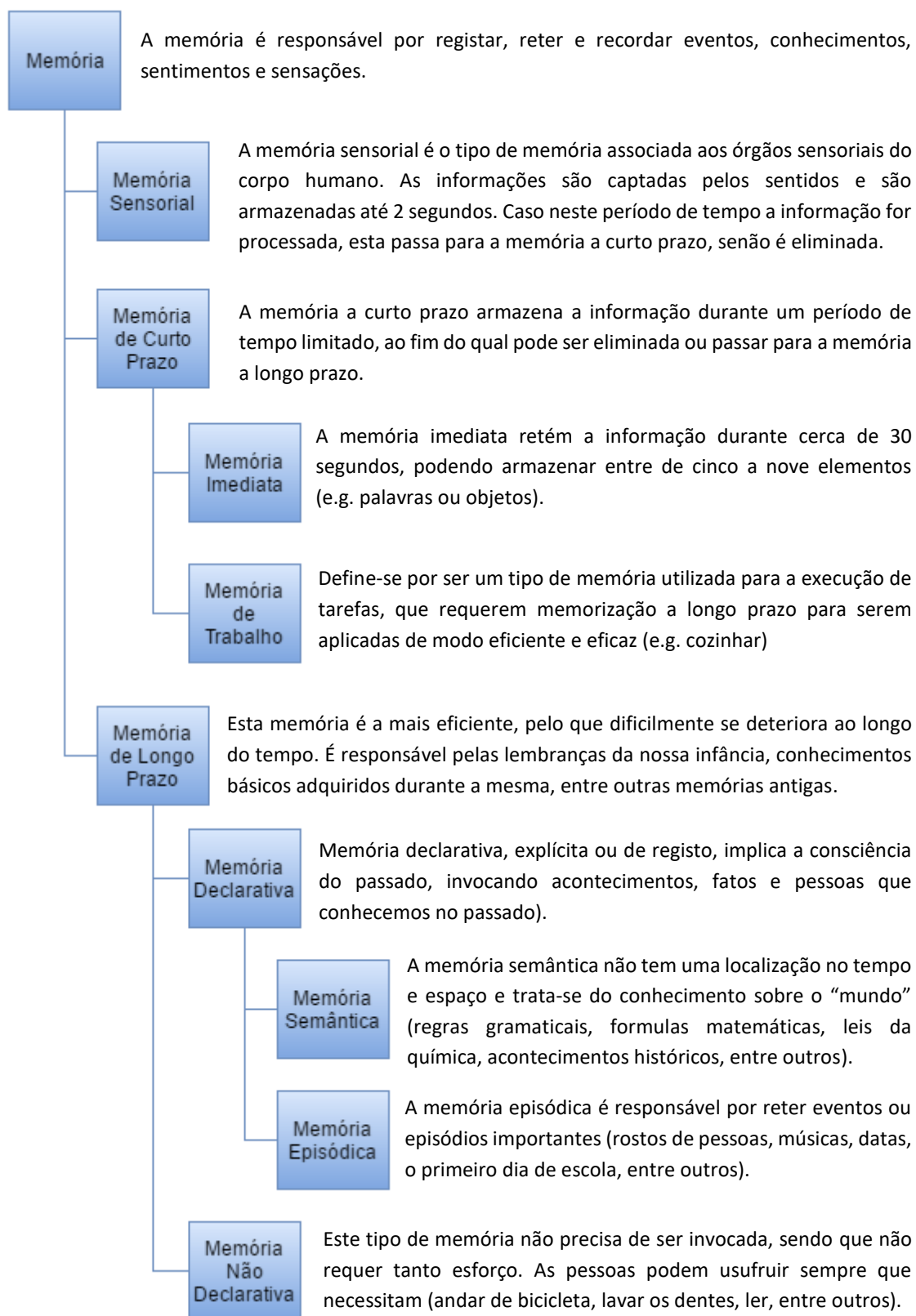


Figura 4 – Tipos de memória (FI & Alves 2014; Carvalho 2011)

A memória de trabalho, a par da atenção, vai ser dos alvos mais importantes a treinar aquando do processo de estimulação cognitiva, devido à necessidade em estimular a memória a curto prazo, pois é o tipo de memória mais afetado no processo de envelhecimento.

Citando um estudo (Hedden & Gabrieli 2004), que fornece uma visão da neurociência cognitiva acerca do envelhecimento do cérebro, “enquanto a formação de novas memórias e o processamento de informação são os mais afetados pelo processo de declínio normal, as memórias a longo prazo e o conhecimento semântico permanecem muito menos afetados” (tradução nossa).

2.1.5 Declínio Cognitivo

O envelhecimento do ser humano é um processo complexo e que, normalmente, envolve diversos fatores, sendo um destes o envelhecimento normal do cérebro, o que leva a um declínio das funções cognitivas. Tal como é mencionado no *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (American Psychiatric Association 2013), “o défice neurocognitivo leve, leva à necessidade de existir um conjunto de estratégias compensatórias, que permitam aos sujeitos manterem-se independentes nas suas atividades do quotidiano” (tradução nossa). No entanto, este mesmo manual (American Psychiatric Association 2013), também refere que “no caso do défice neurocognitivo ligeiro, é importante atender a possíveis arbitrariedades no limite entre o processo de senescência e o défice neurocognitivo ligeiro” (tradução nossa), ou seja, citando um estudo (Craik, F. I. M. & Salthouse 2008), “existem muitos indivíduos que, mesmo estando num processo de senescência, têm défices nas funções cognitivas, tais como a memória, a função motora, a velocidade percetual, entre outras” (tradução nossa).

Vários componentes da cognição são diferentemente afetados pelo processo de envelhecimento. Citando estudos (Giambra & Arenberg 1993; Hedden & Gabrieli 2004) relacionados com o declínio cognitivo, “enquanto a formação de novas memórias e o processamento de informação são mais afetados pelo processo de declínio normal” (tradução nossa), “as memórias a longo prazo e o conhecimento semântico permanecem muito menos afetados” (tradução nossa), tal como é referido no subcapítulo 2.1.4, referente à memória. Por outro lado, o processamento executivo torna-se mais lento e menos eficiente (Head et al. 2002). Este último está associado a um pior desempenho em tarefas de mudança cognitiva (e.g. atenção dividida ou alternada) com o declínio na flexibilidade mental à medida que a idade avança, o que, segundo outro estudo (Wecker et al. 2005), “implica que os indivíduos mais velhos tendem a ter problemas na realização de multitarefas” (tradução nossa).

Todavia, existem processos que não são afetados no processo de envelhecimento, o que permite níveis de atividade funcional dentro de padrões normais para as tarefas do dia-a-dia, facto possível dada a existência de reserva de plasticidade cerebral (Logan et al. 2002).

Esta será outra vertente abordada no projeto, ou seja, como o nosso público-alvo ainda possui capacidades cognitivas funcionais, dentro dos padrões normais, um jogo com validade

ecológica permitirá estimular e otimizar os processos que estes realizam diariamente, de forma a retardar o declínio cognitivo e melhorar a memória de trabalho.

2.1.6 Avaliação neurocognitiva

No contexto deste projeto, a avaliação neurocognitiva é realizada através de minijogos, especificamente criados para esta finalidade. Estes são baseados em testes de diagnóstico clínico, capazes de avaliar as capacidades dos sujeitos, em diferentes áreas cognitivas, tais como a memória, atenção, linguagem, abstração, entre outras. Os exercícios implementados são adaptados e baseados em três dos mais reconhecidos testes de diagnóstico clínico, atualmente utilizados, sendo estes o Montreal Cognitive Assessment (MoCA), o Mini-Mental State Examination (MMSE) e, por último, a Avaliação Cognitiva de Addenbrooke.

O teste de diagnóstico clínico MoCA é especificamente desenhado para assistir profissionais a detetar anomalias cognitivas nos seus pacientes. Este teste é composto por apenas uma página e tem uma duração estimada de 10 minutos. Este teste encontra-se disponível em mais de 50 idiomas e conta ainda com variantes que permitem avaliar capacidades cognitivas em pessoas com maior ou menor escolaridade (FI & Alves 2014; Tardif & Simard 2011).

Mini-Mental State Examination (MMSE), tal como o MoCA, é um teste de avaliação cognitiva igualmente desenhado para ajudar profissionais da área da saúde. Este apresenta uma duração aproximada de 10 minutos e a pontuação máxima de 30 pontos. Este tipo de teste possui uma escala reduzida e, no caso de se pretender obter resultados mais fidedignos, são aplicados testes com uma duração superior (Tardif & Simard 2011).

A Avaliação Cognitiva de Addenbrooke é baseada no MMSE, embora apresente mais questões e uma duração final que ronda os 30 minutos. Devido a ter um maior número de perguntas e uma escala mais alargada, o especialista consegue obter uma maior certeza no resultado final (V. & P. 2012).

Todos estes testes conseguem detetar e identificar défices cognitivos de um indivíduo, nas mais diversas áreas cognitivas (e.g. atenção), e foram utilizados no processo de criação dos minijogos de avaliação cognitiva, sempre com apoio profissional do especialista Ricardo Alves.

2.2 Processos e intervenientes

Este projeto de dissertação contou com a participação de alguns intervenientes que contribuíram para o desenvolvimento da solução final. De seguida, serão indicadas e explicadas as tarefas associadas a cada um dos mesmos.

2.2.1 Processos e intervenientes do projeto

A equipa é constituída por dois informáticos, formando a equipa de desenvolvimento, pelo orientador e coorientador do projeto e, por último, pelo especialista na área da Psicologia Clínica e da Saúde. A tarefa que todos os intervenientes têm em comum, devido à sua relevância, é o planeamento dos cenários e minijogos. Aquando da necessidade de inserir a vertente da validade ecológica no jogo, tais cenários foram cautelosamente pensados e discutidos entre a equipa, para que todos os processos, que advém destes mesmos cenários, fossem facilmente aceites pelo utilizador final. Ao longo das fases de planeamento e desenvolvimento, foram também discutidas várias ideias acerca do modo de implementação dos minijogos, isto é, em que situações estes devem aparecer e em que contexto se inserem.

Quanto à equipa de desenvolvimento, esta teve como objetivo desenvolver os componentes importantes para o funcionamento do jogo, isto é, a componente técnica do projeto, enquanto o especialista oferece suporte teórico e científico. Este último ator terá também como objetivo preparar e realizar as entrevistas que serão efetuadas na fase de avaliação da solução, assim como escolher, de entre uma série de candidatos, fornecidos pela instituição, que será futuramente escolhida, o público-alvo que irá jogar e realizar todos os testes necessários (e.g. pré, pós e pós-pós avaliação), levados a cabo pelo mesmo (ver secções 2.3 e 6).

Por último, a equipa contou com o apoio de ambos os orientadores, que forneceram informações acerca das melhores formas de implementação da solução e da componente científica e teórica associada.

Todas as tarefas, associadas à construção da solução, encontram-se documentadas no diagrama de Gantt, previamente ilustrado na Figura 3.

2.2.2 Processos e intervenientes do sistema

Após a identificação dos principais processos e intervenientes relevantes para o projeto, é necessário identificar as tarefas que o jogador terá de realizar, aquando a utilização do jogo, assim como é importante fornecer uma visão holística das principais funcionalidades do sistema informático. A Figura 5 representa o diagrama de casos de uso em relação ao sistema que se pretende desenvolver, isto é, as suas principais funcionalidades e respetivos intervenientes.

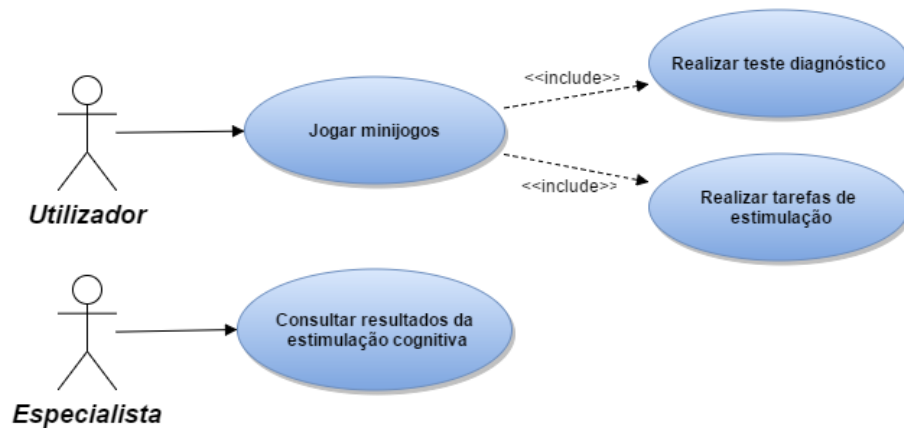


Figura 5 – Diagrama Use-Case do sistema

Segundo o diagrama, é possível observar a existência de, unicamente, dois atores, com tarefas distintas.

Os jogadores irão realizar o teste diagnóstico e as tarefas de estimulação cognitiva, através da realização dos minijogos que lhe são apresentados, extraíndo, conseqüentemente, resultados acerca da estimulação realizada. No entanto, estas tarefas estão subentendidas, assim como o processo de avaliação, pelo que o utilizador não deverá ter conhecimento que ambos estão a ser realizados em segundo plano. Em suma, para o jogador poder realizar estas tarefas, terá, obrigatoriamente, que jogar os minijogos (e.g. testes cognitivos) contidos no jogo, para que seja possível extrair os resultados pretendidos (transferência de resultados para o especialista).

Quanto ao especialista, este terá como opção consultar os resultados obtidos, através da estimulação cognitiva previamente efetuada, sendo que poderá optar por visualizar e analisar, à distância, apenas os dados pretendidos e mais relevantes, para realizar o seu diagnóstico e retirar as respetivas e desejadas conclusões.

2.3 Critérios e restrições

Durante a primeira reunião com o especialista, e coordenador, foi discutido o público-alvo que o projeto pretende atingir. Entre opções como pessoas entre os 45 e 65 anos, pessoas com défices cognitivos avançados, ou pessoas com patologias ligeiras ou severas, a primeira prevaleceu como hipótese mais adequada ao contexto da dissertação, devido à facilidade em aceder a tal público, através, por exemplo, de instituições especializadas, e de forma a obter um feedback mais fidedigno e eficiente.

Após o desenvolvimento da primeira versão do jogo, o especialista terá como responsabilidade contactar uma casa de solidariedade ou clínica hospitalar, com a finalidade de selecionar, dado um conjunto de candidatos, aqueles que cumprem os critérios pretendidos.

De outros possíveis critérios, os mais relevantes definidos são pessoas:

- Com idade entre os 45 e 65 anos.
- Sem sinais nem sintomas de patologia.
- Com, no mínimo, o 4º ano de escolaridade.
- Em posse do controlo, voluntário, dos membros superiores.
- Sem declínio cognitivo acentuado (declínio cognitivo normal).

Devido à inutilidade em estimular indivíduos cujas funções cognitivas estão em pleno funcionamento (pessoas com menos de 45 anos) e à dificuldade em prever e estimular as ações de indivíduos com patologias, o projeto lida apenas com pessoas entre as idades mencionadas anteriormente, que não apresentam patologias nem um declínio cognitivo acentuado e que, mais importante, não sejam analfabetas e consigam controlar, voluntariamente, os membros superiores. Desta forma, pretende-se desenvolver uma plataforma completa e com a máxima tolerância a falhas, para que, no futuro, o projeto possa abranger outras faixas etárias.

2.4 Análise de valor

Seguidamente são avaliadas as várias características do produto desenvolvido, para que seja possível aumentar o valor do mesmo, ao menor custo possível e sem sacrificar a qualidade.

2.4.1 Proposta de valor do projeto

Construir uma proposta de valor surge na necessidade em identificar o produto, o segmento alvo de mercado, ou seja, para quem se pretende criar valor, que valor em específico nós oferecemos e, por fim, deve-se explicar o motivo pelo qual o cliente deve comprar um produto específico ou utilizar um serviço, isto é, explicar porque é que o produto ou serviço que oferecemos é único e em que difere dos já inseridos no mercado (Nicola 2016b). Esta explicação, quando bem definida na perspetiva do negócio, deve convencer o potencial cliente, inserido num segmento de mercado, que o produto ou serviço, que pretendemos divulgar, terá valor para este mesmo cliente ou resolverá problemas que outros produtos ou serviços, dificilmente, resolveriam (valor), ou seja, através desta proposta, o cliente deverá perceber, aquando da relação custo-benefício, os benefícios, que este irá obter ao adquirir o produto ou serviço em questão, menos os custos ou sacrifícios associados (valor percebido) (Nicola 2016a).

É possível dividir o valor, para o cliente, em quatro posições temporais de valor, sendo estas designadas por pré-venda, momento de troca/compra, pós-venda e, por último, pós-utilização (Woodall 2003; Nicola 2016a).

Na fase de pré-venda, é necessário identificar qual é o valor desejado pelo cliente e o valor que este espera obter. No momento da transação, existem três variáveis de valor, sendo estas o valor da transação (valor monetário), o valor que o cliente adquiriu ao comprar o produto/serviço e o valor de troca (relacionado com o valor da moeda corrente). Na fase de pós-venda, determina-se o valor recebido, o valor do desempenho do produto, ou seja, se o desempenho do produto ou serviço é positivo, relativamente ao que se esperava obter, e o valor entregue ao cliente, isto é, que valor é que o cliente auferiu ao utilizar tal produto ou serviço. Por último, na fase de pós-utilização, ou disposição do produto, é determinado o valor que o produto/serviço possui após a sua utilização (Nicola 2016a).

O principal valor do projeto passa pela estimulação cognitiva e pela transferência eficiente dos resultados desta estimulação, de forma a conseguir-se um melhor desempenho na realização das tarefas do quotidiano. Com base na perspetiva longitudinal de valor desenvolvida, e enquadrando estes quatro momentos no âmbito do valor do projeto, é importante salientar que, acima de tudo, o valor do produto está sempre presente ao longo do tempo. O valor, que o jogo pretende criar, será exposto desde a primeira utilização, devido à descontração que este irá proporcionar aos utilizadores, o que faz com que estes se divirtam, mas a estimulação cognitiva e a transferência dos resultados fazem parte do principal valor do produto, sendo estes processos manipulados e melhorados ao longo do tempo. Para além disso, o produto terá apenas como sacrifício associado o preço de venda, que será comercializado num futuro ainda distante, pelo que os utentes apenas terão benefícios ao utilizar as primeiras versões do mesmo.

Numa perspetiva a longo prazo, o produto não deixará de ter valor para os clientes, pois estes poderão jogar, infinitamente, um jogo que será progressivamente atualizado para novas versões e, por consequência, conseguirão manter-se cognitivamente estimulados, contrariando, continuamente, o processo de declínio cognitivo.

O projeto, inserido no âmbito desta dissertação, tem como principal objetivo o desenvolvimento de um jogo sério que permite a estimulação dos processos cognitivos do público-alvo (e.g. memória) e a transferência eficiente dos resultados desta estimulação cognitiva, efetuada no jogo, para atividades que o público-alvo, pessoas com idade entre os 45 e 65 anos, realiza no quotidiano. Os principais benefícios deste jogo passam por:

- Permitir uma estimulação cognitiva sem a carga emocional normalmente associada à realização destes programas de treino cognitivo em ambiente de consulta: As pessoas que realizam estes testes em ambientes clínicos apresentam níveis de *stress* suficientemente elevados para influenciar os resultados dos testes e o ambiente, por si só, pode causar desinteresse, baixando os níveis de concentração. Como estes testes estão inseridos no jogo e este, por sua vez, pode ser jogado num ambiente doméstico ou acolhedor, estes níveis de *stress* deixam de ter qualquer influência negativa nos resultados.

- Evitar viagens a clínicas ou hospitais especializados: Ao informatizar os programas de intervenção, torna-se desnecessário para o utente deslocar-se propositadamente a um consultório para participar nestes programas de treino cognitivo.
- Identificar ou diagnosticar possíveis défices cognitivos significativos associados aos utilizadores: Após obter os resultados dos testes da estimulação realizada, o especialista irá retirar as suas conclusões quanto aos défices apresentados pelos utilizadores e comunicará, posteriormente, os resultados, para, no caso de existir défice cognitivo, acompanhar devidamente o utente.
- Transferir os resultados da estimulação cognitiva para as atividades que os utilizadores realizam no quotidiano: O objetivo principal deste jogo é otimizar o desempenho futuro dos jogadores, no que toca à resolução de tarefas básicas que estes realizam no dia-a-dia (e.g. ir às compras).
- Proporcionar uma experiência agradável e divertida: Um dos objetivos do jogo é simular uma ou mais aventuras relacionadas com o mundo real e com atividades com as quais o público-alvo possa identificar-se, permitindo um maior nível de descontração e de divertimento.

O fator preponderante, subjacente a este projeto, é o fator da validade ecológica (permite analisar os comportamentos dos jogadores dentro de ambientes específicos relacionados com o mundo real) que se trata de um valor ou benefício inovador que vai permitir, mais eficientemente, a transferência dos resultados da estimulação cognitiva, para as atividades realizadas no mundo real.

2.4.2 Cenários de negócio

A negociação é utilizada para resolver conflitos ou preferências opostas, entre duas ou mais entidades, pelo que este processo requer o número de discussões necessárias entre as mesmas, até chegarem a um acordo mútuo. O número de indivíduos ou equipas envolvidas neste processo de negociação não apresenta nenhum limite, no entanto, o que acontece, na maioria dos casos, é uma disputa entre duas entidades (Carnevale & Pruitt 1992).

Segundo um estudo acerca do processo de negociação e mediação (Carnevale & Pruitt 1992), a negociação pode dar origem a quatro cenários possíveis, brevemente abordados na Tabela 2.

Tabela 2 – Cenários de negociação

CENÁRIO	DESCRIÇÃO
LOSE-LOSE	Este tipo de negociação ocorre quando as entidades envolvidas não chegam a nenhum acordo.
WIN-LOSE	Este tipo de negociação ocorre quando os cenários discutidos são apenas benéficos para uma das partes.
SIMPLE COMPROMISSE	Este tipo de negociação ocorre quando um compromisso é definido como meio-termo entre as entidades envolvidas.
WIN-WIN	Este tipo de negociação ocorre quando as partes envolvidas encontram e aceitam uma solução que contribui de forma benéfica para ambas.

Os dois tipos de negociação mais conhecidos e importantes designam-se por negociação distributiva e negociação integrativa. A primeira, pode ser associada a um cenário *Win-Lose*, isto é, o ganho de uma das partes significa a perda da (s) restante (s), enquanto que, a segunda, é associada ao cenário *Win-Win*, onde as entidades, com o acordo estabelecido, adquirem uma solução que beneficie ambas (Nicola 2016c).

Enquadrando os vários cenários de negócio existentes no desenvolvimento do projeto em mãos, este terá como finalidade uma negociação que termine com um acordo *Win-Win* com o público-alvo, ou seja, uma negociação integrativa. O acordo trará benefícios, quer para o lado da equipa de desenvolvimento e investigadores, quer para o lado dos utilizadores que são submetidos ao teste de avaliação cognitiva. Permitirá, à primeira entidade mencionada, verificar a viabilidade do processo de estimulação e colher dados estatísticos acerca da avaliação final, para, de futuro, se retirarem as respetivas conclusões científicas. Quanto à segunda entidade referida, o acordo permite proporcionar divertimento, em simultâneo com a estimulação cognitiva realizada e a posterior avaliação, que fornecerá informações acerca do estado do utilizador para que, de futuro, possam, ou não, ser tomadas as devidas precauções. No entanto, ainda é possível existir uma situação *Lose-Lose*, caso vários indivíduos se recusem a participar nas experiências, antes ou durante o programa de estimulação, prejudicando ambas as partes.

2.4.3 Modelo de negócio Canvas

O modelo de negócio Canvas é uma ferramenta estratégica que contribui, significativamente, para a construção do modelo de negócio de uma empresa ou projeto. O objetivo da definição de um modelo de negócio recai sobre a extração das propostas de valor que potenciam todas as áreas do negócio em questão e os principais objetivos subjacentes, ou seja, este modelo descreve a lógica de como uma organização cria, proporciona e obtém valor (Osterwalder & Pigneur 2010).

Este modelo aborda, sucintamente, aspetos como os segmentos de mercado que pretendemos atingir com o produto, a proposta de valor do mesmo, que canais de comercialização são necessários utilizar, as relações com os clientes, as parcerias e atividades chave, entre outros (Osterwalder & Pigneur 2010). Na Figura 6 é possível visualizar o modelo Canvas, implementado no âmbito deste projeto e adequado às necessidades do nosso produto.

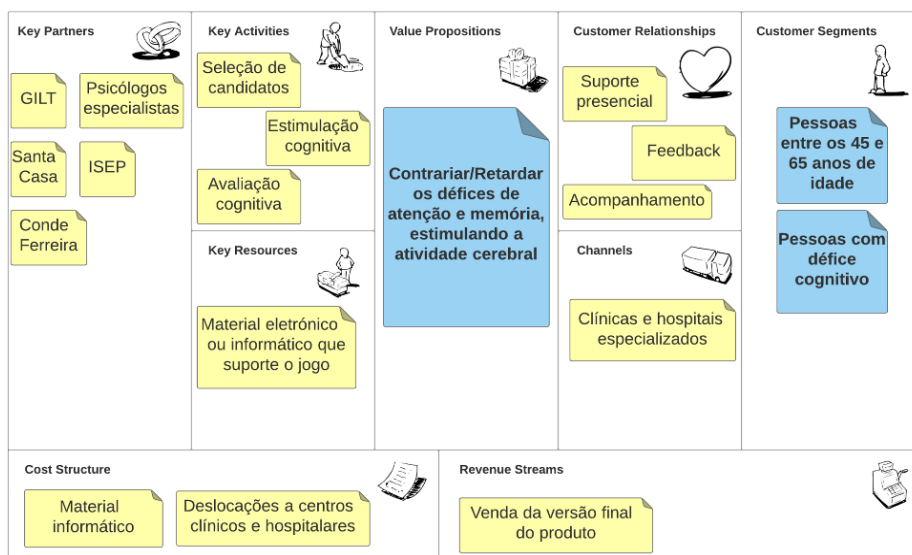


Figura 6 – Modelo de negócio Canvas

Tal como definido nos critérios e restrições do público-alvo (ver secção 2.3), este baseia-se em pessoas entre os 45 e os 65 anos de idade, que estejam a entrar num processo de declínio cognitivo normal. Devido à necessidade em encontrar casos em que o declínio seja mais acentuado ou à necessidade de, apenas, estimular cognitivamente os utilizadores, para que possam melhorar o seu desempenho nas tarefas que executam no quotidiano, o projeto oferece, como proposta de valor, contrariar e/ou retardar os défices de atenção e memória, estimulando a atividade cerebral.

Relativamente às relações com o público-alvo (clientes), estas baseiam-se no suporte, presencial, aos mesmos, enquanto jogam, e receber o seu constante feedback, em simultâneo com a prestação de auxílio (e.g. ajudar a passar um nível e perceber porque é que o utilizador não consegue avançar). Estes utilizadores estão internados em clínicas ou hospitais especializados (e.g. Santa Casa da Misericórdia), pelo que é nosso dever, durante as fases de teste, deslocar-nos a tais estabelecimentos e fornecer o material adequado, para que possam testar o produto.

Em suma, as principais atividades passam por, primeiro, selecionar os melhores candidatos a serem submetidos ao jogo, a consequente estimulação cognitiva (durante o jogo) e a posterior avaliação do desempenho dos mesmos.

2.4.4 Análise da criação de valor

Aquando a criação do programa de estimulação, é automaticamente criado valor. Este valor tem de ser quantificado, para que se possa analisar melhor os seus benefícios e modelar a criação do mesmo (Nicola 2016d).

Nesta secção são, brevemente, apresentados e enquadrados, com o projeto, dois métodos analíticos de tratamento de informação, sendo eles a teoria dos jogos e o apoio multicritério *Analytic hierarchy process* (AHP).

2.4.4.1 Teoria dos jogos

O principal objetivo da teoria dos jogos é encontrar a melhor estratégia ou plano de ação possível para cada jogador e, por acréscimo, os *payoffs*, benefícios que o jogador adquire a cada possível resultado do jogo, dependendo da escolha da estratégia (Nicola 2016d). Por outras palavras, os jogadores possuem um conjunto de estratégias das quais podem optar por seguir, até a um ponto em que nenhum pode melhorar a sua situação, dada a estratégia seguida pelo jogador contrário. Este ponto, em que um jogador faz as melhores jogadas possíveis, embora não sejam as melhores, em relação à situação do adversário, designa-se por equilíbrio de Nash (Nicola 2016d).

Enquadrando a situação com o projeto em mãos, é seguro constatar que o jogador terá, inicialmente, diversas hipóteses e oportunidades durante o jogo, pelas quais poderá optar para melhorar a sua situação atual (neste caso, aumentar o dinheiro e energia ao longo do jogo). À medida que o jogo progride, o jogador enfrentará situações mais ou menos difíceis (dependendo do desempenho do mesmo), pelo que, eventualmente, o componente DDA irá encontrar um equilíbrio, de maneira a que o jogador não avance demasiado, para uma dificuldade maior quando comparada com as capacidades cognitivas do jogador, e consiga tirar o melhor proveito da estimulação realizada.

2.4.4.2 Analytic Hierarchy Process

O AHP é uma técnica utilizada quando se pretende enfrentar decisões mais complexas e auxilia as pessoas no processo de tomada de decisão e a justificar a mesma, fornecendo uma estrutura sólida que potencia a representação e quantificação dos elementos do problema, a sua relação com os objetivos ou critérios principais e a avaliação das soluções alternativas (Nicola 2016d). As principais variáveis da estrutura são:

- Problema: Qual é o principal problema que se pretende resolver.
- Critérios: Quais os fatores considerados para o processo de tomada de decisão.
- Processo de tomada de decisão: Como vai ser tomada a decisão.
- Alternativas: Quais as alternativas escolhidas.

Utilizando o método de decisão AHP, resolveu-se um dos principais problemas surgidos, que consistiu em decidir se o componente DDA deveria ser implementado como um componente interno (incorporado no jogo) ou externo. Para resolver tal problema, foram ponderados três critérios para o processo de tomada de decisão:

- Tempo de implementação: Tempo necessário para desenvolver e implementar o componente.
- Reaproveitamento do componente: Capacidade de utilizar o componente para outras aplicações (jogos).
- Desempenho do algoritmo: Capacidade de processamento e de atuação que o algoritmo apresenta.

Com recurso aos níveis de importância de comparações binárias, cuja escala varia entre 1 e 9, sendo 9 o nível máximo de importância (Saaty 2008; Nicola 2016d), iniciou-se o processo de construção da matriz de comparação par a par de critérios. A Tabela 3 mostra a matriz construída.

Tabela 3 – Matriz de critérios

	TEMPO	REAPROVEITAMENTO	DESEMPENHO
TEMPO	1.00	2.00	1/9
REAPROVEITAMENTO	1/2	1.00	1/7
DESEMPENHO	9.00	7.00	1.00
SOMA DAS COLUNAS	10.5	10.0	1.25

De forma a encontrar a classificação das prioridades (*priority vector*), deve ser feita a normalização da Tabela 3, dividindo cada partição pela soma da coluna pertencente, e, posteriormente, a média de cada linha existente. Tendo em conta a soma das colunas, é então possível obter as três classificações desejadas¹:

$$X = \begin{bmatrix} 0.13 \\ 0.09 \\ 0.78 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Após obter este vetor, o próximo passo consiste em calcular o rácio da consistência, para demonstrar a veracidade dos dados obtidos. Caso o valor (CR) seja maior que 0.1, é seguro concluir que as avaliações aleatórias realizadas não são fidedignas, comprometendo o valor do teste realizado. Posto isto, é necessário multiplicar o *priority vector* (P) com a matriz de critérios (M), de forma a obter um valor (λ_{max}) que ajudará no cálculo do índice de consistência:

¹ Para simplificar a demonstração dos cálculos, são apresentados os valores aproximados, no entanto durante a execução utilizaram-se valores exatos, com exceção do valor final (CR), que se encontra arredondado.

$$\begin{bmatrix} 1.00 & 2.00 & 1/9 \\ 1/2 & 1.00 & 1/7 \\ 9.00 & 7.00 & 1.00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.13 \\ 0.09 \\ 0.78 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.39 \\ 0.26 \\ 2.55 \end{bmatrix} \quad (2)$$

O cálculo final do λ_{\max} consiste na média dos valores obtidos após a divisão entre as linhas da matriz resultado (MP) e o *priority vector*:

$$\lambda_{\max} = \text{média} \left\{ \frac{0.39}{0.13}, \frac{0.26}{0.09}, \frac{2.55}{0.78} \right\} = 3.10 \quad (3)$$

Encontrado o valor de λ_{\max} , o índice de consistência é calculado através da equação seguinte:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.10 - 3) / (3 - 1) = 0.05 \quad (4)$$

, onde **n** é a ordem da matriz inicial.

O passo final é calcular o rácio da consistência (CR), utilizando a tabela de índices de Saaty (Nicola 2016d). Sendo o índice de consistência igual a 0.05, é possível calcular o rácio final através da equação seguinte:

$$CR = CI / \text{índice} = 0.05 / 0.58 = 0.088 < 0.1 \quad (5)$$

, onde **índice** é o valor do índice equivalente à ordem da matriz.

Como o rácio de consistência (~0.09) é menor que 0.1, significa que os pesos atribuídos aos critérios encontram-se corretamente atribuídos. Basta agora multiplicar a matriz de prioridades (Tabela 4), que tem em conta os três critérios estipulados, com os pesos obtidos anteriormente (*priority vector*).

Tabela 4 – Classificação de alternativas

	TEMPO	REAPROVEITAMENTO	DESEMPENHO	RESULTADO
INTERNO	0.75	0.75	1.00	0.95
EXTERNO	1.00	1.00	0.80	0.84

Segundo os resultados obtidos na Tabela 4, é possível concluir que, com o auxílio da técnica AHP, compensa mais, nesta fase, desenvolver o componente DDA de forma integrada com o jogo.

2.5 Estado da arte

Durante a fase de estudo do estado da arte, foram investigados vários trabalhos científicos relacionados com a área aqui presente (estimulação cognitiva), que auxiliaram na melhor compreensão do problema. Com o que já foi estudado e avaliado em soluções previamente implementadas em ambientes clínicos, é possível ter uma melhor noção do que deve ser construído e de que forma é que os testes já experienciados pelo público-alvo podem ser melhorados em soluções futuras.

2.5.1 Introdução ao estado da arte

Uma vez que o envelhecimento é acompanhado por alterações no funcionamento cognitivo (Rimmer et al. 2005), torna-se cada vez mais importante investir no domínio da saúde mental, de forma a minimizar o impacto social e económico deste fenómeno (Rajan et al. 2015), promovendo o envelhecimento ativo. Desta forma, torna-se indispensável desenvolver ferramentas, mais eficazes e motivadoras, de monitorização e de estimulação cognitiva destinada à nova geração de sujeitos, que irão permitir rever os primeiros sinais de défice neurocognitivo e a adoção de estilos de vida saudáveis (American Psychiatric Association 2013). Estas mesmas ferramentas, tal como o projeto inserido no âmbito desta dissertação, permitem uma intervenção precoce que se revela de maior importância, no que toca a retardar ou contrariar possíveis manifestações pré-clínicas de défice neurocognitivo.

Nos últimos tempos, tem existido um maior investimento no desenvolvimento de tecnologia que foca no auxílio a utentes com necessidades especiais, quer físicas, quer psicológicas, com o objetivo de melhorar a sua qualidade de vida (Rizzo & Kim 2005).

A capacidade da realidade virtual em criar ambientes dinâmicos e estimulantes, visando a recuperação de funções cognitivas, nos quais todas as respostas comportamentais podem ser registadas, oferece opções de testes e de treino que não são possíveis através dos métodos psicológicos tradicionais (Wiemeyer & Kliem 2012). Os jogos sérios permitem um processo de avaliação tão completo quanto possível e a conceptualização de um plano individualizado de intervenção, dando ênfase às limitações do sujeito e respetiva sintomatologia. Estes podem ainda ser uma forma envolvente e um método sustentável para a estimulação cognitiva, sensorio-motor, psicossocial e emocional dos idosos (Anguera et al. 2013). Através destas tarefas neurocognitivas, é possível provocar modificações benéficas a nível da plasticidade cerebral, alterando a estrutura cerebral (Woollett & Maguire 2011).

2.5.2 Investigação em estimulação cognitiva

Através das pesquisas realizadas acerca do estado de arte neste domínio, foram encontrados três artigos, considerados relevantes para a área em questão. O primeiro trata-se de uma revisão bibliográfica (Tardif & Simard 2011), publicada em 2011. Este trabalho teve como objetivo verificar a eficácia de programas de intervenção cognitiva em idosos sem défices cognitivos. Para tal, os autores e investigadores, utilizaram bases de dados específicas, cujo objetivo é armazenar artigos cientificamente validados (e.g. *PubMed*). Após efetuarem uma triagem, baseada em critérios anteriormente estipulados pelos mesmos, conseguiram encontrar 14 artigos em que 9 dos mesmos tinham como objetivo principal o treino da memória, para além da atenção e das funções executivas. Verificaram ainda que todos os estudos apresentavam, pelo menos, uma melhoria significativa. No caso dos programas cujo objetivo passava por estimular a atenção, as intervenções demonstraram que eram eficientes, quando os resultados base (pré-treino) foram comparados com os resultados pós-treino. (Tardif & Simard 2011)

No segundo artigo, terá sido realizado um estudo similar (Kelly et al. 2014), cujo objetivo seria analisar o impacto do treino cognitivo da estimulação mental geral em idosos sem défices cognitivos conhecidos. O procedimento foi parecido com o anterior, isto é, estipularam um conjunto de critérios para pesquisa de artigos científicos, conseguindo no final obter um total de 26 artigos. Kelly e respetivos colaboradores encontraram melhorias significativas, na memória e no desempenho cognitivo, em 19 dos 26 artigos. (Kelly et al. 2014)

Por último, foi também encontrado outro artigo de revisão (Simon et al. 2012), que abordou 20 estudos de intervenção cognitiva em pessoas com défice cognitivo leve, os quais fornecem provas de que os indivíduos testados beneficiam das intervenções cognitivas realizadas, mais especificamente, foram conseguidos resultados na associação visual de imagens, na aprendizagem sem erro e na utilização de recursos externos (e.g. utilização do calendário). Ainda surgiram resultados bastante positivos nas atividades que os indivíduos realizam diariamente, na memória e em características emocionais (e.g. aumento da felicidade) (Simon et al. 2012).

Com base nestes artigos, e em muitos outros que sugerem programas de estimulação cognitiva e demonstram resultados significativamente positivos, podemos facilmente compreender que os sujeitos submetidos a estes treinos apresentaram melhorias no desempenho cognitivo, o que vai de encontro ao que já foi referido anteriormente acerca da importância e eficácia da estimulação cognitiva. No entanto, como Kelly e investigadores referem no artigo analisado (Kelly et al. 2014), “mais investigações são necessárias para perceber, mais detalhadamente, os benefícios destes programas” (tradução nossa). É também referido, neste documento, que os programas de treino cognitivo devem ser adaptados às capacidades cognitivas das pessoas e que deve existir um acompanhamento às mesmas. Com o modelo DDA implementado, esta vertente é abordada, pois haverá um ajustamento no nível de dificuldade do jogo consoante o desempenho do utilizador. Quanto ao acompanhamento, o especialista inserido neste projeto

terá esta atividade como uma das suas responsabilidades, sendo necessário, para retirar conclusões finais, descobrir se os utentes estão, ou não, a progredir nas suas capacidades cognitivas.

2.5.3 Investigação em jogos sérios

Os jogos sérios são desenvolvidos com base na interatividade entre o jogador e a tecnologia (e.g. computadores) e têm como finalidade simular cenários educativos que permitam treinar ou ensinar uma certa área de conhecimento científico.

Este tipo específico de jogos serve de metodologia para permitir a monitorização e a apresentação de estímulos dos jogadores. O uso da realidade virtual e dos jogos sérios tem obtido cada vez mais protagonismo e referências como um importante recurso para a intervenção e avaliação psicológica (Rizzo et al. 1998). As maiores vantagens na utilização desta tecnologia baseiam-se na imersão do jogador num mundo que pode simular a realidade e na reabilitação e monitorização, não presencial, dos mesmos (Burke et al. 2009).

O desenvolvimento de um ambiente dinâmico, com o objetivo de monitorizar a estimular o sujeito, através de tarefas atrativas para o mesmo e que possam simular situações do quotidiano, facilita o processamento mais detalhado dos resultados, algo difícil de obter através dos métodos tradicionais realizados em ambientes clínicos (Mayas et al. 2014). Estes últimos métodos, por norma, necessitam de investimentos pouco económicos, por parte dos utentes, e tendem a tornar-se processos que requerem elevados períodos de tempo até que seja possível conseguir resultados fidedignos, para além da necessidade do acompanhamento constante e presencial de um profissional adequado (Tarnanas et al. 2014). É, igualmente, necessário referir que os jogos sérios oferecem a possibilidade de se criarem situações de interação, onde os níveis de ansiedade dos sujeitos serão minimizados, o que facilita o processo de estimulação cognitiva, ao mesmo tempo que lhes é proporcionado momentos de diversão e descontração.

Existem cada vez mais empresas a apostar no mercado dos jogos sérios, pelo que estes são, neste momento, considerados como “o futuro da educação”. Estes têm sido aplicados em várias áreas, como a saúde (e.g. qualquer tipo de terapia ou modificação de comportamento), treinamento/preparação militar, educação escolar, entre outras (Boinodiris 2009). Um exemplo da aplicação dos jogos sérios é o *The Bradley Trainer*, versão customizada do jogo *Battlezone*, requisitada pelo exército norte-americano à empresa *Atari*, em 1981, com a finalidade de adquirir um jogo que fosse mais realista que o original e que funcionasse como ferramenta de treino militar (e.g. simulação de combate aéreo e terrestre) (Ma et al. 2011).

Embora exista preocupação com a implementação de um sistema que facilite a diversão do jogador, este não é o propósito principal do jogo sério. Aquando o desenvolvimento de um jogo sério, é necessário ter certas variáveis em conta, como, por exemplo, o público-alvo ou a área de conhecimento que se pretende ensinar ou promover. Enquadrando com o projeto em mãos, é necessário, por exemplo, ter em conta as capacidades físicas ou psicológicas dos indivíduos

com maior idade (aproximadamente 65 anos) e o conhecimento que estas possuem sobre a tecnologia dos últimos tempos.

Existem provas concretas de que os jogos sérios podem ser utilizados para treinar, com sucesso, as capacidades cognitivas de pessoas mais velhas (Anguera et al. 2013). Recentemente, têm sido publicados vários artigos de investigação que apontam à eficácia da utilização dos jogos sérios em pessoas em processo de declínio cognitivo. Após uma exaustiva leitura de artigos que abordam esta matéria, foram apontadas as seguintes ideias e sugestões:

- Jogos que requerem atividade física podem afetar, positivamente, várias áreas cognitivas de um indivíduo com problemas cognitivos, como por exemplo o equilíbrio ou controlo voluntário dos órgãos motores (Padala et al. 2012).
- Jogos que estimulam as capacidades cognitivas podem melhorar um elevado número de funções cognitivas, como a atenção, a memória (áreas em estudo nesta dissertação) e as funções visuoespaciais (Yamaguchi et al. 2011).
- Jogos que promovem a melhoria das capacidades cognitivas e físicas podem ter um impacto positivo nas capacidades sociais e emocionais do indivíduo (e.g. boa disposição) e podem, ainda, reduzir situações de depressão (Weybright H. et al. 2010; Boulay et al. 2011; Yamaguchi et al. 2011).

Contudo, e embora estes resultados atribuam um bom nível de otimismo para a área em investigação, existem estudos que apontam à dificuldade que as pessoas mais velhas possuem ao interagir com este tipo de jogos que estão atualmente no mercado. Estas dificuldades provêm da in experiência dos utilizadores em interagir com ambientes tecnológicos e na vergonha que estes sentem em pedir ajuda ou utilizar as ferramentas do jogo, sem qualquer conhecimento prévio (Wollersheim et al. 2010). O problema principal, associado a estas dificuldades, passa pela finalidade destes jogos, ou seja, estes foram concebidos com o propósito de entretenimento, sem qualquer suporte e/ou consideração por pessoas com dificuldades cognitivas (e.g. *Nintendo Wii Fit*). É neste âmbito que esta dissertação se insere, ou seja, definindo o segmento de mercado para pessoas com défice ou em declínio cognitivo, é possível, mais facilmente, obter resultados positivos que nos permitam retirar conclusões significativas e inovadoras.

Segundo um estudo (Robert et al. 2014) realizado no âmbito da utilização dos jogos sérios em pessoas com demência, com base nas dificuldades sentidas pelos intervenientes, existe uma série de características essenciais que devem estar, permanentemente, presentes aquando o desenvolvimento de um jogo cujo objetivo é estimular cognitivamente o público-alvo:

- “Interface adaptada ao utilizador”: No contexto de jogos sérios, é possível criar cenários que promovam o interesse e a motivação e torna-se importante criar interfaces apropriadas às capacidades dos utilizadores.

- “Adaptar o nível de dificuldade”: Nem todas as pessoas têm problemas iguais durante o seu declínio cognitivo. É necessário que, consoante o desempenho atual do jogador, lhe sejam atribuídos níveis de dificuldade apropriados às suas condições.
- “Não causar frustração”: Mesmo que o utilizador erre, não é aconselhado mencionar ao mesmo que este errou e que perdeu, pelo que estas mensagens negativas podem ser substituídas pela atribuição de menos pontos ou por mudanças de cenários, por exemplo.
- “Promover o entretenimento”: Embora o objetivo deste tipo de jogos não seja o entretenimento puro, os utilizadores não podem ver os mesmos como algo cuja vertente seja apenas testar as suas capacidades. É importante o jogo possuir objetivos, que façam os jogadores entrar num clima de descontração e divertir-se à medida que vão jogando.
- “Promover a validade ecológica”: Os métodos clínicos tradicionais, responsáveis por avaliar as capacidades cognitivas de um indivíduo, são criticados pela falta de validade ecológica, o que, normalmente, leva a um desinteresse por parte do avaliado, pelo que este último não percebe a finalidade dos testes nem se torna possível associar os testes a atividades da vida real (Chaytor & Schmitter-Edgecombe 2003).

Todas estas características foram analisadas e consideradas durante o desenvolvimento do projeto, pelo que é essencial um acompanhamento constante de um especialista que aconselhe cenários e minijogos apropriados para o público-alvo, assim como corrigir certas ideias que podem não ser bem aceites pelos utilizadores finais (e.g. falha no reconhecimento de objetos). A implementação de testes de avaliação cognitiva, através dos jogos sérios, é uma área nova a ser investigada, o que fez com que o processo de desenvolvimento fosse cauteloso e paciente, sendo novas abordagens constantemente consideradas e discutidas entre o informático e o especialista, para que fossem tomadas as melhores decisões, de forma a beneficiar todas as partes.

2.5.4 Tecnologias e soluções

Relativamente aos programas de treino cognitivo, implementados em plataformas informáticas, existem duas que são necessárias considerar, quando comparadas com o projeto em mãos.

A primeira, e a mais utilizada e conhecida até ao momento, designa-se por CogWeb e trata-se de um sistema, cientificamente validado e não gratuito, que permite a realização de programas de treino intensivo, na *web*, sendo necessária prescrição médica e monitorização especializada (Tedim Cruz et al. 2011). Este procedimento resolve o problema das deslocações a um consultório, sendo, contudo, necessário o acompanhamento de profissionais especializados na área. No entanto, os testes que este sistema implementa não passam de uma adaptação dos testes realizados em clínicas especializadas, isto é, os resultados seriam, aproximadamente, semelhantes, quando comparados com os resultados obtidos nos testes realizados nestes locais. Tal deve-se ao fator da validade ecológica. Segundo o especialista Ricardo Alves, os resultados

obtidos nestes programas podem ser cientificamente validados mas dificilmente transferem as capacidades cognitivas otimizadas para atividades do quotidiano, pela falta de validade ecológica nas perguntas apresentadas ao utente, ou seja, há uma grande probabilidade de que a aprendizagem seja comprometida. O sistema desenvolvido, no âmbito desta dissertação, contempla as críticas associadas a estes testes, ou seja, considera a validade ecológica como um fator crítico de sucesso, tornando a abordagem inovadora. A Figura 7 exemplifica a aplicação mencionada.



Figura 7 – Exemplos de tarefas do CogWeb (Tedim Cruz 2014)

A segunda, não tão conhecida, designa-se por Lumosity e oferece as mesmas funcionalidades que o CogWeb, fornecendo testes de avaliação cognitiva semelhantes aos testes tradicionais. Este programa difere do primeiro, pelo que oferece um acesso gratuito a uma aplicação Android, que permite treinar as capacidades cognitivas através de vários minijogos. No entanto, e embora os minijogos sejam desenvolvidos por neurocientistas, não existem provas concretas e cientificamente validadas acerca da eficácia dos mesmos.

Ambas as aplicações mencionadas são apenas exemplos de jogos que promovem a estimulação cognitiva. Existem muitos outros com o mesmo objetivo, como o WiiFit, WiiSports, Big Brain Academy, MasterQuizz, entre outros (Arambarri et al. 2014; McCallum & Boletsis 2013). No entanto, estes não foram concebidos para um público-alvo em específico e, de uma forma geral, não são suportados por estudos empíricos e científicos robustos que abordam a validade ecológica. Apesar de existirem provas concretas que manifestam melhorias neurocognitivas através de alguns destes jogos, a maioria não avalia nem considera o impacto que estes jogos têm ou possam vir a ter no quotidiano dos jogadores, para além de não oferecerem conteúdo, que

beneficie a validade ecológica, para um específico leque de idades. Outro fator já anteriormente mencionado e que estas aplicações não suportam, é de não considerarem as dificuldades de interação que um certo número de jogadores, cuja idade seja superior, por exemplo, a cinquenta anos, possui perante a tecnologia.

3 Avaliação de Abordagens

Para que seja possível utilizar as melhores tecnologias e escolher as melhores abordagens, aquando do desenvolvimento de um projeto de engenharia informática, é essencial avaliar as várias soluções que estão disponíveis, assim como preparar testes a estas mesmas soluções, de forma a verificar se estas dão resposta às nossas necessidades. Seguidamente, serão justificadas as escolhas relacionadas com as tecnologias implementadas, assim como serão mencionadas outras opções ponderadas, aquando da construção dos vários componentes do projeto, e em que situações é que as tecnologias escolhidas terão sido utilizadas.

3.1 Grandezas e critérios de escolha

Relativamente à escolha entre as tecnologias, esta recaiu, em alguns casos, sobre a possibilidade em seguir os conselhos dos professores orientadores e a necessidade em seguir os padrões do GILT, ou seja, algumas tecnologias ou plataformas, que serão de seguida apresentadas, foram aconselhadas a serem utilizadas (e.g. Unity), pelo que, como há docentes experientes na utilização das mesmas, a escolha final terá sido, também, influenciada por este fator, devido ao suporte que estes poderiam oferecer durante o desenvolvimento do projeto.

No entanto, para o desenvolvimento deste projeto, existiu liberdade total para a escolha de certas tecnologias, não ligadas a critérios internos do GILT, que foram optadas por razões específicas. As grandezas consideradas para a escolha de algumas tecnologias, foram também influenciadas pelas necessidades do público-alvo (ver secção 2.3). Quanto aos critérios de escolha das linguagens de programação, foram consideradas aquelas que oferecem mais garantias de escalabilidade, as mais populares, devido ao suporte possível de obter na Internet (e.g. C# script vs. Javascript) e aquelas que foram lecionadas ao longo do curso de mestrado. No subcapítulo seguinte (ver secção 3.2), serão abordadas as tecnologias que foram utilizadas e a justificação para a sua utilização.

3.2 Abordagens técnicas

O projeto subdivide-se em várias áreas, sendo este constituído pelo desenvolvimento do jogo (e.g. cenários idealizados), pelos seus componentes (e.g. DDA) e pelo componente de exportação e comunicação de resultados. Para cada área, foram utilizadas tecnologias diferentes, que serão agora descritas, baseadas nos critérios acima contemplados (ver secção 3.1).

3.2.1 Componentes do projeto

Antes de mencionar as hipóteses consideradas e as decisões finais, é necessário identificar e explicar, sucintamente, os vários componentes que estão associados à implementação do projeto.

Como já foi descrito anteriormente, o jogo é composto por vários cenários, que permitem simular o mundo real. O jogador terá de passar pelos vários cenários implementados, enquanto realiza a estimulação pretendida, através dos minijogos.

Outro componente desenvolvido é o componente de reajustamento dinâmico e automático da dificuldade do jogo, de forma a inserir os jogadores num estado psicológico uniforme, designado por *FlowZone*, estado responsável por manter os jogadores interessados e concentrados durante o desenrolar do jogo. É crucial o desenvolvimento de um módulo que permita analisar o desempenho do jogador e assegurar que este se mantém descontraído e concentrado no jogo. Este módulo, principalmente, permite ajustar a dificuldade do jogo consoante o desempenho do jogador, ou seja, reajustar de forma automática. Este componente recebe também um conjunto de informações relativas ao desempenho do jogador, em cada cenário do jogo. Estas informações consistem em critérios previamente delineados, como o número de acertos, número de tentativas, dificuldade atual, tempo de resposta, tempo de transição entre eventos, entre outros.

Por último, existe um componente que promove a avaliação. Os resultados provenientes dos minijogos, realizados pelo jogador, são comunicados ao especialista, sendo estes compostos por informações relacionadas com o desempenho de cada um. Cabe ao especialista analisar e avaliar estes registos, para que possa, posteriormente, retirar as devidas conclusões. Estes resultados possuem um papel importante no que diz respeito à análise de conteúdo do jogo, podendo indicar, em alguns casos, possíveis dificuldades na assimilação do processo de jogo (e.g. falhas no reconhecimento de alguns objetos). Com tais informações, é possível realizar alterações significativas no jogo que melhorem a experiência dos jogadores.

3.2.2 Hipóteses consideradas

Ao equacionar a resolução do principal módulo, o desenvolvimento do jogo, duas abordagens foram, primeiramente e aprofundadamente, discutidas. A primeira hipótese seria o desenvolvimento da solução em duas dimensões (2D). Esta abordagem é a mais simplista, isto é, graficamente, não apresenta tanta clareza nem tantas dificuldades no desenvolvimento e implementação da solução, quando comparada à abordagem baseada num modelo em três dimensões (3D). No entanto, e como a solução tem como alvo populações cuja idade varia entre os 45 e os 65 anos de idade, é necessário constatar que, no caso da abordagem 2D, esta solução torna-se mais amigável para o utilizador, facilitando a interação entre o mesmo e o jogo. Quanto ao tempo de implementação de cada cenário, este seria conseqüentemente mais curto, devido à baixa complexidade e ao baixo número de recursos computacionais que os modelos 2D requerem, possibilitando o desenvolvimento de um maior número de cenários. Relativamente à abordagem 3D, esta oferece, claramente, uma interface visualmente mais apelativa do que no caso anterior (2D). Ainda em comparação com a abordagem anterior, os modelos em 3D apresentam melhorias significativas no que toca a promover a validade ecológica, pois o realismo oferecido permite uma melhor associação das atividades virtuais às atividades do mundo real. No entanto, a interação é menos amigável, devido à maior complexidade visual e de interação com o jogo, pelo que, neste caso, pode contribuir negativamente para a estimulação dos jogadores, visto que podem distrair-se muito mais facilmente. O tempo de desenho e implementação da solução, conseqüentemente, torna-se também mais elevado.

Aquando da sugestão fornecida pelo GILT em utilizar o Unity, como motor de jogo, apenas uma decisão surgiu para ser tomada. Esta recaiu sobre a utilização de uma das linguagens suportadas por este mesmo motor, sendo elas C# e UnityScript (Technologies 2015b). A primeira possui um maior número de funções e interfaces que podem vir a ser úteis, aquando o desenvolvimento dos minijogos, e permite uma programação mais concisa e autoexplicativa (Technologies 2015a), enquanto que, a linguagem UnityScript, é simulada, isto é, os autores e criadores do Unity Technologies, criaram uma linguagem própria, baseada em Javascript mas, embora apresente os mesmos procedimentos e normas de programação, não possui tanto suporte de bibliotecas ou de expressões comuns de programação (e.g. switch case). Para além destes fatores, o C# é mais popular, o que faz com que seja mais fácil encontrar documentação, ou exemplos, caso necessário, e mais formal, ou seja, para um projeto sério que deve seguir um conjunto de normas e regras de programação, torna-se o ideal (Technologies 2015a; Meijer 2009).

Para a parte de comunicação, deseja-se construir um sistema capaz de suportar a extração das informações do jogo (e.g. resultados do jogador) e comunicar as mesmas ao especialista. Para tal, foi ponderada a utilização de REST. REST define uma interface uniforme, de simples utilização, e é altamente escalável. Outra vantagem em utilizar REST, é a possibilidade de comunicar *statelessly*, ou seja, não é necessário iniciar sessões com servidor (Bayer 2007). Por último, em REST, é fácil aumentar os recursos do servidor, caso necessário e se o projeto o exigir, permitindo assim a escalabilidade de todo o projeto.

Quanto à linguagem de programação do servidor, foram equacionadas duas hipóteses: PHP e Node.js. Relativamente ao PHP, a linguagem é livre para utilização e usada há bastante tempo, devido à sua eficiência e eficácia. Aquando da apresentação dos resultados, estes poderão ser demonstrados em páginas HTML, pelo que o PHP seria o ideal, visto que interage muito bem com esta linguagem de marcação e com os utilizadores. No entanto, o Node.js contém algumas vantagens que são consideradas críticas, aquando do processo de escolha. Relativamente ao desempenho, em comparação com PHP, o Node.js leva menos tempo a responder ao mesmo número de pedidos, ou seja, o nível de desempenho é melhor (Sanchez 2015). Outra enorme vantagem, é o facto de que o Node.js é *event-driven*, isto é, o programa é conduzido através de eventos, como ações do utilizador, o que seria bastante positivo para o projeto, visto que é ótimo a lidar com pedidos assíncronos, com a concorrência e, por isso, com casos em que existam um maior número de utilizadores a recorrerem ao jogo e a fazerem múltiplos pedidos ao servidor (ao enviar informação acerca do seu jogo).

3.2.3 Escolha final das tecnologias

O projeto foi desenvolvido no motor de jogo do Unity, com o apoio do VisualStudio para a programação dos *scripts* a utilizar e implementar no jogo. Esta é uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, utilizada para criar todo o tipo de jogos ou experiências interativas 3D e 2D, em multiplataforma. Trata-se, igualmente, de um sistema completo, que permite o desenvolvimento de projetos cujo conteúdo seja avançado e complexo. O Mono, implementação *open-source* do .NET Framework, é a base de construção do motor do jogo, pelo que é possível utilizar, na criação dos scripts do jogo, UnityScript (linguagem semelhante ao Javascript) e C# Script.

Com base nas hipóteses consideradas e nas sugestões dos orientadores, a construção da solução final tem por base a utilização da linguagem C#, como língua global para o desenvolvimento técnico do projeto, e a utilização de modelos em 3D. A utilização do modelo tridimensional, também recomendada pelo especialista, deve-se à possibilidade de testar outras áreas que não a memória e a atenção (e.g. orientação espacial) e à importância que a validade ecológica possui no âmbito desta dissertação. Todos os modelos 3D foram construídos de raiz ou requisitados a domínios² externos que fornecem modelos de livre acesso.

Relativamente à extração e comunicação dos resultados, é, provisionalmente, implementada uma metodologia com recurso à exportação das informações para ficheiros de texto, localizados na máquina onde o jogo está a ser executado (ver secção 5.9). Devido à complexidade do projeto e ao facto da exportação e comunicação de dados ser um requisito não funcional, no que diz respeito ao programa de estimulação, para esta fase, decidiu-se dar total prioridade ao processo de estimulação e avaliação cognitiva, pelo que o essencial será manter o jogo completo, funcional e pronto a ser implementado em instituições clínicas, próprias para o efeito. No entanto, o processo de extração de resultados é um passo

² Exemplo 1: <https://www.assetstore.unity3d.com/en/>; Exemplo 2: <https://www.cgtrader.com/>;

fundamental, pelo que, após esta etapa, apenas será necessário construir o servidor externo, um novo mecanismo de comunicação com o mesmo e, por fim, redirecionar os dados do jogo para o novo local destino.

Relativamente ao planeamento e desenvolvimento do projeto, como mencionado, foi realizada uma abordagem Scrum, com recurso à aplicação ASANA do Google Chrome e à utilização de *Issues*, no repositório utilizado (Bitbucket), que auxilia na gestão de projetos, podendo esta gestão ser partilhada e efetuada pelos elementos da equipa associada ao desenvolvimento. Para além da utilização destes recursos, foi construído um diagrama de Gantt e, ao longo do desenvolvimento, um documento que permite delinear e planear detalhadamente todo o processo de construção da solução (ver secção 1.4).

O código fonte encontra-se armazenado no repositório Bitbucket e qualquer tipo de documentação, isto é, reuniões, diagramas ou artigos, são armazenados no Google Drive, que não requer qualquer tipo de configuração e permite o trabalho em simultâneo no mesmo ficheiro, entre várias entidades. Esta documentação é partilhada entre todos os elementos da equipa, incluindo o especialista e os orientadores.

4 Desenho da Solução

Durante a fase de planeamento do projeto, foram construídos alguns esquemas que permitiram uma melhor orientação durante a fase de desenvolvimento. Estes consistem em designar cada etapa do projeto, identificar os componentes essenciais para o funcionamento da solução final e esquematizar a forma de como estes últimos se interrelacionam. Seguidamente, são apresentados diagramas, responsáveis por demonstrar a arquitetura do projeto e alguns processos inseridos no jogo, assim como é esquematizada a componente técnica da solução implementada, através de diagramas UML.

4.1 Desenho conceptual

A Figura 8 tem como por objetivo explicar como é que o desenvolvimento do projeto vai de encontro com o conceito de negócio (estimulação cognitiva). Desta forma, é possível visualizar, com facilidade, o modelo proposto, representando a interação entre os principais intervenientes do projeto e as atividades e funções que se pretendem desempenhar em cada fase do mesmo.

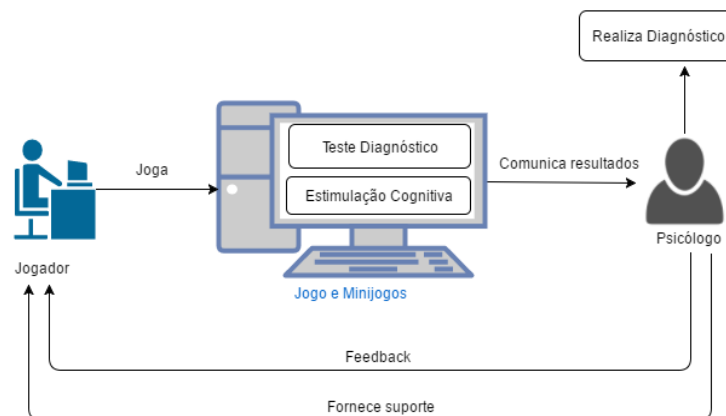


Figura 8 – Desenho Conceptual

Numa perspetiva compacta e conceptual, o jogador realizará o programa de estimulação cognitiva, juntamente com o teste diagnóstico, através de tarefas camufladas (minijogos) presentes no jogo. Os resultados são comunicados ao especialista, para este realizar o diagnóstico adequado. Quer o programador, quer o especialista, prestarão auxílio aos jogadores, pelo que é normal existirem dúvidas relacionadas com as atividades que estes terão de executar.

4.2 Arquitetura da solução

Tendo em conta os componentes essenciais da solução implementada, isto é, o jogo, os cenários, os minijogos, o DDA e a base de dados interna, é necessário demonstrar a forma como interagem entre si e como as suas responsabilidades cumprem os requisitos desejados da solução. Com a Figura 9, pretende-se demonstrar, mais detalhadamente, a interação entre os vários componentes do projeto.

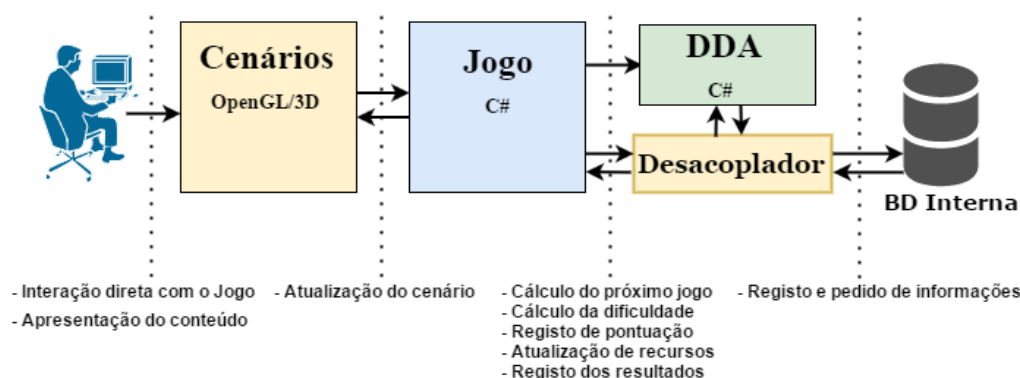


Figura 9 – Modelo arquitetural

A Figura 9 ilustra os principais componentes implementados. Relativamente ao Jogo e, como já foi previamente mencionado, este é responsável por realizar a tarefa principal do projeto, isto é, a estimulação cognitiva. Esta é composta por várias tarefas que têm como objetivo substituir as tarefas dos testes tradicionais realizados em papel. Ainda no componente Jogo, foram implementados, como fatores introdutórios, dois componentes secundários. Estes componentes dizem respeito ao tutorial inicial e ao teste diagnóstico, adaptado dos testes de avaliação existentes (ver secção 2.1.6). Cada minijogo, inserido no componente Jogo, regista as atividades do jogador e insere-as num ficheiro de texto externo, livre para o acesso do especialista.

Relativamente ao DDA, este responde aos pedidos efetuados pelo Jogo, controlando o sistema e funcionando como um servidor. Este componente controla ainda os cálculos a efetuar, o próximo minijogo e a dificuldade com que este deve executar. Para executar estas tarefas, o

DDA necessita de ter acesso a dados. Esse acesso é feito através de uma interface (desacoplador), de forma a desacoplar o DDA do jogo, fazendo com que este não conheça o jogo que se encontra a gerir. Tendo isto em conta, a interface possui a responsabilidade de armazenar os dados na base de dados interna (e.g. próximo jogo ou estado atual dos recursos), e de fornecer os dados ao DDA, para que este possa calcular dados pedidos pelo jogo (e.g. calcular próximo jogo ou dificuldade) e ceder os últimos para o minijogo em questão.

A tarefa principal da base de dados interna é armazenar qualquer dado crucial ao jogo (e.g. recursos do jogador), assim como o estado atual do mesmo. Este armazém de dados tem também como objetivo fornecer informações ao DDA, para que este possa desempenhar as tarefas que lhe estão encarregadas.

4.3 Estrutura da solução

Com base no modelo arquitetural anterior, foi necessário construir uma estrutura responsável por cumprir os requisitos do problema e, conseqüentemente, erguer uma solução completa e organizada. O objetivo deste capítulo passa por divulgar a organização técnica do projeto, assim como abordar os processos mais importantes do mesmo.

4.3.1 Estrutura técnica da solução

Com vista ao desenvolvimento de cada componente, criaram-se classes específicas, conectadas entre si, cujo objetivo é dar resposta às necessidades da solução que se pretende obter. A Figura 10 representa um diagrama de classes parcial da solução, no qual é possível visualizar as principais classes criadas e a forma como estas se relacionam entre si. A parcialidade do diagrama deve-se ao elevado número de classes existentes, pelo que tal tamanho poderia prejudicar a ilegibilidade dos fatores mais importantes do diagrama.

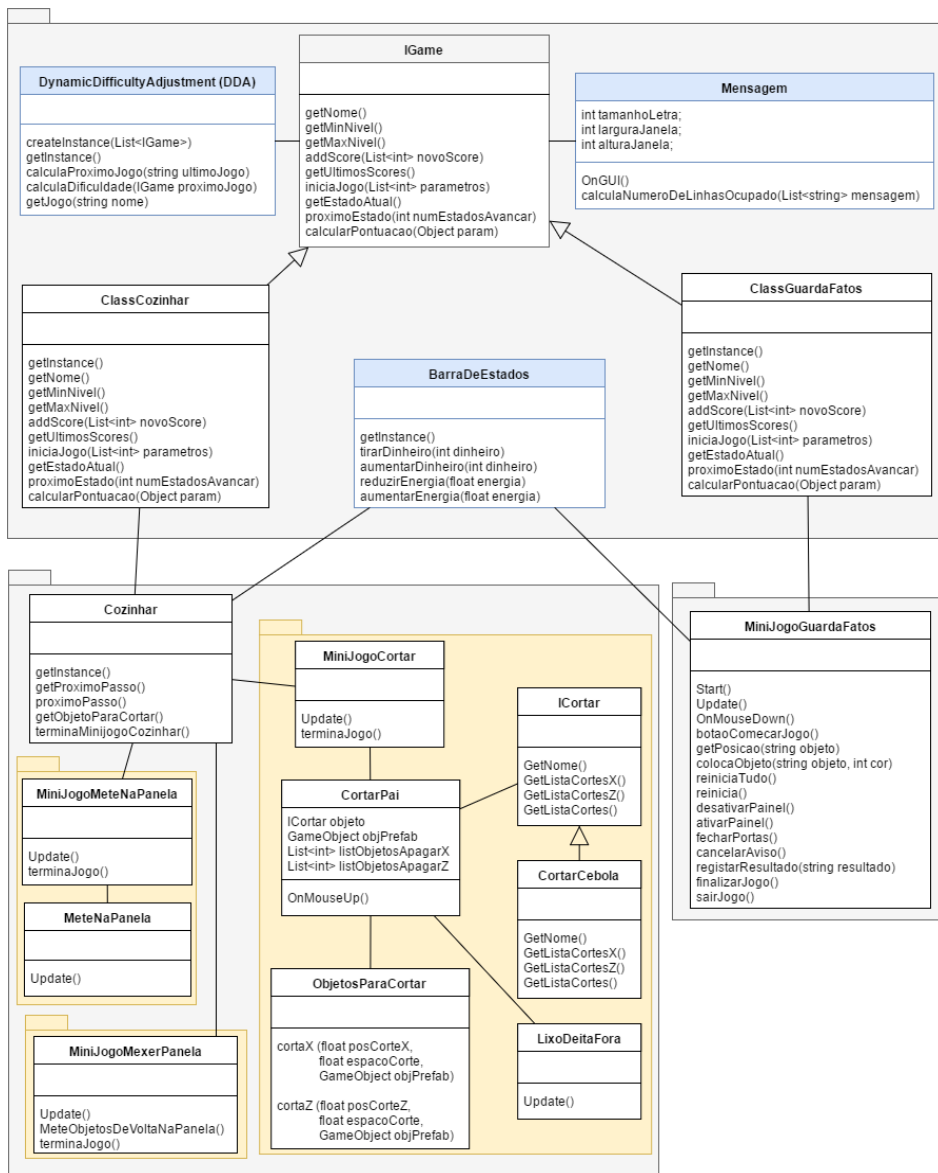


Figura 10 – Diagrama de classes

Embora todas as classes apresentem um papel fundamental no processamento global da solução, as classes *BarraDeEstados*, *DynamicDifficultyAdjustment* e *Mensagem* são consideradas as classes base do projeto.

BarraDeEstados é a classe que contém o dinheiro e a energia do utilizador ao longo de toda a execução do jogo. A barra de estados é atualizada pelos minijogos, após conclusão dos mesmos, e é responsável por manter estas informações atualizadas e visíveis para o jogador.

O DDA é um componente que apresenta apenas uma conexão, com a interface *IGame*, o que faz com que tenha um baixo acoplamento. Trata-se também de um componente que tem, como funções, determinar qual o próximo jogo a executar e qual a próxima dificuldade a implementar,

o que faz com que apresente uma alta coesão. O DDA é, então, o componente responsável por controlar toda a sequência de execução do jogo, baseando-se apenas na informação passada pelas instâncias das classes que implementam a interface *IGame*.

O diagrama de classes apenas apresenta dois exemplos das classes relativas aos minijogos implementados, ilustrando a implementação mais simples (minijogo do guarda-fatos) e a mais complexa (minijogo de cozinhar). Quando o DDA determina que o primeiro mencionado é o próximo a executar, é criada uma instância da classe *MiniJogoGuardaFatos* que, conseqüentemente, questiona o DDA acerca da dificuldade a implementar. Durante a execução do minijogo, são enviados, para a instância criada (*ClassGuardaFatos*), os resultados da tarefa, e registados, para que o DDA consiga calcular as próximas dificuldades com base nestes últimos.

Quanto ao exemplo mais complexo representado, ou seja, o minijogo de cozinhar, este é composto por um conjunto de estados, delineados de seguida no diagrama de sequência da Figura 11 (para simplificar, é apenas abordado o processo de cortar cebola e a sua colocação na panela).

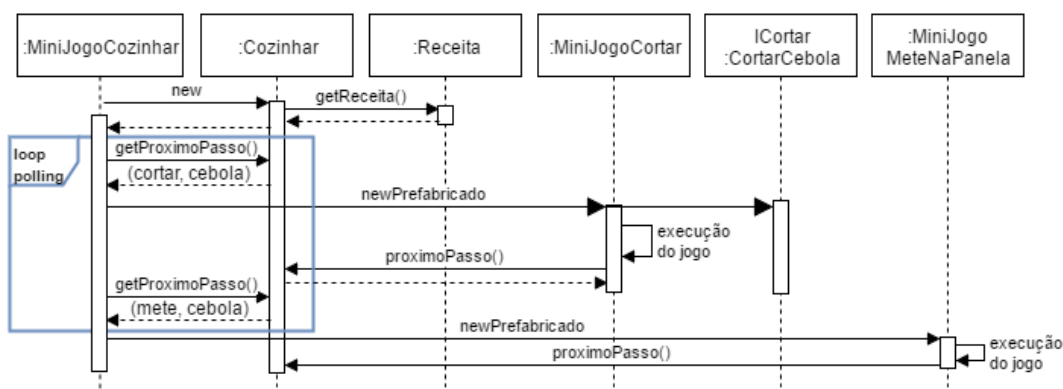


Figura 11 – Diagrama de sequência: Exemplo do processo de cozinhar

Inicialmente, é criada uma instância da classe *Cozinhar*. Esta conecta-se à classe *Receita*, de modo a descobrir qual a receita que deve ser realizada e os passos necessários para a construir. Durante o processo, o método *getProximoPasso()*, da classe *Cozinhar*, é invocado para determinar o próximo passo da receita. Conhecidos os passos da receita, a classe *Cozinhar* envia algumas ordens, como, por exemplo, cortar cebola, criando-se, conseqüentemente, uma instância do *MiniJogoCortar* com uma instância da classe *CortarCebola*. Esta última classe é derivada da interface *ICortar*, permitindo, desta forma, cortar vários objetos diferentes, tornando-se indiferente, para a classe *MiniJogoCortar*, qual o objeto que deve ser cortado, visto que esta classe só reconhece a interface mencionada.

Estes processos podem repetir-se, ao serem executados os mais diversos passos culinários (e.g. descascar cebolas, cortar cenouras ou frango, colocar azeite na panela, mexer a panela, entre outros).

Por último, e apesar de ser um requisito não funcional (ver secção 5.9.4), é necessário salientar a classe *Mensagem*, responsável por disponibilizar, ao jogador, mensagens de texto. Esta funcionalidade permite agilizar todo o processo de desenvolvimento do jogo, visto que simplifica a interação com o utilizador. O processamento base consiste em aceder ao minijogo atual, através da interface *IGame*, que contém todos os estados pelos quais o minijogo terá de passar, antes de ser concluído, utilizando o método *getEstadoAtual()*. Este processo faz com que todos os *outputs* do jogo sejam automaticamente ajustados, com base na quantidade de texto e sem a preocupação de como este se irá apresentar no ecrã, o que faz com que todo o processo de construção dos minijogos seja mais agilizado.

4.3.2 Processamento global de jogo

O modelo arquitetural destaca as principais tarefas de cada componente. Torna-se, então, essencial demonstrar a forma de como estes interagem entre si. Com base nas interações das classes apresentadas anteriormente, é especificada, na Figura 12, a sequência de eventos durante o processamento de um minijogo, ilustrando as várias funções invocadas durante a realização do mesmo e como este se processa ao longo do tempo.

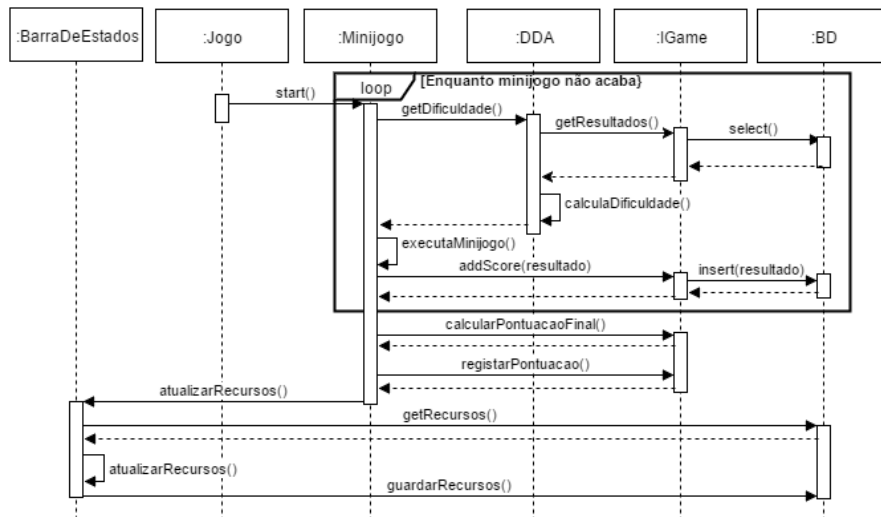


Figura 12 – Diagrama de sequência: Processar Minijogo

O jogador recebe uma notificação, adequada ao contexto, que o alerta para a próxima tarefa que terá de realizar. Após o acesso ao minijogo, através do cenário onde o sujeito se encontra,

o jogador terá de terminar a tarefa, consoante as regras apresentadas e específicas do minijogo em questão.

O processo, para qualquer minijogo, é semelhante. Quando o jogador conclui uma determinada etapa do minijogo corrente, o cálculo de uma nova dificuldade é efetuado. O DDA é responsável pela gestão desta dificuldade, isto é, este componente tem como por objetivo calcular a próxima dificuldade, com base nos últimos resultados registados, e implementá-la no minijogo em questão. Este último é processado consoante a dificuldade implementada e, após a concretização do mesmo, a classe respetiva do minijogo, que instancia a interface, calcula a pontuação final, a atribuir ao jogador.

Por último, a barra de estados é atualizada, com base nos recursos ganhos ou perdidos na última tarefa realizada.

4.4 Base de dados interna

Relativamente ao registo dos resultados do jogo, assim como à salvaguarda dos dados do jogador, construiu-se um mecanismo interno com a finalidade de desempenhar funções de base de dados. Este mecanismo tem por base um repositório interno do Unity, conhecido por *PlayerPrefs*³. Invocando esta classe, é possível salvaguardar o estado dos recursos do utilizador (dinheiro e energia), a última posição da personagem, o estado do jogo, isto é, o próximo minijogo ou tarefa a adotar, entre outros dados essenciais para dar continuidade ao percurso do jogo.

Com a utilização desta metodologia, o jogador consegue continuar o progresso do jogo corrente, num período temporal posterior, tendo apenas de salvaguardar os dados antes de sair do mesmo. Caso o jogador pretenda continuar o jogo, os resultados são redigidos no mesmo ficheiro, utilizado para o registo dos resultados anteriores, apenas acrescentando novos dados de análise para o especialista avaliar.

O diagrama de sequência da Figura 13 exemplifica o mecanismo implementado, relativamente ao evento de cálculo do próximo jogo, revelando o processo de comunicação os diversos componentes.

³ <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerPrefs.html>

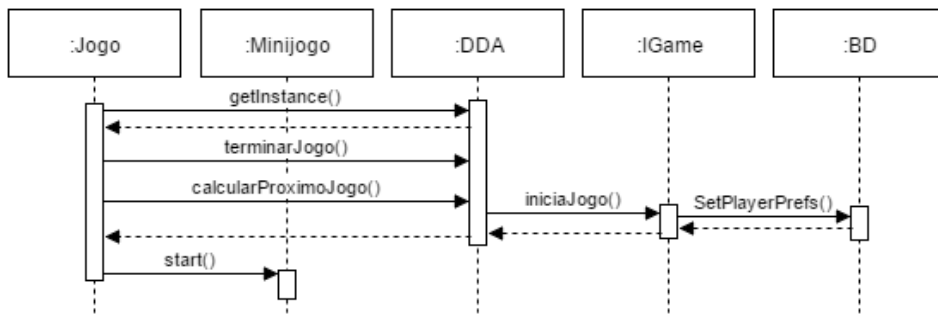


Figura 13 – Diagrama de sequência: Cálculo do próximo jogo

O processo inicia com o jogo a invocar a única instância do DDA criada, para que, este último, possa efetuar as respetivas funções. O DDA calcula o próximo jogo e a interface regista-o na base de dados, através do *PlayerPrefs*. Os extratos de código 1 e 2 exemplificam, respetivamente, as atividades de registar e retornar o novo jogo a realizar.

```
PlayerPrefs.SetString("Próximo_Jogo", "Minijogo_Armário");
```

Código 1 – Exemplo de registar um valor no *PlayerPrefs*

```
PlayerPrefs.GetString("Próximo_Jogo");
```

Código 2 – Exemplo de retornar um valor do *PlayerPrefs*

Após o jogador ser redirecionado para o cenário onde se encontrava, antes do último minijogo realizado, o sistema invoca o DDA, para descobrir qual a próxima tarefa a desempenhar. O extrato de código 2 é executado pelo Jogo, para que este consiga descobrir e ativar o próximo minijogo a apresentar ao jogador.

5 Construção da Solução

Seguidamente são apresentados todos os passos que levaram à construção da solução atual, assim como serão justificadas todas as abordagens e funcionalidades implementadas, com base nos modelos apresentados no Capítulo 4.

5.1 Jogabilidade

Parte dos futuros participantes deste jogo é normalmente associado a um público com grandes dificuldades de interação com a tecnologia, mais especificamente com os computadores, devido à relativamente avançada idade que têm (aproximadamente 60 anos).

O jogo está preparado para ser executado em qualquer computador que tenha o sistema operativo Windows instalado. No entanto, um dos problemas mais associados aos jogos de estimulação cognitiva, para pessoas com falta de conhecimentos tecnológicos, é a interação com os computadores, isto é, a utilização do rato e do teclado.

É também desta forma que o jogo pretende influenciar e inovar o mercado dos jogos de estimulação cognitiva. O jogo poderá ser completado através de uma interação básica com o computador, isto é, carregando no ecrã. Todo o sistema foi programado para receber *input* do rato, que é simulado através do toque no ecrã em computadores híbridos, e do teclado, para os que o pretendem utilizar, embora existam, onde necessário, teclados virtuais que funcionam, de igual forma, através de toques no ecrã. A Figura 14 representa um dos teclados virtuais implementados no jogo.



Figura 14 – Teclado virtual

Tendo isto em conta, a interação com o computador pode ser considerada como um problema menor, visto que não será necessário, ao longo do jogo, outro tipo de interação senão o toque no ecrã.

Relativamente ao modo de interação com os cenários, o jogador terá de ter em conta apenas duas ações, sendo elas a deslocação e a rotação. A deslocação funciona através da resposta dos toques no ecrã em locais que aceitam a deslocação da personagem (e.g. chão ou objetos). Para se deslocar, o jogo terá de receber a informação do local para onde o jogador deseja ir, sendo por isso necessário carregar no local destino, para que o sistema seja capaz de alterar as coordenadas da posição atual da personagem. É também importante mencionar que o jogador pode tocar em qualquer ponto do cenário corrente e que, após o toque, a personagem desloca-se e efetua uma rotação, de forma a permanecer em direção frontal com o ponto destino. Outro mecanismo implementado consiste na delineação de cerca de 15% de ambas as laterais do ecrã, onde o jogador poderá carregar para rodar a câmara, para a esquerda ou para a direita, sem alterar a sua posição atual. Para reforçar o reconhecimento das áreas laterais, inseriram-se ainda dois botões responsáveis por indicar onde o jogador deve carregar.

A Figura 15 mostra os locais onde o jogador consegue efetuar ambas as ações, delimitando, a vermelho, o espaço reservado para cada uma das mesmas.



Figura 15 – Áreas de interação

5.2 Cenários

O jogo será composto por quatro cenários principais, responsáveis por promover a validade ecológica e por fazerem o utilizador percorrer um caminho lógico. A Figura 16 identifica o esqueleto do jogo, ou seja, os diferentes cenários que são possíveis encontrar durante o mesmo.

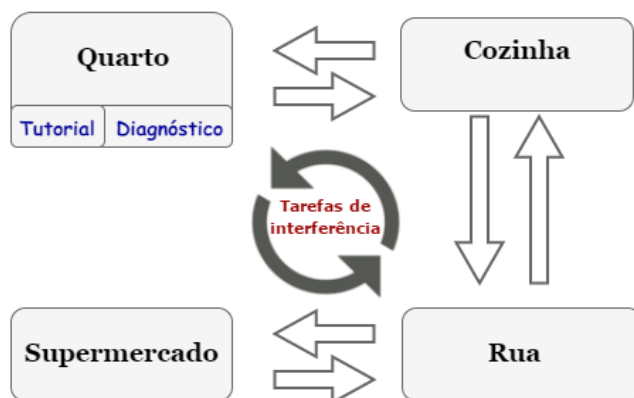


Figura 16 – Cenários do jogo

Um dos objetivos do jogo é avaliar o utilizador perante situações realistas, apresentando, em cada etapa, desafios relacionados com o ambiente onde estes estão inseridos (e.g. no ambiente da cozinha, o utilizador terá de realizar desafios relacionados com receitas e/ou comida). As tarefas de interferência dizem respeito aos minijogos que aparecem durante o jogo. A secção de avaliação, contida no primeiro cenário, representa o teste diagnóstico, que será posteriormente explicado (ver secção 5.4).

O jogo conta, então, com cenários virtuais que promovem a validade ecológica, simulando atividades e cenários do mundo real. Desta forma, o nosso público-alvo irá conseguir identificar-se com os ambientes disponíveis no jogo (e.g. rua), o que permitirá melhorar a sua interação com os mesmos e a sentirem-se mais descontraindo enquanto executam as tarefas obrigatórias. A construção destes cenários torna-se, assim, num fator essencial para assegurar que a variável da validade ecológica seja corretamente aplicada.

De acordo com o desenho proposto e planeado, foram construídos quatro cenários principais e um menu inicial de acesso ao jogo. O objetivo principal destes cenários é simular ambientes físicos que os indivíduos bem conhecem do mundo real. Paralelamente, os cenários irão permitir, aos jogadores, seguir um dado percurso, para que, ao longo do jogo, construam uma história que tenha lógica para os mesmos. Tendo isto em conta, os cenários ilustrados são detalhadamente explicados de seguida.

5.2.1 Quarto

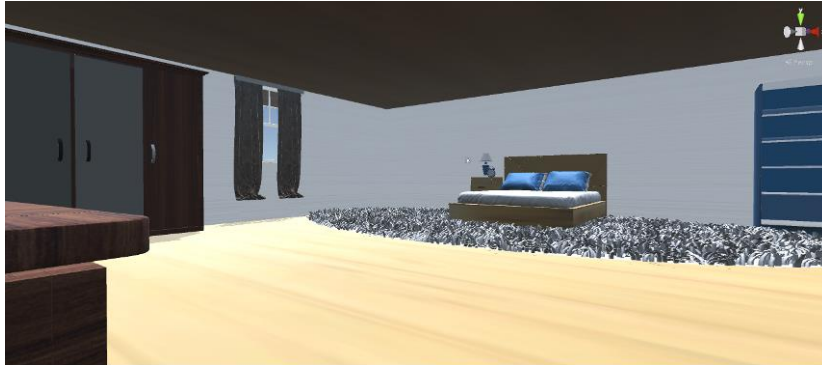


Figura 17 – Cenário do quarto

A construção de um quarto facilita o processo de identificação com o mundo real, por parte dos jogadores. Inserindo objetos como uma cama ou um armário, torna-se mais fácil adaptar as tarefas que os utentes terão de realizar no jogo, visto que estas são inseridas num contexto relacionado com estes mesmos objetos (e.g. minijogo do armário). Assim, o quarto é desenvolvido com base num quarto comum, com objetos comuns e conhecidos por todo o público-alvo. Embora a maior parte destes objetos sirvam de base de transição para minijogos, para cenas diferentes ou para o cenário em que o jogador se encontra no momento, existem outros que apenas assumem um papel decorativo.

Neste cenário, os processos cognitivos mais estimulados são a atenção e a memória, abordados no minijogo do armário e no minijogo do guarda-fatos. O minijogo do guarda-fatos terá como objetivo a estimulação do processo de atenção seletiva (e.g. escolha da roupa correta) e o minijogo do armário será desdobrado em duas componentes, sendo uma responsável por estimular a memória (memorização de objetos) e a outra por estimular a atenção focada (escolha dos objetos corretos com distrações visuais).

O cenário do quarto possui ainda duas responsabilidades acrescidas, que consistem em apresentar o tutorial principal (ver secção 5.3) e o teste diagnóstico (ver secção 5.4) que se pretende implementar. Ambos os componentes estão inseridos neste cenário devido à facilidade em implementar tarefas no mesmo e à necessidade de promover a validade ecológica.

5.2.2 Cozinha



Figura 18 – Cenário da cozinha

Conforme os objetos no quarto são aplicados para a pessoa melhor se identificar com o jogo, a mesma lógica se aplica na cozinha. A implementação de objetos, como uma banca, um frigorífico ou até mesmo um fogão, torna possível simular um cenário geral e ideal de uma cozinha comum.

Este cenário é considerado o núcleo principal do jogo, pelo que é aqui que o jogador poderá executar a tarefa principal da história, isto é, cozinhar. O processo de cozinhar permite-nos estimular ambos os principais processos cognitivos, atenção e memória. Este processo consiste em seguir uma receita, escolher os ingredientes corretos, utilizar o equipamento adequado, entre outras tarefas secundárias.

Os minijogos aqui presentes são constituídos pela escolha da receita, verificar, na despensa, se existem ingredientes da receita já disponíveis e, por fim, cozinhar a receita anteriormente selecionada. Caso falte algum ingrediente, o jogador terá de realizar o percurso até ao cenário do supermercado.

No que toca ao minijogo de cozinhar, este é composto por uma série variada de eventos. Esta sequência de tarefas foi desenhada para fornecer um diferente nível de entretenimento, visto que, embora ocorra estimulação cognitiva na realização das tarefas, o jogador poderá processar ações mais arbitrárias, como por exemplo o corte dos ingredientes ou mexer os mesmos dentro da panela. Desta forma, para além de se estimular o jogador, é possível oferecer, ao mesmo, uma experiência diferente e mais divertida.

5.2.3 Rua



Figura 19 – Cenário da rua

Para além dos principais processos cognitivos a estimular (atenção e memória), é importante estimular outras capacidades fundamentais. Estimulando a capacidade de orientação de um jogador, pode ajudar especialmente em casos em que os jogadores tenham dificuldade em perceber onde estão, para onde ir e como chegar ao local destino. Desta forma, decidiu-se implementar um cenário que simula o exterior, isto é, um ambiente com passeios, estradas, edifícios, sinalizações, entre outros objetos do mundo real. Para além da sua componente decorativa, pretende-se que estes objetos consigam transmitir ao jogador algumas regras de trânsito que podem já ter sido esquecidas.

O objetivo deste cenário passa por, principalmente, estimular o sentido de orientação dos jogadores, indicando locais para onde terão de se deslocar (e.g. ir ao supermercado comprar produtos) e sugerindo pontos de referência que lhes vão permitir associar certos objetos a locais destino. Para o jogador conseguir deslocar-se até ao supermercado, de forma a completar o percurso desejado, este terá de apanhar um autocarro, perto da sua casa virtual. Desta forma, é possível simular viagens de autocarro que avaliam as capacidades de atenção e memória dos jogadores (e.g. sair na paragem correta).

Os principais minijogos aqui presentes são o minijogo de escolher rotas e o de andar de autocarro. Ambos focam, principalmente, na estimulação da memória, pelo que, no primeiro, o jogador terá de decorar a rua e a paragem em que terá de sair, para chegar ao supermercado, e, no segundo, terá de sair na paragem correta. O primeiro mencionado conta ainda com a estimulação da capacidade de cálculo mental do jogador, sendo necessário pagar a viagem de autocarro em antemão. Embora ambos os minijogos sejam obrigatórios, o jogador possui total liberdade para explorar o espaço onde se encontra, podendo transitar entre os vários cenários existentes.

5.2.4 Supermercado



Figura 20 – Cenário do supermercado

Nesta fase, a pessoa irá efetuar as suas compras, de acordo com os ingredientes que necessita, para realizar a receita que pretende.

O cenário simula um minimercado comum, apenas com os alimentos adequados e essenciais para o processo de estimulação. Estes alimentos baseiam-se, principalmente, em laticínios, bebidas, carne, peixe, entre outros produtos de mercearia (e.g. massa ou pão). É importante que todos estes alimentos sejam bem identificáveis pelo público-alvo, de forma a não existirem dúvidas no momento de compra.

O percurso no supermercado consiste nas duas principais ações que um sujeito realiza, na vida real, quando inserido no contexto de um supermercado. Estas ações consistem na identificação dos produtos pretendidos e no respetivo pagamento na caixa. Pretende-se, então, inserir o jogador num contexto diferente, devido à necessidade de percorrer as várias bancas do supermercado, para escolher os ingredientes que necessita para a receita, e, posteriormente, ao pagamento de todos os ingredientes escolhidos.

Embora existam dois minijogos principais (escolher e pagar produtos), existem outras tarefas que se encontram subentendidas no cenário, como, por exemplo, encontrar as bancas pretendidas, o que requer um nível adequado de atenção. Através das tarefas mencionadas, os processos mais estimulados são a atenção (e.g. encontrar os produtos corretos), a memória (e.g. recordar os ingredientes necessários) e o cálculo mental (e.g. pagar os produtos). Pretende-se que, após a concretização deste objetivo, o jogador realize o percurso inverso até casa, de forma a continuar a sequência lógica de eventos do jogo.

5.2.5 Menu

Embora apresentem um valor significativo no jogo, devido à promoção da validade ecológica, certos componentes, inseridos no jogo, não devem influenciar as decisões do jogador nem o rumo do jogo. Existe, no entanto, um cenário, designado por menu, responsável por realizar uma primeira análise ao jogador, registando dados pessoais do mesmo e analisando o nível de dificuldade de interação que o mesmo apresenta para com a tecnologia disponibilizada.

Embora o menu não seja considerado um cenário principal, este possui um valor significativo no projeto, devido ao fator introdutório que apresenta e às informações básicas que são possíveis de registar no momento inicial (e.g. descobrir a idade do jogador). O menu inicial do jogo, retratado na Figura 21, é apresentado ao jogador ou ao especialista, caso o sujeito esteja acompanhado.



Figura 21 – Menu inicial

Mediante um conjunto de opções, o utilizador pode começar um novo jogo, continuar o progresso realizado num jogo anterior e ler os créditos, isto é, o âmbito do jogo e todos os intervenientes que tornaram o jogo possível. Existe ainda uma secção (Opções) responsável por determinar a existência do tutorial e do teste diagnóstico. Esta última está reservada ao critério do especialista, caso este deseje utilizar o jogo com os seus clientes sem qualquer tipo de ajudas ou a realização de um teste diagnóstico prévio. Esta opção pode ser ligada ou desligada, conforme a decisão, antes de iniciar um novo jogo.

Após iniciar um novo jogo, o jogador introduz o nome pelo qual deseja ser reconhecido e o seu género. Conforme o mesmo, uma personagem masculina ou feminina irá ser utilizada durante todo o percurso do jogo. É necessário conhecer o género do sujeito durante a análise e avaliação dos resultados da estimulação realizada, devido à existência de várias diferenças entre ambos os géneros, no que diz respeito ao processo de declínio cognitivo, pelo que é fundamental

registar tal informação. A Figura 22 e a Figura 23 ilustram, respetivamente, o processo de inserção do nome, através do teclado virtual ou físico, e a escolha do género.

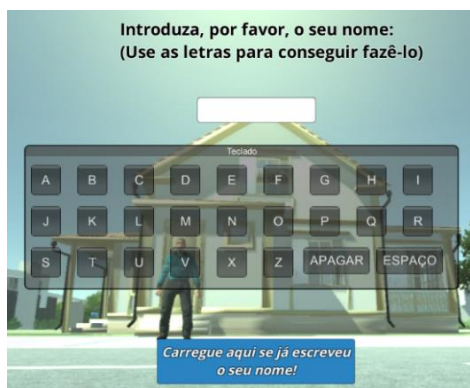


Figura 22 – Inserir nome



Figura 23 – Escolher género

É necessário implementar e inserir, no futuro, outros minijogos, pelos vários cenários que existem no jogo. Pretende-se, de igual forma, tirar vantagem dos componentes secundários já existentes, como, por exemplo, casas de banho ou outros objetos decorativos, para complementar o circuito construído. Desta forma, alguns dos componentes secundários existentes no jogo, deixarão de ser tão paisagísticos, podendo fazer parte do fluxo do jogo.

5.3 Tutorial

O jogo está preparado para auxiliar, o máximo possível, os seus jogadores, apresentando diversas formas básicas de interação com o mesmo. De forma a garantir a facilidade de interação durante o percurso do jogo, é oferecida a oportunidade da pessoa realizar um pequeno tutorial, para que esta consiga realizar tarefas básicas e aprender como interagir com o jogo. Este componente encontra-se situado no início do jogo, sendo a sua realização opcional e decidida pelo especialista que acompanha o jogador.

O tutorial é enquadrado no cenário do quarto. Isto é devido à necessidade em não sobrecarregar o jogador com diferentes cenários ou situações e, desta forma, o jogador, ao iniciar o jogo principal, sentir-se-á mais familiarizado com a cena e com os respetivos objetos.

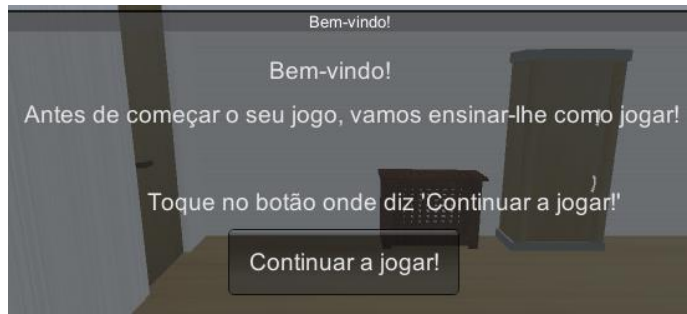


Figura 24 – 1ª mensagem do tutorial

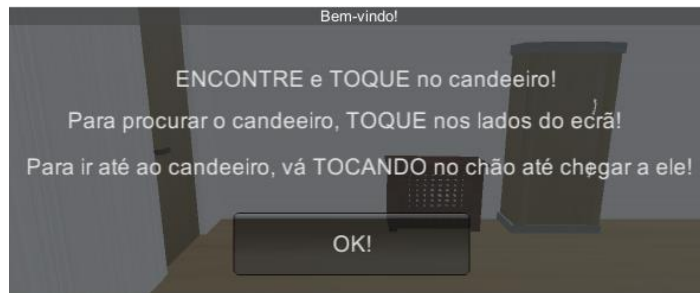


Figura 25 – 2ª mensagem do tutorial

Como é possível visualizar na Figura 24 e na Figura 25, duas mensagens introdutórias ao jogo são apresentadas ao jogador, de forma a este conseguir saber como interagir, à partida, com o jogo.



Figura 26 – Animação auxiliar das mãos

De seguida, em forma de suporte adicional às mensagens, é apresentada uma animação com três mãos (Figura 26) a apontar para os locais com que o jogador deverá interagir. Este deve carregar em ambas as laterais do ecrã, para rodar a câmara, de forma a explorar o cenário atual, assim como deve carregar no chão, ou em qualquer objeto (e.g. armário), para poder deslocar-se entre coordenadas diferentes. Foi também implementado um mecanismo de ajuda, presente em todo o jogo, que consiste em lembrar ao jogador, após dez segundos de inatividade, que terá de carregar nos lados do ecrã, para rodar a câmara, ou no chão, para deslocar-se.

Nos próximos passos do tutorial, o jogador terá de carregar no candeeiro e no guarda-fatos, pela respetiva ordem, após aproximar-se de ambos. Para além da sua influência durante o percurso do jogo (e.g. iluminação, acesso a minijogos, entre outras ocasiões), o motivo de

escolha destes objetos provém da facilidade em transmitir ao jogador, especificamente, onde este tem de carregar. Para públicos com défices cognitivos mais acentuados, é fundamental transmitir com clareza os objetivos e facilitar a sua compreensão. Tendo isto em conta, os conceitos “guarda-fatos” e “candeeiro” são de fácil compreensão para o público em geral e, por isso, adequados para a situação atual.

Outras formas de auxiliar o jogador, durante esta fase, passam por colocar os objetos alvo a brilhar, como é exemplificado na Figura 27, para sugerir, continuamente, ao jogador onde este terá que carregar, e apresentar uma sinalização (e.g. mensagem) adequada quando existe inatividade do jogador. É bastante importante que este se mantenha concentrado no jogo, que compreenda os objetivos e que reconheça os objetos presentes na cena atual.



Figura 27 – Jogo de tutorial: Guarda-fatos a brilhar

Para finalizar o tutorial, o jogador terá de realizar uma versão breve do minijogo do guarda-fatos, escolhendo a roupa da cor pedida, tocando na mesma, e, ao mesmo tempo, aprendendo a interagir com os objetos. A Figura 28 exemplifica este processo.



Figura 28 – Jogo de tutorial: Armário

Visto que o tutorial é a primeira interação que o jogador tem com o jogo, este tem de ser, obrigatoriamente, de fácil interação e compreensão, pois trata-se da primeira ideia com que a pessoa fica do jogo, logo, quanto mais apelativa for esta fase, mais facilmente a pessoa ficará motivada para continuar.

5.4 Teste diagnóstico

Conforme está descrito no Capítulo 4, existe um componente responsável por avaliar as capacidades cognitivas atuais dos sujeitos participantes. Este trata-se do teste diagnóstico, cujo principal objetivo é analisar e registar os resultados obtidos aquando da realização de certas tarefas, para que, no futuro, estes resultados possam ser comparados com os resultados deste mesmo teste diagnóstico, mas realizado após as pessoas terem concretizado alguma estimulação cognitiva, através do jogo.

Todas as tarefas implementadas são baseadas nos exercícios dos testes MoCA, MMSE e Addenbrooke (ver secção 2.1.6), pelo que são adaptadas perante o contexto atual, de forma a promover a validade ecológica.



Figura 29 – Diagnóstico: Introdução

O teste inicia-se, novamente, no quarto. A história criada consiste na preparação do aniversário da personagem do jogo, pelo que o jogador terá de realizar, ao todo, sete tarefas, em que cada uma delas corresponde a uma área cognitiva específica a analisar:

- **Orientação temporal / Visuo-construtiva:** Como primeira tarefa, o jogador terá de introduzir dados relacionados com o período temporal presente, isto é, a data atual (ano, mês e dia), o dia da semana atual e, por fim, a estação do ano atual. Esta tarefa consiste ainda em pedir ao jogador que monte as peças de um relógio que partiu, assim como será, de seguida, apresentado o mesmo relógio sem ponteiros e números. Após

a declaração de uma hora predefinida, o jogador terá de colocar os ponteiros e os números no local e posição correta.



Figura 30 – Diagnóstico: Exemplo de inserir o mês atual

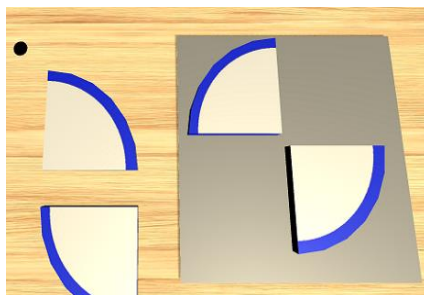


Figura 32 – Diagnóstico: Montar relógio

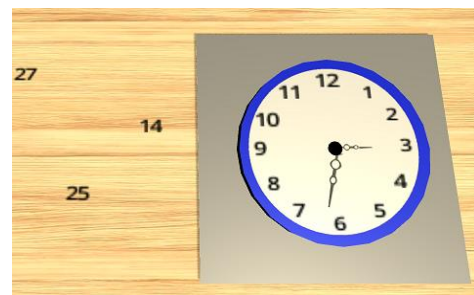


Figura 31 – Diagnóstico: Ponteiros e números

- **Memória:** Será dito, oralmente, ao sujeito, para memorizar uma dada morada (para enviar um convite de aniversário) para que este possa, de seguida, introduzir cada campo da mesma no local correto. O objetivo desta tarefa, para além do sujeito adquirir uma técnica de memorização, introduzindo, três vezes, os campos da morada previamente dita, é memorizar a morada, para que possa introduzir a mesma após alguns minutos. Desta forma, é possível analisar, com melhor clareza, a memória a curto-prazo do sujeito. Durante estes minutos, será apresentada uma outra atividade que servirá como tarefa de interferência. É importante salientar que utilizou-se uma metodologia de conversão de texto para voz, através de uma aplicação⁴ web, livre para utilização.

⁴ <http://www.fromtexttospeech.com/>



Figura 33 – Diagnóstico: Inserir morada ouvida

- **Atividade de interferência/Nomeação:** Esta atividade de interferência consiste na pessoa nomear um conjunto de materiais contidos num baú, no contexto de obtenção de materiais para montar a carta do convite. Ao todo, o jogador terá de nomear sete objetos apresentados.



Figura 34 – Diagnóstico: Nomear objetos

- **Evocação de memória / Escrita de linguagem:** Após a atividade de interferência, é, então, apresentado o envelope ao jogador, para que este possa introduzir a morada previamente memorizada.



Figura 35 – Diagnóstico: Inserir morada no envelope

- **Memória/Atenção/Concentração/Busca visual:** Ainda no contexto dos materiais, o jogador terá de encontrar, no baú, os objetos que nomeou anteriormente, sendo estes misturados com outros semelhantes.

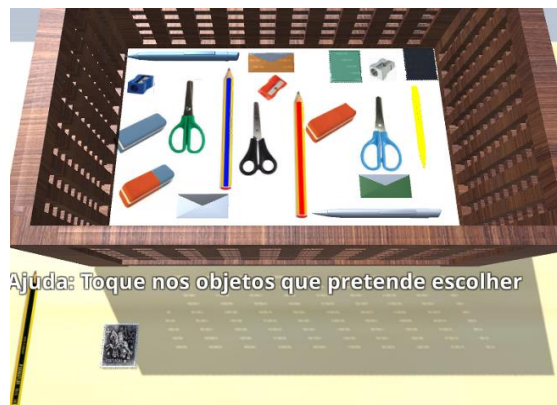


Figura 36 – Diagnóstico: Escolher objetos

- **Orientação espacial:** O jogador terá de introduzir o envelope no marco do correio. Para tal, esta é redirecionada para o cenário da rua, para que, após dadas indicações do local do marco, possa orientar-se sozinha e chegar ao local destino sem ajudas.

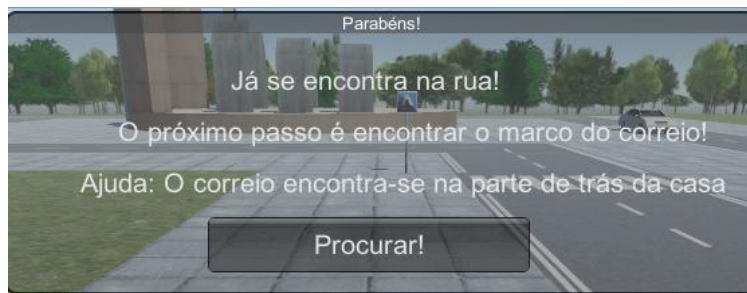


Figura 37 – Diagnóstico: Mensagem para procurar correio

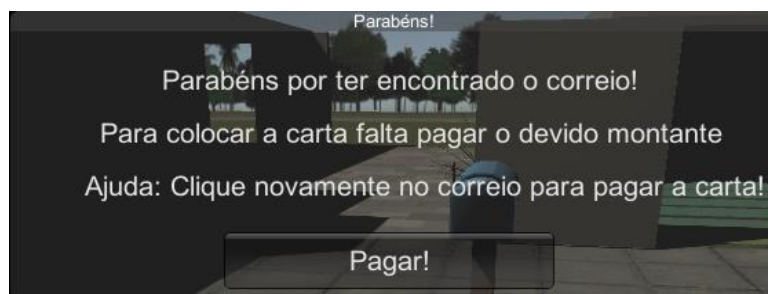


Figura 38 – Diagnóstico: Correio encontrado

- **Cálculo mental:** Após chegar ao correio, o jogador terá de pagar o montante referente ao selo, pelo que são apresentadas apenas moedas de um, dois, dez, vinte e cinquenta cêntimos, para o jogador arrastar para o local correto e, assim, concluir a última tarefa do teste diagnóstico.



Figura 39 – Diagnóstico: Pagar carta

O sistema de pontuação está programado para cada tarefa, isto é, cada atividade é avaliada de forma diferente (e.g. 1 ponto por cada número bem colocado no relógio). A pontuação máxima possível de obter pelo jogador é de 50 pontos, sendo da responsabilidade do especialista avaliar os resultados finais, obtidos pelo sujeito que acompanha.

Relativamente à interação com o jogo, esta será, como referido anteriormente, baseada em toques simples no ecrã. No entanto, algumas tarefas, como a montagem do relógio ou o pagamento do convite, necessitam mais do que esta interação base. Estas tarefas serão completadas através da operação *drag and drop*, usando novamente o toque no ecrã, que permite ao jogador arrastar os objetos para um dado local. Desta forma, consegue-se promover mais facilmente a variável da validade ecológica.

5.5 Jogo principal

A história inicia com a apresentação de algumas instruções acerca do jogo, assim como introduz a barra de estados e os respetivos recursos que o jogador terá de controlar ao longo do tempo.



Figura 40 – Exemplo de mensagem introdutória

O rumo do jogo deve seguir um esquema que promove a estimulação neurocognitiva constante e uma sequência que permita ao jogador orientar-se dentro de um ambiente onde existem tarefas que devem ser realizadas. No entanto, o jogador terá a liberdade total para se deslocar entre todos os cenários, visto que, caso o jogo bloqueie certas rotas, o jogador poderá sentir-se preso e a estimulação pode ser, conseqüentemente, prejudicada. Apesar de existir um mundo livre, cabe ao jogador ter a responsabilidade em terminar as tarefas que lhe são propostas, assim como ter em atenção os recursos (energia e dinheiro) que estão presentes durante todo o jogo e que serão perdidos, gradualmente, ao longo do tempo.

Existem dois componentes que estão constantemente presentes ao longo do jogo e que permitirão realizar a estimulação pretendida, com o apoio da validade ecológica. Um destes componentes é o DDA, que será invocado sempre que o jogo pretenda descobrir a melhor dificuldade a implementar, perante um determinado contexto. O segundo componente é composto por um conjunto de minijogos que são o núcleo da estimulação a realizar, visto que se tratam das tarefas camufladas que permitem estimular e avaliar certas capacidades cognitivas do jogador, ao longo de todo o jogo.

5.5.1 Fluxo de jogo

A Figura 41 identifica o fluxo geral de acontecimentos no jogo, assim como a série de eventos que o jogador terá de ter sempre em conta.

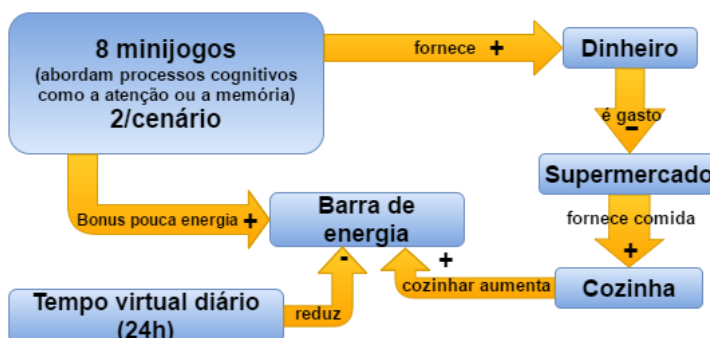


Figura 41 – Fluxo de acontecimentos

Os principais resultados da avaliação cognitiva provêm dos oito principais minijogos que serão implementados no jogo, pelo que, em cada cenário, o utilizador terá de realizar, aproximadamente, dois minijogos diferentes, com vários níveis de dificuldade associados e que avaliam várias capacidades cognitivas (e.g. atenção). No entanto, alguns cenários possuem tarefas secundárias, que estimulam, por exemplo, a orientação (e.g. encontrar a cozinha).

Consoante o desempenho dos minijogos, o utilizador terá mais ou menos dinheiro. No caso de existirem respostas erradas, estas apenas reduzem o valor da recompensa final. Os minijogos também permitem aumentar o nível de energia do jogador, caso a barra deste recurso esteja num nível abaixo do normal. Desta forma, é também possível motivar e incentivar o jogador a continuar a realizar os minijogos. Ambos os recursos são ilustrados na Figura 42.



Figura 42 – Barra de estados

O processo principal deste fluxo é o gasto do dinheiro no supermercado, para o jogador comprar os ingredientes com os quais pretende cozinhar na fase seguinte. O jogador, diariamente, gasta energia virtual, devido às tarefas que executa no jogo e, para ganhar energia, terá de cozinhar a receita que escolheu. O jogador pode basear a escolha da receita na quantidade de energia que esta última oferece, pelo que, quanto mais ingredientes a receita necessitar, mais energia esta fornecerá ao jogador. No entanto, o jogador poderá apenas realizar as receitas maiores quando obtiver a quantidade de dinheiro suficiente para tal.

Aqui está, novamente, presente a validade ecológica. Com o processo de obtenção de dinheiro, através dos minijogos, e com o processo de compra dos ingredientes, para construir a receita que o utilizador pretende cozinhar, será possível consultar os níveis de desempenho do mesmo. O especialista poderá retirar conclusões acerca das capacidades cognitivas do utilizador, mais especificamente, poderá verificar se este apresenta problemas a nível de atenção (e.g. na escolha dos ingredientes) ou a nível de memória (e.g. lembrar-se da receita que escolheu e nos ingredientes que precisa de comprar).

5.5.2 Sistema de pontuação e recompensas

O sistema de pontuação do jogo terá por base as cotações atribuídas nas tarefas dos testes tradicionais de avaliação cognitiva (ver secção 2.1.6). No entanto, como as tarefas do jogo serão adaptadas a partir das tarefas destes mesmos testes, o mesmo acontecerá com as respetivas pontuações.

O principal propósito deste sistema de pontuação é registar o desempenho do utilizador, para que o especialista possa proceder à respetiva avaliação. Para além disso, a pontuação será também utilizada para o DDA calcular a dificuldade a implementar no próximo minijogo, assim como será avaliada, no final de cada minijogo, para atribuir as respetivas recompensas.

Uma pontuação será atribuída sempre que o jogador complete uma tarefa específica de um determinado minijogo, ou seja, a pontuação deve basear-se no número de acertos que este teve, tendo também em conta as respostas erradas, influenciando, positiva ou negativamente, a qualidade da recompensa dada.

Existem dois tipos de recompensas, sendo estas a energia e a quantidade de valor monetário atual do jogador (descrito no jogo como “dinheiro”). Tal como é descrito no fluxo do jogo, o jogador precisará de obter energia e dinheiro para poder manter-se num nível adequado e divertido de jogo. As recompensas atribuídas, através dos minijogos, são baseadas no ganho de dinheiro, sendo este importante para o utilizador continuar a jogar com a motivação de querer realizar cada vez mais receitas.

A única forma do jogador poder aumentar a sua energia, que, por sua vez, diminui lentamente ao longo do tempo, é após efetuar o minijogo de cozinhar. Este processo simula o ganho de energia, através do consumo de alimentos cozinhados, tal como acontece na vida real quando é necessário saciar o apetite sentido. Caso a energia esteja num nível inferior ao normal, significa que o jogador apresenta dificuldades em executar o fluxo base do jogo e que, com base nos resultados extraídos, o especialista terá de retirar algumas conclusões acerca da situação específica do sujeito.

O dinheiro, por sua vez, é fundamental aquando o fluxo do jogo. Caso não haja dinheiro suficiente para cozinhar qualquer receita, incluindo as de nível mais básico, o jogador terá de efetuar novamente os jogos do cenário quarto, para conseguir aumentar este recurso. Esta

dinâmica de ganho e perda de dinheiro e energia estará presente durante todo o jogo, pelo que a atenção a estes mesmos recursos permite igualmente um nível elevado de estimulação cognitiva. O jogador terá de ter sempre ambos em consideração caso pretenda tirar o melhor proveito do jogo e, logicamente, obter bons resultados na estimulação cognitiva.

5.6 Minijogos

Um dos pontos fulcrais do projeto é apresentar, continuamente, tarefas que permitam estimular cognitivamente os jogadores, ao mesmo tempo que proporcionam experiências divertidas e adaptadas aos contextos neurocognitivos dos mesmos. Como mencionado na componente introdutória do documento, é necessário apresentar tarefas num treino neurocognitivo para que exista estimulação. Estas tarefas são, tradicionalmente, repetitivas e padronizadas, independentemente do contexto e do sujeito a estimular. Aqui está presente a verdadeira utilidade dos minijogos, ou seja, adaptar as tarefas e respetivas dificuldades ao sujeito ou jogador, através de tarefas visualmente atrativas e adaptadas ao contexto da vida real do ser humano.

Os minijogos contextualizados no jogo estão presentes em qualquer fase do mesmo, sendo mais ou menos complexos ou difíceis de concluir, consoante o nível de dificuldade no momento aplicado. No tutorial e no teste diagnóstico, os níveis de dificuldade dos minijogos são estáticos e constantes. No primeiro, são propostas tarefas cuja dificuldade é mínima, para que o jogador possa concluir sem muitas preocupações ou dúvidas, enquanto que, no segundo, as tarefas são previamente formadas e planeadas, para que os testes de avaliação cognitiva sejam aplicados da melhor forma possível e que a respetiva classificação seja coerente relativamente ao desempenho e estado neurocognitivo do jogador.

Qualquer tarefa inserida no jogo tem como por objetivo estimular um certo processo cognitivo. Os processos cognitivos predominantes são a atenção e a memória, sendo das mais importantes áreas neurocognitivas a estudar, estimular e avaliar. Paralelamente, estão igualmente inseridos processos como a orientação, a praxia, o cálculo mental, entre outros processos secundários. As tarefas são baseadas no âmbito dos processos cognitivos a estimular, pelo que são planeadas e desenvolvidas tendo em conta o contexto que se pretende estudar (e.g. estimular a atenção encontrando objetos).

Com exceção dos minijogos do tutorial e do teste diagnóstico, os restantes são inseridos em cenas (e.g. cenários auxiliares) à parte do jogo. Desta forma, não existe sobrecarga de conteúdo na cena principal (e.g. quarto), reservando apenas o espaço para a decoração do cenário e a implementação de objetos que permitem orientar o sujeito no espaço, assim como prepará-lo para a tarefa seguinte. No entanto, os minijogos permanecem no mesmo contexto do cenário anterior, apenas apresentando o essencial de cada cena, para concretizar a tarefa e criar a ideia de que a personagem não transitou para outro cenário. A Figura 43 e a Figura 44 exemplificam a estratégia utilizada.



Figura 43 – Guarda-fatos no Quarto



Figura 44 – Guarda-fatos no minijogo

Com base no fluxo de jogo construído (ver secção 5.5.1), foram implementados dois minijogos por cenário. Embora existam algumas tarefas secundárias que não são consideradas minijogos, devido à fraca complexidade que apresentam, estas possuem, de igual forma, um valor relevante para o circuito de jogo (e.g. procurar a banca das frutas promove o processo de atenção). A Tabela 5 apresenta os minijogos implementados, os respetivos objetivos, as áreas cognitivas a estimular e o cenário onde se encontram.

Tabela 5 - Minijogos

NOME	OBJETIVO PRINCIPAL	ÁREA(S) COGNITIVA(S)	CENÁRIO
GUARDA-FATOS (ESCOLHER ROUPA)	Escolher as roupas das cores pedidas	Atenção	Quarto
ARMÁRIO (ENCONTRAR OBJETOS)	Encontrar os objetos pedidos	Atenção e memória	Quarto
DESPENSA (ESCOLHER RECEITA E INGREDIENTES)	Escolher a receita a cozinhar e encontrar os ingredientes na despensa (caso existam)	Atenção e memória	Cozinha
COZINHAR	Cozinhar a receita previamente escolhida	Atenção e praxia	Cozinha
ESCOLHA DE ROTAS	Escolher a rota que leva o jogador ao supermercado	Memória, cálculo mental e praxia	Rua
AUTOCARRO	Sair na paragem correta	Atenção	Rua
ESCOLHER PRODUTOS	Escolher os produtos que faltam para a receita	Atenção e memória	Supermercado
PAGAR PRODUTOS	Pagar os produtos escolhidos	Cálculo mental e praxia	Supermercado

A sequência dos minijogos gera um fluxo que permite ao jogador construir uma história, à medida que as tarefas vão sendo completadas. A Figura 45 ilustra o diagrama das atividades a desempenhar no jogo e as condições de acesso às mesmas.

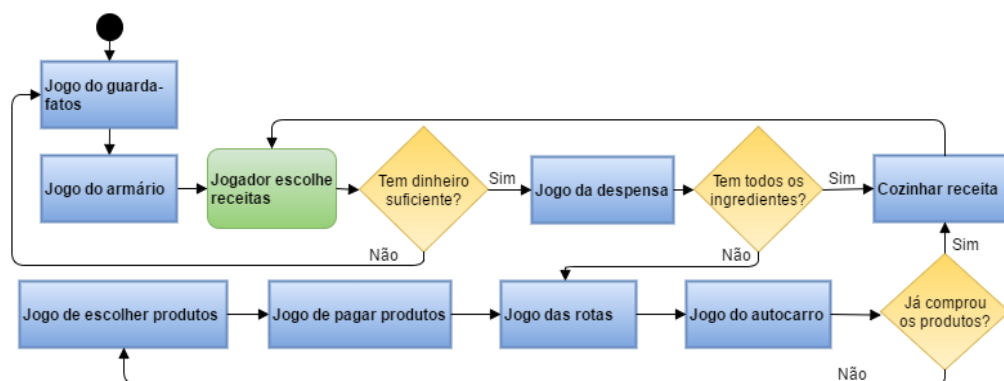


Figura 45 – Diagrama de atividades: Circuito do jogo

Os minijogos inseridos no cenário do quarto fazem parte de um grupo de minijogos que executa em paralelo com o circuito do jogo. Embora ambos façam parte do fluxo do jogo construído, estes apenas são apresentados em duas ocasiões: Quando o jogador não possui dinheiro suficiente para comprar uma receita ou após um período de vinte e quatro horas.

Após os minijogos do cenário do quarto, o jogador poderá escolher uma receita para cozinhar, de forma a ganhar energia. Caso tenha recursos para tal ação, isto é, ingredientes na despensa e dinheiro suficiente, o jogador pode começar a cozinhar. Caso contrário, perante a situação de não ter disponível todos os ingredientes na despensa, terá de efetuar o percurso ida e volta para e do supermercado.

Em seguida estão detalhados os minijogos supramencionados, descrevendo o funcionamento de cada um, em que consistem os seus níveis de dificuldade e o sistema de classificação implementado.

5.6.1 Minijogo guarda-fatos

Esta tarefa situa-se no começo do jogo principal. A ideia inerente ao minijogo do guarda-fatos é dar a entender que, ao começar o dia, uma das primeiras coisas que se deve fazer é vestir uma nova roupa. Desta forma, a validade ecológica entra logo em ação, visto que o jogador está presente de uma tarefa bem conhecida e habitual do seu quotidiano.

Tal como se aplica a todos os minijogos, para aceder aos mesmos, a personagem necessita de estar perto dos respetivos objetos, sendo, neste caso, o guarda-fatos, para ativar a tarefa desejada. De forma a auxiliar os jogadores, estes necessitam de carregar no objeto em questão,

para se poderem deslocar até uma distância próxima do mesmo e, posteriormente, ativar o minijogo, carregando novamente no objeto desejado.

O minijogo guarda-fatos aborda, maioritariamente, o processo de atenção. Existem dois objetivos a concretizar durante esta tarefa. O primeiro está relacionado com a ordem da escolha da roupa. Ao iniciar o minijogo, apresentam-se seis categorias de roupa, sendo as mesmas responsáveis por representar as roupas utilizadas pelo ser humano. A Figura 46 ilustra a cena apresentada.



Figura 46 – Painel de roupa do guarda-fatos

As categorias são representadas, no jogo, como sendo casacos, camisolas, calças, cuecas, meias e sapatos. Como mencionado no jogo, o jogador terá de escolher, por ordem, a categoria correta (e.g. escolher primeiro a camisola e só depois o casaco). De seguida, para cada peça de roupa escolhida, o jogador irá transitar para o segundo objetivo, onde o processo de atenção é mais estimulado. Nesta fase, o jogador realizará o mesmo jogo que efetuou no tutorial do jogo, embora num nível de dificuldade mais avançado e refinado. Aqui, o objetivo passa por escolher a roupa da cor pedida, dando sempre três hipóteses de escolha, sendo que apenas uma se encontra correta. A Figura 47 exemplifica esta tarefa.



Figura 47 – Escolher roupa no guarda-fatos

O jogador terá de realizar esta tarefa de três a cinco vezes, para cada peça de roupa a vestir. O jogo finaliza quando o jogador completar as perguntas para todas as categorias selecionadas, sendo a pontuação atribuída consoante o número de acertos e falhas obtidos durante a fase de escolha da roupa.

Existem três dificuldades implementadas, de momento, sendo as primeiras duas diferenciadas pela forma dos objetos e a última pelo formato da pergunta.



Figura 48 – Exemplo da dificuldade 2 no guarda-fatos



Figura 49 – Exemplo da dificuldade 3 no guarda-fatos

O nível de dificuldade mais básico apenas pede ao jogador a cor pedida, não tendo o mesmo que prestar tanta atenção ao objeto, devido ao facto de possuírem todos a mesma forma. A Figura 47 exemplifica a pergunta situada neste nível de dificuldade.

O segundo nível altera a forma de um objeto, existindo interferência com os restantes. Com base na Figura 48, existem dois objetos com a cor pedida, sendo um o objeto correto. Cabe ao jogador interpretar corretamente a pergunta, para que possa acertar no objeto e na respetiva cor.

Para finalizar, a dificuldade mais avançada exige uma atenção extra, no que diz respeito à leitura da pergunta. Neste caso, é pedida a cor da palavra dada, existindo interferência através da palavra escrita. No caso da Figura 49, o jogador terá de optar pelo objeto com a cor da palavra dada, ou seja, neste caso, a camisola vermelha.

Na fase de escolha dos objetos corretos, existe aleatoriedade para o aparecimento dos mesmos, assim como as cores manifestadas, podendo existir múltiplas combinações entre as cores dos objetos. Contudo, esta aleatoriedade, de objetos e respetivas cores, é controlada com base em certos parâmetros (e.g. limite de cores).

5.6.2 Minijogo armário

Após o minijogo do guarda-fatos, é apresentado um minijogo com uma vertente mais divertida e que envolve a procura de objetos inseridos num armário. Para além da validade ecológica inserida, relativamente ao rumo das tarefas sequenciais quotidianas, este minijogo promove exercícios mais divertidos, permitindo manter os jogadores concentrados e divertidos nas tarefas que realizam (FlowZone).

O minijogo do armário envolve dois processos cognitivos, sendo eles a atenção e a memória, os dois processos cognitivos predominantes no projeto e na estimulação cognitiva efetuada ao longo do jogo. O objetivo principal do jogo é encontrar certos objetos, previamente memorizados, que estão contidos dentro de um pequeno armário. O processo sequencial de eventos é iniciado através da revelação dos objetos a encontrar para que, de seguida, o jogador possa encontrar os mesmos no armário. Este contém outros objetos, diferentes e similares, para que possam interferir com a decisão do sujeito. A Figura 50 e a Figura 51 ilustram ambas as tarefas a desempenhar.

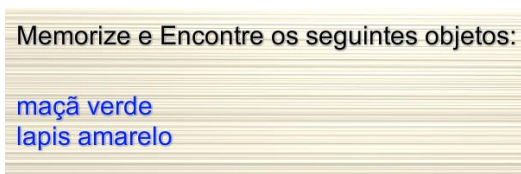


Figura 50 – Objetos do armário a memorizar

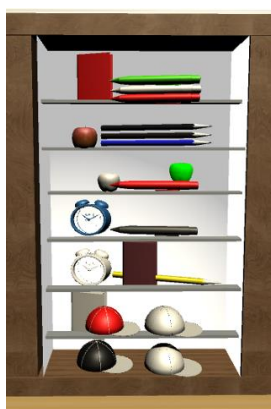


Figura 51 – Objetos do armário

5.6.3 Minijogo despensa

Após a realização de ambos os minijogos supramencionados, o jogador terá uma oportunidade de explorar o espaço do interior da casa onde se encontra. A partir desta etapa, o jogador terá a liberdade total de frequentar qualquer espaço que pretenda. No entanto, existem tarefas obrigatórias que este terá de desempenhar, caso deseje permanecer ativo no jogo. A próxima tarefa a realizar é a escolha da receita a cozinhar, para que a personagem possa ganhar energia. Para tal, o jogador terá de deslocar-se até à cozinha e carregar no livro de receitas, representado na Figura 55, situado na banca da cozinha.

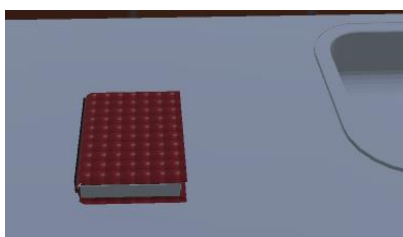


Figura 55 – Livro apresentado na banca de cozinha

Ao entrar na escolha de receitas, o jogador poderá apenas optar por cozinhar aquelas cujo custo seja inferior ou igual à quantidade atual do seu dinheiro total. A Figura 56 e a Figura 57 exemplificam a apresentação de uma receita e das respetivas características.

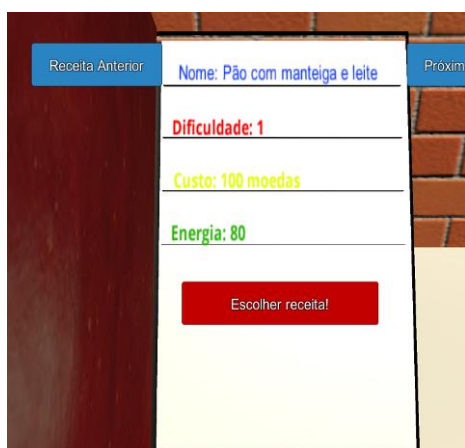


Figura 56 – Exemplo de uma receita

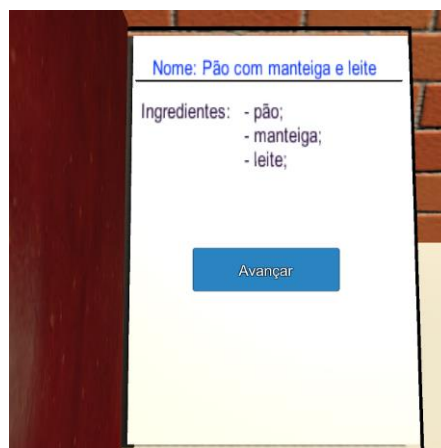


Figura 57 – Ingredientes de uma receita

Uma receita possui, como características, a energia que fornece, o custo de realizá-la e o nível de dificuldade associado. Nesta fase de jogo, não existe nível de dificuldade associado ao minijogo e nenhum processo cognitivo está a ser, significativamente, estimulado. Isto deve-se

à necessidade de incorporar uma pausa à estimulação realizada e fazer com que o jogador não se sinta pressionado em realizar múltiplas tarefas seguidas. Contudo, o jogador terá de prestar a devida atenção à receita que escolhe, assim como deve ter sempre em atenção o seu nível de energia e a quantidade de dinheiro que possui.

Após optar pela receita desejada, o jogador é redirecionado para a despensa. O objetivo neste minijogo é semelhante ao do minijogo do armário, visto que o jogador terá de encontrar, na despensa, os ingredientes que já tem disponíveis para a receita e os quais não necessita de comprar no supermercado. O treino de estimulação cognitiva é retomado, pelo que o jogador terá de memorizar os ingredientes da receita previamente escolhida e aplicar o processo atencional, perante todos os objetos que se encontram na despensa. Como alternativa, o jogador pode optar por relembrar os ingredientes necessários, acedendo à opção de ajuda. Tal como acontece no minijogo do armário, alguma quantia de dinheiro, não significativa, é descontada do dinheiro atual do jogador. A Figura 58 ilustra o processo de escolha dos objetos, assim como a escrita automática dos mesmos num quadro auxiliar.



Figura 58 – Cenário da despensa

Após a escolha de todos os ingredientes que necessita para cozinhar, uma lista de compras (Figura 59), com os ingredientes não disponíveis na despensa e necessários para a receita, é automaticamente gerada, pelo que o jogador terá de memorizar os respetivos ingredientes, deslocar-se até ao supermercado e efetuar a sua compra.

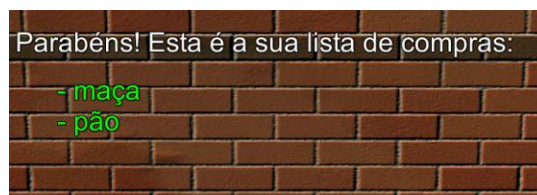


Figura 59 – Lista de compras anunciada

O sistema de pontuação é semelhante ao dos anteriores, sendo que o jogador recebe a pontuação consoante os ingredientes que escolhe. O número de ingredientes errados, que o jogador tentou escolher, contribui, negativamente, para a pontuação total a obter, enquanto que, os ingredientes corretos, processam o efeito contrário.

5.6.4 Minijogo escolher rotas

Para que o jogador possa deslocar-se até ao supermercado, este terá de passar por mais um conjunto de tarefas que se baseiam na escolha da rota a seguir, no pagamento do bilhete de autocarro e, por último, sair na paragem de autocarro correta.

O processo de compra de um bilhete de autocarro ou metro, na vida real, é realizado acedendo a uma loja ou máquinas apropriadas para o efeito. Com vista a replicar este evento, colocou-se, no cenário da rua, uma máquina de pagamento de bilhetes, de forma a simplificar o processo de escolha e compra dos mesmos. Pretende-se que o jogador saia de casa, encontre a paragem de autocarro (Figura 60), que se encontra perto da mesma, e carregue na máquina de pagamento do bilhete.



Figura 60 – Posicionamento da paragem de autocarro

Ao carregar na máquina, o sujeito é redirecionado para o minijogo de escolher rotas, onde este terá de invocar ambos os processos predominantes no treino de estimulação, ou seja, a atenção e a memória, e optar pela rua e paragem cuja localização seja próxima do supermercado. Da Figura 61 à Figura 64, é exemplificado o processo sequencial de eventos do minijogo de escolher rotas.

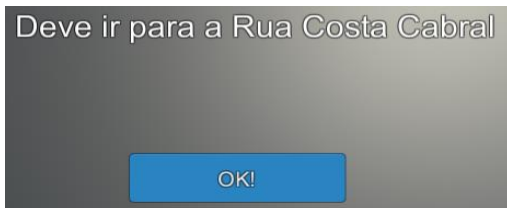


Figura 61 – Rua a escolher

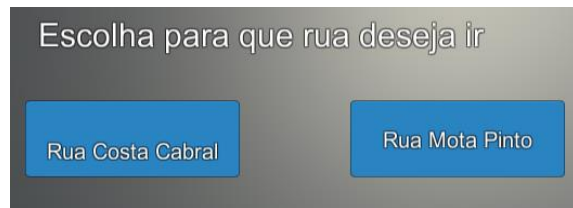


Figura 62 – Opções de ruas

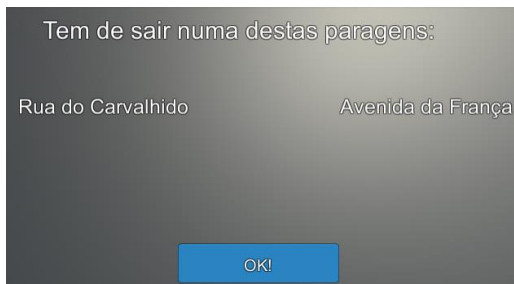


Figura 63 – Paragens disponíveis

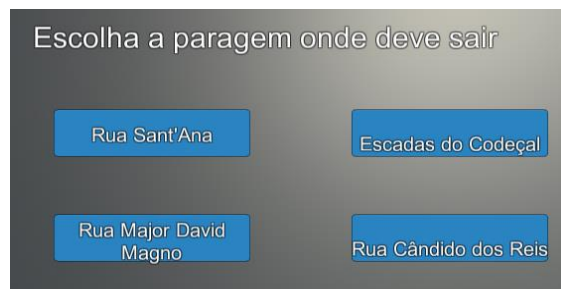


Figura 64 – Opções de paragens

Dependendo da dificuldade, o jogador deve escolher, entre algumas opções, a que diz respeito à rua ditada de início. Seguidamente, são ditadas algumas paragens que o jogador terá de memorizar, novamente, para que, no próximo passo, possa escolher uma das paragens mencionadas anteriormente, perante outras paragens erradas. O jogo termina com a tarefa de pagar bilhete, que se baseia no arrastar das moedas para a ranhura de pagamento, até chegar ao valor pretendido. A Figura 65 ilustra o processo de pagamento.



Figura 65 – Pagar bilhete de autocarro

Relativamente às dificuldades, estas variam durante o minijogo. Na primeira fase, o número de ruas, a interferir com a rua correta, é aumentado, assim como acontece na fase de escolha da paragem correta. No entanto, perante a dificuldade mais básica, apenas é necessário memorizar duas paragens, enquanto que, em níveis superiores, o jogador terá de memorizar quatro das mesmas. As dificuldades no pagamento variam consoante o preço a pagar, isto é, quanto maior for a dificuldade, mais difícil será a interpretação do número a pagar e da quantidade de moedas a utilizar.

A Tabela 6 detalha os diferentes modos de pagamento, tendo em conta o nível de dificuldade atual:

Tabela 6 – Modos de pagamento

DIFICULDADE	FORMATO	DESCRIÇÃO
1	X,00€: sendo x um valor entre 2 e 5	Na dificuldade mais básica, o jogador terá apenas que introduzir moedas até chegar ao valor igual ao(s) dígito(s) dos euros (e.g. 2,00€).
2	X,50€: sendo x um valor entre 2 e 5	Nesta fase já é pretendido considerar a parte decimal, ou seja, o valor dos cêntimos. Visto que a moeda com maior valor apresentada é a moeda oficial de 50 cêntimos, torna-se mais fácil, para o jogador, inserir tal quantia (e.g. 2,50€).
3	X,Y0€: sendo x um valor entre 2 e 5, e Y um valor entre 1 e 9 (exceto o 5)	Esta dificuldade já exige um nível de atenção mais refinado, pelo que não basta inserir a moeda de 50 cêntimos. Nesta fase, é necessária a utilização de outras moedas para concretizar o valor final pretendido (e.g. 2,80€).
4	X,YZ€: sendo x um valor entre 2 e 5, Y um valor entre 1 e 9 (exceto o 5) e Z um valor entre 1 e 9	Na dificuldade mais avançada implementada, é necessário considerar todos os dígitos da quantia. O jogador não só deve inserir moedas até chegar ao valor das unidades, mas também deve inserir os valores da primeira e segunda casa decimal (e.g. 2,46€).

O jogador recebe a sua pontuação final com base no número de erros e acertos que obteve na escolha da rua e da paragem, assim como no número de vezes que errou na quantia de dinheiro a inserir. Após este pagamento do bilhete, o autocarro chega à paragem, bastando o jogador carregar no mesmo para ser redirecionado para o minijogo seguinte.

5.6.5 Minijogo autocarro

O objetivo deste minijogo é sair na paragem correta. Após a escolha da paragem, no minijogo anterior, o jogador terá de relembrar a mesma, aquando o processo de deslocação até ao destino, ou seja, o supermercado. O jogador passa por várias paragens, tendo apenas de selecionar a correta, carregando no botão de *stop*. Esta ação simula o evento de andar de autocarro na vida real, pelo que é necessário carregar no botão para assinalar que o passageiro deseja sair na próxima paragem. A Figura 66 ilustra o interior presente no minijogo mencionado.



Figura 66 – Interior do autocarro

A dificuldade do minijogo varia com base no tempo de seleção da paragem, isto é, quanto maior for o nível de dificuldade, menos tempo o jogador terá disponível para carregar no botão. Desta forma, é exigido um maior nível de atenção, por parte do sujeito, para que este possa sair na paragem correta e ganhar a respetiva pontuação máxima. Caso o jogador falhe a paragem, o minijogo executa até o mesmo acertar na correta.

Após sair da paragem, o jogador irá encontrar-se perto do supermercado. Deverá ser invocado o processo cognitivo responsável pela orientação do sujeito, para que este possa encontrar e entrar no edifício desejado (Figura 67).



Figura 67 – Edifício do supermercado

5.6.6 Minijogo escolher produtos

Já inserido no cenário do supermercado, o jogador inicia a tarefa de procurar os produtos que terá de comprar. Cada produto registado no sistema faz parte de uma categoria, sendo estas distribuídas pelo interior do cenário. As categorias organizam-se em frutas e legumes, carne e peixe, lacticínios, bebidas e outros, sendo os respetivos produtos distribuídos em bancas ou prateleiras específicas. A Figura 68 exemplifica as bancas relacionadas com as frutas e legumes.



Figura 68 – Bancas das frutas e legumes

Tendo em conta a lista de compras, o jogador terá de passar pelas bancas relacionadas com os ingredientes que procura. Como caso de exemplo, se o jogador apresenta, na lista de compras, uma maçã, então terá de realizar o minijogo de escolher produtos acedendo à banca das frutas e legumes.

Neste cenário, e durante a tarefa de escolha dos produtos, foi também implementada uma funcionalidade responsável por transmitir, ao jogador, os ingredientes restantes a escolher da lista de compras. No entanto, e à semelhança de todas as ajudas implementadas no decorrer do jogo, o jogador perde algum dinheiro, caso ative tal mecanismo.

O objetivo principal do minijogo é semelhante ao do minijogo do guarda-fatos, isto é, o jogador deve escolher os produtos da cor pedida, mesmo estes tendo cores que não se identifiquem com a realidade (e.g. maçã roxa). No entanto, como consta no trabalho futuro (ver secção 6.6.2), é necessário modificar a estratégia de diferenciação de objetos, de forma a não prejudicar a validade ecológica. A Figura 69 exemplifica um cenário do minijogo de escolher produtos no supermercado.

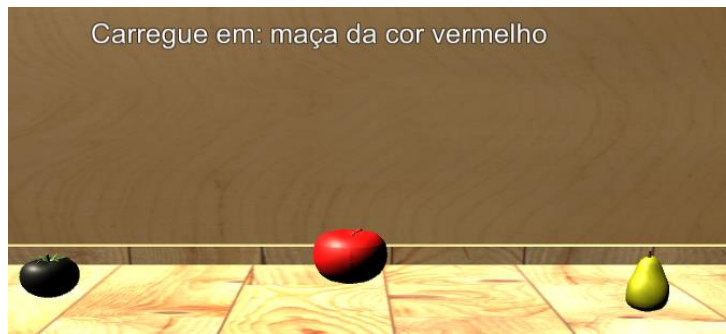


Figura 69 – Exemplo do minijogo de escolher produtos

O jogador deve realizar, para cada produto, três etapas de escolha. Após as três etapas, caso não exista mais nenhum produto na lista de compras, que esteja contido na banca ou prateleira acedida, o jogador regressa ao supermercado para concluir o processo de escolha dos produtos.

As dificuldades assemelham-se às do minijogo do guarda-fatos. Na primeira, são apresentados três objetos diferentes, tendo o jogador que optar pelo objeto da cor pedida. Na dificuldade seguinte, existe interferência na cor do objeto, visto que dois objetos diferentes irão ter a mesma cor. Na terceira dificuldade, o jogador terá de optar entre três objetos, onde dois são iguais e um diferente dos anteriores. Neste caso, os objetos iguais possuem cores diferentes, tendo, um destes, a cor errada. A cor correta está, de igual forma, presente no terceiro objeto, este que possui a forma diferente do objeto correto. A Figura 70 exemplifica o minijogo com esta última dificuldade.



Figura 70 – Exemplo do minijogo de escolher produtos na dificuldade 3

A última dificuldade implementada (dificuldade 4) é equivalente à dificuldade máxima do minijogo do guarda-fatos, ou seja, é enunciado que o jogador terá de escolher o produto da cor da palavra dada. A Figura 71 exemplifica o minijogo com esta dificuldade.

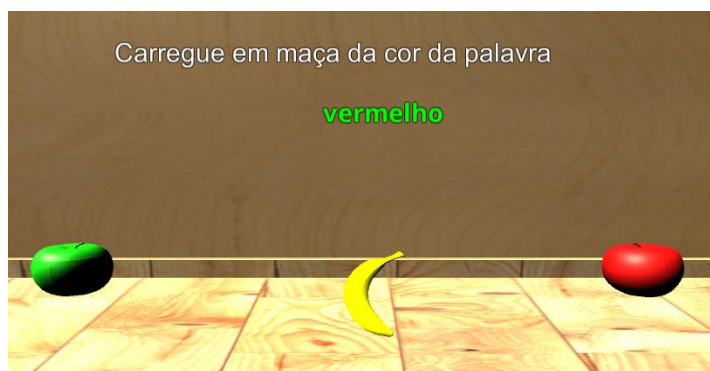


Figura 71 – Exemplo do minijogo de escolher produtos na dificuldade 4

A pontuação do minijogo, à semelhança de alguns dos minijogos acima detalhados, é atribuída consoante o número de acertos e erros que o jogador obteve durante a escolha dos produtos.

O jogador, até concluir a lista de compras, terá de realizar este minijogo, podendo aceder a outras bancas, caso seja necessário. Caso o jogador aceda a uma banca que não possui nenhum ingrediente da lista de compras, uma mensagem adequada ao efeito será apresentada, indicando que a banca não dispõe de mais ingredientes que a receita necessita. Após terminar a escolha dos produtos, é indicado ao jogador que é necessário apresentar-se na caixa, de forma a finalizar o processo global da compra.

5.6.7 Minijogo pagar produtos

Após chegar à caixa de pagamento, o jogador é redirecionado para o penúltimo minijogo documentado. Este minijogo apresenta um maior número de tarefas a desempenhar, pelo que é necessário um maior nível de concentração e atenção ao longo do mesmo. O objetivo principal baseia-se em estimular a capacidade de cálculo mental do sujeito. Este processo cognitivo é o mais abordado nesta fase, pelo que vence, em predominância nas tarefas, todos os outros processos cognitivos mencionados.

O objetivo principal do minijogo é pagar os produtos que escolheu anteriormente, arrastando as moedas disponíveis para o local pedido, até chegar ao valor desejado. No entanto, o processo sequencial de eventos inicia com a possibilidade do jogador escolher produtos que não necessita. A criação desta opção deve-se à liberdade de ações que é necessário implementar, para o jogador não se sentir preso numa sequência infinita de eventos. A Figura 72 exemplifica os produtos disponíveis a acrescentar no carrinho de compras.

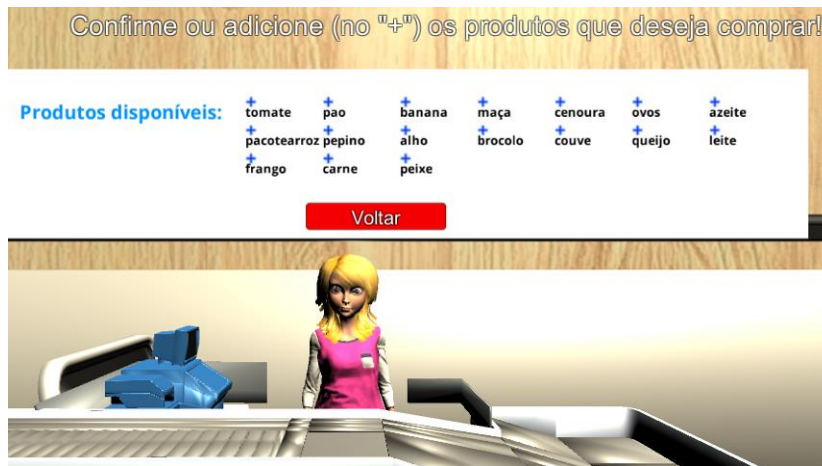


Figura 72 – Painel de produtos adicionais

Após a escolha, ou não, dos produtos adicionais, o jogador é redirecionado para a máquina de pagamento, onde este terá de realizar algumas operações matemáticas, que irão testar as suas capacidades de cálculo mental. A Figura 73 ilustra esta tarefa, quando implementada a dificuldade mais básica.



Figura 73 – Exemplo de tarefa de cálculo mental

Neste minijogo, o DDA entra em ação durante a realização dos primeiros cálculos, pelo que, quanto maior a dificuldade, mais complexo será o cálculo. A distribuição da dificuldade é organizada da seguinte forma:

- Dificuldade 1: Soma simples (e.g. 5 + 5)
- Dificuldade 2: Subtração simples (e.g. 5 - 1)
- Dificuldade 3: Multiplicação simples (e.g. 2 x 3)
- Dificuldade 4: Divisão simples (e.g. 6 / 2)

- Dificuldade 5: Soma + Subtração (e.g. $5 + 6 - 1$)
- Dificuldade 6: Soma + Subtração + Multiplicação (e.g. $2 - 1 \times 2$)
- Dificuldade 7: Soma + Subtração + Multiplicação + Divisão (e.g. $3 - 2 \times 4 / 2$)

Os cálculos a efetuar são gerados automaticamente. Contudo, são consideradas algumas limitações matemáticas, como, por exemplo, a divisão por zero, assim como dificuldades acrescidas e não desejadas, como, por exemplo, um resultado final negativo (e.g. Na dificuldade 5, o resultado da soma deve ser sempre maior que o valor a subtrair).

Após esta fase, o jogador apenas terá de desempenhar a tarefa que efetuou no minijogo de escolher rotas, sendo o processo de pagamento semelhante. A Figura 74 mostra o cenário, perante esta última tarefa.



Figura 74 – Pagar produtos escolhidos

Relativamente às dificuldades do processo final de pagamento, estas são atribuídas consoante as restrições registadas e implementadas no pagamento do bilhete do autocarro (ver Tabela 6).

A pontuação final é gerada consoante os erros e acertos atribuídos durante ambas as fases de cálculo mental. Na fase do pagamento final, à semelhança do pagamento do bilhete do autocarro, é analisado o valor final submetido, pelo que o jogador apenas avança de etapa caso acerte no valor exato a pagar.

Após concluir esta etapa, o jogador deve realizar o caminho inverso, ou seja, deve comprar o segundo de autocarro e andar, novamente, no mesmo, de forma a chegar a casa e poder cozinhar os ingredientes que obteve.

5.6.8 Minijogo cozinhar

Todas as tarefas supramencionadas têm como objetivo final poder cozinhar uma receita, para obterem energia e poderem continuar o jogo de forma sustentável e progressiva. Consequentemente, o jogador continua a efetuar o programa de estimulação planeado e a produzir resultados para análise. Com base nestes fatores, é seguro afirmar que o processo de cozinhar é o núcleo do jogo, também devido ao esforço que o jogador desempenhou, durante as tarefas anteriores, para alcançar este objetivo.

O objetivo principal do minijogo é cozinhar a receita escolhida para, no final, o jogador poder consumir e ganhar a energia fornecida pela mesma. O processo de cozinhar baseia-se na execução de alguns passos culinários que levam à conclusão da receita que o jogador escolheu previamente. Consoante a receita, os passos serão, logicamente, diferentes, pelo que as necessidades das receitas variam entre as mesmas.

Exemplificando com a receita mais básica, ou seja, a receita “Pão com manteiga e leite”, da Figura 75 à Figura 77 é demonstrado o processo sequencial de eventos, relativamente à execução desta receita.

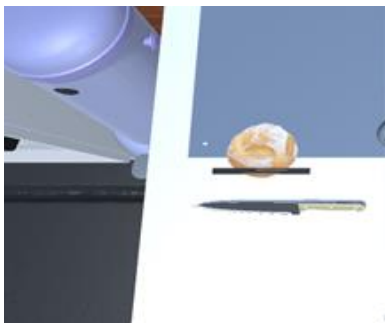


Figura 75 – Corte de um objeto



Figura 76 – Exemplo de informação



Figura 77 – Exemplo da interação com um objeto

Caso o jogador opte por uma receita diferente, como, por exemplo, “Frango assado com arroz de ervilhas”, o jogador poderá executar tarefas diferentes, como o corte de ingredientes (e.g. cenoura) ou a colocação e mistura final de ingredientes na panela. Da Figura 78 à, Figura 81 é exemplificado o processo de corte e mistura de objetos na panela.

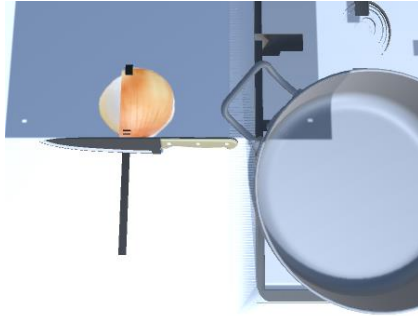


Figura 78 – Descascar Ingrediente

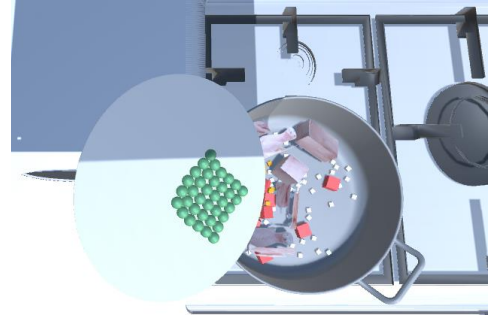


Figura 79 – Juntar ingredientes

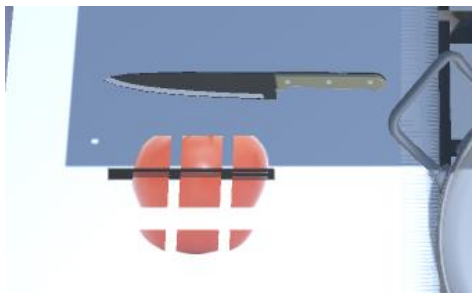


Figura 80 – Cortar ingrediente

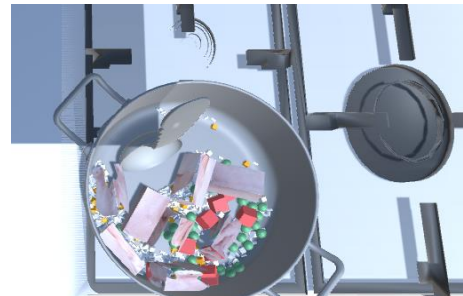


Figura 81 – Mexer ingredientes

No que diz respeito às dificuldades a implementar, o minijogo não altera as dificuldades durante a execução de tarefas. Como ilustrado na Figura 56, cada receita apresenta, unicamente, uma dificuldade associada, sendo esta fixa, no decorrer do jogo. À medida que este avança, o jogador terá a oportunidade de realizar receitas mais complexas, de forma a ganhar mais energia e a continuar o programa de estimulação numa dificuldade adequada. Todavia, é necessário promover o divertimento durante este processo e não pressionar o jogador perante esta última tarefa, visto que esta fase pode também ser compreendida como uma recompensa, pelo jogador ter conseguido ultrapassar os obstáculos anteriores e de ter alcançado o objetivo principal do jogo.

O processo neurocognitivo mais estimulado durante este processo é a atenção, devido aos vários passos que o jogador terá de interpretar e executar ao longo do minijogo.

Ao jogador, é atribuída a energia referente à receita construída, pelo que este é o único tipo de sistema de pontuação implementado neste minijogo final.

Após a construção da receita, o jogador dá por concluído um circuito de jogo. A partir deste momento, cabe ao especialista a decisão de continuar a utilizar o jogo como programa de estimulação cognitiva, pelo que o jogador pode concluir outras receitas, cuja dificuldade seja mais elevada. Caso o utilizador esteja por conta própria, ou seja, não sujeito a nenhum programa de intervenção formal, este pode continuar a jogar infinitamente, enquanto desejar.

5.7 Dynamic Difficulty Adjustment

A criação do componente de reajustamento dinâmico e automático de dificuldade tem por base a análise dos últimos resultados do jogador, para que se consiga atribuir a melhor dificuldade possível ao minijogo que o jogador está a realizar num dado momento. De forma a melhorar a precisão, na atribuição da dificuldade, são analisados os últimos N resultados (acertos e falhas), de cada minijogo, sendo que, quanto mais pequeno for o número de resultados analisados (N), mais peso terá cada resultado na decisão final, por parte do algoritmo.

Quando invocado, o componente é responsável por analisar estes últimos resultados e atribuir uma dificuldade ao jogo, durante o tempo de execução. O mesmo procedimento se aplica às várias fases dos minijogos. Dado que cada minijogo apresenta várias etapas, cada uma invoca o componente e atribui a melhor dificuldade à fase atual do jogo.

É simples demonstrar o processo de alteração da dificuldade durante o jogo. Exemplificando através do minijogo do guarda-fatos, a dificuldade aumenta ou diminui consoante as últimas tentativas do jogador. O componente é invocado antes de cada pergunta, pelo que a dificuldade altera na fase de escolha dos objetos. A Figura 47 ilustra o minijogo na dificuldade mais básica, ou seja, na dificuldade 1. Após, aproximadamente, três acertos consecutivos, a dificuldade modifica o seu estado, aumentando para a dificuldade seguinte, sendo, neste caso exemplo, a dificuldade 2 (ver Figura 48).

Caso o jogador consiga completar a tarefa atual sem falhas, este deparar-se-á, no próximo minijogo, com uma dificuldade superior à anterior aplicada. Desta forma, é interpretado que o jogador não tem tantas dificuldades cognitivas e, portanto, consegue ultrapassar os níveis mais avançados do minijogo seguinte. Caso não aconteça, a dificuldade diminui, estipulando um equilíbrio favorável entre o jogador e as tarefas que lhe são apresentadas.

O diagrama de sequência, ilustrado na Figura 82, demonstra o processo completo de interação entre o jogo e o DDA.

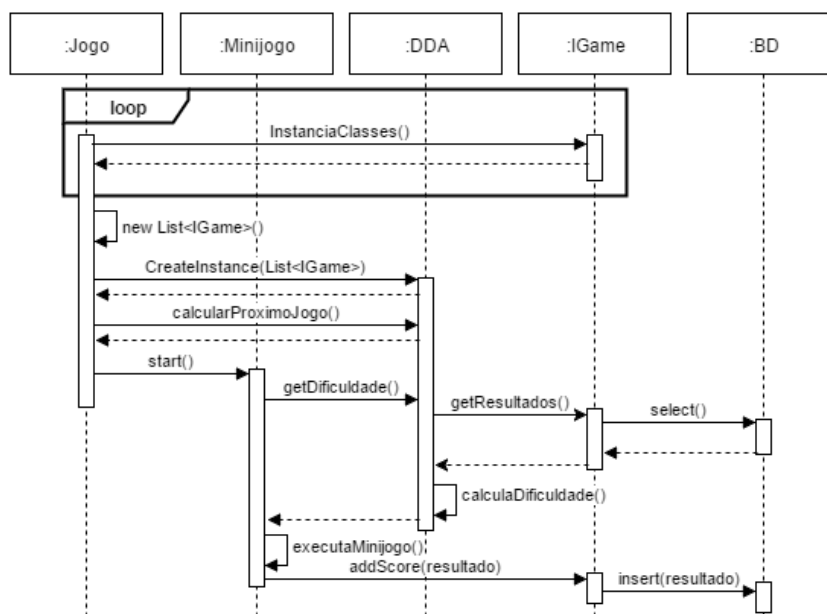


Figura 82 – Diagrama de sequência: DDA

O DDA é criado apenas uma vez (padrão Singleton), sendo passado por parâmetros, ao mesmo, todos os minijogos que o jogo atual contém. Estes últimos implementam uma interface designada por *IGame*, pelo que, desta forma, a interação entre o DDA e qualquer um dos minijogos possa ser realizada através da interface, permitindo o desacoplamento entre o DDA e o Jogo. As classes que implementam a interface *IGame* são responsáveis por armazenar a informação na base de dados, promovendo o desacoplamento entre o DDA e a base de dados. O DDA é, portanto, um componente que apresenta apenas o acoplamento com uma interface (baixo acoplamento) e é responsável por determinar qual o próximo minijogo e com qual dificuldade este deve executar (alta coesão), podendo, desta forma, ser reaproveitado para qualquer jogo que funcione à base de minijogos ou missões. Outra característica que facilita este reaproveitamento do DDA, é este componente estar implementado segundo uma lógica de cliente/servidor, pelo que a comunicação inicia sempre no jogo (cliente), tal como é possível visualizar no diagrama de sequência da Figura 82, simplificando todo o processo de interação.

O processo seguinte encontra-se já descrito anteriormente (ver secção 4.3.2). O jogo efetua um pedido ao DDA, perguntando qual o próximo minijogo a ser executado. Depois de conhecido o minijogo, este, por sua vez, invoca o DDA, pedindo-lhe a dificuldade com que deve executar. Por fim, o minijogo termina, enviando o seu resultado para a classe que representa o minijogo, ou seja, a classe representativa que implementa a interface mencionada, que é responsável por armazenar este mesmo resultado na base de dados interna.

5.8 Registo de resultados

Embora o registo dos resultados do jogador tenha sido considerado, ao longo do desenvolvimento, como um fator secundário e, para esta fase do projeto, um requisito não funcional, este componente possui um papel significativo, no que toca à análise dos acontecimentos do jogo.

O jogo é composto por um conjunto de atividades, as quais terão de ser concluídas pelo jogador, durante o percurso pelos vários cenários. Qualquer acontecimento ou contexto terá de ser registado pelo sistema, para que o especialista possa visualizar os dados extraídos do jogo e, posteriormente, estudar e avaliar os mesmos. Estes dados estão devidamente estruturados num modelo, apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Modelo de *Output*

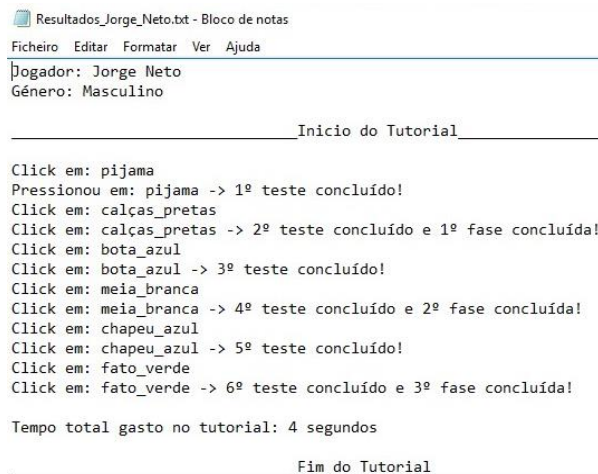
VARIÁVEL A AVALIAR	DESIGNAÇÃO
CATEGORIA	Processo cognitivo a avaliar (e.g. atenção).
CONTEXTO	Nome do minijogo atual.
NÚMERO DE ACERTOS	Número de acertos no minijogo atual.
NÚMERO DE TENTATIVAS	Número de erros no minijogo atual.
DIFICULDADE	Dificuldade atual do jogo.
TEMPO TOTAL DE JOGO	Tempo total (real) que o jogador gastou no jogo.
TEMPO DO MINIJOGO	Tempo total gasto no minijogo atual.
RECURSOS	Energia e dinheiro atual do jogador
INFORMAÇÕES ADICIONAIS	Início/Fim de eventos, pontuação total obtida, receitas escolhidas, entre outras.

As variáveis mais cruciais a avaliar, no decorrer do jogo, serão a categoria e o número de acertos em cada minijogo. O jogador vai ser, principalmente, avaliado consoante os processos cognitivos estimulados e os acertos e erros que obteve nos minijogos que abordam estes mesmos processos (e.g. O jogador obteve dez pontos ao desempenhar o “minijogo cozinhar” que aborda tarefas que estimulam o processo cognitivo da atenção). A atenção, a memória, a orientação, ou até mesmo a praxia, fazem parte de um conjunto de categorias avaliadas nos minijogos.

Relativamente às variáveis do tempo, estas são necessárias para o especialista perceber o tempo que os utilizadores demoram em cada minijogo (tempo total de minijogo) ou o tempo total que os mesmos já passaram a jogar. Estes tempos, para além de influenciarem a avaliação conduzida pelo especialista, quando comparados com o número de acertos, (e.g. uma pessoa

que consegue dez pontos num minuto apresenta menos défices que uma pessoa que consegue dois pontos num minuto), também influenciam, indiretamente, o número de acertos conseguido em cada minijogo, devido aos limites de tempo inseridos em cada um dos mesmos. Desta forma, é seguro concluir que as variáveis de tempo são independentes do número de acertos, embora estes últimos estejam, indiretamente, dependentes dos limites de tempo estipulados.

O registo de todas estas informações é realizado com recurso a um ficheiro de texto, automaticamente gerado e situado no ambiente de trabalho da máquina que executa o jogo. Embora o cenário ideal, e que é prioridade no trabalho futuro, seja o registo dos dados numa base de dados externa, assim como a construção de um servidor que promova a comunicação dos resultados para uma aplicação externa (e.g. *website*), este mesmo registo está já a ser realizado de forma eficiente, organizada e completa, sendo já possível, para o especialista, analisar os resultados e avaliar o jogador, consoante o seu desempenho. Da Figura 83 à Figura 85, são representados exemplos da extração de resultados durante a execução do jogo.



```
Resultados_Jorge_Neto.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
Jogador: Jorge Neto
Género: Masculino

_____ Início do Tutorial _____

Click em: pijama
Pressionou em: pijama -> 1º teste concluído!
Click em: calças_pretas
Click em: calças_pretas -> 2º teste concluído e 1º fase concluída!
Click em: bota_azul
Click em: bota_azul -> 3º teste concluído!
Click em: meia_branca
Click em: meia_branca -> 4º teste concluído e 2º fase concluída!
Click em: chapeu_azul
Click em: chapeu_azul -> 5º teste concluído!
Click em: fato_verde
Click em: fato_verde -> 6º teste concluído e 3º fase concluída!

Tempo total gasto no tutorial: 4 segundos

_____ Fim do Tutorial _____
```

Figura 83 – Exemplo de resultados: Tutorial

```

Resultados_Jorge_Neto.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
-----
Início do Teste Diagnóstico

TESTE DIAGNÓSTICO -> RELÓGIO
Data: 21/Agosto/2016
Estação Escolhida: Verão
Dia da semana Escolhido: domingo

Tempo Total: 00minutos:25segundos
Pontuação total: 5 pontos
Tempo total gasto na montagem: 3 segundos
Tempo total gasto na colocação de ponteiros/números: 2 segundos
Pontuação: Consultar printscreens
-----
TESTE DIAGNÓSTICO -> 3 MORADAS
Tentativa 1: Rua Exemplo, Rua I, Nº ,
-----
TESTE DIAGNÓSTICO -> 3 MORADAS
Tentativa 2: Rua Exemplo, Rua 2323 I, Nº ,
-----
TESTE DIAGNÓSTICO -> 3 MORADAS
Tentativa 3: Rua Exemplo, Rua 2323 I, Nº ,
-----
TESTE DIAGNÓSTICO -> NOMEAR OBJETOS
lapis -> LAPIS
    
```

Figura 84 – Exemplo de resultados: Diagnóstico

```

Resultados_Jorge_Neto.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
-----
Rua a escolher: Avenida dos Aliados
Dificuldade atual: 1
--Acertou! Escolheu Avenida dos Aliados

*Paragem correta a escolher 1: Paragem Clérigos
*Paragem correta a escolher 2: Paragem Bonfim
*Paragem correta a escolher 3: Paragem Salgueiros
*Paragem correta a escolher 4: Paragem Rua do Bonfim
Dificuldade atual: 2
--Errou! Escolheu Paragem Rua dos Combatentes
Dificuldade atual: 1
Acertou! Escolheu Paragem Clérigos
-----
Pontuação no minijogo das rotas: +100 de dinheiro
    
```

Figura 85 – Exemplo de resultados: Minijogo de escolher rotas

Cada jogador terá para ele reservado um ficheiro com todos os respetivos resultados. No caso de optar por continuar o jogo anterior, processo realizado com recurso à base de dados interna do Unity (ver secção 4.4), o ficheiro, mantido em memória, encontra-se preparado para concatenar nova informação.

Tal como mencionado anteriormente, embora não seja o cenário idealizado no início do projeto, as funcionalidades desejadas, ou seja, o registo e comunicação dos resultados, estão presentes e operacionais no sistema. Consta apenas como trabalho futuro o redireccionamento da exportação dos resultados, com destino a outro componente (e.g. servidor/base de dados externa), e a comunicação dos mesmos, recorrendo a um protocolo de comunicação adequado.

5.9 Requisitos não funcionais

Durante a fase de desenvolvimento, foram implementados alguns requisitos não funcionais, cujo objetivo passa por facilitar a implementação do sistema e melhorar a qualidade da solução final.

5.9.1 Procura de caminhos

Aquando a inserção do jogador no cenário da rua e da promoção da validade ecológica, foi necessário incluir, juntamente com o autocarro, veículos automóveis que se desloquem, automaticamente, pela rua. O objetivo desta funcionalidade é a personagem ter uma melhor perceção de que está num ambiente externo e conhecido, assim como promover uma melhor implementação gráfica do cenário da rua. Para além destes fatores, mais minijogos podem ser incluídos neste cenário, mais especificamente, podem ser incluídas tarefas que promovam a orientação (e.g. leitura de sinais de trânsito), a perceção do espaço onde o sujeito se encontra e a atenção aos carros que se movimentam constantemente pelas estradas representadas no cenário.

Um dos problemas encontrados, aquando a implementação do minijogo do autocarro, foi a necessidade deste veículo conseguir pesquisar ou encontrar o seu próprio caminho, de forma autónoma e dinâmica, sem a necessidade de estabelecer, previamente, coordenadas fixas.

Uma das vantagens de um algoritmo de procura de caminhos é que, desta forma, todos os veículos posteriormente adicionados poderiam deslocar-se entre coordenadas diferentes, apenas recebendo, como parâmetros de entrada, as posições de início e fim, o que facilita o desenvolvimento atual e futuro, devido ao elevado número de carros e às grandes dimensões do mapa implementado. Este algoritmo pode ainda ser estendido, numa fase posterior, para procurar caminhos para algumas personagens do jogo (e.g. NPC).

O algoritmo escolhido foi o A* (*A-Star*), devido às suas características de pesquisa, que permitem que seja encontrado um caminho bom, em relativamente pouco tempo. Desenvolveu-se um algoritmo responsável por deslocar os veículos, a partir dos caminhos gerados pelo A*. Desta forma, os veículos poderão desviar-se, automaticamente, dos obstáculos, que serão posteriormente criados para limitar as ruas, para que o jogador se desloque por caminhos até então não utilizados. A Figura 86 exemplifica a metodologia implementada, quando o A* tenta encontrar o caminho entre duas posições, sendo o início assinalado a verde e o fim a vermelho.

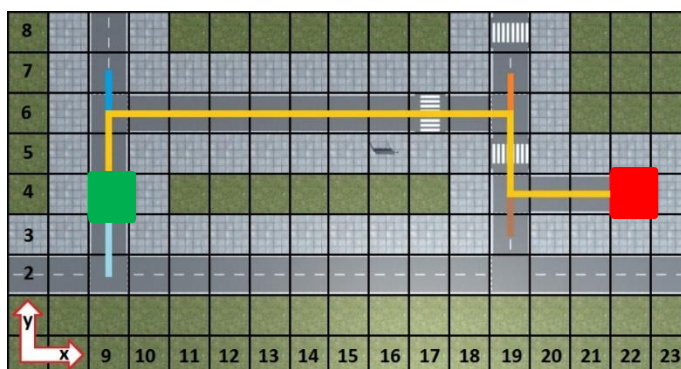


Figura 86 – Exemplo do funcionamento do A*

Tal como representado na Figura 86, o caminho encontrado é o caminho ilustrado a amarelo. Os restantes caminhos, representados a azul, castanho e laranja, foram tentativas descartadas pelo algoritmo aquando da sua execução. No caso apresentado, o algoritmo foi capaz de encontrar o caminho mais curto, entre as posições assinaladas a verde e a vermelho, em apenas 18 iterações. É igualmente importante referir que o mapa apresentado, na Figura 86, é apenas uma pequena vista do mapa que se encontra implementado na realidade, sendo este último cerca de 50 vezes maior. Em anexo encontra-se o *output* completo gerado pelo algoritmo (ver Anexo 1).

5.9.2 Acessibilidade e decoração

O jogo e os respetivos cenários foram construídos com base no mundo real, ou seja, como o principal propósito é transmitir, ao jogador, um sentimento de pertença e de reconhecimento do ambiente que o rodeia, é necessário refletir sobre qual a decoração que deve ser incluída e em que contexto esta deve ser apresentada. Existe um esforço adicional para que os objetos sejam o mais perceptíveis possível, para que o jogador não tenha dúvidas ao reconhecer tais objetos chave (e.g. o jogador precisa de reconhecer o guarda-fatos, para aceder ao respetivo minijogo). Com base nestes fatores, recorreu-se a aplicações externas (ver secção 3.2.3), que permitem aumentar e melhorar o grau de validade ecológica, inserida no jogo, assim como foram construídos, de raiz, outros objetos importantes para os cenários que o jogador frequenta. Tal como estes objetos decorativos existem outros objetos que promovem uma melhor acessibilidade ao jogador, como, por exemplo, construir uma casa com dois pisos, conectados através de um corrimão de escadas, permitindo, ao jogador, sentir-se mais confortável, em termos de espaço, e oferecendo um maior ambiente a explorar. Existem outros componentes secundários, como a casa de banho, que não contribuem para o circuito do jogo, mas promovem a validade ecológica e a possibilidade de, no futuro, implementar novas funcionalidades ou tarefas relevantes para o programa de estimulação.

5.9.3 Mapa

O cenário da rua teria, obrigatoriamente, de seguir uma determinada formatação, para que os objetos base, ou seja, a casa e o supermercado, conseguissem conquistar uma localização estratégica e exata. Em relação à distância entre ambos os edifícios, esta teria de ser consideravelmente elevada, devido à necessidade de apanhar o autocarro e à possível implementação, no futuro, de outras tarefas que se baseiam na deslocação do jogador até ao supermercado, sem qualquer auxílio ou facilidade e consoante alguns obstáculos impostos. Desta forma, são dadas, ao jogador, várias possibilidades de seguir o seu caminho, de casa, com destino ao supermercado, e vice-versa. O mapa do lado esquerdo da Figura 87 mostra, numa perspetiva vertical, o mapa implementado, sendo a casa e o supermercado assinalados, respetivamente, a azul e a vermelho.



Figura 87 – Mapeamento da rua

Após acordo entre os vários intervenientes do projeto, decidiu-se implementar uma versão semelhante aos arredores do ISEP. Esta implementação deve-se à necessidade de colocar a solução num contexto mais próximo da realidade. O mapa do lado direito, da Figura 87, ilustra o mapa⁵ real, no qual o cenário da rua foi baseado.

Como também é possível visualizar, o percurso principal externo do jogo, isto é, a deslocação da casa ao supermercado, e vice-versa, é baseado no percurso entre o ISEP e o Instituto Português de Oncologia do Porto. Adicionalmente, os nomes das ruas e das paragens foram, de igual forma, baseados em várias ruas e avenidas inseridas no concelho do Porto, como, por exemplo, a Avenida dos Aliados.

Com ambas as técnicas referidas, o jogo obtém, automaticamente, um conceito mais avançado, no que diz respeito a aplicações de realidade virtual. É pretendido, no futuro, implementar

⁵ Secção de mapa retirada do endereço <https://www.google.pt/maps>

outras técnicas semelhantes, com vista a aumentar o grau de validade ecológica do jogo e a adaptar, ainda mais, o conteúdo da plataforma ao mundo real.

5.9.4 Comunicação com o jogador

Durante o jogo, várias tarefas terão de ser completadas, informando, automaticamente, o jogador, qual a próxima tarefa que este terá de executar, conforme o contexto atual. Como é exemplificado na Figura 24 (ver secção 5.3), e com recurso à classe GUI⁶, é possível facilitar o processo de interação entre o jogador e as informações adicionais que vão sendo apresentadas no decorrer do jogo. Mais especificamente, pretendeu-se apresentar uma forma simples de informar o jogador acerca da próxima tarefa a executar, pelo que o recurso à classe GUI tornar-se-ia útil, bastando um simples clique no botão para remover a mensagem do ecrã. Estas mensagens são apresentadas durante o tutorial, o diagnóstico e o jogo principal, promovendo a consistência e a uniformidade do circuito do jogo, no que diz respeito ao nível de interação. O diagrama de sequência da Figura 88 ilustra o processo de informação mencionado.

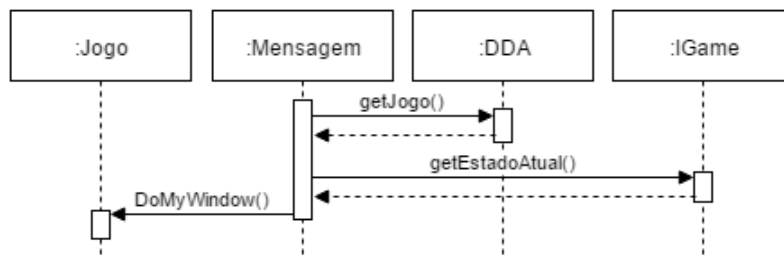


Figura 88 – Diagrama de sequência: Processo de comunicação com o jogador

O funcionamento das mensagens a apresentar é organizado através de uma classe, ilustrada no diagrama, designada por *Mensagem*. Esta classe, detalhada no subcapítulo 4.3.1, é responsável por solicitar, ao DDA, qual o minijogo que se encontra a executar. De seguida, esta utiliza a resposta do DDA para questionar a classe que representa o minijogo atual, através da interface *IGame*, se esta pretende comunicar alguma mensagem ao jogador. Através da função *DoMyWindow()*, a classe altera o conteúdo principal a apresentar, informando devidamente o jogador da próxima tarefa a realizar, conforme o estado atual da mesma.

⁶ <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/GUI.html>

6 Avaliação da Solução Final

Após o desenvolvimento do projeto, é necessário retirar conclusões acerca do seu desempenho, em ambientes apropriados para o efeito, de forma a extrair os resultados pretendidos, a partir da estimulação realizada no jogo. De seguida, serão apresentadas as várias etapas subjacentes ao processo de avaliação final da solução, juntamente com as grandezas e critérios de avaliação previamente definidos, e as metodologias implementadas em cada uma das fases.

6.1 Grandezas de avaliação

Durante a utilização do jogo, são avaliadas certas ações do jogador. Estas ações estão diretamente ligadas ao desempenho do mesmo, ou seja, existe um conjunto de características que dão a entender como é que o utilizador se está a sentir durante o jogo ou como é que está a lidar com o mesmo. Estas variáveis, ou resultados, estão devidamente estruturadas no modelo de *output* já detalhado (ver secção 5.8). Este modelo consiste, então, num conjunto de variáveis a serem registadas e comunicadas ao especialista, durante e após o jogo. Com base nestes resultados, é necessário retirar conclusões acerca da utilização do jogo e da sua validade científica, através da observação e análise de outras variáveis especiais, designadas por grandezas de avaliação.

A Tabela 8 contém as grandezas de avaliação consideradas, que serão importantes para a análise final dos resultados.

Tabela 8 - Grandezas de avaliação

GRANDEZA	DESIGNAÇÃO
FRUSTRAÇÃO/STRESS	Avaliação dos níveis de frustração dos utilizadores, notando se estes estão, ou não, confortáveis com as atividades do jogo ou com as tecnologias presenciadas
FREQUÊNCIA DE JOGO	Avaliação do número total de minijogos realizados ou o tempo total de jogo, que indica o tempo que os jogadores levam a terminar as tarefas.
ANÁLISE DOS RESULTADOS	Análise dos resultados da pós-avaliação

O último ponto da Tabela 8 servirá como teste final, que confirmará que a investigação realizada e a validade ecológica, através de jogos sérios, contribuem com resultados significativamente positivos para a estimulação cognitiva de sujeitos em declínio cognitivo mais, ou menos, acentuado. Estes resultados surgem após a realização dos testes fornecidos pelo jogo e têm como finalidade atribuir validade científica ao projeto final.

6.2 Hipóteses a testar

Após o desenvolvimento final da plataforma, o primeiro passo a seguir é, aleatoriamente, escolher um grupo experimental, de pessoas com idade superior a 45 anos, para que o jogo seja corretamente testado. Esta etapa apresenta um valor significativo, mais especificamente, é através desta experiência que o especialista poderá escolher melhor os limites de idades que pretende abordar, devido a problemas com a tecnologia que possam existir em candidatos cuja idade ultrapasse a idealizada.

Só após o processo de escolha dos candidatos e respetiva utilização do jogo, é que se verificará se o jogo cumpre o objetivo principal, isto é, se promove, eficazmente, a estimulação cognitiva dos sujeitos. Juntamente com este objetivo, surge a necessidade de demonstrar e testar se a variável da validade ecológica contribui, significativamente, para um melhor processo de treino cognitivo e, ao mesmo tempo, para uma melhor e mais divertida experiência, quando comparada com os treinos realizados em ambientes clínicos.

6.3 Metodologias de avaliação

Como mencionado (ver secção 5.4), é utilizada uma adaptação dos testes de avaliação cognitiva para avaliar as capacidades cognitivas atuais do jogador. Para que o utente não perceba que está a ser avaliado, o que pode comprometer a descontração e concentração do jogador, este teste encontra-se inserido de forma camuflada e incorporado na história que se desenrola desde o início do jogo.

O objetivo desta fase de pré-avaliação é para que o especialista tenha o completo conhecimento acerca da estimulação realizada durante o jogo, ou seja, quando este desejar saber se ocorreu estimulação após um certo período de tempo, este terá a possibilidade de realizar, novamente, o mesmo teste. Desta forma, consegue-se, facilmente, comparar os resultados da pré e pós-avaliação e concluir se ocorreu, ou não, estimulação cognitiva.

No entanto, e embora os resultados dos minijogos, enviados para o especialista, sirvam para este ter uma melhor noção se o utilizador desenvolveu as suas capacidades, a avaliação implementada atualmente não irá substituir os testes tradicionais que o especialista irá conduzir antes e após a utilização do jogo, pelo que é necessário avaliar as capacidades cognitivas dos indivíduos em ambiente formal de consulta. Esta condição deriva da necessidade em comprovar a correlação dos métodos de avaliação implementados com os testes tradicionais.

A avaliação, presencial, basear-se-á num estudo com desenho quase experimental, isto é, num estudo em que existe a manipulação da intervenção, com um grupo aleatório e que cumpra as restrições impostas (ver secção 2.3), não sendo necessários longos períodos de observação e recolha de dados. Neste estudo, serão controladas algumas variáveis independentes (e.g. atenção e memória), verificando o seu efeito na variável dependente (treino cognitivo). Tendo isto em conta, e em suma, o processo de avaliação é composto pelas seguintes etapas:

- Selecionar os participantes adequados para a experiência, através dos critérios ou restrições previamente definidos;
- Entrevista, conduzida pelo especialista, e pré-avaliação dos candidatos.
- Treino de estimulação cognitiva, através do jogo, que permitirá a extração, assíncrona, dos resultados, provenientes dos minijogos.
- Pós-avaliação dos participantes, realizada pelo especialista.
- Pós-Pós Avaliação dos participantes, de forma a confirmar se existiu retenção das capacidades cognitivas adquiridas.
- Análise estatística, realizada pelo especialista.

Pretende-se aplicar o modelo de avaliação supramencionado, conduzido pelo especialista Ricardo Alves, após o desenvolvimento do projeto final, para comprovar, cientificamente, o valor do programa de estimulação desenvolvido. Ao longo do tempo, posteriormente

estipulado para realizar a avaliação (aproximadamente 3 meses), serão efetuados, de forma intercalada e através do jogo, testes que visam a estimulação, quer da atenção, quer da memória. Ainda durante esta fase final, o especialista terá como responsabilidades a escolha dos candidatos, a pré-avaliação dos mesmos, o acompanhamento (também desempenhado pela equipa de desenvolvimento), a pós-avaliação e a pós-pós avaliação. Estes testes serão efetuados no hospital Conde Ferreira ou numa das instituições da Santa Casa da Misericórdia.

Em certos testes cognitivos, realizados por outros autores, verificou-se ausência na retenção das aprendizagens obtidas, através dos programas de estimulação. A fase de pós-pós avaliação será realizada algumas semanas após a utilização do jogo. Esta tem como objetivos a identificação das capacidades cognitivas dos participantes e se estes revelam a retenção dos resultados adquiridos através da estimulação.

6.4 Discussão de resultados

A fase de avaliação planeada (ver secção 6.3) seria a ideal a implementar, pelo que seria possível, neste momento, obter resultados completos e fidedignos. No entanto, devido aos elevados recursos que o modelo de avaliação requer (e.g. tempo e disponibilidade de terceiros) e à necessidade em completar o objetivo principal, assim como construir uma solução robusta e tolerante a falhas, não terá sido possível completar todo o processo experimental delineado anteriormente. Contudo, o projeto encontra-se preparado para ser implementado nas instituições especializadas mencionadas, pelo que algumas experiências já terão sido realizadas neste âmbito, contribuindo, conseqüentemente, para alguns resultados interessantes e úteis para a melhoria da solução. Estas experiências serão seguidamente detalhadas, assim como será mencionado todo o contacto estabelecido com os utentes participantes.

6.4.1 Experiências realizadas

O jogo foi testado durante e após a fase de desenvolvimento, através da participação de utentes da Santa Casa da Misericórdia, assim como indivíduos que foram solicitados pelos intervenientes do projeto, como amigos, colegas ou familiares, cuja idade esteja compreendida entre os limites. Durante a fase de desenvolvimento, foi necessário comprovar a veracidade do tutorial e do teste de diagnóstico implementado, através da utilização do jogo por parte de sujeitos cuja idade ultrapassasse a idealizada, de forma a registar, se possível, ajustes importantes que poderiam auxiliar, significativamente, o desenvolvimento do jogo principal. Ao implementar esta estratégia, é possível obter mais garantias de que o público-alvo, sendo mais novo, conseguirá interagir com o jogo sem tantos problemas significativos.

Os primeiros testes foram realizados com base nos resultados de alguns indivíduos com idade aproximada dos 70 anos, residentes da Santa Casa da Misericórdia de Gondomar, que, após solicitação e explicação do problema, voluntariaram-se para experimentar o jogo.

Esta experiência foi, principalmente, conduzida pelo especialista e coorientador do projeto, Ricardo Alves, sendo o teste realizado duas vezes, para cada um dos participantes, e apenas baseado na concretização do tutorial.

Dado que os indivíduos não apresentavam qualquer conhecimento acerca de utilização do computador, devido ao facto de nunca terem obtido a oportunidade de interagir com o mesmo, o objetivo delineado para esta fase consistiu em dar apoio durante a primeira utilização, explicando a única forma de interação com o jogo, isto é, o toque no ecrã, assim como explicar o objetivo do mesmo, ou seja, ler e desempenhar as tarefas indicadas pelo jogo. Durante a segunda fase, os participantes deveriam realizar as mesmas tarefas sem qualquer auxílio externo, permitindo assim, ao especialista, analisar a interação com o jogo e os resultados obtidos. Após ambas as fases finalizadas, o participante retirava-se do consultório e o próximo entrava em ação. Durante a experiência, os indivíduos foram analisados e estudados, tendo sido registado todo o tipo de interação realizado pelos mesmos.

Relativamente às experiências realizadas com o público-alvo mais jovem (idade aproximada dos 50 anos), estas são baseadas na realização do jogo completo, incluindo as duas primeiras fases, ou seja, o tutorial e o teste diagnóstico. Durante as experiências, os sujeitos realizam o jogo completo sem qualquer apoio externo, sendo, de igual forma, registado todo o tipo de interação com o jogo. As únicas informações disponibilizadas são os tipos de interação possíveis e uma breve explicação das fases pelas quais o participante terá de passar.

6.4.2 Resultados da população com défices

Perante a análise das experiências supramencionadas, é importante ter em consideração dois fatores significativos presentes nos participantes da Santa Casa da Misericórdia: a idade e o conhecimento. Os participantes apresentavam uma idade acima da ideal, quando comparada com a idade desejada do público-alvo. Adicionalmente, e para além de apresentarem défices cognitivos significativos, alguns dos participantes não possuíam um grau de escolaridade suficiente para realizar as tarefas do jogo principal, o que poderia comprometer os resultados oficiais. Em contraste, os sujeitos não relacionados com a instituição, não apresentam défices cognitivos significativos, pelo que a sua interação com o jogo seria, logicamente, mais acessível. Contudo, estes testes foram apenas realizados para melhorar o desenvolvimento do jogo e adaptá-lo da melhor forma possível para o público-alvo desejado e para que as avaliações futuras não sejam comprometidas por falhas gráficas ou dificuldades na interação.

Durante a primeira fase, nas experiências realizadas na Santa Casa, os sujeitos foram continuamente apoiados pelo especialista Ricardo Alves, enquanto que, a segunda fase, envolvia a realização das mesmas tarefas, mas sem a ajuda do especialista. Mesmo sem conhecimentos acerca da utilização do computador e com défices cognitivos elevados, os participantes conseguiram completar as tarefas, em ambas as fases.

A Tabela 9 contém as observações registadas durante ambas as fases e as estratégias utilizadas para colmatar as dificuldades sentidas pelos participantes.

Tabela 9 - Observações das experiências nos participantes com défices

TIPO DE PROBLEMA	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA / OBSERVAÇÕES	ESTRATÉGIA UTILIZADA
INTERAÇÃO	Dificuldades em usar duplo toque no ecrã ou o rato	Incluir apenas o toque no ecrã como única interação do jogo
PERCEÇÃO VISUAL	Dificuldade em encontrar e reconhecer os objetos	Em fases iniciais, ou quando a dificuldade for a mais básica, colocar os objetos alvo a brilhar
PERCEÇÃO VISUAL	Dificuldade em encontrar ou perceber a interatividade com botões	Aumentar o tamanho dos botões, assim como melhorar a respetiva descrição
PERCEÇÃO VISUAL	Dificuldade em ler algumas mensagens	Aumentar o tamanho de letra das mensagens apresentadas e melhorar o contraste destas com o cenário em segundo plano
RECONHECIMENTO	Dificuldade em reconhecer alguns objetos, como o armário	Modificar alguns conceitos. Num caso em específico, alterou-se o nome “armário” para “guarda-fatos”
COMPLEXIDADE DAS TAREFAS	Dificuldade em concluir algumas tarefas, devido aos défices cognitivos apresentados	Oferecer ajudas extra durante o jogo ou relembrar periodicamente a tarefa que terá de ser executada

Em relação ao nível de interação, foram testadas abordagens secundárias que envolviam a utilização do rato e do duplo clique para ativar ou resolver tarefas. No entanto, como consta na Tabela 9, estas foram eliminadas do âmbito do jogo, sendo a sua interatividade considerada prejudicial e contraproducente ao programa de estimulação a concretizar.

Em relação aos problemas que envolviam a perceção visual, estes foram colmatados através de estratégias que envolvem, por exemplo, o aumento do tamanho dos textos e dos objetos alvo e a forma como ambos se apresentam no ecrã (e.g. contrastar com fundo).

Em termos de reconhecimento de objetos, os participantes reconheceram o cenário e os objetos envolventes, com exceção do armário devido à sua semelhança com o guarda-fatos, sendo este fator bastante importante para comprovar que a validade ecológica apresenta um efeito bastante positivo em programas de estimulação cognitiva. Desta forma, os participantes percebem, de imediato, o contexto onde estão inseridos, assim como compreendem as tarefas que terão de executar, concentrando-se, apenas, em concluir as mesmas.

Por fim, verificou-se que, durante a segunda fase, alguns participantes permaneciam estáticos sem saber que atividade deveriam desempenhar de seguida, pelo que foi introduzido uma ajuda que, de dez em dez segundos, relembra o jogador que terá de carregar nas laterais, no chão ou no objeto alvo. Após este aviso, o jogador é ainda informado de qual a próxima tarefa a realizar.

Estas foram as principais observações registadas durante as experiências realizadas. De uma forma geral, todos os problemas foram abordados e corrigidos a tempo de organizar outras experiências, desta vez com sujeitos não relacionados com a instituição. É importante salientar que, mesmo os sujeitos que nunca utilizaram um computador, conseguiram, com sucesso, interagir com o jogo e concluir as tarefas pedidas. Desta vez, consegue-se comprovar que o jogo encontra-se idealmente concebido para o público-alvo e para pessoas com maiores défices cognitivos, não sendo necessário qualquer tipo de experiência prévia que envolva a utilização de computadores.

Por fim, torna-se necessário enquadrar a experiência realizada com as grandezas de avaliação estipuladas (ver secção 6.1). A Tabela 10 sumariza os comportamentos observados, tendo em conta as grandezas mencionadas.

Tabela 10 - Grandezas de avaliação dos participantes com défices

GRANDEZA	1º FASE	2º FASE
FRUSTAÇÃO/STRESS	Aparecimento de nervosismo e de dúvidas acerca da utilização do computador	Crescimento do “à vontade” com o computador e redução dos níveis de ansiedade
FREQÜÊNCIA DE JOGO	Demora na realização das tarefas propostas (\bar{x} = 12 min) e conclusão das mesmas	Aumento do tempo de realização das tarefas (\bar{x} = 15 min) e finalização das tarefas propostas
ANÁLISE DOS RESULTADOS	Não aplicável	Melhoria nos resultados

Como já anteriormente mencionado, a análise final dos resultados apresentou conclusões bastante positivas, no que diz respeito ao comportamento dos participantes.

O fator interação, que requer estudos mais intensivos e detalhados para melhorar a experiência dos jogadores com maiores défices, foi um dos principais alvos de análise. Com base na experiência realizada, é seguro concluir que, embora sejam necessárias melhorias, as estratégias implementadas, relacionadas com o nível de interação, foram bem conseguidas, devido ao facto dos jogadores, cuja experiência técnica era nula, conseguirem interagir adequadamente com o jogo.

Em relação ao desempenho geral dos participantes, estes, em média, necessitaram de mais tempo para finalizar as tarefas, devido à falta de apoio do especialista. Contudo, apenas pelo facto de que as tarefas foram concluídas, pela maioria, num tempo relativamente positivo, considera-se que os resultados obtidos foram positivos.

6.4.3 Resultados da população sem défices

As experiências realizadas em sujeitos que não apresentam défices cognitivos tão elevados, em comparação com os participantes anteriores, foram baseadas numa metodologia de avaliação semelhante. Neste caso, os participantes, para além de apresentarem um declínio cognitivo pouco acentuado, as suas idades (aproximadamente 50 anos) enquadravam-se dentro dos limites delineados (ver secção 2.3), o que, à partida, diferencia, significativamente, os resultados obtidos, quando comparados com os da experiência anterior. É também de salientar os alargados conhecimentos informáticos que esta geração possui, quando comparada com a geração dos participantes anteriores, uma vez que a utilização do computador está presente no quotidiano da maioria, tornando, neste caso, o nível de interação menos relevante para a experiência e um fator secundário na análise final dos resultados. As experiências realizadas neste âmbito apresentam resultados mais interessantes e fidedignos, visto que, quando o produto for lançado, prevê-se que a maioria do público-alvo possua conhecimentos informáticos adequados ao efeito.

Esta experiência conta com duas fases, sendo a primeira baseada na realização do percurso do jogo com a dificuldade mínima e a segunda com intervenção do DDA. Durante a experiência, foram registadas todas as dificuldades sentidas pelos participantes, assim como a forma de como estes percorreram o circuito do jogo. A Tabela 11 contém as observações registadas durante a experiência.

Tabela 11 - Observações das experiências nos participantes sem défices

TIPO DE PROBLEMA	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA / OBSERVAÇÕES	ESTRATÉGIA UTILIZADA
RECONHECIMENTO	Confusão entre alguns objetos, como, por exemplo, armário e guarda-fatos	Modificar as mensagens e os objetos, de forma a realçar os mesmos
ORIENTAÇÃO	Dificuldades em encontrar a cozinha e o livro de receitas	Implementação de setas de orientação, nos casos em que a dificuldade implementada seja a mais básica
ABSTRAÇÃO DO JOGO	Dificuldade em recordar qual a próxima tarefa a ser realizada	Melhorar as mensagens e adicionar ajudas durante o percurso

Como consta a Tabela 11, em contraste com as experiências anteriores, verificou-se uma menor quantidade de dificuldades sentidas. No entanto, as que foram observadas e registadas, foram

fundamentais na correção de alguns problemas presentes no jogo, assim como no melhoramento dos cenários e dos objetos inseridos.

Abordando a primeira dificuldade sentida, existiu alguma confusão na comparação entre alguns objetos, como o armário e o guarda-fatos. Por norma, a população mais idosa reconhece o compartimento onde guarda os conjuntos de roupa como guarda-fatos, enquanto que o armário é mais associado, por exemplo, a um compartimento para acessórios ou roupa interior. Desta forma, como será abordado no capítulo referente ao trabalho futuro (ver secção 6.6.2), prevê-se a transição do minijogo do armário para um contexto diferente, embora com a mesma lógica de encontrar os objetos pedidos. Adicionalmente, foram alterados alguns produtos no supermercado que, devido à sua semelhança, induziam o jogador em erro.

Em relação aos problemas associados à orientação, estes aconteceram no primeiro contacto com o jogo e basearam-se, principalmente, em encontrar os próximos destinos. Por exemplo, alguns participantes mostraram alguma dificuldade em encontrar a cozinha e o livro de receitas, devido aos vários passos que terão de realizar até chegar a tais localizações. Com base neste problema, o jogo apresenta setas de orientação, que ensinam os caminhos a percorrer até chegar às localizações desejadas, caso o jogador necessite de ajuda.

Por último, devido ao elevado número de tarefas concluídas, alguns participantes necessitavam de recordar qual a próxima tarefa a ser ativada. Adicionalmente, a maioria dos participantes mostraram-se confusos aquando a apresentação de algumas mensagens, devido à redundância e falta de objetividade das mesmas. Posto isto, algumas mensagens, que indicavam a próxima tarefa a realizar, foram corrigidas e complementadas com informações adicionais que auxiliam o jogador a percorrer o jogo. Durante algumas etapas, os jogadores podem lembrar-se da tarefa ou de outros objetivos (e.g. recordar lista de compras) mas, no entanto, têm penalizações.

Em suma, verificou-se que, de uma forma geral, os participantes, cuja idade se enquadra nos limites delineados, conseguiram completar o circuito de jogo em dificuldades avançadas, apresentando, naturalmente, alguns erros na concretização das tarefas. Contudo, ao longo do circuito verificou-se, de igual forma, uma melhoria na identificação das tarefas, no tempo de resposta e na quantidade de respostas corretas, o que contribui, positivamente, para a análise final dos resultados.

Enquadrando novamente com as grandezas de avaliação, desta vez com base nos participantes que apresentam défices cognitivos pouco acentuados, a Tabela 12 sumariza a experiência realizada.

Tabela 12 - Grandezas de avaliação dos participantes sem défices

GRANDEZA	1º FASE	2º FASE
FRUSTAÇÃO/STRESS	Níveis de ansiedade, aparentemente, estáveis. Sem preocupações na realização das tarefas	Situação equivalente à primeira fase
FREQUÊNCIA DE JOGO	Conclusão das tarefas, embora com tempos elevados (\bar{x} = ~27 minutos) e alguns erros (\bar{x} = ~12 erros)	Redução significativa do tempo de realização das tarefas (\bar{x} = ~16 minutos), melhorias na orientação e conclusão das tarefas com alguns erros (\bar{x} = ~8)
ANÁLISE DOS RESULTADOS	Não aplicável	Melhoria nos resultados

No que diz respeito aos níveis de ansiedade, revelados pelos participantes, não foram notadas alterações profundas no comportamento dos mesmos, pelo que esta variável foi imediatamente desvalorizada do contexto.

Conforme previsto, perante a realização das tarefas, existiram alguns erros cometidos por parte dos jogadores, em ambas as fases. Durante a primeira fase, os jogadores não tinham qualquer conhecimento acerca dos cenários existentes nem das tarefas a realizar, sendo o aparecimento de erros compreensível. Devido ao rápido crescimento da dificuldade do jogo, foram apresentadas tarefas mais complexas, pelo que o número de erros não variou, significativamente, durante a segunda fase. No entanto, devido ao reconhecimento do circuito do jogo, os participantes, em média, necessitaram, aproximadamente, de metade do tempo para a conclusão do percurso na segunda fase.

De uma forma geral, é possível observar melhorias na segunda utilização do jogo, quando o DDA entra em ação e após os jogadores conhecerem os cenários, os objetos e o circuito principal do jogo.

Perante ambas as experiências, foi possível corrigir várias variáveis, relacionadas com a interação, grafismo, comunicação, entre outras. Desta forma, conseguiu-se melhorar a solução, agora preparada para ser implementada num programa mais restrito, complexo e duradouro, de forma a obter mais resultados que consigam validar cientificamente o projeto.

6.5 Cumprimento de requisitos

Perante os objetivos estruturados e delineados (ver secção 1.3.1), é essencial fazer um levantamento acerca dos requisitos cumpridos, assim como explicar a forma como os componentes construídos vão de encontro ao objetivo principal do projeto proposto para dissertação. Pretende-se, então, desta forma, enquadrar os resultados atingidos em relação ao contexto, ao problema e aos objetivos.

6.5.1 Enquadramento com o contexto

Visto que a utilização de computadores, por parte da população sénior, tem crescido cada vez mais, o projeto encontra-se bem situado no contexto temporal atual, aproveitando a oportunidade de fazer crescer um mercado diferente e inovador na área da Psicologia Clínica e da Saúde, assim como na área específica de estimulação neurocognitiva. O jogo encontra-se preparado para lidar com sujeitos que apresentem défices cognitivos mais elevados, sendo a interação com o computador mínima e facilitada, através do sistema implementado.

6.5.2 Enquadramento com o problema

Tendo em conta que o declínio cognitivo é um processo inevitável a qualquer ser humano e que a população idosa portuguesa cresce cada vez mais, a criação do jogo revela-se bastante útil para todos aqueles que necessitam ou desejam interagir com o mesmo.

A solução desenvolvida não só tem em consideração os conhecimentos tecnológicos limitados da população alvo, mas também o grau de dificuldade das tarefas a desempenhar e a componente científica associada. Esta tenta resolver o problema enunciado, promovendo a estimulação de processos cognitivos e a validade ecológica associada ao quotidiano da maior parte dos cidadãos portugueses. Com recurso ao fluxo de jogo implementado e às respetivas tarefas, que simulam o dia-a-dia do público-alvo, é possível promover o processo de transferência dos resultados da estimulação, melhorando a interação dos participantes com as tarefas que realizam diariamente. O jogo favorece ainda o processo de generalização, facilitando e acelerando o processo de resposta a estímulos, presentes em qualquer tarefa que os sujeitos realizam no quotidiano.

6.5.3 Enquadramento com os objetivos

Em relação ao objetivo principal, enunciado na fase prévia ao desenvolvimento da solução, este consiste na criação de um jogo sério que seja capaz de realizar, automaticamente, um programa de estimulação cognitiva em adultos, com ou sem um declínio cognitivo acentuado. Este objetivo foi cumprido, sendo que encontra-se finalizado e operacional, através da adaptação, construção e implementação dos cenários e minijogos, ou seja, dos exercícios relacionados com atividades que as pessoas realizam no quotidiano. Ao introduzir a componente científica ao jogo, é possível treinar e estimular processos cognitivos, como a atenção ou a memória.

Para além do jogo principal, outros objetivos teriam de ser concluídos, para que o projeto apresentasse uma estrutura funcional, robusta e autónoma. A solução proposta cumpre os requisitos secundários inicialmente enunciados, através dos vários componentes implementados ao longo da fase de desenvolvimento. A Tabela 13 sumariza os objetivos cumpridos.

Tabela 13 - Cumprimento de requisitos

OBJETIVO	MODO DE CONCRETIZAÇÃO
PROGRAMA DE ESTIMULAÇÃO	O projeto consegue criar um programa de estimulação neurocognitiva, através dos minijogos, sendo também possível realizar um programa de avaliação com recurso à implementação de um sistema de pontuação, que tem por base o número de acertos e falhas do jogador.
VALIDADE ECOLÓGICA	O projeto promove o fator mais inovador associado ao projeto, ou seja, a variável da validade ecológica, através da apresentação de cenários bem conhecidos pelo público-alvo e da adaptação das tarefas que o mesmo terá de realizar. Todos os minijogos permitem, ao jogador, adquirir ou renovar conhecimentos, relacionados com o quotidiano da sociedade em geral, facilitando o processo de transferência dos resultados da estimulação.
INTERAÇÃO SIMPLIFICADA	O projeto facilita a interação do jogador com o computador, através da implementação de funcionalidades específicas, como o toque no ecrã, tornando o sistema funcionalmente disponível para sujeitos com menor conhecimento tecnológico.
AJUSTE AUTOMÁTICO DE DIFICULDADE	O projeto permite o reajustamento automático da dificuldade do jogo, com recurso a um componente (DDA) que permite analisar os últimos resultados obtidos pelo jogador e, automaticamente, reajustar a dificuldade das próximas tarefas que o jogador terá de desempenhar.
RECOLHA DE DADOS	O projeto promove a recolha e o armazenamento de informação, permitindo a exportação de informações específicas e selecionadas, acerca do desempenho do jogador, para um ficheiro externo ao projeto, mas localizado na máquina local.

Contudo, qualquer componente necessita, naturalmente, de melhorias, pelo que, embora a solução tenha sido positivamente aceite pelos participantes e se encontre funcional, esta encontra-se ainda num estado de prova de conceito, pelo que o investimento no trabalho deve

continuar, assim como devem existir estudos mais aprofundados acerca da população alvo e da efetividade da plataforma, consequentemente permitindo aumentar e melhorar as funcionalidades da solução

6.6 Trabalho futuro

O projeto proposto para dissertação tem, como duração total de desenvolvimento, aproximadamente, quatro anos. Devido à complexidade do projeto, não só pelo desenvolvimento técnico, mas também pela consideração da componente documental e científica, foram consideradas apenas as funcionalidades imprescindíveis da plataforma, colocando em segundo plano outros requisitos não funcionais (e.g. implementação do servidor). No entanto, algumas metodologias (e.g. escrever resultados para um ficheiro) foram implementadas para preparar a futura implementação de algumas das funcionalidades idealizadas.

O trabalho desenvolvido dá resposta ao objetivo principal, isto é, a criação de um jogo sério que promove a estimulação cognitiva, tendo em consideração a variável da validade ecológica, assim como a criação de componentes secundários, como por exemplo o componente de reajustamento automático da dificuldade do jogo. Porém, existem melhorias e novas funcionalidades que se pretendem implementar no futuro, assim como a construção de novos componentes (e.g. componente servidor) que irão permitir refinar a plataforma e torná-la mais eficiente. Seguidamente, são delineadas as estratégias, até ao momento, planeadas.

6.6.1 Cenários a implementar

Embora exista o desejo de incluir mais e variados cenários no jogo, a relevância dos quatro cenários principais não deixará de existir, assim como não é desejado que o ciclo ou fluxo de jogo se altere. No entanto, existem cenários que podem aumentar o grau de tarefas e minijogos que são apresentados durante o jogo, como, por exemplo, a casa de banho. Existem várias tarefas que as pessoas desempenham na casa de banho (e.g. higiene pessoal), algo que seria necessário incluir no jogo, promovendo, ainda mais, a validade ecológica. Outros cenários exteriores à casa podem, da mesma forma, ser incluídos no percurso do jogo, como instituições culturais (e.g. cinema ou teatro) ou estabelecimentos logísticos, como farmácias ou lojas de roupa.

É, de igual forma, necessário melhorar os cenários já construídos, conforme as mais variadas opiniões, obtidas através dos participantes do programa de estimulação cognitiva. Podem existir componentes decorativos não adequados ou não perceptíveis pelo público-alvo, sendo necessário melhorar ou modificar os mesmos.

Paralelamente à remodelação dos cenários e à implementação de novos, é também idealizado o aumento dos recursos disponíveis. Atualmente, o jogador apenas se preocupa com a quantidade de dinheiro que possui, assim como a sua quantidade de energia atual. Novos recursos devem ser estudados e discutidos com o público-alvo, como, por exemplo, recursos relacionados com a felicidade do jogador (e.g. analisando a frequência de jogo), com o nível de higiene pessoal (e.g. inserir tarefas na casa de banho), entre outros.

6.6.2 Renovação dos minijogos

Como mencionado ao longo do documento, é conveniente aumentar o número de minijogos que os jogadores terão de efetuar, promovendo a diversidade de jogo, assim como o aumento do número de processos cognitivos a estimular. Simultaneamente, prevê-se um melhoramento dos minijogos atuais, implementando novas formas de interação e aumentando a complexidade e diversidade dos mesmos. Por exemplo, é idealizado, para o minijogo do armário, que a tarefa de encontrar os objetos seja implementada no contexto do interior da casa, isto é, em vez do jogador encontrar objetos no armário, este deve percorrer a casa com vista a encontrar os mesmos, aumentando os fatores de mistério e diversão, assim como o nível de atenção do sujeito e eliminando os problemas sentidos nas experiências realizadas (ver secção 6.4.3).

Outros minijogos, cuja lógica deve ser melhorada, são os minijogos do supermercado e da cozinha. À semelhança de outros cenários, é necessário que haja um maior nível de abstração da prova de conceito que aqui se propõe para dissertação. Logo, no minijogo de escolher produtos, é necessário especificar as cores possíveis e realistas de cada produto, de forma a não prejudicar a validade ecológica. Por outro lado, no minijogo de pagar produtos, pretende-se inserir os cálculos, por exemplo, num recibo ou fatura de compras, sendo necessário efetuar o pagamento antes desta tarefa, melhorando o circuito do jogo. Por último, no minijogo de cozinhar, pretende-se, juntamente com o processo de atenção (ver secção 5.6.8), estimular o processo de memória, implementando temporizadores e aumentando o número de tarefas que o sujeito terá de desempenhar em simultâneo.

O cenário da rua pode ter um papel ainda mais significativo no programa de estimulação, oferecendo inúmeras possibilidades, no que toca à implementação de tarefas secundárias. Por exemplo, pretende-se implementar obstáculos (e.g. passeios cortados) durante o jogo, para que a pessoa não associe um só caminho ao local destino. A introdução de algumas personagens, que não interferem diretamente no jogo (NPC), é outra hipótese que se pretende abordar, pelo que o jogador poderia obter ajudas adicionais sobre como chegar ao seu destino, bastando entrar em contacto com estas mesmas personagens. Desta forma, a pessoa será novamente estimulada ao escolher um novo caminho. No entanto, existirá sempre liberdade total para o jogador poder visualizar e explorar o ambiente exterior, tendo sempre em conta os obstáculos existentes.

Com base nas ideias estabelecidas anteriormente, foi também planeado inserir uma vertente que envolve comprar, virtualmente, objetos decorativos que promovam o entretenimento do jogador, como, por exemplo, roupas, dispositivos eletrónicos, sementes de frutas ou animais de estimação. Podem ser incluídos minijogos secundários que estejam relacionados com a compra destes objetos (e.g. o jogador pode comprar um animal de estimação e tem, como tarefa diária, de passeá-lo por um determinado caminho, promovendo a orientação espacial). Desta forma, o jogador pode construir a sua própria história, desempenhando tarefas apenas relacionadas com os objetos que compra. Este fator, apesar de ser secundário no âmbito do programa de estimulação, apresenta um papel fundamental, devido à diversão proporcionada aos jogadores, permitindo a personalização do jogo ou da personagem.

6.6.3 Implementação do servidor e base de dados

É pretendido construir um servidor externo, assim como a implementação de um protocolo de comunicação, cuja responsabilidade é controlar o acesso dos dados provenientes do jogo e promover a comunicação dos mesmos com uma aplicação cliente, que pode ser, constantemente, acedida pelo especialista. Esta comunicação será implementada, previsivelmente, com recurso ao protocolo REST. Ainda no contexto do componente servidor, é desejado que este contenha uma base de dados, definida e incorporada no mesmo, utilizando o phpmyadmin, que permite a gestão de bases de dados MySQL, facilitando o processo de administração da base de dados que será construída.

A utilização da base de dados interna permanecerá relevante para o circuito de jogo. Contudo, pretende-se construir uma base de dados externa que seja responsável por armazenar qualquer registo que envolva as atividades do jogador. A Figura 89 ilustra o cenário planeado para ambos os componentes

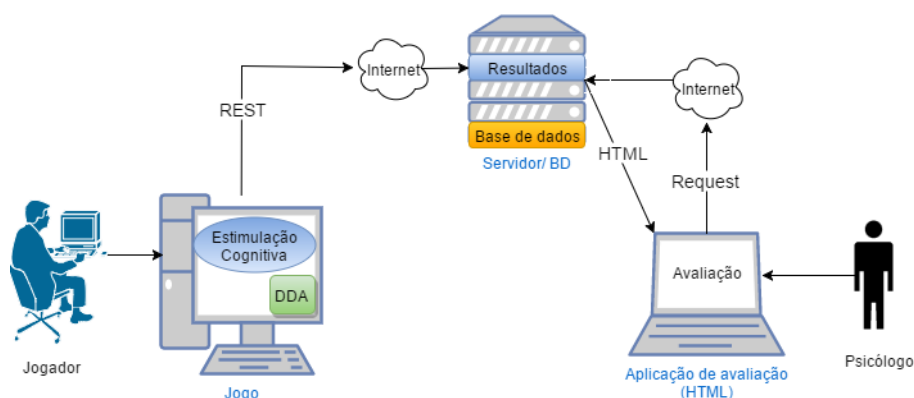


Figura 89 – Modelo arquitetural futuro

Serão realizados pedidos REST ao servidor externo, para que a informação possa fluir segundo uma estrutura pré-planeada do corpo da mensagem enviada. Este servirá, principalmente, para comunicar os dados ao especialista e receber os pedidos provindos da aplicação de avaliação e do jogo. Para o desenvolvimento e implementação do servidor, será utilizada a linguagem de programação Node.js, devido às suas vantagens (ver secção 3.2.2) em relação à concorrência e à utilização de um sistema não bloqueante, quando são efetuados inúmeros pedidos assíncronos ao servidor.

Os resultados são, então, enviados, via REST, para o servidor que, por sua vez, irá inserir os mesmos na base de dados incorporada, pelo que estes serão, posteriormente, acedidos pelo especialista, via HTML, na aplicação *web* de avaliação.

Visto que os dados já estão a ser corretamente exportados para os ficheiros de texto destino, apenas é necessário construir o modelo da base de dados, assim como a sua alocação no servidor externo. Como planeado inicialmente, pretende-se que esta base de dados siga uma estrutura sólida e com base no modelo de *output* utilizado (ver secção 5.8). A Figura 90 ilustra um esboço do modelo relacional planeado, que tem como objetivo representar a organização das tabelas da base de dados, assim como as suas relações.

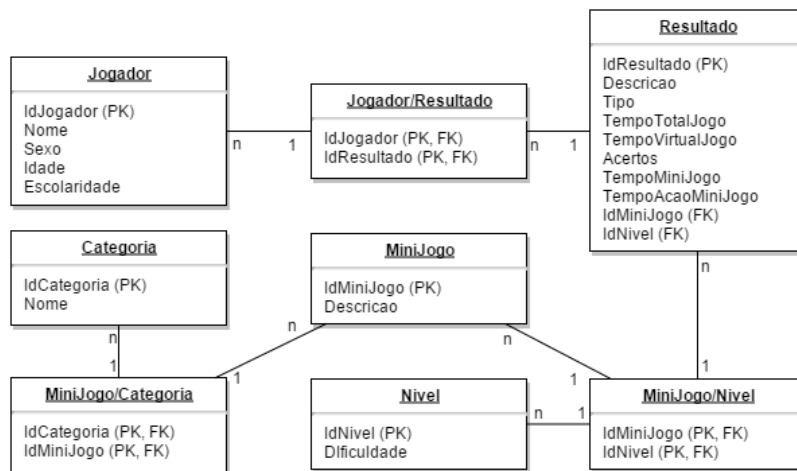


Figura 90 – Modelo relacional a implementar

O modelo da Figura 90 traduz, esquematicamente, o que foi mencionado anteriormente acerca das relações e dos componentes mais importantes no jogo. A base de dados será composta pelas tabelas demonstradas, pelo que é importante reter as informações essenciais para o especialista analisar, convenientemente, as mesmas e retirar as respetivas conclusões.

A tabela “Jogador” tem como objetivo reter algumas informações acerca do utilizador. Existe um conjunto diferenciado de fatores que influenciam o desempenho do jogador, como o nível de cansaço, a idade, a escolaridade, o sexo, a motivação, entre outros, pelo que é importante, no final, considerar este tipo de informações, para que o diagnóstico realizado seja o mais

adequado e correto possível. Com a ligação entre esta tabela e a tabela “Resultado”, podemos, facilmente, associar os resultados aos respetivos jogadores, sendo este o requisito básico para o especialista realizar o seu diagnóstico.

Na tabela “Resultado”, estão contidos os campos mais críticos para o processo de avaliação cognitiva final, isto é, todos os resultados do jogador, obtidos através da realização dos minijogos (e.g. número de acertos). Também é necessário salientar a importância em existir uma relação entre os minijogos e os respetivos níveis e categorias. Um minijogo pode abordar categorias diferentes, ou seja, o minijogo pode testar aspetos como a atenção e a memória, em simultâneo, assim como apenas pode abordar uma só categoria. Relativamente aos níveis, estes serão um importante fator a considerar aquando a análise dos resultados finais, pelo que, os resultados do mesmo minijogo, mas em níveis diferentes, devem ser considerados de forma distinta. É, igualmente, importante especificar que um único resultado está diretamente relacionado com um minijogo e respetivo nível.

Prevê-se que a base de dados seja inserida no componente servidor. A finalidade é de existir apenas um processo de comunicação, isto é, transferir os dados para o servidor para que, posteriormente, o especialista possa consultá-los na aplicação cliente. Pretende-se construir esta aplicação com recurso ao *HTML*, que apenas será responsável por receber e organizar toda a informação pedida pelo utilizador, ou seja, pelo especialista.

6.6.4 Exploração do DDA

O DDA foi criado para fazer parte da estrutura interna deste projeto. Contudo, tomaram-se alguns cuidados em relação ao acoplamento e à coesão, pelo que surgiu a hipótese deste componente ser comercializado de forma independente, integrando-se com outros jogos que necessitem de adaptar a sua dificuldade, assim como dos seus minijogos ou tarefas. Conforme mencionado (ver secção 5.7), o DDA foi criado segundo uma lógica de cliente/servidor, o que facilita a sua integração numa biblioteca ou até mesmo num servidor, *online*, que fornece as suas funcionalidades para gerir outros jogos. Para que isto seja possível, basta que a biblioteca ou servidor seja implementado em C#, ou seja, na linguagem de programação predominante neste projeto e com base na qual o DDA foi desenvolvido e implementado. Juntamente com este fator, deve ser disponibilizada a interface *IGame*, que é responsável por abstrair o DDA das comunicações com o jogo. Seguindo estes passos, o DDA poderá ser reutilizado para gerir outros jogos. No futuro, para além de disponibilizar o DDA para outras aplicações, pretende-se implementar melhorias neste campo, como, por exemplo, adaptar a dificuldade do jogo com base no tempo de execução, previamente estipulado, de uma determinada tarefa, para que o jogador a possa terminar sem necessitar de perder.

6.6.5 Exploração comercial

A descrição técnica da plataforma prevê uma fase de desenvolvimento de, aproximadamente, quatro anos. Devido à sua forte componente científica e tecnológica, este projeto é candidato para bolsa de investigação, sendo esta composta por duas fases principais: O desenvolvimento da plataforma de avaliação e estimulação cognitiva e as respetivas fases de avaliação.

É necessário inserir o projeto em clínicas especializadas, que lidam com utentes com défices cognitivos elevados ou com outros problemas patológicos. Desta forma, será possível provar a eficiência e utilidade da plataforma, recolher *feedback* importante, com vista a melhorar a lógica ou o sistema gráfico implementado no jogo e refinar os componentes, no que diz respeito à promoção da estimulação cognitiva. Caso se prove a hipótese principal, após a análise científica dos resultados da estimulação realizada, é seguro concluir que a plataforma revoluciona a área científica em questão. Após este cenário, considerado o mais ideal, torna-se essencial comercializar o produto, para que especialistas ou outras entidades, externas à área de investigação presente, possam implementar todas as funcionalidades da plataforma em programas de estimulação ou avaliação neurocognitiva. Esta comercialização será baseada na compra da aplicação principal (jogo) e, conseqüentemente, no acesso a um servidor dedicado ao efeito. Adicionalmente, como mencionado anteriormente (ver secção 6.6.4), o DDA poderá ser comercializado à parte da plataforma e adaptado a qualquer jogo que implemente um mecanismo de minijogos, tarefas ou missões.

6.7 Divulgação do projeto

Durante a fase de desenvolvimento do projeto, foram dadas algumas oportunidades, aos intervenientes, com vista à divulgação e projeção da componente científica e tecnológica do projeto em mãos.

6.7.1 Conferência SGAMES 2016

A conferência internacional SGAMES foca na apresentação de estudos, teorias, aplicações ou outras práticas no campo dos jogos sérios, abordando qualquer área científica, como, por exemplo, áreas relacionadas com cognição, psicologia, avaliação, conteúdo educativo, tecnologias de informação, simulações, entre outras. Em suma, a conferência interessa-se em novas abordagens científicas, resultados de experiências e aplicações baseadas no mundo real (Conference Organizing Committee 2016).

Com o apoio do GILT e dos professores Nuno Escudeiro e Paula Escudeiro, foi proposta a realização e posterior submissão, para a conferência SGAMES 2016, de um artigo baseado no projeto de dissertação, explicando e detalhando a área científica abordada, o problema principal associado e a solução proposta. Posto isto, foi, então, desenvolvido um artigo (ver Anexo 3) que descreve os pontos mencionados, seguindo uma estrutura previamente

disponibilizada pelo comité organizador da conferência. Após submissão, a equipa de desenvolvimento efetuou uma apresentação do artigo em questão (ver Anexo 4), perante todos os participantes da conferência.

Através desta oportunidade, foi possível divulgar o projeto em mãos e a sua utilidade e relevância nas áreas dos jogos sérios e da estimulação neurocognitiva. Adicionalmente, fazer parte de uma conferência influente na área dos jogos sérios, assim como partilhar experiências, histórias e conhecimentos com os outros participantes, provenientes de vários países, contribuiu para uma melhor visão acerca do jogo desenvolvido e para a elaboração de novas ideias que o mesmo poderá implementar no futuro.

6.7.2 Serious Game Show

No final do primeiro dia, da conferência mencionada anteriormente (ver secção 6.7.1), foi realizada uma apresentação prática de alguns jogos sérios, com o objetivo de demonstrar o conteúdo dos mesmos aos participantes da conferência e a outras entidades internas e externas ao ISEP (e.g. professores e alunos). Esta apresentação seguiu um formato de exposição e serviu, maioritariamente, para explicar os objetivos do jogo e a base do seu desenvolvimento, assim como foram esclarecidas dúvidas, a alguns convidados e alunos, acerca de pormenores técnicos implementados.

Durante e após a exposição, o público realizou uma votação, individual e anónima, para escolher o melhor jogo apresentado, com base nas suas especificidades técnicas, científicas e gráficas. No final da conferência, com base na votação previamente realizada, este projeto foi declarado como vencedor da exposição, sendo atribuído, aos autores, o respetivo certificado (ver Anexo 5).

7 Conclusões

Embora o projeto apresente uma larga dimensão e complexidade, foi possível construir e finalizar uma primeira versão do mesmo, que dá resposta às suas principais exigências. Um dos principais fatores, que contribuiu para este sucesso, consistiu na metodologia de programação a pares. Toda a cooperação encontra-se subentendida em todos os capítulos da dissertação, pelo que é necessário concluir que esta metodologia teve um papel fundamental, permitindo atingir um ponto que ultrapassa as expectativas iniciais.

O projeto desenvolvido oferece uma alternativa inovadora aos testes tradicionais realizados em ambientes clínicos. Mais especificamente, este consegue recriar cenários, apresentados aos utentes nestas mesmas consultas (e.g. testes de diagnóstico com recurso a símbolos, números e palavras), e agrega-os, no jogo, em forma de minijogos, promovendo, ao mesmo tempo, a validade ecológica, para que o utilizador tenha a noção da utilidade dos testes que executa. Estas tarefas são referentes ao mundo real, facilitando a transferência dos resultados para as tarefas que os utentes realizam no seu quotidiano e, conseqüentemente, melhorando a sua interação com o meio ambiente. Desta forma, torna-se possível prevenir o aparecimento do *stress*, normalmente associado aos programas de estimulação cognitiva tradicionais, e conseguir obter resultados mais precisos e sem influências do ambiente clínico que rodeia o sujeito.

Como mencionado a solução vai de encontro às necessidades do problema a resolver, pelo que oferece uma nova estratégia baseada nos testes tradicionais e adaptada, especificamente, para cada sujeito que utilize a plataforma, através do ajustamento automático da dificuldade. Com base nos resultados obtidos nas experiências realizadas, os sujeitos, mesmo nunca tendo utilizado um computador e apresentarem défices cognitivos elevados, foram capazes de concretizar algumas tarefas e interagir, quase perfeitamente, com o jogo, pelo que é seguro concluir que o mesmo encontra-se preparado para lidar com jogadores que não apresentem qualquer conhecimento técnico informático. Acima de tudo, conseguiu-se observar a importância da validade ecológica. Através dos cenários implementados, verificou-se que, de uma forma geral, os jogadores focavam-se, principalmente, nas tarefas que teriam de executar,

devido ao reconhecimento imediato dos cenários, abstraindo-se do meio envolvente. Esta abstração gera um maior nível de concentração, o que leva à realização de um maior número de tarefas e à concretização de um treino de estimulação mais completo.

Porém, mais experiências e fases de avaliação devem ser implementadas, para que se consiga obter resultados mais precisos e fidedignos, comprovando, conseqüentemente, que a solução desenvolvida revoluciona a área da Psicologia Clínica e da Saúde.

Referências

- American Psychiatric Association, 2013. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition (DSM-5). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition TR.*, p.280.
- Anguera, J.A. et al., 2013. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(7465), pp.97–101. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3983066&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Arambarri, J. et al., 2014. Investigating the Potential market of a Serious Game for Training of Alzheimer’s Caregivers in a Northern Spain region. *International Journal of Serious Games*, 1(4), pp.2384–8766. Available at: <http://dx.doi.org/10.17083/ijsg.v1i4.36>.
- Bayer, T., 2007. REST Web Services. *Open Source & Web*, pp.3–5. Available at: http://www.thomas-bayer.com/resources/rest/rest_webservices.pdf.
- Boinodiris, P., 2009. Serious games for smarter skills: The future of learning.
- Boulay, M. et al., 2011. A pilot usability study of MINWii, a music therapy game for demented patients - Technology and Health Care - Volume 19, Number 4 / 2011 - IOS Press. *Technology and Health Care*, 19(4), pp.233–246. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/y349503844kq31tw/>.
- Broadbent, D.E., 1966. Perception and communication. *Education + Training*, 8(6), pp.264–269.
- Burke, J.W. et al., 2009. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *Visual Computer*, 25(12), pp.1085–1099.
- Carnevale, P.J. & Pruitt, D.G., 1992. Negotiation And Mediation. *Annual Review of Psychology*, 43(1), pp.531–582.
- Carvalho, F., 2011. Psicologia: Memória. Available at: <http://psicologiacop.blogspot.pt/p/memoria.html> [Accessed February 9, 2016].
- Chaytor, N. & Schmitter-Edgecombe, M., 2003. The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), pp.181–197.
- Coltheart, M., 2001. Assumptions and methods in cognitive neuropsychology. *The Handbook of Cognitive Neuropsychology What Deficits Reveal About the Human Mind*, pp.3–21. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Assumptions+and+methods+in+cognitive+neuropsychology#0>.
- Conference Organizing Committee, 2016. SGAMES 2016 - 6th EAI International

- Conference on Serious Games, Interaction and Simulation. 2016. Available at: <http://sgamesconf.org/2016/show/home>.
- Craik, F. I. M. & Salthouse, T.A. (Eds. ., 2008. *The handbook of aging and cognition (3rd edition)*,
- Duffau, H. & Hugues, D., 2006. Brain plasticity: From pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *Journal of Clinical Neuroscience*, 13(9), pp.885–897. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967586806004383>.
- Fl, R. & Alves, L., 2014. Implementação de um Programa de Treino Processual da Atenção num Grupo de Idosos Implementação de um Programa de Treino Processual da Atenção num Grupo de Idosos.
- Giambra, L.M. & Arenberg, D., 1993. Adult age differences in forgetting sentences. *Psychology and Aging*, 8(3), pp.451–462.
- Glisky, E.L., 2007. Changes in cognitive function in human aging. In *Brain aging: models, methods, and mechanisms*. pp. 3–20. Available at: http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=aDn3SW2l49wC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Changes+in+Cognitive+Function+in+Human+Aging&ots=Vfw2VPv0IF&sig=cK-pFQtbJlNa_KpA3a5SNi-APw\nhttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=aDn3SW2l49wC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Changes+in+Cogni.
- Head, D. et al., 2002. Age-related differences in the course of cognitive skill acquisition: the role of regional cortical shrinkage and cognitive resources. *Psychology and aging*, 17(1), pp.72–84.
- Hedden, T. & Gabrieli, J.D.E., 2004. Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, 5(2), pp.87–96. Available at: <http://www.nature.com/nrn/journal/v5/n2/abs/nrn1323.html\nhttp://www.nature.com/nrn/journal/v5/n2/pdf/nrn1323.pdf\nhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14735112>.
- Kelly, M.E. et al., 2014. The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 15, pp.28–43. Available at: http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=medl&AN=24607830\nhttp://bf4dv7zn3u.search.serialssolutions.com.myaccess.library.utoronto.ca/?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft_id=info:sid/Ovid:medl&rft.ge.
- Logan, J.M. et al., 2002. Under-recruitment and nonselective recruitment: Dissociable neural mechanisms associated with aging. *Neuron*, 33(5), pp.827–840.
- Ma, M., Oikonomou, A. & Jain, L., 2011. Innovations in Serious Games for Future Learning. In *Serious Games and Edutainment* pp. 3–7. Available at:

<http://www.springerlink.com/index/R07145825756131N.pdf>.

Mayas, J. et al., 2014. Plasticity of attentional functions in older adults after non-action video game training: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 9(3).

McCallum, S. & Boletsis, C., 2013. Dementia games: A literature review of dementia-related serious games. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp. 15–27.

Meijer, L., 2009. Performance difference between Javascript and C# Script. Available at: <http://answers.unity3d.com/questions/7567/is-there-a-performance-difference-between-unitys-j.html> [Accessed February 9, 2016].

Nicola, S., 2016a. Análise de valor de negócio, Aula 1.

Nicola, S., 2016b. Análise de valor de negócio, Aula 2.

Nicola, S., 2016c. Análise de valor de negócio, Aula 3.

Nicola, S., 2016d. Análise de valor de negócio, Aula 4.

Niu, Y.-X. et al., 2010. Cognitive stimulation therapy in the treatment of neuropsychiatric symptoms in Alzheimer's disease: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 24(12), pp.1102–1111.

Osterwalder, A. & Pigneur, Y., 2010. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*,

Padala, K.P. et al., 2012. Wii-fit for improving gait and balance in an assisted living facility: A pilot study. *Journal of Aging Research*, 2012.

Rajan, K.B. et al., 2015. Cognitive impairment 18 years before clinical diagnosis of Alzheimer disease dementia. *Neurology*, 85(10), pp.898–904. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26109713>.

Rimmer, E. et al., 2005. Implications of the Facing Dementia Survey for policy makers and third-party organisations across Europe. *International journal of clinical practice. Supplement*, 59(146), pp.34–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15801191>.

Rizzo, A. "Skip" & Kim, G.J., 2005. A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality Rehabilitation and Therapy. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 14(2), pp.119–146.

Rizzo, a a, Wiederhold, M. & Buckwalter, J.G., 1998. Basic issues in the use of virtual environments for mental health applications. *Studies in health technology and informatics*, 58, pp.21–42. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10350922>.

- Robert, P.H. et al., 2014. Recommendations for the use of serious games in people with Alzheimer's disease, related disorders and frailty. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(MAR). Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84898047216&partnerID=40&md5=dfbafd0b8a240a85a6da92f83ec6199a>.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), p.83. Available at: <http://www.inderscience.com/link.php?id=17590>.
- Sanchez, R., 2015. Comparing Node.js vs PHP Performance - HostingAdvice.com. Available at: <http://www.hostingadvice.com/blog/comparing-node-js-vs-php-performance/> [Accessed February 12, 2016].
- Silva, J.A.D.O. et al., 2009. Estrutura de prática e complexidade da tarefa no processo adaptativo de aprendizagem motora. *Revista da Educação Física/UEM*, 20(3), pp.313–323.
- Simon, S.S., Yokomizo, J.E. & Bottino, C.M.C., 2012. Cognitive intervention in amnesic Mild Cognitive Impairment: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(4), pp.1163–1178.
- Tardif, S. & Simard, M., 2011. Cognitive stimulation programs in healthy elderly: a review. *International journal of Alzheimer's disease*, 2011, p.378934.
- Tarnanas, I. et al., 2014. Can a novel computerized cognitive screening test provide additional information for early detection of Alzheimer's disease? *Alzheimer's and Dementia*, 10(6), pp.790–798.
- Technologies, U., 2015a. Unity - C# vs JS syntax. Available at: <https://unity3d.com/pt/learn/tutorials/modules/beginner/scripting/c-sharp-vs-javascript-syntax> [Accessed February 9, 2016].
- Technologies, U., 2015b. Unity - Manual: Creating and Using Scripts. Available at: <http://docs.unity3d.com/Manual/CreatingAndUsingScripts.html> [Accessed February 9, 2016].
- Tedim Cruz, V., 2014. Notícia no Público – Sistema online que facilita a ligação entre médicos e doentes » Cogweb. 2014. Available at: <http://cogweb.pt/blog/2014/05/30/noticia-no-publico-sistema-online-que-facilita-a-ligacao-entre-medicos-e-doentes/>.
- Tedim Cruz, V. et al., 2011. Usability test on a rehabilitation tool designed for intensive home-based cognitive training - COGWEB(registered trademark). *Journal of Neurology*, 258, p.573. Available at: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L70408704\nhttp://dx.doi.org/10.1007/s00415-011-6026-9\nhttp://link.kib.ki.se/?sid=EMBASE&iissn=03405354&id=doi:10.1007/s00415-011-6026-9&atitle=Usability+test+on+a+rehabilitation+too>.
- V., A.-C. & P., C., 2012. Normative data for healthy middle-aged and elderly performance on the addenbrooke cognitive examination-revised. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 25(2), pp.72–76. Available at:

<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=2012348414>.

Wecker, N.S. et al., 2005. Mental flexibility: age effects on switching. *Neuropsychology*, 19(3), pp.345–352.

Weybright H., E., Dattilo, J. & Rusch R., F., 2010. Effects of an Interactive Video Game (Nintendo Wii™) on Older Women with Mild Cognitive Impairment. *Therapeutic Recreation Journal*, 44(4), pp.271–287. Available at: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=2010993659&site=ehost-live>.

Wiemeyer, J. & Kliem, A., 2012. Serious games in prevention and rehabilitation - a new panacea for elderly people? *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(1), pp.41–50.

Wilson, B., Mateer & So, 2002. Cognitive rehabilitation, an integrative neuropsychological approach. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 72, p.421.

Wolinsky, F.D. et al., 2006. The effects of the ACTIVE cognitive training trial on clinically relevant declines in health-related quality of life. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 61(5), pp.S281–S287.

Wollersheim, D. et al., 2010. Physical and Psychosocial Effects of Wii Video Game Use among Older Women Physical and Psychosocial Effects of Wii Video Game Use among Older Women Introduction. *Society*, 8(2), pp.85–98. Available at: <http://gateway.library.qut.edu.au/login?url=http://search.proquest.com/docview/847197904?accountid=13380>.

Woodall, T., 2003. Conceptualising “Value for the Customer”: An Attributional, Structural and Dispositional Analysis. *Academy of Marketing Science Review*, 12(5), pp.1–42.

Woollett, K. & Maguire, E.A., 2011. Acquiring “the knowledge” of London’s layout drives structural brain changes. *Current Biology*, 21(24), pp.2109–2114.

Yamaguchi, H., Maki, Y. & Takahashi, K., 2011. Rehabilitation for dementia using enjoyable video-sports games. *International Psychogeriatrics*, 23(4), pp.674–676. Available at: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=psyc8&AN=2011-09264-023\nhttp://nhs4315967.on.worldcat.org/atoztitles/link?sid=OVID:psycdb&id=pmid:&id=doi:10.1017/S1041610210001912&issn=1041-6102&isbn=&volume=23&issue=4&spage=674&pag>.

Anexos

Anexo 1 – Procura de caminhos A*

O seguinte *output* diz respeito ao cálculo do caminho entre os pontos ilustrados na Figura 86.

```
início (9,4) fim (22,4)

início iteração = 0
(16.0, 2.0) (9.0, 4.0)

início iteração = 1
(17.0, 3.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0)
(17.0, 3.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0)

início iteração = 2
(17.0, 3.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)

início iteração = 3
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)

início iteração = 4
(19.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 5
(19.0, 6.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 6
(19.0, 7.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 7
(19.0, 8.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0) (13.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 8
(19.0, 9.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0) (13.0, 6.0) (14.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 9
(19.0, 10.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0) (13.0, 6.0) (14.0, 6.0) (15.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 10
(19.0, 11.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0) (13.0, 6.0) (14.0, 6.0) (15.0, 6.0) (16.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 11
(19.0, 12.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (10.0, 6.0) (11.0, 6.0) (12.0, 6.0) (13.0, 6.0) (14.0, 6.0) (15.0, 6.0) (16.0, 6.0)
(17.0, 6.0)
(19.0, 4.0) (9.0, 4.0) (9.0, 3.0) (9.0, 2.0)
(21.0, 5.0) (9.0, 4.0) (9.0, 5.0) (9.0, 6.0) (9.0, 7.0)

início iteração = 12
```


Anexo 2 – Design Document (simplificado)

Cognitive Stimulation Game: *Design Document*

Jorge Neto - 1110156

João Costa - 1110783

Ricardo Alves

Cenários

A negrito encontra-se o conteúdo interativo.

Título do cenário	Quarto
Descrição	O principal objetivo deste cenário é inicializar o tutorial e o teste diagnóstico implementados, assim como iniciar o circuito principal do jogo.
Conteúdo Base	Cama; Guarda roupa; Porta; Candeeiro ; Tapete; Mesinha cabeceira;
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória

Título do cenário	Cozinha
Descrição	Este cenário será o núcleo do jogo, isto é, serão aqui efetuadas as atividades principais do mesmo. Estas atividades disponibilizam os meios necessários para os utilizadores adquirirem ingredientes para as suas receitas e energia necessária para continuar a jogar.
Conteúdo Base	Fogão; Frigorífico; Despensa; Livro de receitas ; Armários para a loiça; Mesa; Cadeiras; Loiça (Panela, Prato, Garfo, Faca); Forno
Áreas de treino	Atenção e Memória

cognitivo	
------------------	--

Título do cenário	Supermercado
Descrição	É neste local que serão comprados os ingredientes para a construção das receitas, escolhidas previamente pelos utilizadores.
Conteúdo	Bancas com produtos (água, arroz, azeite...); Caixa de pagamento / Zona de pagamento;
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória

Título do cenário	Rua
Descrição	Local de transição entre a casa e o supermercado e outros estabelecimentos. É neste cenário, que simula o exterior, que o jogador poderá apanhar o autocarro para se deslocar.
Conteúdo	Casas; Supermercado; Estradas; Bilheteira do autocarro; Jardins; Árvores; Autocarro;
Áreas de treino cognitivo	Atenção, Memória e Orientação

Tutorial – Apresentação do jogo

Título da tarefa	Introdução ao jogo
Descrição/Passos	1 - A pessoa acorda, no quarto, e é recebida com mensagens de boas-vindas que introduzem o jogo e ensinam como interagir com o mesmo.
Conteúdo	Mensagem (GUI);
Objetivo principal	Introduzir a pessoa ao jogo

Título da tarefa	Acender candeeiro
Descrição/Passos	1 - A pessoa deve testar a interação do jogo, carregando no candeeiro para acender a luz
Conteúdo	Mensagem (GUI) , Candeeiro, Cama;
Objetivo principal	Testar a interação com o jogo

Título da tarefa	Adaptação do minijogo do guarda-fatos
Descrição/Passos	1 - O jogador deve deslocar-se até ao guarda-fatos e ativar o minijogo. 2 – O jogador deve realizar a versão reduzida do minijogo do guarda-fatos, selecionando os objetos pedidos
Conteúdo	Guarda-fatos ;
Objetivo principal	Ensinar o jogador a interagir com objetos

Avaliação (Teste Diagnóstico)

A pessoa será introduzida num contexto em que será o seu aniversário e terá de enviar quatro convites, para uma morada específica. Durante este processo a pessoa terá de enfrentar pequenos testes.

Área a avaliar	Orientação temporal
Descrição	Inserção da data, da estação do ano e do dia da semana (3 minutos).
Pontuação	Data: 1 ponto para cada campo = 5 pontos total.

Área a avaliar	Orientação temporal/Visuoconstrutiva
-----------------------	---

Descrição	Teste do relógio: construção de um puzzle na forma de um relógio em que será pedido ao sujeito para colocar os ponteiros e os números na posição correta, pedindo uma hora específica, tendo de acertar a mesma. Também será pedido ao sujeito para colocar a data atual (ano/mês/dia), a estação atual e o dia da semana em que se encontra.
Conteúdo	Relógio; Ponteiros; Números;
Pontuação	Montar relógio: 1 ponto para montar peças e 1 ponto para pivot = 2 pontos total. N ^{os} /Ponteiros: 1 ponto para cada número + 1 ponto para cada ponteiro + 1 ponto pela ordem = 12 + 2 + 1 = 15 pontos total.

Área a avaliar	Memória
Descrição	Será dito, oralmente, ao sujeito para memorizar uma morada. Este terá três tentativas, escritas, para a decorar.
Conteúdo	Morada
Pontuação	Sem pontuação oficial

Área a avaliar	Atividade de interferência: Nomeação
Descrição	A pessoa terá de nomear um conjunto de 7 objetos.
Conteúdo	Baú; Objetos de escritório;
Pontuação	1 ponto por cada objeto = 7 pontos total

Área a avaliar	Memória: Evocação / Linguagem: Escrita
Descrição	A pessoa terá de introduzir a morada que decorou previamente.
Conteúdo	Envelope

Pontuação	7 pontos
------------------	----------

Área a avaliar	Atenção/Concentração/Busca Visual
Descrição	A pessoa terá de encontrar, entre 27 objetos, os 7 anteriores que nomeou anteriormente.
Conteúdo	Baú; Objetos;
Pontuação	7 pontos

Área a avaliar	Orientação espacial
Descrição	A pessoa será teletransportada para a rua e terá de encontrar o marco do correio, sendo a sua localização transmitida ao jogador.
Conteúdo	Cenário completo da rua
Pontuação	3 pontos

Área a avaliar	Atenção: Cálculo Mental
Descrição	A pessoa terá de introduzir as moedas suficientes para pagar o selo/carta (drag and drop das moedas até chegar ao valor final). O preço é 2,35€ e vai ter apenas disponível moedas no valor de 50, 20, 10 e 5 cêntimos.
Conteúdo	Moedas
Pontuação	4 pontos

Minijogos

Título do minijogo	Quarto – Guarda-fatos
Descrição	Este minijogo consiste na pessoa ter a capacidade de escolher, entre um conjunto de roupa, aquela peça que é pedida. Paralelamente, a pessoa terá de conseguir vestir-se na ordem certa.
Conteúdo	Roupa; Acessórios; Guarda-fatos;
Áreas de treino cognitivo	Majoritariamente focado no processo de atenção seletiva
Dificuldade	Dificuldade 1 - objetos iguais, cor diferente; Dificuldade 2 - objetos diferentes, cor diferente; Dificuldade 3 - objetos diferentes, cor a interferir; Dificuldade 4 - objetos diferentes, pergunta a interferir (cor);

Título do minijogo	Quarto – Armário
Descrição	Este minijogo consiste em procurar um ou mais livros pelo quarto com possíveis distrações visuais (semelhança de objetos, cor, etc).
Conteúdo	Todos os objetos do quarto;
Áreas de treino cognitivo	Treina majoritariamente o processo da atenção focada, da busca visual, da memória, e do processo visuocognitivo.
Dificuldade	Dificuldade 1: Redução do tamanho dos objetos Dificuldade 2: Alteração da textura e do local dos objetos Dificuldade 3: Aumento do número de itens a procurar

Título do minijogo	Cozinha - Despensa/Frigorífico
---------------------------	--------------------------------

Descrição	Procurar na despensa/frigorífico se tem os ingredientes necessários, para cozinhar as receitas, ou se precisa de comprar
Conteúdo	Produtos (leite, batatas, carne, legumes...); Utensílios de cozinha; Equipamentos;
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória

Título do minijogo	Cozinha - Processo sequencial de cozinhar
Descrição	Processar os vários passos que levam à construção da receita (ligar fogão, cortar ingredientes, mexer panela...)
Conteúdo	Produtos; Utensílios; Eletrodomésticos; Cadeiras; Mesas;
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória

Título do minijogo	Rua - Rotas
Descrição	Escolha da rota, entre muitas, para chegar ao destino pretendido (e.g. supermercado). Arrastar as moedas necessárias para comprar o bilhete do autocarro
Conteúdo	Ruas e paragens
Áreas de treino cognitivo	Atenção, Memória e Cálculo Mental

Título do minijogo	Rua - Viagem de autocarro
Descrição	Entrar no autocarro correto e sair numa determinada paragem da rota previamente registada
Conteúdo	Aparelho que diz as paragens; Pessoas; Passagem de bilhete; Bancos; Campainha;

Áreas de treino cognitivo	Maioritariamente memória
----------------------------------	--------------------------

Título do minijogo	Supermercado - Lista de compras
Descrição	Encontrar e escolher os ingredientes que pretende comprar
Conteúdo	Prateleiras; Produtos de supermercado; Caixa; Secções marcadas por categorias (associar categoria ao produto);
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória
Dificuldade	Dificuldade 1: cor diferente; forma e categoria igual Dificuldade 2: cor e forma diferente; categoria igual Dificuldade 3: categoria diferente; forma e cor igual Dificuldade 4: categoria e forma diferente; cor igual Dificuldade 5: forma diferente; categoria e cor igual

Título do minijogo	Supermercado - Caixa registadora
Descrição	Cálculo das moedas necessárias para comprar os artigos
Conteúdo	Caixa registadora; Dinheiro virtual/Moedas;
Áreas de treino cognitivo	Atenção e Memória
Dificuldade	Dificuldade 1: soma Dificuldade 2: subtração Dificuldade 3: multiplicação Dificuldade 4: divisão Dificuldade 5: soma + subtração

	<p>Dificuldade 6: soma + subtração + multiplicação</p> <p>Dificuldade 7: soma + subtração + multiplicação + divisão</p>
--	---

Tutorial – 1º Ciclo do jogo

Título do cenário	Quarto
Descrição/Passos	<p>1 - A pessoa acorda, no quarto, e é recebida com uma mensagem de boas-vindas ao jogo. Os objetivos do mesmo são explicados à pessoa.</p> <p>2 - A pessoa deve vestir-se no guarda-fatos e encontrar alguns objetos no armário.</p>
Conteúdo	Cama; Mensagem (GUI) ; Armário ; Guarda-fatos
Objetivo principal	Introduzir a pessoa ao quarto

Título do cenário	Percurso Quarto-Cozinha
Descrição/Passos	1 - A pessoa segue “pin-points” que a guiam do quarto até à cozinha
Conteúdo	Setas/Objetos de orientação
Objetivo principal	Orientar a pessoa à cozinha e fazê-la conhecer a casa

Título do cenário	Cozinha
Descrição/Passos	<p>1 - A pessoa dirige-se à cozinha para escolher a receita mais simples.</p> <p>2 – O jogador deve ir à despensa e verificar que ingredientes tem disponíveis (neste caso básico, apenas terá de procurar até dois ingredientes)</p> <p>3 – O jogador deve memorizar a lista de compras com os restantes ingredientes a comprar</p>

Conteúdo	Ingredientes; Utensílios/Mobiliário de cozinha; Despensa
Objetivo principal	Ensinar a pessoa a utilizar os ingredientes da despensa e introduzir o processo de cozinhar e ida ao supermercado

Título do cenário	Percurso Cozinha-Rua
Descrição/Passos	1 - A pessoa vai ser guiada, através de pin-points, até à paragem de autocarro/bilheteira
Conteúdo	Rua e todos os objetos subjacentes; Setas/Objetos de orientação;
Objetivo principal	Guiar a pessoa até à rua

Título do cenário	Rua
Descrição/Passos	1 - Orientar a pessoa pela rua (por exemplo, dizer que só pode andar no passeio e nas passadeiras). 2 - Guiar, através de pin-points, a pessoa até à bilheteira/autocarro. 3 - Introduzir a pessoa à bilheteira e ao autocarro
Conteúdo	Rua e todos os objetos subjacentes; Bilheteira; Autocarro;
Objetivo principal	Introduzir a pessoa ao ambiente da rua, bilheteira e autocarro (ensiná-la a ir ao supermercado)

Título do cenário	Percurso Rua-Supermercado
Descrição/Passos	1 - Guiar, através de pin-points, a pessoa desde a paragem até ao supermercado
Conteúdo	Rua e todos os objetos subjacentes; Supermercado; Autocarro;
Objetivo principal	Guiar a pessoa até ao supermercado

Título do cenário	Supermercado
Descrição/Passos	1 - A pessoa vai selecionar alguns ingredientes que faltam (processo básico). 2 - A pessoa vai pagar, na caixa, os ingredientes que pretende comprar
Conteúdo	Produtos; Caixa;
Objetivo principal	Introduzir a pessoa ao supermercado (processo de seleção de produtos e processo de pagamento)

Story Board

Título	Main Menu
Número sequência	1
Narrativa	Se é a primeira vez que joga, clique em “Iniciar Jogo”. Caso tenha um progresso guardado, clique em “Continuar Jogo”. Se desejar ver quem desenvolveu o jogo, clique em “Ver Créditos”. Se desejar configurar algumas opções, clique em “Opções”. Caso deseje sair do jogo, clique “Sair”.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> ● Se o utilizador escolher “Iniciar Jogo”, a pessoa é transportada para o tutorial, após introduzir alguns dados; ● Se o utilizador escolher “Continuar Jogo”, a pessoa é transportada para o último ponto em que se encontrava, quando guardou o jogo pela última vez; ● Se o utilizador escolher “Ver Créditos”, a pessoa irá conseguir visualizar um texto que contém o nome dos autores do jogo; ● Se o utilizador escolher “Opções”, a pessoa irá conseguir modificar algumas configurações; ● Se o utilizador escolher “Sair”, a pessoa irá fechar o jogo.

Título	Opções
Número sequência	2

Narrativa	Caso pretenda desativar o teste diagnóstico, clique na checkbox respetiva.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • Se o utilizador selecionar a checkbox, o jogo iniciará com o teste diagnóstico. • Se o utilizador desseleccionar a checkbox, o jogo iniciará sem o teste diagnóstico.

Título	Créditos
Número sequência	3
Narrativa	Consulte as informações aqui disponíveis, acerca de quem desenvolveu o jogo
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • Se o utilizador pressionar em “Voltar ao Menu”, este é redirecionado para o menu principal

Título	Inserir nome
Número sequência	4
Narrativa	Dê um nome à sua personagem.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • Se o utilizador escrever um nome e pressionar em “Próximo passo”, ele vai ser direcionado para a escolha do gênero

Título	Inserir Gênero
Número sequência	5
Narrativa	Escolha, por favor, o seu gênero (M/F)
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • Se o utilizador selecionar um gênero e pressionar em “Começar Jogo”, ele vai iniciar o jogo.

Título	Tutorial do Diagnóstico - Candeeiro
Número sequência	6
Narrativa	Antes de começar a jogar, deve aprender algumas interações básicas: Em primeiro lugar, deve acender a luz.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> Se o utilizador conseguir acender a luz, irá ser apresentada uma mensagem a congratular o mesmo.

Título	Tutorial do Diagnóstico - Armário
Número sequência	7
Narrativa	Deve vestir algo mais adequado, acedendo ao armário. No armário irá ter de efetuar algumas escolhas, consoante o que é pedido nos enunciados.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> O utilizador terá de fazer diversas escolhas, baseando-se nos objetos apresentados e nas perguntas colocadas (e.g. São apresentadas três camisolas. O utilizador terá de escolher a camisola azul)

Título	Teste Diagnóstico - Relógio
Número sequência	8
Narrativa	O seu relógio partiu! Insira a data atual, a estação do ano e o dia da semana. De seguida, terá de o montar. Junte as peças do relógio e coloque os números e os ponteiros no sítio correto.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> O utilizador terá a oportunidade de inserir a data atual, a estação do ano e o dia da semana atual (orientação temporal). O utilizador conseguirá e terá de montar o relógio, juntando as peças do mesmo (puzzle), e colocar os números das horas e os ponteiros no sitio correto.

	<ul style="list-style-type: none"> • Se o utilizador carregar nas pontas dos ponteiros, estes irão rodar.
--	--

Título	Teste Diagnóstico - Memorizar Morada
Número sequência	9
Narrativa	Está na altura de convidar os seus amigos. Memorize a seguinte morada para colocar no envelope.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá três oportunidades de inserir a morada dada (via voz), escrevendo as mesmas três vezes na interface gráfica GUI.

Título	Teste Diagnóstico - Baú: Nomear objetos
Número sequência	10
Narrativa	Nomeie os 7 objetos necessários para construir os convites
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de nomear os objetos presentes na cena (e.g. lápis, caneta, etc...)

Título	Teste Diagnóstico - Escrever Morada
Número sequência	11
Narrativa	Escreva agora a morada que memorizou previamente para convidar os seus amigos.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador escreverá, num envelope, a morada que decorou previamente.

Título	Teste Diagnóstico - Baú: Encontrar objetos
---------------	--

Número sequência	12
Narrativa	Encontre no baú os objetos que nomeou anteriormente
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de encontrar, em 27 objetos, aqueles 7 que nomeou anteriormente.

Título	Teste Diagnóstico - Orientação Rua
Número sequência	13
Narrativa	Vire à direita na rua em frente para encontrar o marco do correio.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de encontrar o marco do correio

Título	Teste Diagnóstico - Pagamento de selo
Número sequência	14
Narrativa	Pague o selo do envelope a enviar. O preço é de 2,35€.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de arrastar as moedas para a caixa do correio, até chegar ao valor total a pagar pelo selo.

Título	Jogo Principal - Minijogo guarda-fatos
Número sequência	15
Narrativa	Vista-se, acedendo ao guarda-fatos
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • A pessoa acorda, no quarto, e é recebida com uma mensagem de boas-vindas ao jogo. O mesmo é explicado à

	<p>peessoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O jogador realiza o jogo do guarda-fatos
--	--

Título	Jogo Principal - Minijogo armário
Número sequência	16
Narrativa	O armário está desorganizado! Arrume-o, encontrando alguns objetos.
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de encontrar objetos

Título	Jogo Principal - Minijogo escolher receita / ver ingredientes
Número sequência	17
Narrativa	Escolha a receita que deseja cozinhar! Veja se tem os ingredientes na despensa
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de escolher receitas e de encontrar os ingredientes que precisa.

Título	Jogo Principal - Minijogo escolher rotas
Número sequência	18
Narrativa	Escolha a rota que tem de tomar para chegar ao supermercado!
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de escolher rotas

Título	Jogo Principal - Minijogo escolher paragem
---------------	--

Número sequência	19
Narrativa	Escolha a paragem onde deseja sair!
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de escolher paragem

Título	Jogo Principal - Minijogo escolher produtos
Número sequência	20
Narrativa	Escolha os produtos que pretende comprar para fazer a sua receita!
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de escolher produtos

Título	Jogo Principal - Minijogo pagar produtos
Número sequência	21
Narrativa	Pague os produtos na caixa!
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de realizar o minijogo de pagar produtos.

Título	Percurso inverso
Número sequência	22
Narrativa	Realize o percurso até casa para cozinhar a sua receita!
Interações	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador terá de fazer o percurso inverso, repetindo os minijogos da rua, para completar o minijogo de cozinhar

Título	Jogo Principal - Minijogo cozinhar
Número sequência	23
Narrativa	Cozinhe a sua receita! Siga os passos indicados!
Interações	<ul style="list-style-type: none">• O utilizador terá de realizar o minijogo de cozinhar

Anexo 3 – Paper: Neurocognitive stimulation game

Neurocognitive stimulation game:

Serious game for neurocognitive stimulation and assessment

João Costa*¹, Jorge Neto*¹, Ricardo Alves*², Paula Escudeiro^{1,2}, Nuno Escudeiro^{1,3}

¹Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal

²Games Interaction and Learning Technologies - GILT, Porto, Portugal,

³Laboratory of Artificial Intelligence and Decision Support, INESC TEC, Porto, Portugal
ricalves03@gmail.com, {1110783, 1110156, pmo, nfe}@isep.ipp.pt

*All co-authors contributed equally to this work.

Abstract. The ageing process is naturally accompanied by changes in people's cognitive processes. The European population ageing is a challenge for the European social policy and for the mental health professionals. New technologies can play an important role in the neurocognitive stimulation area as they possess characteristics that might reduce the anxiety levels of patients participating in neurocognitive stimulation or assessment programs. In particular, serious games provide a setting that can be explored to improve the easy access to neurocognitive stimulation and assessment, regardless of place and time, at a lower cost than traditional approaches. This paper presents a serious game aiming to analyse neurocognitive deficits and stimulate the players' deficitary neurocognitive processes. This game is built on top of sound neurocognitive psychotherapy for adults, mainly addressing the cognitive processes of attention and memory. The game will simulate real world scenarios, allowing a better generalization process due to ecological validity.

Keywords: Active Ageing, Neurocognitive Deficits, Neurocognitive Stimulation, Assessment, Serious Games, Unity, DDA.

1 Introduction

With the increasing number of the elderly in our population, it is possible to verify the consequent increase of the cognitive decline incidence. Neurocognitive stimulation has been a highly approached research area for the past years, as it offers new opportunities for people with cognitive impairments. Several neurocognitive stimulation programs are implemented in medical context, with the aim of slowing down cognitive decline [1] and, therefore, improving the life quality of the patients. However, these programs have some limitations that might compromise the desired impact on the individual's quotidian. These limitations involve, for example, the lack of ecological validity and patients' low motivation, due to the high emotional pressure they feel on following these neurocognitive stimulation programs and assessments [3]. Ecological validity can be seen as a transitional phenomenon, which analyses the current behavior, within specific environments related to the real world, by using discrete and reliable research methods [2]. The use of serious games is turning into a remarkable resource, as it offers computerized alternatives to neurocognitive stimulation and assessment programs. By focusing our efforts on reducing the impact of the above-mentioned limitations, i.e., reinforcing the need for ecological validity and adapt the tasks' difficulty levels, there is a high probability that the results obtained from a serious game's neurocognitive stimulation program can show positive results [4, 5].

Although the few projects that use serious games try to solve these problems, none of them covers efficiently the core aspects, such as ecological validity, that we address. Current approaches usually focus

on only computerizing the assessments and do not always consider the content of the program itself. In addition, there is no special attention given to the users' interaction.

Our methodology consists on developing a serious game, called SynapseToLife, which focus on the neurocognitive stimulation of the players, by making them perform several tasks, immersed in well-known scenarios, thus strengthening ecological validity. More importantly, the serious game will create a group of familiar daily life scenarios (e.g. kitchen) to the user, in order to allow an easier transfer of the stimulated cognitive abilities into the users' quotidian, given the ecological validity variable that we aim to approach [3, 6].

2 Problem description

With the increasing number of the elderly and the consequent incidence of cognitive decline associated, it becomes important to invest in mental health, to minimize the social and economic impacts of this phenomenon, promoting active ageing.

Since the neurocognitive deficits may be present about 20 years before the clinical diagnosis on dementias, such as the Alzheimer disease [7], it is necessary to develop more effective and motivating strategies of monitoring and stimulating people's cognitive abilities, allowing them to follow an healthier life style [8]. SynapseToLife will be able to perform an early intervention, which is of major importance in order to slow down possible pre-clinical manifestations of neurocognitive [9] deficits, which, consequently, will contribute for public health's cost reduction [10].

2.1 State of the Art

Serious games allow the monitoring and presentation of stimulus, capable of motivating the user [11] and which show a greater accessibility [12], presenting positive results [13].

The use of serious games has been increasingly referenced as an important resource for psychological assessment and intervention [14]. Showing positive results in multiple domains, such as prevention [15], rehabilitation [14], neurocognitive stimulation [16], assessment [17] and monitoring neurocognitive changes [18], leading to beneficial changes, when it comes to brain plasticity [19], changing the brain's structure [20] and facilitating the impact of neurocognitive stimulation on everyday functioning [6]. However, the use of serious games, with older people, is still in an early phase [21] and there is little information when it comes to the impact of these programs on the users' quotidian activities and on their quality life [22].

There are several available games in the market, which aim neurocognitive stimulation [23, 24]. These, however, are not specifically developed to target a certain population and, in most cases, are not supported by robust studies on ecological validity. Although there are empirical evidences of neurocognitive improvements, several games do not evaluate the impact of a serious game in patients' daily life and do not offer content, which benefits the generalization process of, trained tasks, to their daily reality.

3 Proposed Solution

In this work, we propose to develop the ACT-Age platform, which includes the serious game SynapseToLife, aiming to promote neurocognitive stimulation and assessment. The serious game will enable an easier transfer of the neurocognitive stimulation results to users' quotidian activities, by simulating real life scenarios and users' interactions with them. This will be supported by the ecological validity concept, previously outlined, and which will play a significant role when it comes to reduce the users' anxiety levels, consequently enhancing their motivation, while being cognitively stimulated, and increasing the efficiency of the neurocognitive stimulation's results.

Throughout the game, tasks, adapted from the neurocognitive stimulation programs traditionally implemented, will be presented to the users along with a calculated difficulty level. The purpose of the game's tasks, is to simulate real life situations where users need to evoke their cognitive processes. A dynamic difficulty adjustment (DDA) component will also be an essential tool to develop, as it is a powerful expert control system, capable of studying and interpreting users' performances, throughout the game, and adapting (controlling) the game and tasks' difficulty according to the users' cognitive capabilities, directly assisting each one of them.

3.1 Main Components

SynapseToLife is organized in four different scenarios, where each will simulate real world situations, as the user will need to go through them, while performing the intended stimulation tasks. By structuring the game flow in mini games, adapted to real life situations or problems, users will hardly percept they are performing stimulation tasks and will only worry about having fun by completing these random tasks. Another important component to be developed is the DDA system, as it is crucial when it comes to adapt the mini games' difficulty to the user's cognitive ability. Its job involves analyzing the player's performance and assure that he or she keeps relaxed and in a concentrated state of mind, by constantly presenting challenges and rewarding them accordingly (game flow). Shortly, the DDA allows the automatic readjustment of the game's difficulty, based on the player's performance results. These results, along with all users' interactions while playing the game, will be recorded in a centralized server. Later on, the expert will analyze these same results, by accessing this server. These actions are transformed into useful and careful information and, more specifically, in data that the expert needs in order to study the player's performance, such as the number of right answers, the number of attempts, the response times or the cognitive processes approached (e.g. memory). Lastly, and before the game starts, a diagnostic test will be presented to the user with the aim of setting a baseline, enabling posterior comparisons and analyzing the evolution of the players' cognitive status. This way, it is possible to understand if neurocognitive stimulation occurred and if the game itself presents all the tools needed to perform this stimulation.

3.2 Game Structure

Figure 1 presents the relationship between the business concept (cognitive stimulation) and the project development. With this scheme, it becomes easier to visualize the interaction between the user and the expert.

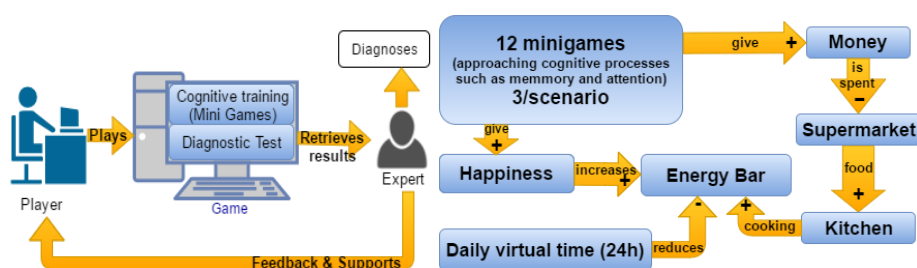


Fig. 1. Architectural Model.

Fig. 2. Game Flow

Players will need to complete the mini games and a diagnostic test, which will be better approached further on. The final results are reported to the expert, to perform the diagnosis. Both the IT staff and the expert will provide assistance to the players, in case they have doubts related to the activities they will need to perform. In figure 2, it is possible to understand, more specifically, the game flow, which consists on the game's life cycle.

3.3 Game Scenarios

All scenarios, presented in figure 3, will be developed in 3D, by using the Unity3D platform. The tridimensional model was chosen due to the ecological validity factor. The more detail the game presents, the more the players become concentrated and the easier it is for them to understand the logic behind the tasks they perform throughout the game, which mainly focus on certain cognitive processes, like memory and attention. Each scenario is responsible for asking the completion of tasks related to that specific scenario. For example, in the Kitchen scenario, the player only performs kitchen related tasks, such as

cooking, promoting stimuli on specific cognitive processes. The same applies to the other scenarios and this is the base of ecological validity, i.e., answer questions or performing tasks that are inserted in a given context and that can actually happen in a real life situation.

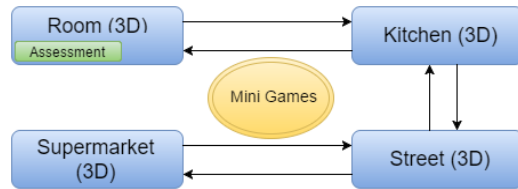


Fig. 3. Game scenarios.

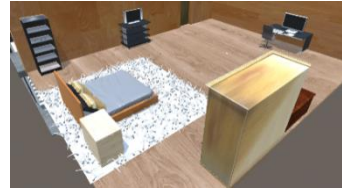


Fig. 4. Scenario example.

4 Expected Outcomes

After the project development phase, the users and the serious game will be both evaluated, in different ways. The game must be able to retrieve, from the users' interaction with the game, information needed for the expert, in order for him to draw his conclusions. The serious game will also need to be able to analyze the players' responses throughout the game, since the tasks' difficulty levels must be adapted according to the user needs and since it is essential for us to study these same responses and observe their interaction. During this assessment phase, users' responses will be assessed and carefully analyzed, i.e., the extracted and quantified results, from the neurocognitive stimulation program performed, will be studied.

4.1 Output Model

The players' actions are directly connected to their performance, i.e., there is a set of features that help us understand how the user performance during the game or how this same user is dealing with it. The variables (e.g. right answers) together, form this output model so that the expert can analyze the players' cognitive ability in the best way possible. The output model, in turn, will be allocated in the available server.

However, the game has an error-free structure, which means that the player will not advance to the next phase without understanding what he or she did wrong and without knowing how can the current problem must be solved. This way, the neurocognitive stimulation has more impact on the player, as the probability of him solving an equal problem, in the future, increases.

4.2 Assessment Plan

The assessment will be based on a study with a quasi-experimental design, where an independent variable (cognitive training) is manipulated, verifying its effect on dependent variables (e.g. attention). Taking this into account, and shortly, the assessment process consists in the following steps:

- Interview and select the most suitable participants for the experiment, using the previously defined restrictions.
- Compare the pre-assessment results with the post-assessment results, analyzing all data obtained from the game and the neurocognitive assessment;
- Post-Post assess the participants after a few weeks or months, in order to confirm if there was retention of the cognitive skills acquired.

After the project development, six weeks will be reserved for this final assessment process, conducted by the expert and supported by the IT staff, in order to give a scientific answer to the work accomplished.

4.3 Main Contributions

Overall, the outcomes expected are based on the cognitive assessment itself, i.e., the game should present better results when compared with classic neurocognitive stimulation programs. The project ought to also show improvements on the interaction between the user and the computer, as efforts will be made related to this situation. Furthermore, it is essential making the system able to be sensitive to the players' interaction with the game's environment (e.g. verify if the tasks are having the correct reactions) and adapt its difficulty accordingly. We also expect to confirm that our serious game has ecological validity, since it has a preponderant role in the project's main purpose.

5 Conclusions

The serious game proposed in this work aims to overcome the limitations of current solutions addressing active ageing. It is based on a set of scenarios simulating familiar environments and everyday activities of an individual's daily life. This allows stimulating users' cognitive abilities and transferring the stimulation results to the tasks normally performed during their quotidian. The user interaction with the game, while playing it for stimulation, will be monitored and recorded in a cognitive model to allow guiding the effective stimulation towards deficitary cognitive processes. This model will also allow the neuropsychological profile monitoring and an effective intervention with ecological impact. We expect this serious game to become a robust tool being able to study, interpret and stimulate users' neurocognitive processes.

We aim to provide our future players a welcoming environment, by carefully analyzing which content is necessary to insert inside the game, in order to promote ecological validity, which is our main focus during the development phase, and by developing a tutorial which will help the player to get acquainted to the gameplay. Moreover, the DDA component must be able to analyze every situation possible and every user interaction throughout the game. It is also necessary to consider the interaction itself.

Thus, we seek to develop a solid serious game, in a technological and scientific point of view, which will promote the development of the knowledge necessary for the implementation of this technology in new markets with potential growth, aiming several domains, such as health, well-being, ageing and social inclusion. This project also seeks to give answers to questions based on the implementation, experimentation challenges, quality control in application domains and impact on users' quality life. These scientific evidences will allow a safer investment from the digital games' industry professionals in developing the "serious" market of games. Another important activity intends to disclose the project and its results.

6 References

1. Glisky, E. (2007). Changes in Cognitive Function in Human Aging. In D. R. Riddle (Ed.), *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Boca Raton: CRC Press.
2. Rizzo, A., & Kim, G. J. (2005). A SWOT Analysis of the field of VR rehabilitation and therapy. *Presence Teleoper. Virtual Environ.* 14, 119–146. DOI= 10.1162/1054746053967094
3. Segal, R., Bhatia, M. & Drapeau, M. (2011). Therapist's Perception of Benefits and Costs of Using Virtual Reality Treatments. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 14 (1-2), 29-34.
4. Fissler, P., Kolassa, I.T., & Schrader, C. (2015) Educational games for brain health: revealing their unexplored potential through a neurocognitive approach. *Front. Psychol.* 6:1056. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01056
5. Powers, K., Brooks, P., Aldrich, N., Palladino, M., and Alfieri, L. (2013). Effects of video-game play on information processing: a meta-analytic investigation. *Psychon. Bull. Rev.* 20, 1055–1079. doi: 10.3758/s13423-013-0418-z
6. Spector, A., Orrell, M., & Woods, B. (2010). Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(12), 1253–1258.
7. Rajan, K., Wilson, R., Weuve, J. (2015). Cognitive impairment 18 years before clinical diagnosis of Alzheimer disease dementia. *Neurology* published online June 24, 2015 DOI: 10.1212/WNL.0000000000001774
8. McGuire, A.M., Anderson, D.J., Fulbrook, P. (2013). Perceived barriers to healthy lifestyle activities in midlife and older Australian women with type 2 diabetes. *Collegian*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colegn.2013.07.001>
9. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
10. Direção-Geral da Saúde (2013). Portugal Saúde Mental – 2013. Programa Nacional para a Saúde Mental. Obtido em 7 de 2 de 2015, de Direção-Geral da Saúde: <http://www.dgs.pt/publicacoes>.

11. Manera, V., Petit, P., Derreumaux, A., Orvieto, E., et al., (2015). 'Kitchen and cooking,' a serious game for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: a pilot study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7:24. DOI: 10.3389/fnagi.2015.00024
12. Krebs, P., Prochaska, J.O., Rossi, J.S., (2010). A meta-analysis of computer-tailored interventions for health behavior change. *Preventive Medicine*. 51: 214–221.
13. Connolly, T., Boyle, E., MacArthur, E., et al., (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games, *Computers & Education*, 59 (2): 661-686. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.03.004
14. Robert, P. H., König, A., Amieva, H., et al. (2014). Recommendations for the use of Serious Games in people with Alzheimer's Disease, related disorders and frailty. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6: 54. DOI= 10.3389/fnagi.2014.00054
15. Wiemeyer, J., & Kliem, A. (2012). Serious games in prevention and rehabilitation – a new panacea for elderly people? *European Review of Aging Physical Activity*, 9: 41–50. DOI: 10.1007/s11556-011-0093-x
16. Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., et al. (2012) Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE* 7(1): e29676. doi:10.1371/journal.pone.0029676
17. Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, et al. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature* 501, 97–102. DOI=10.1038/nature12486.
18. Tarnana, I., Papagiannopoulos, S., Kazis, D., Wiederhold, M., Widerhold, B., Tsolak, M. (2015). Reliability of a novel serious game using dual-task gait profiles to early characterize aMCI. *Front. AgingNeurosci.*7:50, 1-15. doi: 10.3389/fnagi.2015.00050
19. Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., and Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychol. Bull.* 136, 659–676. doi: 10.1037/a0020080
20. Kühn, S., and Gallinat, J. (2014). Amount of lifetime video gaming is positively associated with entorhinal, hippocampal and occipital volume. *Mol. Psychiatry* 19, 842–847. doi: 10.1038/mp.2013.100
21. Tarnanas, I., Tsolaki, M., Nef, T., et al. (2014). Can a novel computerized cognitive screening test provide additional information for early detection of Alzheimer's disease? *Alzheimers Dement.* 10,790–798. DOI= 10.1016/j.jalz.2014.01.002.
22. Kazmi, S., Ugail, H., Valerie, L., Palmer, I. (2014). Interactive Digital Serious Games for the Assessment, Rehabilitation, and Prediction of Dementia. *International Journal of Computer Games Technology* Volume 2014, Article ID 701565, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/701565>
23. Simon, M., Costas, B. (2013). Dementia Games: A Literature Review of Dementia-Related Serious Games. *Serious Games Development and Applications - Lecture Notes in Computer Science ; Volume 8101*. p. 15-27. Springer Publishing. The final publication is available at: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-40790-1_2
24. Arambarri, J., Torre, I., Coronado, M., Álvarez, I. (2014). Investigating the Potential market of a Serious Game for Training of Alzheimer's Caregivers in a Northern Spain region. *International Journal of Serious Games* Volume 1, Issue 4, October 2014 ISSN: 2384-8766 Doi: <http://dx.doi.org/10.17083/ijsg.v1i4.36>

Anexo 4 – 6th EAI International Conference on Serious Games, Interaction and Simulation: Certificate



Anexo 5 – 6th EAI International Conference on Serious Games, Interaction and Simulation: Serious Game Show Winner

