

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

# Treino de Competências Sociais e Emocionais para Pacientes com Lesão Cerebral Adquirida: Desenvolvimento de um Jogo Sério

Bernardo António Magalhães Ferreira



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Supervisor: Eliana Silva

Co-Supervisor: Luís Paulo Reis

4 de outubro de 2024



**Treino de Competências Sociais e Emocionais para  
Pacientes com Lesão Cerebral Adquirida:  
Desenvolvimento de um Jogo S rio**

**Bernardo Ant nio Magalhães Ferreira**

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computa o



# Abstract

Acquired brain injury (ABI) is characterized by damage to the brain that is neither hereditary, congenital, degenerative, nor resulting from birth trauma. ABI can arise from various causes, such as stroke, external forces to the head, tumor development, and several other factors. These injuries often result in severe physical, behavioral, cognitive, and psychosocial consequences. Individuals with ABI may experience deficits in social cognition, affecting their social skills and leading to social isolation. Therefore, it is crucial to develop effective tools and methods for the rehabilitation process of these patients. In recent years, there has been an increasing application of information and communication technologies in the field of cognitive rehabilitation, particularly through the use of serious games. The main goal of these games is not entertainment but education, providing a more engaging form of learning. Although serious games are already used in cognitive rehabilitation, there is still a gap in social skills training for ABI patients. In this study, a co-design process was used to support the development of a serious game for social skills training. This process involved ABI patients, healthcare professionals, and caregivers. The work method was divided into three distinct phases: interviews, game idea review, and usability testing. Additionally, there was a post-usability testing phase aimed at improving the game. In the interview phase, we had the participation of 20 individuals: 12 patients, 7 healthcare professionals, and 1 caregiver. The aim of this phase was to better understand the needs and preferences of the target audience to guide the development of the serious game. In the game idea review phase, only 3 individuals participated: 2 psychologists and 1 neuropsychologist. The goal of this stage was to gather feedback on the game ideas defined in the interview phase. Finally, in the usability testing phase, 10 individuals participated: 6 patients and 4 healthcare professionals. The objective of this phase was to assess the suitability of the game for the target audience. The results obtained in all phases were satisfactory. Based on the interview results, a platform named Ponte Social was defined, featuring two games: *Bolhas Emocionais* and *Conversas de Amigo*. These two games focus on emotion perception, communication, and social interaction, respectively. This platform was developed using the Unity game engine and three external libraries: Mirror, Ink, and ParrelSync. After the interview phase, the proposed ideas were approved, with only a few suggested modifications. Finally, the usability testing generated satisfactory feedback from participants, though some improvements were suggested. Based on this feedback, improvements and refinements were made to the initial prototype. By the end of this work, we hope to have developed a social skills training method capable of training social skills for ABI patients. Serious games not only enhance the rehabilitation process but also contribute to improving the quality of life for patients and their social support network.

**Keywords:** Acquired brain injury, Social cognition, Serious games, Cognitive rehabilitation, Co-design



# Resumo

A lesão cerebral adquirida (LCA) é caracterizada por danos no cérebro que não são hereditários, congênitos, degenerativos ou resultantes de um trauma no nascimento. A LCA pode surgir de diversas causas, tais como: acidente vascular cerebral (AVC), forças externas na cabeça, aparecimento de tumores e vários outros fatores. Estas lesões frequentemente resultam em consequências físicas, comportamentais, cognitivas e psicossociais graves. Indivíduos com LCA podem apresentar défices na cognição social, afetando as suas capacidades sociais e levando consequentemente ao isolamento social. Portanto, é de extrema importância desenvolver ferramentas e métodos eficazes para o processo de reabilitação destes pacientes. Nos últimos anos, tem-se verificado uma crescente aplicação das tecnologias de informação e comunicação no campo da reabilitação cognitiva, particularmente através do uso de jogos sérios. O objetivo principal destes jogos não é o entretenimento, mas sim a educação, proporcionando uma forma mais apelativa de aprendizagem. Apesar de jogos sérios já serem usados no processo de reabilitação cognitiva, ainda se verifica uma lacuna no treino de competências sociais para pacientes com LCA. Neste estudo, foi utilizado um processo de codesign para apoiar o desenvolvimento de um jogo sério para treino de competências sociais. Este processo envolveu pacientes com LCA, profissionais de saúde e cuidadores. O método de trabalho foi dividido em três fases distintas: entrevistas, revisão das ideias do jogo e teste de usabilidade. Na fase de entrevistas, contamos com a participação de 20 indivíduos: 12 pacientes, 7 profissionais de saúde e 1 cuidador. O objetivo desta fase foi compreender melhor as necessidades e preferências do público-alvo, de modo a orientar o desenvolvimento do jogo sério. Na fase de revisão das ideias do jogo, tivemos a participação de apenas 3 indivíduos: 2 psicólogos e 1 neuropsicólogo. O objetivo desta etapa foi recolher *feedback* sobre as ideias do jogo definidas na fase de entrevistas. Por fim, na fase de teste de usabilidade, participaram 10 indivíduos: 6 pacientes e 4 profissionais de saúde. O objetivo desta fase foi avaliar a adequação do jogo ao público-alvo. Os resultados obtidos em todas as fases foram satisfatórios. Com base nos resultados das entrevistas, foi definido uma plataforma, Ponte Social com dois jogos, Bolhas Emocionais e Conversas de Amigo. Estes dois jogos focam-se na percepção de emoções, comunicação e interação social, respetivamente. Esta plataforma foi desenvolvida com o recurso à *game engine*, Unity e 3 bibliotecas externas, *Mirror*, *Ink* e *ParrelSync*. Após a fase de entrevistas, as ideias propostas foram aprovadas, tendo sido apenas sugeridas algumas alterações. Finalmente, o teste de usabilidade gerou um *feedback* satisfatório por parte dos participantes, embora tenha sido sugerido algumas alterações de melhoria. Com base neste *feedback*, foram realizadas melhorias e aperfeiçoamentos no protótipo inicial. No final deste trabalho, esperamos ter desenvolvido um método de reabilitação cognitiva capaz de treinar competências sociais de pacientes com LCA. Os jogos sérios não apenas aperfeiçoam o processo de reabilitação, como também contribuem para

a melhoria da qualidade de vida dos pacientes e das pessoas da sua rede de suporte social.

**Keywords:** Lesão cerebral adquirida, Cognição social, Jogos sérios, Reabilitação cognitiva, Design participativo

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	2
1.3	Estrutura do Documento . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Lesão Cerebral Adquirida</b>	<b>5</b>
2.1	Definição . . . . .	5
2.2	Lesão Cerebral Traumática . . . . .	5
2.3	Lesão Cerebral Não Traumática . . . . .	6
2.3.1	Incidência e Prevalência da LCA . . . . .	6
2.4	Consequências da Lesão Cerebral Adquirida . . . . .	7
2.5	Cognição Social . . . . .	8
2.6	Reabilitação . . . . .	9
2.6.1	Reabilitação Cognitiva . . . . .	9
2.6.2	Métodos de Reabilitação Cognitiva . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Videojogos</b>	<b>13</b>
3.1	Definição . . . . .	13
3.2	Crescimento e Estatísticas dos Videojogos . . . . .	13
3.3	Desenvolvimento de Videojogos . . . . .	14
3.3.1	<i>Game Engines</i> . . . . .	14
3.3.2	Desafios no Desenvolvimento de Videojogos . . . . .	15
3.3.3	Metodologias de Desenvolvimento de Jogos . . . . .	15
3.4	Jogos Sérios . . . . .	16
3.4.1	Jogos Sérios para a Reabilitação Cognitiva . . . . .	17
3.4.2	Eficácia dos Jogos Sérios para a Reabilitação . . . . .	17
3.4.3	Interfaces de Interação . . . . .	18
3.4.4	Características Sociais . . . . .	19
3.4.5	Jogos Sérios para a Reabilitação Cognitiva . . . . .	21
3.5	Codesign . . . . .	23
3.5.1	Codesign em Jogos Sérios . . . . .	24
3.5.2	NeuroOrb System . . . . .	25
3.6	Revisão Sistemática: <i>An Overview on Serious Games for Cognitive Rehabilitation</i> . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Problema e Solução Proposta</b>	<b>31</b>
4.1	Solução . . . . .	31
4.2	Risco da Investigação . . . . .	32

<b>5</b>	<b>Entrevistas de Codesign</b>	<b>33</b>
5.1	Metodologia . . . . .	33
5.1.1	Participantes . . . . .	33
5.2	Procedimento . . . . .	34
5.3	Análise de Dados . . . . .	35
5.4	Tema 1: Mecânicas do Jogo . . . . .	35
5.5	Tema 2: Características Sociais . . . . .	36
5.6	Tema 3: Interfaces de Interação . . . . .	37
5.7	Tema 4: Competências Sociais . . . . .	37
5.8	Conclusão . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Desenvolvimento do Projeto</b>	<b>39</b>
6.1	Plataforma: Ponte Social . . . . .	39
6.2	Características . . . . .	40
6.3	Arquitetura . . . . .	40
6.4	Jogos Desenvolvidos . . . . .	41
6.5	Jogo 1: Bolhas Emocionais . . . . .	41
6.5.1	Funcionamento . . . . .	43
6.5.2	Arquitetura . . . . .	45
6.6	Jogo 2: Conversas de Amigo . . . . .	46
6.6.1	Funcionamento . . . . .	47
6.6.2	Arquitetura . . . . .	49
<b>7</b>	<b>Revisão das Ideias do Jogo</b>	<b>51</b>
7.1	Metodologia . . . . .	51
7.2	Participantes . . . . .	51
7.3	Procedimento . . . . .	52
7.4	Análise de Dados . . . . .	52
7.5	Conclusão . . . . .	52
<b>8</b>	<b>Teste de Usabilidade</b>	<b>55</b>
8.1	Metodologia . . . . .	55
8.2	Participantes . . . . .	55
8.3	Procedimento . . . . .	56
8.4	Descrição do Questionário GEQ . . . . .	56
8.5	Análise de Dados . . . . .	57
8.5.1	Resultados . . . . .	57
8.6	Conclusão . . . . .	58
<b>9</b>	<b>Melhorias Pós Teste de Usabilidade</b>	<b>61</b>
9.1	Características Melhoradas . . . . .	61
9.2	Jogo 1: Bolhas Emocionais . . . . .	61
9.3	Jogo 2: Conversas de Amigo . . . . .	63
9.4	Arquitetura . . . . .	69
<b>10</b>	<b>Conclusão e Trabalho Futuro</b>	<b>73</b>
10.1	Conclusão . . . . .	73
10.2	Limitações . . . . .	74
10.3	Trabalho Futuro . . . . .	75

*CONTEÚDO*

vii

**Referências**

**77**

**11 Anexos**

**87**



# Acrónimos

LCA	Lesão Cerebral Adquirida
LCT	Lesão Cerebral Traumática
LCNT	Lesão Cerebral Não Traumática
DAYLs	Anos de Vida Perdidos por Incapacidade
CS	Cognição Social
TdM	Teoria da Mente
AE	Aprendizagem sem Erros
CAGR	Taxa de Crescimento Anual Composto
ES	Engenharia de Software
SUS	System Usability Scale
GEQ	The Game Experience Questionnaire
LIACC	Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores
CDP	Centro de Control de Doença e Prevenção
RV	Realidade Virtual
CRPG	Centro de Reabilitação Profissional de Gaia
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FEP	Faculdade de Economia da Universidade do Porto
IJUP	Investigação Júnior da Universidade do Porto
CoG	IEEE <i>Conference on Games</i>
GIMP	<i>GNU Image Manipulation Program</i>
ADITGameS	Associação para o Desenvolvimento de Inovação Tecnológica e Games em Saúde



# Introdução

Neste capítulo será introduzido o tema da tese. Será apresentado uma contextualização do tema da dissertação, seguido dos objetivos e por fim a estrutura do documento.

## 1.1 Contexto

A lesão cerebral adquirida (LCA) é uma doença que altera o comportamento e personalidade dos pacientes. Essas alterações podem incluir um aumento da irritabilidade, mudanças repentinas de humor, agressividade, dificuldades de comunicação e falta de empatia [1]. Como consequência, essas alterações podem levar ao desenvolvimento de dificuldades nas competências sociais, afetando as suas relações interpessoais [2]. Essas dificuldades leva-os a isolar-se socialmente, perdendo relações pessoais, importantes para manter uma boa saúde mental. Além disso, as consequências pós-lesão põem um obstáculo à reintegração destes pacientes no trabalho, escola e comunidade [3]. Portanto, é necessário que pacientes com LCA tenham acesso a processos de reabilitação de forma a recuperarem as competências perdidas após a lesão e poderem-se reintegrar na sociedade [4].

Para alcançar uma eficácia substancial na recuperação de pacientes com LCA, é necessário implementar tarefas repetitivas de forma intensiva, mantendo-os motivados ao longo do tratamento [5]. Contudo, as técnicas tradicionais são frequentemente descritas pelos pacientes como monótonas, fator que propicia a sua desistência no decurso do processo de reabilitação. De acordo com a literatura, os jogos sérios demonstram uma maior eficácia em manter a motivação [5], diminuindo a desistência do processo de reabilitação por parte dos pacientes. Jogos sérios são videojogos que possuem uma vertente mais séria, focada em áreas como reabilitação e aprendizagem. Estes jogos aproveitam a componente lúdica para transformar tarefas potencialmente enfadonhas, aborrecidas e repetitivas em experiências mais envolventes e motivadoras [3]. Acrescentam valor aos processos de aprendizagem e reabilitação, aumentando a motivação dos pacientes. Além da função de entretenimento, a incorporação de elementos como a colaboração, competição, controlos multimodais e naturais, bem como personalização, contribuem significativamente para a motivação, adaptação e promoção da interação social [6].

Acreditamos que este trabalho apresentará uma contribuição inovadora como a primeira plataforma de jogos sérios focada no desenvolvimento de competências sociais para pacientes adultos

com LCA. Neste contexto, o projeto propõe-se a criar jogos sérios, voltados para o treino social, utilizando uma abordagem de codesign.

O codesign é uma abordagem que envolve o público-alvo no processo de design do jogo [7], com o objetivo de garantir a adaptação do produto em desenvolvimento às preferências e necessidades dos pacientes. Por isso, face à necessidade imperativa de aprimorar e evoluir os processos de reabilitação, auxiliar pacientes com LCA na recuperação das capacidades sociais comprometidas e diante da carência de soluções destinadas ao treino de competências sociais, torna-se imperativo desenvolver um jogo sério que preencha esta lacuna. Desta forma, o desenvolvimento de um jogo sério com ênfase em aspetos sociais, torna-se fundamental para promover interações sociais durante o processo de reabilitação, contribuindo assim para a recuperação das capacidades sociais perdidas.

Este projeto será desenvolvido no âmbito de projetos existentes anteriormente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e no Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores (LIACC), relativos ao uso de jogos sérios na reabilitação cognitiva. Apesar destes jogos apresentarem a modalidade multijogador, estes não se focam no treino de competências sociais. Por esta razão, a inovação deste projeto consiste em criar um jogo sério para aprimorar competências sociais comprometidas, através de um processo de codesign.

## 1.2 Objetivos

O objetivo desta tese é desenvolver uma plataforma com um conjunto de jogos para o treino de competências sociais de pacientes com LCA. Além disso, recorrer a uma processo de codesign que apoie o desenvolvimento do jogo.

O resultado esperado deste trabalho será fornecer uma plataforma de jogos que ajude os pacientes a recuperar as competências sociais comprometidas após a lesão, promovendo assim interações sociais eficazes e evitando a exclusão social.

Para conseguir atingir os objetivos será elaborado um trabalho de investigação relativo à LCA, como esta afeta as competências sociais, como jogos sérios podem ajudar no treino dessas competências e por fim um estudo sobre o processo de codesign e como este pode ser uma ferramenta importante no desenvolvimento de um jogo para o treino de competências sociais.

Como já referido, um dos objetivos desta tese é usar uma metodologia de codesign. Assim, durante a implementação do jogo, irão ser realizadas entrevistas e um teste de usabilidade com pacientes, cuidadores e profissionais de saúde. Além da validação do conceito do jogo desenvolvido, por parte de profissionais de saúde. O objetivo deste processo é facilitar o seu desenvolvimento e adaptá-lo o máximo possível às necessidades e preferências do público-alvo.

Por fim, para que os objetivos sejam atingidos e consigamos manter o foco nos mesmos, a seguinte questão de investigação foi defenidas: "Quais são os elementos e características essenciais que um jogo sério deve possuir para ser eficaz no desenvolvimento de competências sociais em pacientes com LCA?".

Esperamos atingir, de forma bem sucedida, todos os objetivos traçados e que os jogos desenvolvidos consigam melhorar a vida dos pacientes e de quem os rodeia.

### **1.3 Estrutura do Documento**

- **Introdução:** Esta secção apresentará o contexto da tese, os objetivos e como o documento é estruturado.
- **LCA:** Esta secção irá descrever a revisão da literatura relativa à LCA, cognição social (CS) e reabilitação.
- **Videojogos:** Esta secção irá descrever a revisão da literatura relativa a videojogos, desenvolvimento de videojogos, jogos sérios e codesign.
- **Problema e Solução:** Esta secção descreverá qual o problema e respetiva solução proposta. Neste caso, uma plataforma de jogos para o treino de competências sociais de pacientes que apresentam LCA.
- **Entrevistas:** Esta secção apresenta a metodologia usada nas entrevistas, dados recolhidos e resultados.
- **Desenvolvimento do Projeto:** Esta secção apresenta uma descrição dos jogos desenvolvidos.
- **Teste de Usabilidade:** Esta secção apresenta a metodologia usada nos testes de usabilidade, dados recolhidos e resultados.
- **Melhoria após o Teste de Usabilidade:** Esta secção apresenta as melhorias realizadas após o teste de usabilidade.
- **Conclusão:** Esta secção apresentará as reflexões/conclusões sobre o trabalho desenvolvido e trabalho futuro.
- **Divulgação Científica:** Esta secção apresenta os trabalhos de divulgação científica resultantes deste projeto de investigação.



# Lesão Cerebral Adquirida

## 2.1 Definição

A LCA "*é uma lesão no cérebro que não é hereditária, congênita, degenerativa ou induzida por um trauma no nascimento*" [8, p.1]. É um termo que engloba todas as formas de lesão no cérebro, causadas por diversos tipos de eventos, após o nascimento, provocando vários tipos de défices aos pacientes [9]. Estes défices podem ser variados e determinados pelo tipo de lesão, local da lesão e severidade da mesma. Além disso, a idade, genética e contexto socioeconómico também influenciam esses défices [2, 10].

Esta lesão provoca modificações na atividade neuronal do cérebro, no metabolismo e no funcionamento normal das suas células nervosas. [8]. Como referido, a LCA é causada por diversos tipos de eventos, tais como acidente vascular cerebral (AVC), aneurisma, surgimento de tumores, trauma direto no cérebro e entre outras condições [11]. Estes eventos provocam alterações nas estruturas cerebrais que, por sua vez, geram modificações no comportamento e personalidade, mas também causam dificuldades físicas. Consequentemente, essas alterações resultam em dificuldades sociais e cognitivas, impactando negativamente o quotidiano dos afetados, familiares e cuidadores. Esta lesão engloba duas categorias: Lesão Cerebral Traumática (LCT) e Lesão Cerebral Não Traumática (LCNT) [2].

## 2.2 Lesão Cerebral Traumática

A LCT é "*caracterizada por concussões cerebrais hemorrágicas originadas de aceleração/desaceleração com ou sem impacto da cabeça contra um objeto*" [12, p.2]. É uma patologia classificada como uma condição crónica na qual as consequências podem persistir ao longo do tempo [13]. Além disso, a Escala de Coma de Glasgow (ECG) classifica a severidade da lesão, como leve, moderada e severa [14].

A lesão provoca danos e alterações no crânio, nos tecidos cerebrais e em outras estruturas. Esses danos podem manifestar-se através de desfiguração, cortes profundos, lesões nas artérias, fraturas, depressões, hematomas, entre outros [2]. Os danos mencionados podem, por sua vez, originar problemas secundários, como hipotensão, hipoxia, infeções, politrauma, entre outros [15]. Por exemplo, as infeções cerebrais, como a meningite, podem ser desencadeadas por danos que

permitem a entrada de bactérias nas estruturas do crânio e tecido cerebral [2]. Quedas, violência física, acidentes de viação e desportivos, representam as principais causas destas lesões cerebrais [13]. Por fim, os danos mencionados provocam consequências comportamentais, físicas e cognitivas.

As consequências da lesão são influenciadas por uma variedade de fatores, incluindo as dimensões e forma do objeto envolvido, a intensidade da força aplicada, a velocidade do impacto e a natureza da lesão em si [2]. Por exemplo, esses fatores podem determinar se a lesão é penetrativa, *Closed Head* ou do tipo *Explosive Blast*[16]. No caso de uma lesão penetrativa, o objeto perfura o crânio, afetando diretamente o tecido cerebral. Por sua vez, as lesões *Closed Head* ocorrem quando uma força externa causa impacto ou compressão no cérebro [17], geralmente resultante de um impacto da cabeça contra uma estrutura. Por fim, as lesões causadas por explosões referem-se a "*ondas de choque de pressão rápida geradas por explosão, às quais transmitem uma quantidade significativa de energia ao crânio*" [16, p.2], podendo resultar em deformações cerebrais. Além disso, outros fatores como idade, sexo, situação socioeconômica e localização geográfica do paciente também desempenham um papel significativo nas consequências pós-lesão [13]. No que diz respeito a esses fatores sociais, é observado que pessoas mais idosas tendem a enfrentar consequências mais graves e um período de recuperação mais prolongado. A condição socioeconômica e o país de residência também influenciam as consequências da lesão, uma vez que indivíduos residentes em países com menor desenvolvimento econômico e capacidade financeira podem encontrar dificuldades no acesso aos cuidados médicos necessários para mitigar e tratar as consequências da lesão [18].

Portanto, a LCT é uma condição crônica que resulta em várias consequências graves devido às alterações provocadas no cérebro e estruturas associadas.

## 2.3 Lesão Cerebral Não Traumática

A LCNT origina-se a partir de doenças e problemas que surgem internamente, provocando danos ao tecido cerebral. No contexto da LCNT, é comum que a sua ocorrência esteja associada a infecções, AVCs e tumores. Esses eventos ocasionam alterações nos tecidos cerebrais, desencadeando diversos problemas secundários, tais como a diminuição da oxigenação cerebral e danos nas estruturas cerebrais causados por pressão [2]. Da mesma forma que a LCT, este tipo de lesão provoca comprometimentos ao nível comportamental, cognitivo e físico.

### 2.3.1 Incidência e Prevalência da LCA

A LCT apresenta a mais alta taxa de incidência entre as doenças neurológicas [19]. Também é referida por ser uma das principais causas de morte, morbidade e incapacidade entre a população [16, 20]. A cada ano, entre 64 a 74 milhões de pessoas no mundo inteiro desenvolvem LCT, custando à economia mundial cerca de 400 mil milhões de dólares por ano [21]. Só na Europa, mais de 2 milhões de admissões hospitalares a cada ano ocorrem devido à doença e 82,000 pacientes morrem [19]. Nos Estados Unidos são registados todos os anos valores de incidência com

taxas que variam entre 811 a 979 por 100,000 habitantes. Ainda nos Estados Unidos em 2020, houve 210,110 hospitalizações relacionados à doença e 69,473 mortes em 2021 [22]. Na Europa, a incidência anual é de 287 por 100,000 habitantes. Estes números destacam a significativa incidência da LCT e a crucial importância do tratamento e reabilitação [19]. Algo importante também a ter em conta é a demografia de quem sofre a doença. Adultos com mais de 65 anos apresentam maior probabilidade de serem hospitalizados e morrerem da doença. A causa desta doença mais prevalente, nesta população, são as quedas [17]. Além disso, esta população é quem sofre mais consequências cognitivas após a lesão [13]. O sexo masculino é aquele que apresenta maior incidência de LCT em adultos [23] Por fim, quedas e acidentes de viação são as causas mais comuns de LCT [17, 24].

Relativamente à LCNT, o Centro de Control de Doença e Prevenção (CDP) estima que, a cada ano, 800,000 indivíduos irão sofrer de um AVC [25]. A infecção cerebral meningite atinge 1,2 milhões de pessoas em todo o mundo. Em 2019, foram estimados 1,4 milhões de casos de infecções cerebrais, com 89,900 mortes e 4,8 milhões de anos de vida perdidos por incapacidade (DAYLs) [2]. Relativamente ao AVC, são registados 30 a 120 casos por 100,000 habitantes a cada ano, na faixa etária dos 35 a 40 anos. Além disso, entre os 65 e 74 anos são registados 670 a 970 casos por 100,000 habitantes a cada ano [2].

## 2.4 Consequências da Lesão Cerebral Adquirida

A LCA provoca alterações nas estruturas cerebrais e consequentemente problemas a nível cognitivo, motor e comportamental. Além disso, pacientes diagnosticados com esta condição podem desenvolver doenças neurodegenerativas em fases posteriores da vida. Estas doenças caracterizam-se pela perda progressiva da funcionalidade dos neurónios cerebrais dos pacientes, resultando em diversos comprometimentos[26].

Como mencionado anteriormente, a LCA resulta em consequências crónicas significativas em diversos domínios. Além disso, os pacientes têm maior probabilidade de desenvolver doenças neurodegenerativas, como Alzheimer, Parkinson, entre outras. Os pacientes com LCA podem manifestar multimorbidade, ou seja, apresentar uma ou mais doenças crónicas após a lesão [20]. A presença de multimorbidade está associada a uma maior complexidade no tratamento e o seu controlo pode afetar os resultados terapêuticos, tornando a recuperação mais complicada e complexa [20]. Isso não só intensifica as consequências físicas, cognitivas e comportamentais da lesão, mas também impacta de forma significativa a vida quotidiana dos pacientes, aumentando as dificuldades na interação social e manutenção do emprego, reduzindo assim a participação destes pacientes em vários contextos do quotidiano [3].

Relativamente às consequências físicas, os pacientes podem sofrer de problemas motores, de visão, audição e espasmos [2]. Apesar destes comprometimentos serem físicos, também podem influenciar as capacidades sociais dos pacientes, já que essas dificuldades afetam a capacidade dos pacientes de interagirem socialmente. Também se verifica alterações emocionais e comportamentais, uma vez que muitos pacientes exibem comportamentos inadequados em contextos sociais

[27]. Adicionalmente, podem experimentar ansiedade, manifestar raiva, desenvolver propensão para comportamento violento ou tornarem-se apáticos [11]. Por fim, os défices cognitivos (e.g., atenção, memória, funcionamento executivo) assumem especial relevância, pois são frequentemente incapacitantes devido à sua influência ao nível da segurança, independência funcional, vida produtiva e interação social [28]. De facto, estes pacientes podem manifestar dificuldades de aprendizagem, leitura e de fala. Também podem experimentar uma redução na capacidade de concentração e perda de velocidade de execução das suas tarefas laborais [2]. Além disso, é comum a manifestação de dificuldades no âmbito da Cognição Social (CS), o que dificulta a interação social dos pacientes, impactando as suas relações interpessoais e, conseqüentemente, levando ao isolamento social. Todos os problemas mencionados não apenas afetam os pacientes diretamente, mas também têm implicações significativas para os seus familiares, não só através de sobrecarga para os mesmos, mas também mediante desafios na convivência com esses pacientes [27].

Assim, é crucial que pacientes com LCA recebam tratamento e passem por um processo de reabilitação o mais precoce possível de forma a mitigar os problemas mencionados [1].

## 2.5 Cognição Social

Pacientes com LCA podem desenvolver comprometimento no que toca à CS, que “*consiste na representação mental de relações interpessoais, usadas de forma flexível por indivíduos para promover comportamentos sociais e atingir os seus objetivos. É a capacidade de processar, entender e prever pensamentos, emoções e o comportamento de outras pessoas*” [11, p.1]. A CS é uma característica humana necessária para viver em sociedade que nos permite cooperar e até competir em grupo [29]. De facto, permite que indivíduos alcancem sucesso nas suas interações sociais e consigam viver em sociedade. A CS é constituída por duas componentes: a componente afetiva e emocional [30]. A CS afetiva é definida como a “*capacidade de se relacionar emocionalmente com os sentimentos dos outros, compreendendo que são distintos dos próprios*” [29, p.2]. É a capacidade de partilhar sentimentos, sentindo o que o outro está a sentir. A ausência de empatia é um fenómeno complexo, podendo abranger a perceção emocional, a consciência das próprias emoções e a competência para as gerir adequadamente [29]. Essas competências são essenciais para o exercício da empatia, uma vez que o reconhecimento das emoções é fundamental para interpretar e compreender os sentimentos dos outros e geri-las de forma adequada.

A componente emocional, também conhecida por Teoria da Mente (TdM) é definida pela habilidade de discernir o estado emocional dos outros baseando-se no seu próprio estado mental. É uma capacidade que permite identificar as intenções dos outros e as suas emoções [31]. As tarefas TdM podem abranger narrativas complexas apresentadas por meio de histórias, desenhos animados, fotografias ou vídeos. O objetivo será os participantes procurarem compreender essas narrativas que exigem o reconhecimento das intenções e pensamentos das personagens [29]. Para um indivíduo ser bem-sucedido nestas tarefas necessita de saber identificar a intenção dos outros, ter a capacidade de detetar a orientação dos olhos, entre outras. [11]. A TdM revela-se também

crucial para a compreensão de sarcasmo ou ironia [29]. A inferência pragmática, isto é, a capacidade de compreender discursos com significado oposto ou indireto relativamente ao significado literal [32] também é uma capacidade relevante para o sucesso nas relações sociais.

Pacientes com LCA, dependendo do tipo e gravidade do dano sofrido, podem manifestar comprometimento ao nível da CS, que dificulta a sua vivência em sociedade. De facto, a CS é uma competência essencial para entender o mundo social [1]. Se a região cerebral afetada suportar as capacidades relacionadas à CS, o paciente irá apresentar dificuldades neste domínio. [11]. Os vários problemas apresentados no quotidiano destes doentes são a maior dificuldade em manter um emprego e relações interpessoais [1]. A incapacidade de compreender e antecipar comportamentos, emoções, compartilhar experiências e comunicar eficazmente, aliada à falta de respostas a estímulos e distúrbios emocionais, dificultam o sucesso no quotidiano destes pacientes [29]. De facto, estes problemas leva-os a terem dificuldades de adaptação e participação em contextos sociais.

Concluindo, é necessário que estes pacientes beneficiem de programas de reabilitação que incluam treino a nível das competências sociais de forma a mitigar as limitações mencionadas.

## 2.6 Reabilitação

O processo de reabilitação é um processo que permite que a pessoa dependente desenvolva capacidades perdidas com o objetivo de melhorar a sua qualidade de vida, aumentando o seu nível de independência. Este processo contempla a participação de vários intervenientes, ou seja, profissionais de saúde, utentes, famílias e cuidadores. [33]. O objetivo da reabilitação é a promoção da independência e qualidade de vida do paciente [34]. De facto, na área da saúde, o objetivo não se limita apenas a preservar a vida dos indivíduos, mas também a contribuir para o seu bem estar, recuperação e melhoria do nível de vida [4], permitindo-lhes reintegrar-se na sua família e comunidade [35]. Assim, a reabilitação desempenha um papel fundamental na recuperação das capacidades individuais, possibilitando uma participação positiva no seio familiar e comunitário.

A reabilitação pode ser física, cognitiva e comportamental. Existe uma forte evidência de que este processo deve ser o mais precoce possível, ser intensivo, repetitivo e orientado para objetivos terapêuticos específicos, a fim de garantir os melhores resultados possíveis para os pacientes. Além disso, é importante adaptar o processo de reabilitação às limitações do paciente e à fase do tratamento [36].

### 2.6.1 Reabilitação Cognitiva

A reabilitação cognitiva caracteriza-se por uma forma de terapia aplicada a pessoas com algum tipo de défice cognitivo (e.g., perda de memória, problemas de atenção e dificuldades nas funções executivas) [37]. Além desses comprometimentos, indivíduos com LCA podem apresentar comprometimentos em relação à CS, tais como percepção emocional, TdM, empatia, interação social e regulação emocional. No processo de reabilitação cognitiva existem distintas abordagens para

a recuperação dos pacientes, uma restauradora e a outra compensatória [38]. Técnicas de reabilitação cognitiva também podem ser mais convencionais, como exercícios que recorrem ao papel e lápis, ou computadorizados, com o recurso a dispositivos eletrónicos [10].

### **2.6.1.1 Reabilitação Cognitiva Restauradora**

Relativamente à abordagem restauradora, esta *"tem como objetivo restabelecer o funcionamento cognitivo comprometido e frequentemente envolve exercícios de treino organizados hierarquicamente, que são específicos e repetitivos, com um aumento gradual da dificuldade ou exigência cognitiva"* [39, p.3]. Esta abordagem é utilizada em pacientes com défices de atenção e dificuldades em funções executivas [40]. A reabilitação restauradora aproveita a plasticidade do cérebro ao desenvolver ligações neuronais que assumirão as funções perdidas. De facto, o cérebro tem a capacidade de se adaptar e moldar para tornar-se mais eficiente e funcional, mesmo após lesões ou eventos que afetam a sua estrutura e capacidade funcional [41]. Por isso, este tipo de reabilitação revela-se eficaz em aumentar a capacidade cognitiva dos pacientes, ao estimular a atividade dos neurónios cerebrais [42]. Procura também melhorar capacidades cognitivas por meio de atividades que ajudem os pacientes a adquirirem estratégias para melhorar a sua capacidade cognitiva [40]. Outro aspeto importante desta abordagem é o facto da sua eficácia no tratamento ser maior quando existe treino em diferentes capacidades cognitivas, em vez do foco ser apenas num domínio [42]. Por isso, escolher uma abordagem que treine várias competências, durante as sessões de terapia, pode ser mais benéfico para desenvolver capacidades que dependem de vários aspetos cognitivos.

### **2.6.1.2 Reabilitação Cognitiva Compensatória**

A abordagem compensatória [42], ao contrário da abordagem restauradora, não se concentra na plasticidade cerebral, mas sim em compensar a função cognitiva perdida por meio de estratégias que auxiliem o paciente nas suas atividades diárias. Trata-se de uma intervenção destinada a combater a incapacidade dos pacientes por meio de estratégias, com o objetivo de substituir a capacidade perdida [43]. Essa estratégia pode ser externa, envolvendo o uso de sistemas físicos externos, como diários ou dispositivos eletrónicos. Por exemplo, um paciente com défice de memória pode utilizar a técnica de registar informações que, de outra forma, teria de memorizar [42]. Alternativamente, pode ser classificada como interna, quando são utilizadas estratégias que utilizam outras capacidades que o paciente possui para contornar ou aliviar a dificuldade perdida [39]. Esta abordagem é utilizada para melhorar os processos cognitivos, como a atenção e as funções executivas [39].

## **2.6.2 Métodos de Reabilitação Cognitiva**

Dentro das categorias mencionadas, existem várias estratégias alinhadas com as abordagens anteriormente referidas. Alguns exemplos incluem o treino cognitivo, intervenções comportamentais, treino progressivo de atenção, entre outros [44].

O treino cognitivo compreende atividades meticulosamente elaboradas de forma a melhorar diversas competências cognitivas, como memória, atenção, processamento visual e auditivo, lógica, entre outras [45]. O objetivo é melhorar competências cognitivas através da prática repetida de atividades teoricamente orientadas [12]. O treino cognitivo pode variar desde "*exercícios baseados em computador, movimento físico, atividades com papel e lápis, materiais manipulativos ou outros recursos, como cartas de jogo, ou uma combinação de abordagens de treino múltiplas*" [45, p.1], permitindo o treino de várias competências cognitivas de forma simultânea. Esses programas intensivos contribuem para a melhoria do desempenho dos sistemas sensoriais do córtex cerebral, estimulando a plasticidade cerebral e promovendo evolução em domínios como a visão, audição, memória, raciocínio e entre outros [46]. Assim, esta estratégia encaixa numa abordagem restauradora, já que estimula a plasticidade cerebral restaurando as competências perdidas que irão ser desempenhadas por novas ligações neuronais [42]. Para promover a atenção dos pacientes, pode ser aplicado um processo restaurativo denominado por treino de atenção. Este treino consiste em exercícios que auxiliam o paciente a melhorar a sua atenção, desenvolvendo a capacidade de foco em informação relevante e ignorar informação não pertinente. Dessa forma, os pacientes conseguem fortalecer a sua atenção no dia a dia [47]. Para promover a recuperação da memória dos pacientes, pode ser aplicada a estratégia de aprendizagem sem erros (AE) [44]. O AE é uma abordagem de reabilitação cognitiva compensatória que visa reduzir o número de erros cometidos durante o tratamento [39]. Nessa estratégia, as informações são apresentadas aos participantes para estudo ou reprodução imediata, impedindo-os de recuperar a informação da memória de longo prazo [48]. Uma outra estratégia de reabilitação cognitiva compensatória para o treino de memória consiste no recurso a artefactos externos, tais como agenda, dispositivos eletrónicos como o telemóvel, entre outros. Esta abordagem tem o objetivo de auxiliar o paciente a recordar assuntos importantes que, de outra forma, poderia esquecer devido ao comprometimento cognitivo [39]. Importa salientar que esta estratégia não tem como objetivo a recuperação direta da memória, mas sim a utilização de recursos externos ou outras competências do paciente que compensem as suas limitações.

Mais um aspeto importante a ter em consideração no processo de reabilitação é usar este processo em conjunto com outros tratamentos, ou seja, não deve ser feita de forma isolada. Assim, a reabilitação cognitiva deve fazer parte de uma abordagem multidisciplinar e interdisciplinar [44]. Um dos métodos que pode acompanhar o processo de reabilitação é a farmacoterapia [44, 42]. Um desafio inerente à reabilitação cognitiva reside na eventual resistência dos pacientes em envolver-se em atividades terapêuticas [49]. De facto, um dos grandes desafios dos profissionais de saúde é encorajar os pacientes em participar em processos de reabilitação [3]. Essa resistência pode ser atribuída à "*falta de perceção acerca de défices cognitivos, seja devido a sistemas cerebrais comprometidos ou a dificuldades gerais na realização de tarefas diárias, sensação de desespero, falta de energia e apatia, sintomas que podem ser atribuídos à própria doença ou estar associados à depressão ou a outros distúrbios psiquiátricos concomitantes*" [49, p.1]. Para assegurar a eficácia do processo de reabilitação, é importante promover a motivação do paciente. Neste contexto, o uso de medicação, juntamente com outras intervenções médicas pode ser considerado como um recurso adicional para a reabilitação [42]. A farmacoterapia é um desses recursos, e alguns exem-

plos de medicamentos, como a Amantadina e a Bromocriptina, aumentam a motivação, aceleram a velocidade de recuperação funcional e também melhoram a atenção, visão e funções executivas [44].

Com todos os problemas desenvolvidos após a lesão é fundamental continuar o estudo e pesquisa deste processo e encontrar novos métodos de recuperação e compensação dos vários défices que estes pacientes apresentam. Assim, nos últimos anos tem-se verificado uma aplicação crescente de tecnologias de informação e comunicação na área da reabilitação cognitiva, com destaque para o recurso a jogos sérios [50, 51].

# Videojogos

## 3.1 Definição

Os videojogos são uma atividade em que os jogadores devem superar obstáculos para alcançar um objetivo [52]. Trata-se de uma forma de entretenimento na qual os jogadores interagem com o ambiente e com personagens, que podem assumir papéis jogáveis ou não jogáveis [53]. Existem diversos géneros e tipos de videojogos, que abrangem desde ação, aventura, estratégia, *Role-Playing Game* (RPG), desporto, corrida, entre outros. De referir que os videojogos podem ser desenvolvidos em duas ou três dimensões, conferindo um maior realismo ao ambiente de jogo. Além disso, podem ser classificados como *singleplayer* ou multijogador, dependendo se o jogador interage individualmente ou com outras pessoas no mesmo cenário. O propósito do jogo é outro aspeto relevante, pois enquanto a maioria se destina ao entretenimento, outros podem apresentar objetivos mais sérios, como a aprendizagem.

## 3.2 Crescimento e Estatísticas dos Videojogos

Nos últimos anos tem se verificado um crescimento da indústria dos videojogos, ganhando popularidade entre o público [54]. Este crescimento é mostrado através das receitas geradas ao longo dos anos. Foi estimado que em 2024 as receitas geradas pelo mercado de videojogos será de 282,30 mil milhões de dólares. [55]. É esperado que entre 2024 e 2027 a taxa de crescimento anual composto (CAGR) será de 8,76%. Conforme a Newzoo [56], existem 3,22 mil milhões de jogadores no mundo inteiro. Em Portugal, foi estimado que as receitas dos videojogos atingiram os 225,20 milhões de dólares. A projeção para o futuro é bastante positiva, estando previsto um CAGR, entre 2023 e 2028, de 11,05%, o que significa que em 2028 a dimensão do mercado será de 388,10 milhões de dólares. Em 2028, estima-se que existam 1,20 milhões de jogadores em Portugal [55]. No mercado dos Estados Unidos a receita atingiu os 45 mil milhões de dólares [56]. Ainda nos Estados Unidos, relativamente ao CAGR, é esperado que entre 2024 e 2028, seja de 9,99%, resultando numa projeção de 103,80 mil milhões de dólares em 2028 [55]. Para finalizar, a Ásia é o maior mercado de videojogos do mundo, existindo 1,48 mil milhões de jogadores [57]. Está previsto que a indústria de videojogos fature 149,30 mil milhões de dólares em 2024.

Relativamente ao CAGR, a Ásia, entre 2024 e 2027, apresentará um valor de 7,89%, resultando num volume de mercado de 187,50 mil milhões de dólares em receitas [55].

As estatísticas citadas evidenciam que a indústria dos videojogos desempenha um papel significativo no mercado, apresentando valores substanciais de receita e popularidade que se perspetiva que continuem a crescer nos próximos anos. Destaca-se, igualmente, o aumento notório da popularidade dos jogos online, os quais representaram 44% das receitas totais da indústria dos videojogos em 2021 [58]. Isto evidencia a popularidade e o interesse das pessoas na interação com outros jogadores através dos videojogos. Por este motivo, é importante incorporar características multijogador nos videojogos que possibilitem a interação entre jogadores e a partilha de experiências. No âmbito da reabilitação cognitiva e do treino de competências sociais, a presença de um modo multijogador pode ser essencial para o êxito do tratamento.

O crescimento de popularidade e lucros gerados pela indústria incentivam o desenvolvimento de videojogos, um processo complexo e multidisciplinar que envolve várias áreas do conhecimento.

### 3.3 Desenvolvimento de Videojogos

O desenvolvimento de videojogos é uma atividade multifásica que engloba diversas etapas, áreas do conhecimento, tecnologias e colaboradores. Esta atividade insere-se no âmbito da Engenharia de *Software* (ES), uma vez que o resultado final é um *software*, que pode ser desenvolvido aplicando as várias metodologias dessa área [59].

Os videojogos são um *software* complexo que envolve não só engenharia e programação, mas também áreas como a arte, som, escrita, atuação e muitas outras [60]. Devido a essa complexidade, torna-se necessário grandes investimentos, organização eficiente e uma gestão de equipas criteriosa para assegurar que o processo de desenvolvimento seja eficaz e que o produto final alcance a qualidade necessária. Todas estas exigências frequentemente levam a que o desenvolvimento de videojogos seja feito por grandes empresas. No entanto, existem também pequenas empresas e até mesmo indivíduos independentes que se dedicam a esta atividade. De facto, a criação de ferramentas que simplificam e reduzem o processo proporciona essa possibilidade. Essas ferramentas abrangem desde linguagens de programação até *softwares* dedicados à atividade, como *game engines*.

#### 3.3.1 *Game Engines*

Uma *game engine* é "uma camada de *software* reutilizável que permite a separação de conceitos comuns de um jogo, dos ativos do jogo (níveis, gráficos, etc.)." [61, p.1]. Trata-se de um *software* que simplifica e acelera a criação de jogos, disponibilizando mecânicas e elementos comuns a vários videojogos. Estas *games engines* escondem detalhes de baixo nível [62] para facilitar o desenvolvimento de videojogos.

As *game engines* procuram estabelecer uma separação clara entre os principais componentes de *software* (e.g. sistema de renderização de gráficos, sistema de colisões, sistema de som) e os

recursos, cenários e lógica do jogo. Essa separação é vantajosa, pois contribui para a criação de um *software* mais robusto e limpo. Além disso, facilita o desenvolvimento de jogos, permitindo a reciclagem de componentes, reduzindo o investimento e o tempo necessário para os produzir [63].

A vantagem deste tipo de *software* é permitir pequenas empresas e desenvolvedores independentes terem a possibilidade de produzir videogames. Este tipo de *software* tem evoluído de forma significativa ao longo dos anos, tornando-se altamente flexível e sem limitações quanto ao tipo de jogos que se pode desenvolver. Não existem restrições em termos de plataformas e *hardware* nos quais se pode lançar o jogo, abrangendo consolas, computadores e dispositivos móveis [61]. De referir que estas *game engines* possibilitam às empresas gerar receitas através do seu licenciamento e poupar tempo e recursos na produção de videogames [63]. Diversas *game engines* alcançaram grande popularidade, incluindo a *Unity*, *Unreal Engine*, *Godot*, entre outras.

Apesar das *game engines* facilitarem o desenvolvimento de jogos, subsistem desafios que precisam ser superados para que a sua produção seja viável.

### 3.3.2 Desafios no Desenvolvimento de Videojogos

A natureza multidisciplinar do processo de desenvolvimento de jogos apresenta diversos desafios que os desenvolvedores e gestores de equipas devem enfrentar.

Um dos problemas significativos relatados no desenvolvimento de jogos é a escala ambiciosa definida pelos desenvolvedores [59]. Além disso, a ausência de uma definição clara dos requisitos durante a fase de pré-produção também impacta negativamente a produção do jogo, gerando diversos problemas que afetam o planeamento e dificultam a sua manutenção. O fenómeno conhecido como *Feature Creep* é outro desafio relevante, caracterizado pela adição de novas funcionalidades ao jogo durante o processo de desenvolvimento [59], o que pode comprometer o progresso do projeto. Além disso, problemas de comunicação e sobreposição de funções nas equipas de desenvolvimento também são frequentemente reportados [64]. Assim, todos os problemas mencionados levam a mais tempo de desenvolvimento e recursos, tornando o desenvolvimento do jogo planeado de forma bem sucedida mais difícil.

Os problemas mencionados adicionam tempo de desenvolvimento, diminuem a qualidade do jogo e podem aumentar os custos de produção. Consequentemente, a qualidade do jogo poderá ficar aquém do desejado, as datas limites podem ser ultrapassadas e a empresa pode sofrer consequências negativas a nível financeiro. Assim, aplicar princípios e metodologias de ES durante a produção do jogo é de extrema importância para o sucesso do jogo.

### 3.3.3 Metodologias de Desenvolvimento de Jogos

Para produção de videogames é possível usar diversas metodologias de ES que podem ser menos flexíveis como *waterfall* ou mais flexíveis como métodos mais iterativos baseados em *Scrum*. Uma metodologia usada no desenvolvimento de videogames é o *Game Development Life Cycle* (GDLC) e envolve três fases principais, tais como a pré-produção, produção e teste/pós-produção [65]. Na pré-produção é definido o conceito do jogo. Na produção desenvolve-se efetivamente o

jogo em si. Na fase de teste e pós-produção, a qualidade do jogo final é avaliada e por fim, lançado para o público [64]. Para aplicar a metodologia GDLC pode ser usado um método mais linear e rígido ou uma forma mais flexível e iterativa. A forma mais rígida adota o método *waterfall*, no entanto, requer logo no início do desenvolvimento os requisitos bem definidos. Em contraste com métodos mais flexíveis, como o método *scrum*, que prevêm alterações nos requisitos do jogo durante o seu desenvolvimento. Esta flexibilidade permite aos desenvolvedores adaptarem-se a novos requisitos como novas funcionalidades, investimento e restrições temporais.[66].

### 3.4 Jogos Sérios

Jogos sérios são um "*concurso mental, jogado com um computador de acordo com regras específicas, que utiliza o entretenimento para promover objetivos governamentais ou corporativos, educação, saúde, políticas públicas e comunicação estratégica*" [67, p.2]. De facto, o objetivo principal não é o entretenimento, mas sim um propósito mais sério, como a reabilitação, a educação, treino militar e entre outros [51]. Apesar do objetivo mais sério, o entretenimento é uma peça fundamental neste tipo de jogo [68]. Por outras palavras, além dessa finalidade séria, estes jogos devem integrar as mesmas características inerentes a um videojogo, tais como entretenimento, apresentação visual apelativa, desenvolvimento de personagens e um enredo cativante. Assim, a distinção essencial destes jogos reside no objetivo a que se propõem, contrastando apenas desta maneira com os videojogos tradicionais [69].

Os jogos sérios são aplicados predominantemente na aprendizagem, tomada de decisões, planeamento e resolução de problemas em diversas áreas, como a educação, bem estar, cultura, comunicação, saúde e ambiente militar. De facto, uma das principais funções dos jogos sérios é ajudar os jogadores a aprender, treinar e desenvolver competências importantes para viver em sociedade. Assim, na esfera educacional, estes jogos têm contribuído significativamente para a melhoria do processo de aprendizagem, beneficiando tanto alunos quanto professores, ao proporcionar uma abordagem lúdica ao ensino de diversos conteúdos, incluindo aritmética, história, línguas e até questões ambientais [69]. No âmbito do bem estar, é comum que estes jogos promovam a saúde física dos participantes, estimulando a prática de atividades físicas [66]. Por fim, observa-se um crescente investimento na área da saúde, em que os jogos sérios desempenham um papel médico, abrangendo monitorização da saúde, aprendizagem, prevenção, educação terapêutica e reabilitação [69]. Deste modo, torna-se compreensível a ampla presença e importância destes jogos em diversas áreas.

Não só na área de aplicação do jogo sério se deve ter em conta, mas também outros fatores determinantes no sucesso destes jogos. A presença de música, orientação no jogo, um sistema de *feedback* positivo, adaptação da dificuldade do jogo ao paciente, consideração das limitações físicas e cognitivas dos jogadores [69], bem como a presença de personagens envolventes e uma história cativante, são fatores determinantes na promoção da aprendizagem e objetivos mais sérios.

### 3.4.1 Jogos Sérios para a Reabilitação Cognitiva

Os jogos sérios concentram-se em diversas áreas diferentes, incluindo a reabilitação cognitiva. O objetivo desses jogos é auxiliar os pacientes com défices cognitivos a recuperarem as capacidades perdidas e a retomarem as suas atividades diárias. De facto, a literatura demonstra que, ao experimentar jogos sérios, é possível melhorar a atenção, perceção visual e outros campos afetados [70]. Sendo assim, é crucial estudar e pesquisar estes jogos para serem o mais eficazes no tratamento dessas limitações.

É crucial classificarmos os jogos para compreendermos de forma mais aprofundada os tipos, funcionalidades e características que se adequam melhor ao tratamento específico de determinadas doenças e limitações. Desta forma, estes podem ser classificados mediante uma taxonomia [71]. Esta classificação pode abranger aspetos mais genéricos, como o tipo, a portabilidade do jogo, o tipo de narrativa, a presença de características multijogador e o público alvo. No contexto específico dos jogos sérios para a reabilitação cognitiva, destaca-se a relevância da inclusão de elementos sociais para incentivar a interação entre os pacientes. Além disso, é essencial considerar a área de aplicação no processo de reabilitação, que além da área cognitiva também pode abranger a reabilitação motora e comportamental [54]. A natureza e a monitorização do *feedback* desempenham um papel crucial no processo de reabilitação, permitindo que o paciente identifique áreas de melhoria das suas competências [71]. De facto, estas mecânicas encorajam os pacientes a refletir e reavaliar o seu comportamento e estratégias, além de registar o progresso do paciente e adaptar o tratamento em função dessa evolução [72]. O *feedback* pode ser controlado pelo sistema, no qual o paciente recebe dicas, como pontuações, que possibilitam compreender o seu progresso. Outra forma de *feedback* pode ser através da interface, em que o jogo reage às ações do jogador de forma a que ele entenda se as suas ações são bem sucedidas. [71]. A monitorização da evolução do paciente pode ocorrer antes, após ou durante a sessão de reabilitação. Esta mecânica permite tanto ao paciente como ao profissional de saúde entender a evolução do paciente e ajustar, eventualmente, os tratamentos e a dificuldade do jogo consoante essa evolução. Muitas vezes o próprio jogo sério de forma automática adapta-se ao progresso do paciente, alterando o nível de dificuldade [73]. Estas duas mecânicas aumentam a motivação e aprendizagem por parte dos pacientes [72]. Por fim, o tipo de interação com o sistema também deve ser considerado, podendo ser classificado o seu estilo, a presença de multimodalidade e o tipo de interfaces. Isto é relevante para compreender se o jogo sério está adaptado às limitações motoras dos pacientes.

Portanto, esta classificação proporciona uma compreensão mais aprofundada das mecânicas e características que os jogos sérios devem abranger, sendo essenciais para um processo de reabilitação eficaz [54]. Além disso, a classificação pode ajudar a entender melhor para que tipo de pacientes o jogo sério mais se adequa.

### 3.4.2 Eficácia dos Jogos Sérios para a Reabilitação

Na área da reabilitação cognitiva o objetivo principal é tratar pacientes com comprometimentos cognitivos, resultantes de lesões no tecido cerebral. O uso de jogos sérios durante o processo de

reabilitação proporciona uma dinâmica que auxilia os pacientes a manterem a atenção durante todo o processo, o que os estimula a continuarem a recuperação. Assim, estes jogos devem ter características que estimulem, melhorem e exercitem as capacidades cognitivas dos pacientes, além de os envolver em atividades motoras [51]. Além dos jogos sérios estarem presentes no processo de reabilitação cognitiva, também poderão estar incluídos na reabilitação motora e comportamental.

Conforme a literatura, para que o processo de reabilitação seja bem sucedido, os pacientes precisam de seguir um tratamento intensivo dividido em tarefas que devem ser executadas de forma repetida para recuperar ou manter as suas capacidades físicas e mentais [5]. Para este processo poderá ser usado jogos sérios com mecânicas adequadas para manter a motivação dos pacientes ao longo do processo de reabilitação, tais como *feedback* imediato, níveis diferentes de intervenção terapêutica, opções de personalização, entre outras [3]. Tal poderá contribuir para ultrapassar limitações das abordagens de reabilitação mais tradicionais consideradas pelos pacientes como sendo repetitivas e enfadonhas [6]. De facto, vários estudos mostram que sistemas computarizados para a reabilitação são mais eficazes que métodos mais convencionais [10], capazes de combater essa monotonia [3]. Assim, a dificuldade de acesso a estes tratamentos, os custos elevados de transporte e a falta de acesso imediato e em tempo real à informação sobre o progresso e estado de saúde podem desencorajar os pacientes a continuarem o processo de reabilitação [74]. A vantagem dos jogos sérios comparativamente a esses tratamentos mais tradicionais é a sua capacidade de manter os pacientes motivados a continuar a reabilitação devido à sua natureza apelativa e envolvente [6, 75]. Além disso, os jogos sérios têm uma maior capacidade de se adaptarem às dificuldades e tipo de limitação dos pacientes [74].

Incorporar jogos sérios ou sistemas computarizados aumenta a motivação dos pacientes em realizar tarefas e exercícios cognitivos no seu processo de reabilitação após a doença [3]. De facto, a incorporação destes jogos nos tratamentos é essencial para estimular a motivação dos pacientes, contrariando a monotonia e acelerando o progresso por meio de *feedback* imediato, elementos lúdicos característicos dos videojogos e a capacidade de se adaptarem às necessidades individuais dos pacientes [74]. A presença de interfaces naturais e multimodais também desempenha um papel significativo na reabilitação cognitiva com recurso a jogos sérios.

### 3.4.3 Interfaces de Interação

As lesões cerebrais acarretam uma variedade de limitações motoras que comprometem a capacidade do paciente de desempenhar tarefas físicas específicas. Esses pacientes podem enfrentar dificuldades significativas ao interagir de maneira eficaz com interfaces convencionais, como o rato ou o teclado. Portanto, deve-se ter em consideração essas limitações ao desenvolvê-los para pessoas com limitações físicas [51].

A presença de interfaces como o rato e teclado representa uma barreira para muitos pacientes que procuram utilizar jogos sérios como parte do seu processo de reabilitação. Esse tipo de interfaces tem baixa flexibilidade e dificultam a ligação natural entre pacientes e computadores [76]. Por esta razão, foram criados diferentes tipos de interfaces que se adaptam a esses pacientes, possibilitando-os de interagirem com maior facilidade com o jogo sério. Assim, um maior

número de pacientes poderá incluir estes jogos no seu processo de reabilitação. Essas interfaces adaptativas são referidas na literatura por naturais e multimodais [51].

As interfaces naturais são um tipo de interfaces que se focam nas habilidades naturais do ser humano como o toque, a voz, a visão e movimento. Assim, este tipo de interfaces aproveitam uma maior amplitude de modalidades de comunicação que utilizam as competências que as pessoas já adquiriram naturalmente no seu quotidiano. [77]. O objetivo deste tipo de abordagem é interagir com o computador da mesma forma que interagimos naturalmente com o ambiente e com os outros à nossa volta, tornando a interação inerente ao ser humano [78]. Algo também referido na literatura é o facto da interação com este tipo de sistemas não ser notório uma interface intermediária, como um rato ou um teclado [79]. Tudo isto leva a um fortalecimento da conexão entre mãos, os olhos e a mente, levando a que o movimento seja mais intuitivo, fluído e natural [76], facilitando o seu uso por parte de utilizadores com dificuldades motoras. Os tipos que mais se destacam são a deteção de movimentos e reconhecimento da voz [76].

Uma interface multimodal combina diversas formas de interação com o sistema. Por exemplo, ao disponibilizar várias interfaces naturais, torna-se possível que pacientes com diferentes limitações motoras possam interagir com o jogo. Desta forma, um número mais alargado de pacientes consegue usufruir destes jogos no seu processo de reabilitação. Assim, é essencial que os jogos sérios ofereçam diversas formas de interação com o sistema, e que estas sejam executadas da forma mais natural possível.

Além da presença das interfaces referidas, nos jogos sérios para reabilitação cognitiva com inclusão dos processos de CS, é importante promover a interação social entre os pacientes por meio de características sociais, tais como a competição e a colaboração.

#### 3.4.4 Características Sociais

O paradigma dos jogos sérios para o treino de competências sociais tem evoluído de forma notável, consolidando-se como uma ferramenta inovadora para abordar desafios cognitivos e sociais em pacientes com LCA. Nesse cenário, a incorporação de elementos multijogador destaca-se como uma estratégia promissora para potencializar os benefícios terapêuticos desses jogos. A presença de características sociais não só enriquece a experiência de jogo, mas também contribui de forma significativa para os objetivos terapêuticos que desejamos alcançar.

Um jogo tem características sociais ou é apelidado jogo multijogador, "*quando dois ou mais jogadores jogam juntos - seja uns contra os outros, em equipas contra outras equipas, ou completamente em cooperação contra o computador.*" [80, p.1] Essas mecânicas designam-se de competição e colaboração. A combinação de competição e colaboração é essencial para tornar a reabilitação num processo mais envolvente e inclusivo, e desta forma promover um maior comprometimento por parte dos pacientes.

Na colaboração, dois ou mais pacientes jogam em conjunto na mesma equipa para atingir um objetivo [37]. De facto, esta mecânica não só permite jogadores interagirem no jogo, mas também complementarem as suas competências e ajudarem-se entre si de forma atingirem o mesmo objetivo [80]. Esta mecânica promove a interação entre pacientes e aumenta o vínculo social entre

eles.[37]. Este vínculo permite aos pacientes apoiarem-se mutuamente no processo de reabilitação, ao servirem-se como fonte de motivação. O suporte social entre pacientes em reabilitação é de extrema importância. Este suporte permite aos pacientes partilharem as suas experiências e ajudarem-se mutuamente durante todo o processo. A criação de uma nova experiência de jogo permite ainda aumentar o compromisso dos pacientes com o processo de reabilitação. Assim, a mecânica colaborativa promove um ambiente mais amigável, inclusivo e de partilha de experiências entre pacientes.

Na mecânica competitiva, dois jogadores competem entre si com o objetivo de alcançar o melhor desempenho individual possível [50, 53]. De facto, esta mecânica tem como objetivo de colocar os jogadores a competirem entre si, de forma a ganharem um ao outro [80]. Esta abordagem procura estimular o espírito competitivo dos pacientes, aumentando os seus níveis de motivação. Semelhante à colaboração, esta mecânica incentiva um contacto mais direto entre os pacientes, ao reforçar a sua adesão ao processo de reabilitação. Ao contrário da colaboração, a competição pode aumentar os níveis de agressividade dos pacientes[53]. Como já foi demonstrado [1], uma das alterações que os pacientes com LCA pode sofrer é o aumento dos níveis de agressividade. Esta agressividade pode ocorrer quando, por exemplo, um paciente perde um jogo contra outro, levando a sentimentos de frustração e aborrecimento. Por esta razão, a componente competitiva pode ser contra-indicada para pacientes com maior tendência a sofrerem episódios de agressividade e por outro lado ser mais adequado as mecânicas colaborativas. Além disso, é importante observar que a competição pode ser desafiadora para pacientes com um nível mais significativo de comprometimento, especialmente quando jogados com indivíduos que possuem menos limitações. Para igualar as hipóteses de sucesso de todos os pacientes e reduzir possíveis frustrações, surgiu o conceito de *handicapping* [50].

#### 3.4.4.1 Handicapping

A presença de características competitivas no jogo leva a ter em consideração as diferentes disparidades e limitações dos pacientes que irão competir entre si [37]. Por esta razão, muitos jogos recorrem ao conceito de *handicapping* para mitigar as possíveis diferenças entre os pacientes [51]. O *handicapping* consiste em criar um mecanismo que iguala as hipóteses de ambos os pacientes vencerem o jogo [71]. Esta mecânica permite que o jogo se adapte aos pacientes com limitações mais acentuadas e forneça uma vantagem a esse jogador [51]. Isto é fundamental para que o paciente em desvantagem não se sinta desencorajado e mantenha a motivação para prosseguir o processo de reabilitação. Com esta mecânica, não só os pacientes como familiares e amigos, poderão participar na sessão de reabilitação, oferecendo uma oportunidade para estes estarem mais envolvidos no processo. Adicionalmente, cria um ambiente de reabilitação mais amigável e motivador. De facto, a presença de familiares auxilia os participantes a sentirem-se menos pressionados a serem bem sucedidos, proporcionando-lhes um maior conforto ao longo de todo o processo.

Concluindo, jogos com componente social ajudam os pacientes a cooperar, a partilhar experiências e manter relações positivas com outros pacientes. Além disso, pode auxiliar pacientes que



Figura 3.1: Imagem ilustrativa da plataforma RehaCom

sofrem de isolamento social a se relacionarem, mesmo que estejam impedidos de o fazer pessoalmente [53]. Por isso, pessoas com LCA que sofrem alterações a nível cognitivo e dificuldades a nível social, beneficiam de jogos sérios com características sociais presentes.

### 3.4.5 Jogos Sérios para a Reabilitação Cognitiva

Existem jogos e plataformas desenvolvidas para a reabilitação cognitiva de pacientes com défices cognitivos. RehaCom, Rehab+ e a plataforma *Rehability* são alguns exemplos dessas plataformas.

#### 3.4.5.1 RehaCom

O RehaCom é uma plataforma computarizada para o tratamento neurocognitivo, com a sua eficácia já comprovada [81]. É amplamente utilizado na reabilitação cognitiva de pacientes com diversas limitações cognitivas. Este sistema computacional exige a orientação de um terapeuta e pretende treinar diversas competências cognitivas, incluindo atenção, memória, funções executivas e visão. O sistema é constituído por um conjunto de tarefas que devem ser executadas pelo paciente para alcançar objetivos específicos. A área de aplicação deste jogo concentra-se na reabilitação cognitiva, utilizando interfaces como um teclado especial e um *joystick*. Além disso, o progresso do paciente é monitorizado pelo terapeuta, proporcionando-lhe *feedback*. De facto, durante e após a sessão, o jogo irá fornecer informação ao paciente sobre o seu desempenho. O jogo também tem presente um mecanismo que aumenta ou diminui a dificuldade do jogo consoante o desempenho do paciente. No entanto, este sistema carece de recursos para permitir a interação entre vários pacientes devido à ausência de características sociais, um aspeto crucial no contexto deste projeto. Apesar desta limitação, é um jogo importante na área da reabilitação, uma vez que contribui para o treino das capacidades cognitivas, as quais são fundamentais para o jogo a ser desenvolvido no âmbito deste projeto.

A eficácia da plataforma deve-se à sua capacidade de estimular diferentes áreas do cérebro. Este estímulo leva a que conexões entre várias estruturas neuronais sejam alteradas com o uso desta plataforma no processo de reabilitação, aproveitando a capacidade plástica do cérebro. Por sua vez, estas alterações levam à melhoria da capacidade cognitiva dos pacientes [82].

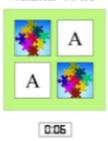
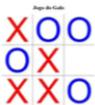
<p><b>Memory game</b></p> <p>Memória - Nível 1</p> 	<p><b>Main objective of the game</b> is the training of working memory or short-term memory (vision) and sequential memory</p>	<p><b>Implementation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>only single player version</li> <li>user interaction via mouse</li> <li>no competition</li> <li>no cooperation</li> <li>no handicapping</li> </ul>
<p><b>Sorting game</b></p> 	<p><b>Main objective of the game</b> is the training and encouragement of the reaction times of users, concentration, reasoning, memory and sequential processing, spatial perception, visual processing and attention</p>	<p><b>Implementation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>single player and Multiplayer (2 players)</li> <li>user interaction via mouse</li> <li>competition <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>
<p><b>Arithmetic game</b></p> <p>Cálculo Mental</p> 	<p><b>Main objective of the game</b> is to improve the mental calculation ability, numerical reasoning, and problem solving</p>	<p><b>Implementation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>single player and multiplayer (2 players)</li> <li>user interaction via mouse and voice commands</li> <li>cooperation <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>
<p><b>Tic-Tac-Toe</b></p> 	<p><b>Main objective of the game</b> is the stimulation of memory, visualization, the ability of organization and planning, concentration/attention and problem solving</p>	<p><b>Implementation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>single player and multiplayer (2 players)</li> <li>user interaction via mouse</li> <li>competition <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>handicapping <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>

Figura 3.2: Jogos presentes na plataforma Rehab+

### 3.4.5.2 Rehab+

O Rehab+ é uma plataforma que engloba uma variedade de jogos concebidos para a reabilitação cognitiva [51]. A plataforma é composta por quatro jogos distintos: um jogo de memória, um jogo de ordenação, um jogo centrado no cálculo aritmético e o clássico jogo do galo. Estes jogos podem ser desfrutados individualmente por um paciente ou em grupo, permitindo a interação entre os pacientes durante o processo de reabilitação e a partilha de experiências. Além disso, a presença de interfaces naturais e multimodais possibilita que pacientes com diversas dificuldades interajam de forma eficaz com o jogo [51]. O objetivo destes jogos é treinar diferentes competências cognitivas, como a memória, visão, organização e planeamento, concentração, raciocínio, entre outras. A implementação de jogos com características distintas possibilitou um estudo sobre quais os jogos e as características mais adequadas para atender às necessidades dos pacientes.

Um artigo realizou um estudo de usabilidade do jogo e concluiu que 86% dos inqueridos mostraram satisfação relativamente à plataforma e que lhes despertou o interesse. Além disso, 74,20% usariam a plataforma com frequência e 94,50% demonstraram satisfação em participar da atividade e apreciaram o jogo [50]. Por fim, este estudo recorreu ao questionário *System Usability Scale* (SUS) e esta plataforma obteve uma pontuação de 73,79% em 100%, o que mostra a avaliação positiva obtida pela mesma [50].

### 3.4.5.3 Plataforma *Rehability*

A *Rehability* é uma plataforma inovadora voltada para o processo de reabilitação remota e gamificada. Constituída por seis versões distintas, a plataforma direciona-se a diferentes áreas e

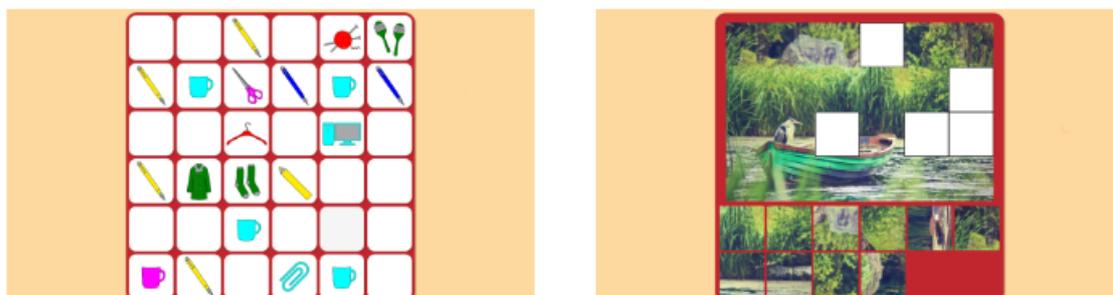


Figura 3.3: Exemplos de jogos da plataforma *Reability*

pacientes. Nesta plataforma, os pacientes podem usufruir de diversos exercícios de reabilitação, tanto no ambiente hospitalar quanto remotamente, no conforto das suas residências [83].

A estrutura da plataforma é composta por jogos centrados na reabilitação cognitiva, incluindo opções específicas para a população pediátrica. Atualmente, estão em fase de desenvolvimento jogos destinados à reabilitação pulmonar. Também está planeado o lançamento de jogos direcionados à reabilitação ortopédica e reumatológica. Além disso, uma versão destinada a pacientes idosos está disponível, visando promover um envelhecimento ativo [83]. Compatível com diversos dispositivos, como computadores, telemóveis ou tablets, a plataforma pode ser facilmente integrada ao ambiente domiciliar do paciente. Destaca-se ainda o uso de codesign durante o desenvolvimento do *Reability*.

A plataforma também é dotada de um sistema de monitorização, possibilitando aos pacientes com mobilidade reduzida ou dificuldades de deslocamento, que incorporem esta tecnologia no seu processo de reabilitação. Assim, juntamente com uma abordagem personalizada, pensada nos pacientes, contribui para uma melhoria significativa na qualidade de vida [83]. Além disso, a reabilitação torna-se mais contínuo, interessante e motivador ao ser conduzido num ambiente familiar. Ainda um aspeto relevante desta plataforma é o facto de ter sido desenvolvida por meio de um processo de codesign, permitindo criar uma solução focada nas necessidades específicas dos pacientes [83].

Concluindo, *Reability* emerge como uma ferramenta valiosa, abrangendo diversas áreas de reabilitação e atendendo de maneira precisa às necessidades do público-alvo.

### 3.5 Codesign

O propósito da investigação científica na área da saúde é proporcionar evidências e conhecimentos de forma a melhorar a vida e a saúde das pessoas. Contudo, a ausência de pesquisa centrada no paciente ainda é notável, sendo uma das razões pelas quais muitas investigações não alcançam os resultados desejados, resultando no desperdício de recursos e tempo [84]. Por isso, o codesign proporciona ao método científico uma forma de combater essas lacunas.

O codesign, conforme definido por Slattery, Saeri e Bragge, refere-se *"a participação significativa dos participantes na investigação durante a fase de planeamento de um projeto de investigação, onde 'participação significativa' se refere à participação num papel ou tarefa explicitamente*

*descrito, definido e auditável, necessário para o planeamento e realização de investigação em saúde.*" [85, p.3]. Portanto, o codesign é um processo na qual as partes interessadas contribuem de forma substancial para o sucesso do projeto de pesquisa. Este método utiliza *feedback*, sugestões e informações recolhidas aos participantes para melhorar os resultados do estudo, por meio de entrevistas, questionários, *workshops*, conferências, entre outros [7].

O objetivo do codesign é facilitar tanto a revisão da proposta de pesquisa como a contribuição para o design do estudo, materiais necessários e resultados [84]. Em comparação com os métodos tradicionais, o uso do codesign permite uma maior aceitação dos resultados de pesquisa pelo público-alvo. Além disso, possibilita que os participantes aumentem o seu conhecimento e competências de investigação, conectando-os aos processos de pesquisa. Por fim, o codesign permite aos participantes entender melhor a sua condição de saúde e a geri-la de forma mais eficaz [84]. Outros argumentos a favor do uso do codesign, incluem o direito dos *stakeholders* da investigação científica de participarem nas pesquisas e oferecerem novas perspectivas com base na sua experiência de vida [86]. No entanto, é importante notar que o codesign pode aumentar o tempo e os recursos necessários para a investigação, bem como aumentar a tensão entre os investigadores e o público-alvo devido a conflitos de ideias [84].

O codesign pode ser aplicado a várias áreas de investigação na saúde, incluindo o desenvolvimento de jogos sérios.

### 3.5.1 Codesign em Jogos Sérios

O codesign é uma ferramenta crucial para o sucesso no desenvolvimento de jogos direcionados para a saúde. Os participantes contribuem nas várias fases de desenvolvimento, ao expressar as suas preferências e opiniões sobre o produto, participando de forma ativa no seu desenvolvimento. Estes colaboradores podem participar desde a fase de desenho até ao processo de produção. A investigação em torno do codesign revela-se de extrema importância para melhorar a experiência dos jogadores, possibilitando um design adaptado às suas preferências.

Uma estratégia eficaz, adotada em alguns estudos, consiste na utilização de um método iterativo, na qual o *feedback* obtido em cada fase de desenvolvimento é incorporado no jogo. Esta abordagem pode ser dividida em três fases distintas para cada etapa de desenvolvimento. Na fase de desenho, são feitas entrevistas de forma a aprofundar a compreensão das necessidades, limitações e preferências dos participantes. Posteriormente, de maneira incremental, *workshops* são conduzidos para obter *feedback* e implementar as mudanças sugeridas. Nesta fase pode-se recorrer a várias perguntas abertas para que os participantes possam expressar a sua opinião sobre o jogo. No fim deste processo, poderá recorrer-se a um teste de usabilidade para perceber se o estado final do jogo atingiu os objetivos e está conforme as preferências do público-alvo [87]. Nesta fase pode-se recorrer a questionários que avaliem a experiência e usabilidade do jogo final. Pode-se recorrer a questionários como *The Game Experience Questionnaire* (GEQ), SUS, *Player Experience of Need Satisfaction* (PENS) [88], entre outros. Estes questionários visam avaliar a experiência dos pacientes, incluindo a apreciação da componente multijogador e obter *feedback* sobre a usabilidade e experiência de jogo. Portanto, além de permitir uma adaptação progressiva do jogo sério às

preferências dos pacientes[89], este método também possibilita a recolha de dados relevantes para a elaboração da ideia inicial do jogo e compreensão das necessidades dos jogadores. Na literatura esta abordagem é chamada de "*abordagem transformativa*" [52, p.6].

Um dos principais desafios do codesign está relacionado com o nível de conhecimento do domínio do jogo. Em alguns casos os participantes poderão não possuir conhecimento para darem contribuições significativas durante as entrevistas e *workshops*. Num estudo realizado com crianças no processo de desenho do jogo, no qual o objetivo era ensinar a resolução de conflitos, existiram dificuldades iniciais para que os participantes contribuíssem com ideias significativas [90]. De facto, as crianças envolvidas possuíam conhecimentos limitados sobre a resolução de conflitos, resultando no insucesso do primeiro estudo apresentado. Portanto, revelou-se difícil recolher informação pertinente para o desenho inicial do jogo. No entanto, num segundo estudo realizado num estado mais avançado de desenvolvimento, as crianças contribuíram de maneira mais significativa. Assim, a existência de uma base de jogo, alguns elementos e recorrendo a vários mecanismos que estimulam a criatividade, ajudaram a melhorar as contribuições dos participantes [90]. Por isso, destaca-se a importância de selecionar um grupo de codesigners com entendimento no domínio do jogo e, adicionalmente, usar mecanismos para os ajudar a entender melhor o seu objetivo.

A vantagem do codesign aplicado ao desenvolvimento de jogos sérios é permitir criar um jogo cativante e adaptado às necessidades e preferências dos pacientes. Desta forma, contribuindo para o sucesso do mesmo e que seja uma ferramenta eficaz no objetivo a que se propõe.

Um exemplo de uma plataforma desenvolvida com recurso ao codesign é o *NeuroOrb System*, criado para a reabilitação cognitiva de pacientes com Parkinson.

### 3.5.2 NeuroOrb System

O sistema *NeuroOrb* é uma plataforma que apresenta um conjunto de jogos sérios destinados à reabilitação de idosos diagnosticados com a doença de Parkinson [91]. Esta plataforma é composta por um controlador especial denominado *Orb* e um conjunto de jogos sérios. O *Orb*, acessível a pessoas com limitações físicas, foi desenvolvido com o propósito de promover a reabilitação de pacientes com comprometimentos cognitivos associados à doença de Parkinson. A presença deste controlador adaptativo oferece uma interação mais natural a pacientes com dificuldades motoras, possibilitando o acesso a jogos no seu processo de reabilitação.

Para o desenvolvimento deste jogo, além de terem recorrido a um teste de usabilidade, os desenvolvedores também utilizaram um processo de codesign. Este método serviu para entender a adaptabilidade dos pacientes ao dispositivo *Orb* e permitir realizar os ajustes necessários. Além disso, os pacientes puderam experimentar o jogo por meio de sessões, dando-lhes a possibilidade de proporem melhorias e expressarem as suas preferências [91]. Este *feedback* foi usado para implementar as novas mudanças sugeridas em iterações posteriores. Os autores usaram o questionário SUS para avaliar a usabilidade da plataforma. Antes do processo de codesign, a classificação do SUS foi de 65,58 em 100, e após esse processo passou a ser 74,17, bem acima da pontuação

média no sistema SUS de 68 pontos [91]. Além da classificação positiva no questionário, os pacientes, na sua totalidade, afirmaram que todo o *feedback* foi tido em conta e que têm confiança na eficácia da plataforma na sua reabilitação [91].



Figura 3.4: Uma paciente a experiemtar o controlador Orb



Figura 3.5: Exemplo de um jogo presente na plataforma NeuroOrb

### 3.6 Revisão Sistemática: *An Overview on Serious Games for Cognitive Rehabilitation*

Com o objetivo de compreender melhor os jogos sérios voltados para a reabilitação cognitiva, foi realizada uma revisão sistemática, em colaboração com uma colega que está a desenvolver um projeto similar para a reabilitação cognitiva. Esta é intitulada "*An Overview on Serious Games for Cognitive Rehabilitation*". O objetivo principal foi entender o design e as características mais comuns presentes em diversos jogos sérios para reabilitação cognitiva. Entre os parâmetros analisados estão a plataforma utilizada, usabilidade, o tipo de jogo, *feedback*, ajuste de dificuldade, entre outras características.

Para a escolha de artigos incluídos nesta revisão sistemática, definimos como critérios de inclusão, artigos em que são efectuados testes de usabilidade com indivíduos maiores de 18 anos

e diagnosticados com LCA, artigos sobre jogos sérios utilizados na reabilitação cognitiva e psicossocial e artigos que abordem o *design*, mecânicas e características dos jogos sérios. Quanto aos critérios de exclusão definimos, artigos com foco em crianças e/ou adolescentes, artigos que tratem de jogos sérios para reabilitação física, artigos que tratem de jogos sérios com foco em doenças neurodegenerativas como Parkinson e Alzheimer, artigos que abordam jogos sérios com foco em doenças como Autismo e Esquizofrenia, artigos que não descrevam o *design*, as mecânicas e características dos jogos sérios e por fim, artigos na qual os testes de usabilidade são realizados apenas com profissionais. A figura 3.6 apresenta o diagrama PRISMA que descreve a filtragem dos artigos retirados das base de dados utilizadas.

O artigo correspondente a esta revisão sistemática encontra-se ainda em elaboração. No entanto, uma tabela que descreve as características dos jogos sérios, mencionados nos artigos incluídos, está disponível na Tabela 3.1.

Os resultados preliminares permitiu-nos retirar algumas conclusões acerca do design, mecânicas e características presentes em diversos jogos.

Os jogos sérios analisados nesta revisão podem ser classificados em dois grandes grupos. O primeiro grupo abrange jogos em 3D, geralmente em perspectiva de primeira pessoa, que frequentemente utilizam RV para proporcionar uma experiência de jogo mais imersiva. De facto, a utilização de RV aproxima os jogos da vida quotidiana dos pacientes, facilitando uma interação mais intuitiva e natural. O segundo grupo inclui jogos em 2D, em perspectiva de terceira pessoa, abrangendo simuladores, jogos de labirintos e puzzles, disponíveis em plataformas como computadores e dispositivos móveis.

Uma característica essencial nos jogos sérios voltados para a aprendizagem é o uso de *feedback*. Este elemento é fundamental para que os pacientes mantenham a sua motivação e aprendam com os erros. O *feedback* ajuda os pacientes a ajustar o seu desempenho, aumentando a eficácia das sessões de reabilitação. Além do *feedback*, elementos como a monitorização, personalização e orientação são cruciais para manter a motivação dos pacientes, evitar frustrações e fornecer suporte durante as sessões de reabilitação. Já a personalização é uma característica que ainda se verifica uma lacuna, sendo esta fundamental para que o jogo se adapte às necessidades e preferências individuais de cada paciente. Além dessas características, alguns jogos adaptam-se às capacidades individuais dos pacientes, ajustando o nível de dificuldade conforme necessário. O objetivo é evitar frustrações e garantir a manutenção da sua motivação. A dificuldade ajustável assegura que as tarefas realizadas pelos pacientes sejam adequadas às suas capacidades, prevenindo situações em que os pacientes se sintam incapazes de completar as atividades. Por fim, a validade ecológica dos jogos é um aspecto crucial, referindo-se à capacidade do jogo de ensinar competências que possam ser aplicadas no quotidiano dos pacientes e de se aproximar da realidade. Este aspecto é particularmente relevante para pacientes mais velhos, que podem demonstrar menos interesse por cenários fictícios típicos dos videojogos. A possibilidade de transferir diretamente as habilidades treinadas no jogo para situações reais torna a reabilitação mais eficaz e significativa para este grupo etário.

Para avaliar a experiência de jogo, alguns artigos analisados referem-se à realização de testes

An Overview on Serious Games for Cognitive Rehabilitation

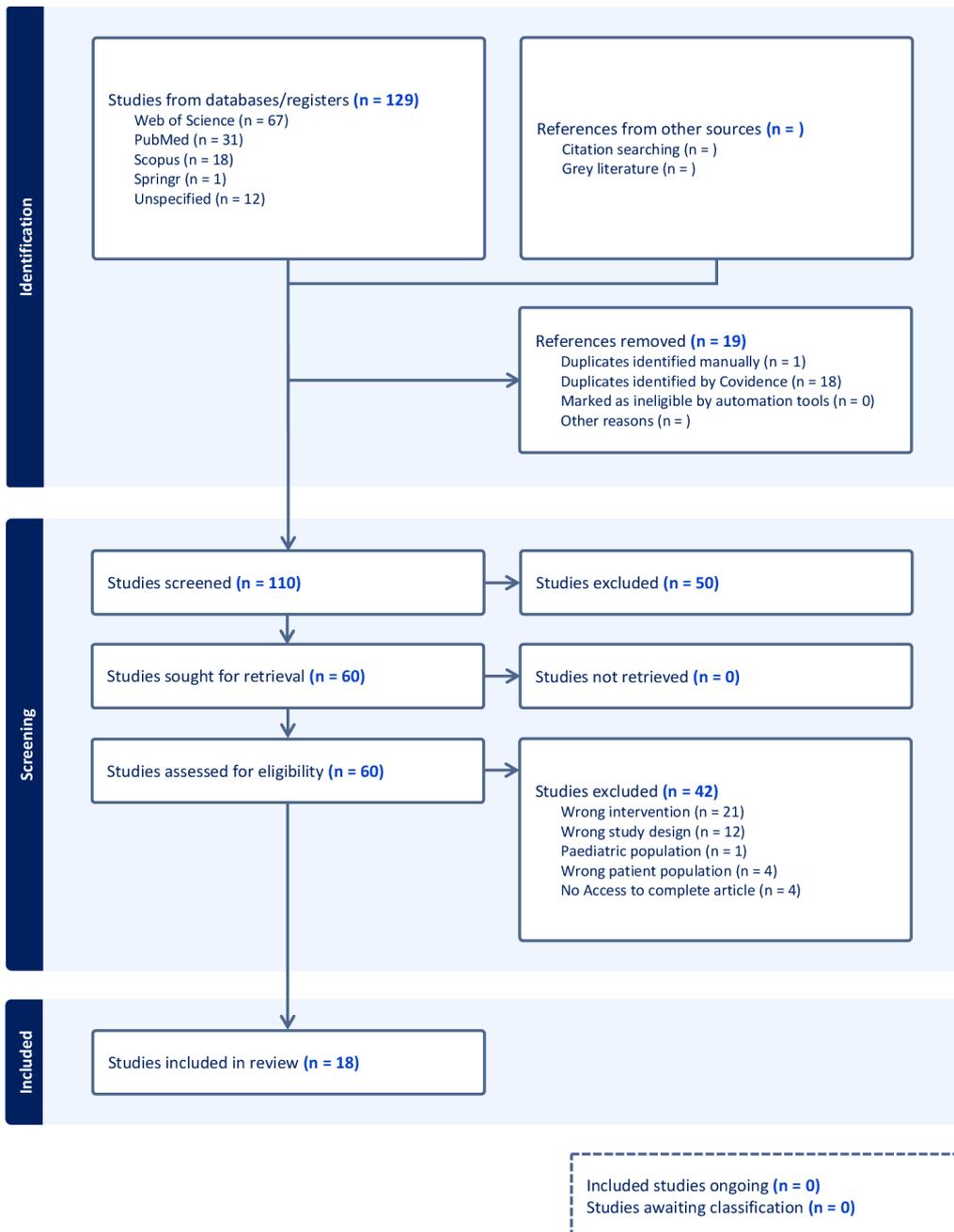


Figura 3.6: Imagem que apresenta o diagrama PRISMA.

de usabilidade. O objetivo é avaliar se os jogos estão adequadamente alinhados com as necessidades do público-alvo. No entanto, nem todos os estudos mencionam a utilização de técnicas específicas ou mecânicas especiais de acessibilidade, que seriam importantes para abranger um maior número de pacientes de forma a garantir a inclusão do maior número de pacientes.

Esta revisão sistemática foi crucial para identificar características relevantes presentes em diversos jogos sérios, permitindo a sua incorporação no jogo a ser desenvolvido. Com base nas características identificadas durante a realização desta revisão, o projeto incluirá *feedback*, opções de personalização, orientação e será apresentado em terceira pessoa. Além disso, o jogo será desenvolvido em 2D e utilizará dispositivos móveis como tecnologias de interação, em consonância com os dispositivos presentes nos jogos analisados, apesar da predominância da RV. Assim, esta revisão sistemática proporcionou uma compreensão aprofundada das características mais prevalentes em jogos sérios e destacou a importância de integrá-las neste projeto.

Tabela 3.1: Revisão Sistemática de Jogos Sérios para Reabilitação Cognitiva

Jogos Sérios para a Reabilitação cognitiva											
Nome	2D/ 3D	Paratforma/ Dispositivos	Feedback	Ajuste de Dificuldade	Gênero	Validade Ecológica	Usabilidade/ Acessibilidade	Monitorização	Personalização	Guidance	1º/3ª Pessoa
Jogo de Pesquisa e Memória [92, 93]	3D	Realidade Virtual (RV)	-	Não	Simulação	Sim	SIM	SIM	SIM	SIM	1ª
Reh@City [94]	3D, 2D	RV, Joystick	SIM	SIM	Simulação	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	1ª
Jogo de Navegação [95]	3D	Rato, Teclado	SIM	NÃO	Labirinto, Puzzle	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	1ª
Jogo de Tarefas Diárias [96]	3D	RV, Dispositivos Móveis	SIM	SIM	Simulação	SIM	SIM	SIM	NÃO	-	1ª
Virtual City [4]	3D	RV	SIM	SIM	Simulação	SIM	SIM	SIM	-	-	1ª
Jogo de Treino Cognitivo [3]	2D	Dispositivos Móveis	NÃO	NÃO	Casual	NÃO	SIM	SIM	NÃO	-	3ª
Jogo de Compras [97]	3D	RV, Joystick	-	-	Simulação	SIM	SIM	SIM	NÃO	-	1ª
RGS [98, 99]	2D	Rato, Teclado	-	-	Maze	NÃO	-	SIM	SIM	SIM	3ª
Neuro-World [100]	2D	Dispositivos Móveis	-	SIM	Puzzles	NÃO	SIM	SIM	-	SIM	3ª
VIRTUE [101]	3D	HDM-RV	SIM	SIM	Simulação	NÃO	SIM	-	-	SIM	1ª
Jogo de Compras e Tarefas [102]	2D	Dispositivos Móveis	SIM	NÃO	Simulação	SIM	SIM	-	-	-	3ª
Rejuvenescer Village [103]	2D	Joystick, Ecrã Tátil	SIM	NÃO	Simulação	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	3ª
Negami [104]	3D	Dispositivos Móveis, AR	SIM	NÃO	Puzzle	-	SIM	-	SIM	-	1ª
CARP-VR [105]	3D	RV	-	SIM	Simulação	SIM	SIM	-	-	-	1ª
CogniChallenge [106]	2D	Rato, Teclado	-	SIM	Simulação	NÃO	-	-	-	SIM	3ª
Cozinha Virtual [107]	3D	RV	-	-	Simulação	SIM	-	SIM	-	-	1ª

# Problema e Solução Proposta

## Problema

Além da LCA atingir um número elevado de pacientes, as suas consequências são extremamente negativas para o seu quotidiano. De facto, entre 64 a 74 milhões de pessoas no mundo inteiro desenvolvem LCT anualmente [21] e 32% das pessoas após um AVC sofrem de défices cognitivos [82]. Pacientes com LCA apresentam défices cognitivos, levando muitas vezes à perda da independência e exclusão social. Isto demonstra a necessidade de reabilitação destes pacientes, em particular, um processo de reabilitação cognitivo com foco no treino de competências sociais. Apesar de existirem métodos de reabilitação cognitiva que se baseiam em jogos sérios, ainda se verifica uma negligência e falta de soluções no que diz respeito ao treino das competências sociais. De facto, entre os diversos jogos sérios concebidos para a reabilitação cognitiva em várias patologias, tais como a LCA, a doença de Parkinson, Esquizofrenia, Alzheimer, entre outras, constatou-se uma escassez de jogos sérios dedicados às competências sociais. Diante dos desafios anteriormente delineados, evidencia-se a urgente necessidade de desenvolver um jogo sério direcionado ao treino de competências sociais.

## 4.1 Solução

A proposta de solução consiste no desenvolvimento de um jogo sério com características sociais, destinado a integrar-se no processo de reabilitação cognitiva e a proporcionar um treino de competências sociais em pacientes com LCA.

O propósito fundamental do jogo reside na introdução de um método de reabilitação mais motivador e envolvente quando comparado aos abordados pelos métodos tradicionais. Além disso, mediante a incorporação de elementos sociais, tais como competição, colaboração e atividades focados na aprendizagem de competências sociais, visa-se estimular a interação social entre pacientes e familiares, com o intuito de melhorar as suas competências sociais. Este elemento crucial representa um diferencial essencial para a eficácia do jogo, permitindo alcançar os objetivos delineados e estabelecendo-se como uma característica distintiva em relação a outros jogos sérios, focados noutros domínios de reabilitação. Destaca-se ainda a colaboração do LIACC durante o processo de desenvolvimento do jogo.

A solução final consiste numa plataforma composta por dois jogos que se focam em diversos domínios da cognição social nos quais identificámos deficitários em pacientes com LCA. Os domínios escolhidos para este jogo incluem a perceção de emoções, comunicação e interação social. Além de cada jogo focar-se numa competência específica, foi decidido implementar características multijogador num dos jogos de forma a estimular a interação social. A decisão de desenvolver uma plataforma, em vez de um único jogo, visa facilitar o design e a implementação. Cada jogo incluirá um sistema de níveis, com a sua dificuldade a aumentar de forma progressiva, com o objetivo de manter a motivação do paciente. Além disso, os jogos possuirão um sistema de recompensas e *feedback*, permitindo ao jogador aprender, evoluir e manter-se motivado.

## 4.2 Risco da Investigação

O desenvolvimento desta solução apresentou diversos desafios. O desenvolvimento de jogos, mesmo quando os conceitos são simples, é uma atividade complexa que requer domínio de várias disciplinas, tanto artísticas como de engenharia. Além disso, a dependência de organizações externas necessárias para o sucesso deste trabalho acarretou riscos.

A necessidade de pedir a colaboração de pacientes de instituições e/ou associações no processo de investigação e desenvolvimento do jogo acarretou o risco de atrasos no desenho e produção do jogo devido a demoras na marcação de reuniões com estas organizações. Outro fator crítico foi a definição de um plano inicial de desenvolvimento que poderia não ter sido concretizável dentro do tempo disponível para o desenvolvimento do projeto. Outro problema inerente à utilização de entidades externas foi o impacto do *feedback* recolhido. De facto, obter *feedback* durante o desenvolvimento do jogo, por meio de um processo de codesign, podia acarretar a necessidade de alterar significativamente o plano de trabalho, exigindo modificações substanciais no jogo desenvolvido até aquele ponto, levando assim a atrasos. Por fim, certos aspetos relacionados com a complexidade da área de desenvolvimento de jogos podem dificultar a produção do jogo. Por exemplo, a dificuldade em encontrar e criar os recursos necessários para o desenvolvimento do jogo planeado.

Assim, este projeto exigiu a definição de um plano de trabalho flexível e o envio atempado dos pedidos de colaboração às instituições e/ou associações com pacientes com LCA.

# Entrevistas de Codesign

## 5.1 Metodologia

Na primeira fase deste trabalho antes do início do desenvolvimento do jogo, foram entrevistados pacientes com LCA, cuidadores e/ou familiares e profissionais de saúde. O objetivo desta fase foi entender melhor as necessidades e preferências do público-alvo de forma a orientar o desenvolvimento do jogo sério. Para este processo definimos como principais *stakeholders* e respectivos critérios de inclusão: indivíduos com idade superior a 18 anos e diagnosticados com LCA; profissionais de saúde (neuropsicólogos, neurologistas, terapeutas ocupacionais); cuidadores e familiares. Como critério de exclusão, definiu-se apenas pacientes com alguma condição que os impedisse de experimentar o jogo. A participação nesta fase realizou-se tanto na FEUP como nas instalações de uma associação que participou no estudo, conforme a preferência de cada participante. Com uma população com estas características tivemos a oportunidade de ter uma perspectiva mais aprofundada das necessidades e preferências do público-alvo.

### 5.1.1 Participantes

Os participantes foram recrutados de duas instituições portuguesas, a associação Novamente e o Centro de Reabilitação Profissional de Gaia (CRPG). Além de duas entrevistas com uma neuropsicóloga e uma psicóloga de uma clínica de reabilitação, *NeuroGym* em abril. A recolha de dados decorreu no final de maio e início de junho. Foi enviado um pedido de participação a estas instituições com a descrição do estudo e metodologia. Assim, os responsáveis pelas instituições puderam analisar o documento enviado e autorizar a participação dos seus pacientes no presente estudo.

A nossa amostra foi constituída por 20 participantes (8 mulheres, 40%) com idades entre os 28 e 56 anos ( $M = 39.10$ ;  $DP = 7.64$ ). Nesta amostra 12 eram pacientes com LCA (60%), 7 profissionais de saúde (35%) e um cuidador (5%). Na população de profissionais de saúde, três eram psicólogos, dois neuropsicólogos e dois terapeutas ocupacionais entre 1 a 21 anos de experiência ( $M = 10.86$ ;  $DP = 6.79$ ). Desta população, apenas dois afirmaram que não tinham qualquer experiência no uso de jogos sérios na sua prática profissional. Relativamente aos pacientes, todos afirmaram terem jogado jogos de computador, no entanto, relativo à frequência já ocorreu alguma

variação. Dos 12 pacientes que participaram, 5 afirmam jogar jogos raramente (41.70%), 3 afirmaram jogar jogos muito frequentemente (25.00%), 2 afirmaram jogar uma vez por semana (16.60%) e 2 afirmaram jogar várias vezes ao dia (16.60%). Alguns exemplos de tecnologias usadas na prática profissional mencionadas foram consolas, RV, *NeuronUP*, *Rehacom*, *CogWeb*, entre outros. Os dados estão apresentados na tabela 5.1

Tabela 5.1: Informação sociodemográfica dos participantes

	n	%
<b>Características Sociodemográficas</b>		
Sexo	7	78.00%
Feminino	8	40.00%
Masculino	13	60.00%
Idade média (intervalo)	39.10 (28-56)	
<b>Tipo de participante</b>		
Paciente	12	60.00%
Profissional de saúde	7	35.00%
Cuidador	1	5.00%
<b>Profissionais de saúde</b>		
Psicólogo	3	42.86%
Neuropsicólogo	2	28.57%
Terapeuta ocupacional	2	28.57%
Experiência profissional média (intervalo)	10.86 (1-21)	
<b>Frequência com que os pacientes jogam</b>		
Raramente (uma vez por mês ou menos)	5	41.70%
Algumas vezes (uma vez por semana)	2	16.60%
Muito frequentemente (diariamente)	3	25.00%
Várias vezes ao dia	2	16.60%

## 5.2 Procedimento

Os dados foram recolhidos através de entrevistas semiestruturadas em três momentos diferentes. Durante as entrevistas, apenas foi efetuada a gravação de áudio e a transcrição das falas de forma verbatim, não sendo registada qualquer imagem. O primeiro momento aconteceu de forma remota com uma neuropsicóloga da clínica NeuroGym, que se mostrou disponível para participar no presente estudo. O segundo momento aconteceu na FEUP de forma presencial com participantes da associação Novamente, que se deslocaram ao local. Por fim, o segundo momento aconteceu de forma presencial nas instalações do CRPG com alguns dos seus pacientes e profissionais de saúde que se mostraram disponíveis em participar. Em média cada entrevista durou 9 minutos (4 minutos - 13 minutos). Antes das entrevistas foram redigidos guiões com perguntas que consideramos relevantes para o estudo, de forma a obter o máximo de informação das preferências, necessidades e opiniões dos pacientes e profissionais de saúde. Os guiões usados nesta fase estão disponíveis em anexo. Este estudo foi aprovado pela comissão de ética da FEUP (PARECER N° 12 /CE FEUP/2024) e os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de Helsínquia.

### 5.3 Análise de Dados

As entrevistas realizadas nesta fase foram gravadas e transcritas de forma anônima. Foi escolhida uma Análise Temática (AT) nos dados recolhidos, que "*é um método de identificar, analisar, e interpretar padrões de significado ('temas') em dados qualitativos*" [108, p.1]. Assim, foram identificados os temas mais comuns que representavam melhor os dados recolhidos. Além disso, permitiu-nos perceber as preferências e necessidades comuns na generalidade dos pacientes com o objetivo de maximizar a presença dessas preferências e necessidades no jogo desenvolvido.

Quatro temas surgiram após esta análise: Características sociais; Interfaces de interação; Tipo de *feedback* e recompensas; Competências sociais.

### 5.4 Tema 1: Mecânicas do Jogo

Foi expresso por um paciente que gostava que o jogo, "*tenha qualquer coisa para ensinar*" [13, *Paciente*]. Os pacientes demonstraram também interesse em jogos que não apenas entretenham, mas também contribuam para o desenvolvimento cognitivo e educacional. De facto, um dos pacientes afirmou que na sua opinião o jogo deve, "*tentar sempre juntar duas coisas, ... a parte lúdica ... com partes boas que as pessoas aprendam. . .*" [11, *Paciente*], ou seja, que o jogo além de ter uma característica lúdica também tenha uma componente focada na aprendizagem.

Relativamente, aos profissionais de saúde estes expressaram a importância de um jogo guiado e de fácil compreensão, com níveis de dificuldade progressivos. Foi expresso por alguns profissionais de saúde que no jogo deve "*haver um modo mais básico de preparação*" [7, *Profissional de Saúde*]. Um outro participante afirmou que deve haver "*progressão por nível, claramente*" [19, *Profissional de Saúde*]. A simplicidade no design do jogo, juntamente com uma progressão gradual da dificuldade, pode contribuir para uma experiência de jogo mais acessível e motivadora. Assim, como afirmado por um dos participantes o jogo deve ter "*ordens diretas, simples*" [20, *Profissional de Saúde*]. Os profissionais de saúde expressaram também a importância de o jogo possuir instruções claras e diretas, "*[instruções] curtas, diretas*" [18, *Profissional de Saúde*], "*[instrução com o] mínimo de informação possível e bem descrita.*" [20, *Profissional de Saúde*]. De facto, foi expresso que as instruções devem ser apresentadas com uma linguagem simples e direta, com recurso ao mínimo de texto possível, recorrendo a explicações auditivas acompanhadas de exemplos visuais, "*a linguagem tem de ser muito clara e muito concisa*" [20, *Profissional de Saúde*]. Esta abordagem facilita a compreensão e a execução das tarefas propostas pelo jogo. Por fim, um outro profissional de saúde salientou que o jogo não deve impor um limite de tempo para o paciente concluir uma tarefa, afirmando que deve haver uma "*adequação à velocidade [de resposta] dos próprios*" [21, *Profissional de Saúde*]. Esta consideração reflete a necessidade de um ambiente de jogo que permita aos pacientes a conclusão das atividades ao seu próprio ritmo, sem a pressão de um cronómetro que possa induzir stress ou frustração.

Este subtema abrange o tipo de *feedback* e recompensas mais adequados aos pacientes e os quais expressaram maior preferência.

Os pacientes afirmaram que preferem que o *feedback* e as recompensas sejam o mais visual e auditivo possível, afirmando, "*gosto [som e cores]*"[12, Pacientes], "*Tudo o que é a visão conta muito mais do que a audição*"[11, Paciente]. Os profissionais de saúde concordaram, destacando que o ideal será proporcionar o máximo de estímulos possível, sendo que "*o feedback deveria ser visual, deveria ser auditivo. Se fosse possível também através de um sistema de pontuação.*"[20, Profissional de Saúde] e que "*quanto mais diversificado ele fosse, melhor*"[16, Profissional de Saúde]. Além disso, segundo os profissionais de saúde, o *feedback* deve ser dado sempre que o paciente apresente um bom resultado, afirmando que "*normalmente deve-se dar um feedback ou um reforço positivo quando eles [pacientes] conseguem um bom resultado*"[16, Profissional de Saúde]. As razões para falhas também devem ser comunicadas ao paciente, contudo, deve-se evitar *feedback* negativo.

## 5.5 Tema 2: Características Sociais

Este tema reúne informações sobre as características sociais presentes no jogo, nomeadamente, as preferências por jogos multijogador colaborativos em comparação com jogos competitivos, bem como a preferência por jogar de forma individual.

No que diz respeito aos pacientes, a maioria expressou uma preferência por jogar com outras pessoas ou, pelo menos, manifestou o desejo de ter a oportunidade de o poder fazer, afirmando que "*gostaria na mesma de estar a li a jogar, sabendo que estão ali outras pessoas.*"[11, Paciente] e que "*é sempre melhor jogar com outras pessoas do que jogar sozinho.*"[10, Paciente]. Mesmo entre aqueles que indicaram uma preferência em jogar sozinhos, "*prefiro estar no meu canto, na minha paz. É que os outros podem ser melhores*"[8, Paciente], admitiram que se viam a jogar com outras pessoas e manifestaram interesse em ter essa possibilidade, dizendo que "*até gostava, sim*"[13, Paciente]. Além disso, os pacientes demonstraram uma preferência clara por jogos colaborativos, em que se joga em equipa, em vez de jogos competitivos, revelando que "*Em equipa, é mais giro*"[8, Paciente].

Relativamente aos profissionais de saúde, estes afirmaram que jogar com outras pessoas é benéfico para os pacientes, pois estimula a interação social, "*uma das vantagens que nós reconhecemos facilmente aqui no trabalho que desenvolvemos com estes grupos, é a vantagem do trabalho em grupo.*"[16, Profissional de Saúde]. Embora a maioria dos profissionais de saúde considere que a competitividade pode ser prejudicial ou apresentar aspetos negativos em comparação com a colaboração, especialmente na ausência de um moderador, um dos profissionais de saúde observou que a competitividade pode servir como um fator de motivação para estes pacientes, "*acredito que seja [mais vantajoso] de forma mais colaborativo, apesar da competição trazer vantagens.*"[16, Profissional de Saúde].

## 5.6 Tema 3: Interfaces de Interação

Este tema aglomera informação acerca das preferências e adaptações dos pacientes às interfaces de interação existentes.

Relativamente aos pacientes, a preferência recai sobre dispositivos móveis, como tablets e telemóveis. De facto, muitos pacientes fizeram as seguintes afirmações, "*Neste momento jogo no telemóvel* [2, *Paciente*]", "*Sim de vez em quando [referindo-se a dispositivos móveis]* [10, *Paciente*]", "*Atualmente prefiro jogar no telemóvel*" [13, *Paciente*]. Esta preferência deve-se não apenas à maior facilidade de utilização destes dispositivos em comparação com outros de interação, mas também ao seu acesso mais conveniente, como podemos perceber por afirmações como, "*telemóvel porque é o equipamento que anda sempre comigo*" [3, *Paciente*] e "*o telemóvel está mais à mão*" [10, *Paciente*]. Embora alguns pacientes possam enfrentar dificuldades na utilização desses dispositivos, na nossa amostra essa dificuldade foi uma minoria detetada. No entanto, alguns pacientes demonstraram também interesse ou afirmaram terem a capacidade de utilizar computadores ou consolas, embora com maior dificuldade, sendo essa preferência menos comum. De forma geral, a preferência predominante foi o uso dos dispositivos móveis mencionados.

Os profissionais de saúde afirmaram que os dispositivos móveis são ideais para estes pacientes, "*sei que aqui usamos tablets para o treino cognitivo*" [16, *Profissional de Saúde*], "*cada vez mais o tablet* [7, *Profissional de Saúde*]. Um profissional destacou que a interação é facilitada quando o dispositivo móvel está posicionado sobre a mesa, quando questionado sobre o posicionamento na mesa do dispositivo móvel. Embora também tenha sido mencionado que os computadores podem ser utilizados, a maioria dos pacientes enfrenta dificuldades ao usá-los. Contudo, a utilização de ratos, teclados e outros dispositivos adaptativos podem melhorar a usabilidade dos computadores para estes pacientes, "*possibilidade de ligar um teclado mais, pronto, menos teclas e maiores* [20, *Profissional de Saúde*]", "*dispositivos mais simples*" [20, *Profissional de Saúde*].

## 5.7 Tema 4: Competências Sociais

Este tema abrange as competências sociais nas quais estes pacientes apresentam maior dificuldade.

De acordo com os profissionais de saúde entrevistados, devem ser treinadas as seguintes dimensões da cognição social: percepção de expressões faciais, tempos de espera numa conversa, atenção às pessoas que os rodeiam, comunicação, nomeadamente iniciar, manter e terminar uma conversa e controlo de emoções. Os profissionais de saúde afirmaram, "*é importante a mímica facial. O reconhecimento das emoções e eles próprios serem capazes de mostrar as emoções*" [16, *Profissional de Saúde*], "*ter atenção ao que lhes rodeiam*" [16, *Profissional de Saúde*], "*impulsividade*" [16, *Profissional de Saúde*], "*saber o que dizer. Como começar uma conversa. Quando acabar a conversa. Tempos de espera. Como abordar alguém numa primeira interação*" [20, *Profissional de Saúde*], "*pobre relacionamento para com os outros*" [20, *Profissional de Saúde*], entre outras afirmações.

## 5.8 Conclusão

Estas entrevistas foram fundamentais para o sucesso deste estudo. Permitiram a recolha de dados cruciais para o desenvolvimento do jogo. As informações obtidas foram essenciais para definir características importantes que deveriam estar presentes no jogo para um treino eficaz de competências sociais e reabilitação cognitiva. Durante as entrevistas, os pacientes expressaram as suas preferências e necessidades, e os profissionais de saúde contribuíram para identificar o que seria mais apropriado e enquadrado com as necessidades dos pacientes com LCA. Com base nas respostas e sugestões, o jogo foi desenvolvido para incluir características como o modo multijogador, *feedback*, competências sociais identificadas pelos profissionais como essenciais para o treino, instruções que orientam o paciente durante o jogo e a sua implementação para dispositivos móveis.

# Desenvolvimento do Projeto

Neste capítulo será discutido o trabalho desenvolvido no âmbito desta tese, descrevendo a plataforma que foi desenvolvida, as suas características, funcionamento e arquitetura.

## 6.1 Plataforma: Ponte Social

Após a realização das entrevistas com pacientes e profissionais de saúde, e a subsequente análise dos dados obtidos, foram identificadas características que se revelaram pertinentes para a integração nos jogos. Além dos dados obtidos durante as entrevistas também recorreremos ao conhecimento adquirido durante a revisão de literatura para apoiar essas características. Com base nessa análise, foi desenvolvida a ideia do jogos com o objetivo de criar uma ferramenta eficaz para o treino de competências sociais. Consequentemente, foi elaborada uma plataforma denominada "Ponte Social", composta por dois minijogos destinados ao desenvolvimento de competências sociais em pacientes com LCA. Esta plataforma centra-se na percepção emocional, comunicação e interação social.

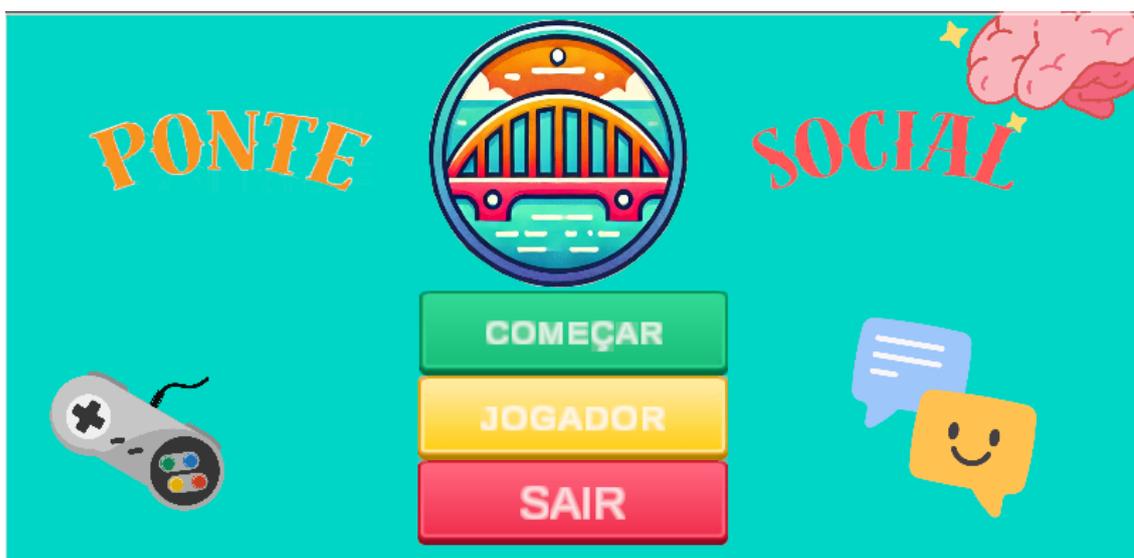


Figura 6.1: Imagem ilustrativa do menu inicial da plataforma.

## 6.2 Características

Relativamente às características da plataforma foi decidido desenvolvê-la para dispositivos móveis, como o telemóvel ou o *tablet*. De facto, o uso de telemóveis e aplicações é cada vez mais frequente e atualmente a maioria da população possui um. Confirmado durante as entrevistas, na qual os pacientes expressaram a sua preferência. Além dos dispositivos de interação, a presença de *feedback* é importante na motivação dos pacientes. Assim, esta plataforma não só oferece *feedback* positivo imediato, mas também na conclusão de um nível e/ou sessão. Além do *feedback*, os pacientes recebem recompensas através de pontuação e a possibilidade de jogarem um nível de dificuldade superior, dando uma sensação de progressão ao paciente. Por fim, foi construído um *design* o mais apelativo e intuitivo possível, usando recursos com cores vivas, simples e de grande dimensão para facilitar a interação dos pacientes com esses elementos.

Nas próximas secções, serão descritos a arquitetura da plataforma e os jogos incluídos na mesma.

## 6.3 Arquitetura

A implementação deste projeto foi realizada com o recurso à *game engine*, *Unity* e à linguagem de programação *C#*. Além disso, foram utilizadas três bibliotecas externas ao *Unity*: *Mirror*, *Ink* e *ParrelSync*. A biblioteca *Mirror* constitui uma solução robusta e eficaz para o desenvolvimento de funcionalidades multijogador na *Unity*. Esta *game engine* proporciona uma abordagem simples e poderosa para a implementação dessas funcionalidades, o que facilitou o processo de desenvolvimento do jogo. A biblioteca *Ink* foi utilizada como ferramenta para a criação e gestão de diálogos interativos e narrativas dinâmicas. Esta biblioteca permite a integração simplificada de conteúdo textual na ferramenta e oferece um controlo sobre os diálogos e escolhas dos pacientes. Por fim, a biblioteca *ParrelSync* possibilitou a criação de múltiplos clones do editor *Unity* simultaneamente, o que facilitou o desenvolvimento e depuração do jogo. Todas essas ferramentas foram cruciais para o êxito da plataforma desenvolvida e do presente trabalho. Relativamente aos recursos utilizados como imagens, a maioria foi obtida a partir de lojas e *websites* especializadas para esse fim como o [Freepik](#), [Vecteezy](#), [Unity Game Store](#), [Craftpix](#), entre outras. Também outros recursos foram criados por meio de ferramentas de design gráfico como *GNU Image Manipulation Program* (GIMP) e [Pixilart](#).

Para que o paciente possa aceder aos jogos, é necessário que navegue pelos diversos menus disponíveis para seleccionar a opção desejada. Foi feita uma tentativa de criar menus que sejam simples, intuitivos e fáceis de utilizar, com o objetivo de minimizar possíveis frustrações durante a navegação. A estrutura e o fluxo de navegação dos menus estão detalhados no diagrama 6.10.

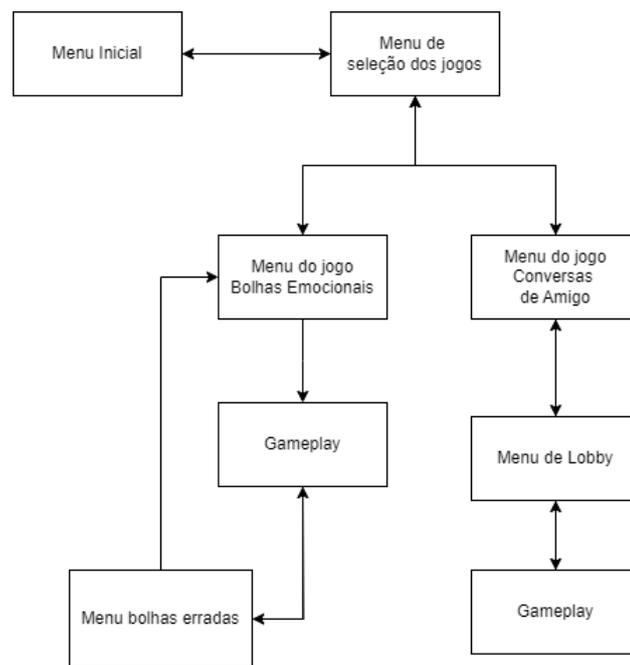


Figura 6.2: Diagrama da arquitetura dos menus do Jogo.

Na próxima seção, serão descritas as características e a arquitetura dos jogos presentes na plataforma.

## 6.4 Jogos Desenvolvidos

A plataforma desenvolvida inclui dois jogos que se focam em áreas da cognição social consideradas cruciais no quotidiano dos pacientes. As áreas selecionadas foram a percepção de emoções, interação social e comunicação, escolhidas tanto pela revisão de literatura e depois confirmadas nas entrevistas. Estes jogos apresentam pelo menos três níveis de dificuldade, com o objetivo de proporcionar aos jogadores uma sensação de progresso e minimizar frustrações. O primeiro jogo, intitulado, "Bolhas Emocionais", é jogado individualmente e foca-se na percepção emocional. O segundo jogo, "Conversas de Amigo", é jogado em conjunto com outro jogador e tem como objetivo o treino da comunicação e interação social dos pacientes.

Nas próximas seções, serão descritos detalhadamente cada um dos jogos desenvolvidos e as suas características.

### 6.5 Jogo 1: Bolhas Emocionais

Este jogo inicial centra-se no treino da percepção emocional. Os jogadores devem identificar corretamente as emoções exibidas em diversas expressões faciais representadas em bolhas. O cenário é composto por um conjunto de bolhas, cada uma contendo uma expressão facial e uma barra na parte inferior do ecrã que exhibe a emoção que o jogador deve reconhecer. Essa barra também exhibe o número de tentativas restantes, a pontuação do jogador e um botão que permite

ao jogador sair do jogo e regressar ao menu deste jogo. O objetivo é rebentar todas as bolhas que apresentam uma expressão facial correspondente à emoção mostrada na barra referida. Para rebentar as bolhas, os jogadores precisam de apenas clicar nas bolhas que aparecem no ecrã.



Figura 6.3: Imagem ilustrativa do menu do jogo Bolhas Emocionais.

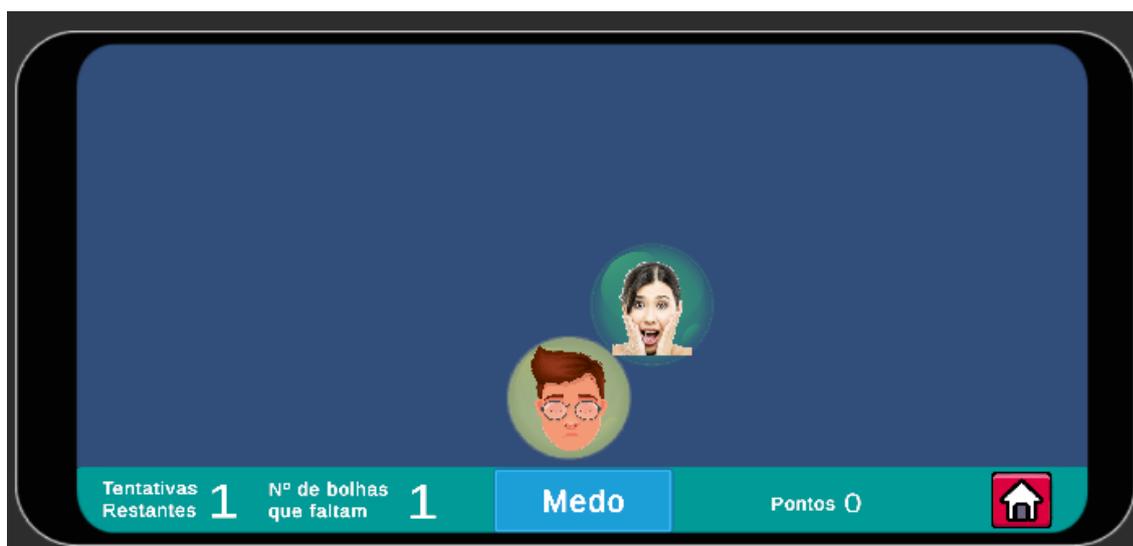


Figura 6.4: Imagem ilustrativa do jogo Bolhas Emocionais.

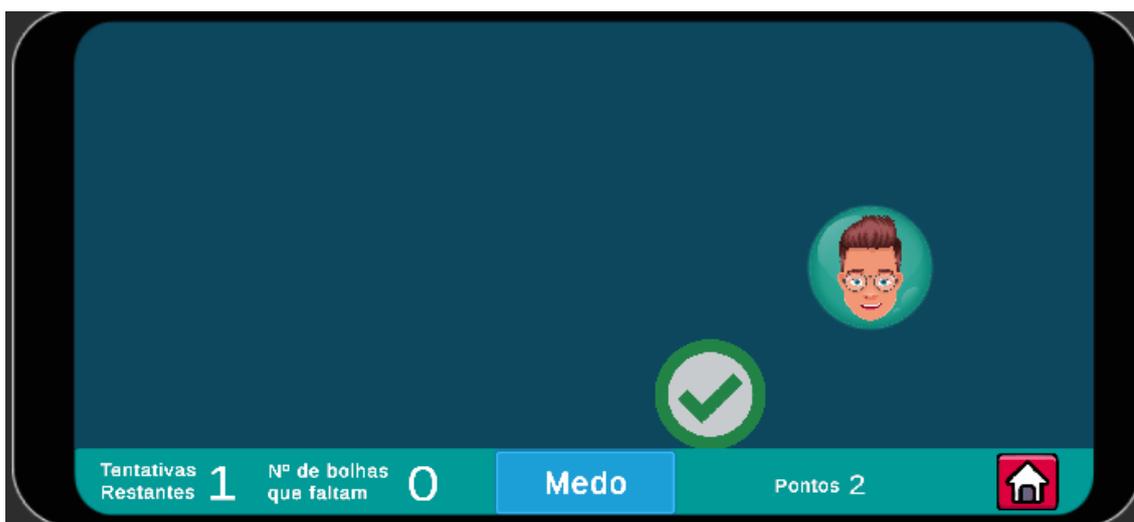


Figura 6.5: Imagem ilustrativa do feedback presente no jogo.

### 6.5.1 Funcionamento

Conforme descrito anteriormente, o jogador deve rebentar as bolhas que apresentam expressões faciais correspondentes à emoção indicada na parte inferior do ecrã. Este jogo é estruturado em quatro níveis, que serão detalhados posteriormente. Cada nível é composto por seis rondas, correspondentes às emoções de alegria, tristeza, raiva, nojo, medo e surpresa. Em cada ronda, o jogador deve rebentar todas as bolhas relacionadas à emoção específica dessa ronda. Quando o jogador rebenta uma bolha correspondente à emoção correta, recebe um *feedback* positivo na forma de uma animação de cor verde que aparece e desaparece. Caso rebente uma bolha incorreta, não é exibido nenhum *feedback*, a fim de evitar *feedback* negativo. Se, no final de cada ronda, o jogador rebentar pelo menos metade das bolhas corretas, ganhará um ponto. Ao obter um mínimo de quatro pontos após as seis rondas, o jogador avança para o próximo nível. No fim de cada nível, o jogador visualizará todas as bolhas incorretamente rebentadas durante o nível, incluindo a emoção correta associada a cada bolha e a emoção que o jogador identificou erradamente.

O objetivo de incluir níveis com crescente dificuldade é permitir ao jogador experimentar uma sensação de progressão, manter a motivação e minimizar frustrações. Assim, o primeiro nível apresenta uma única expressão facial correta e uma incorreta. O segundo nível inclui duas expressões faciais corretas e uma incorreta. O terceiro nível apresenta quatro expressões faciais corretas e três incorretas. Por fim, o quarto nível dispõe de cinco expressões faciais corretas e quatro incorretas. As expressões faciais incorretas são aleatórias, ou seja, podem corresponder a qualquer outra emoção que não seja a correta. Em cada nível o jogador tem uma a três tentativas dependendo do número de caras incorretas presentes na cena.

Neste jogo optámos por incluir *feedback* imediato, fornecido logo após o ato de rebentar a bolha correta. Além disso, decidimos incorporar, ao final de cada nível, uma tabela que apresenta todas as expressões faciais incorretamente identificadas pelo jogador, incluindo não só a emoção correta, mas também a emoção que o jogador associou de forma errada. Desta forma, o paciente pode analisar e aprender com os seus erros. O jogo também oferece recompensas na forma de pontuação e exibe uma mensagem positiva quando o jogador conclui com sucesso cada nível.

### 6.5.2 Arquitetura

Neste jogo, não foram utilizadas bibliotecas externas ao *Unity*, uma vez que se trata de um jogo *singleplayer* e não necessitar de qualquer tipo de diálogo. No entanto, foram usados recursos da loja de recursos da *Unity*. Cada nível do jogo é uma cena do *Unity*, definido por parâmetros específicos, tais como o número de bolhas, a quantidade de bolhas corretas e incorretas, o número de tentativas permitidas e as emoções básicas treinadas durante esse nível. Esses parâmetros são configurados através de um *Scriptable Object*, que é integrado no *GameController* do jogo. Desta forma, a criação de novos níveis é facilitada pela simples criação de uma nova cena e pela associação de um *Scriptable Object* com os parâmetros desejados, acelerando assim o processo de desenvolvimento. No que diz respeito à arquitetura de cada nível, no início do jogo, uma das seis emoções básicas é selecionada aleatoriamente. Subsequentemente, são geradas bolhas que representam a emoção correta selecionada, bem como bolhas com emoções incorretas. O projeto inclui seis *prefabs* de bolhas, cada um correspondente a cada emoção básica. Durante a geração das bolhas, o *Game Object* é criado a partir do *prefab* da bolha. Para cada bolha criada, corresponde uma imagem com uma expressão facial da emoção correspondente à bolha que é escolhida a partir de um conjunto de imagens com diversas expressões faciais. Essa expressão é exibida ao jogador na bolha, que deve identificar a emoção que corresponde à imagem. No final de cada nível, é mantida uma lista ao longo das rondas que registra as bolhas rebentadas incorretamente, a emoção correta associada a cada expressão facial e a emoção identificada pelo jogador. Quando o nível é concluído, apresenta-se uma tabela com a lista das bolhas rebentadas incorretamente, a emoção incorreta é identificada e a emoção correta correspondente. Essa cena está ilustrada na figura 6.6 e tem como objetivo o paciente receber *feedback* sobre os erros cometidos, permitindo-lhe aprender com os mesmos. O diagrama 6.7 descreve a jogabilidade e funcionamento do jogo.



Figura 6.6: Imagem representativa da cena com *feedback* após final do jogo

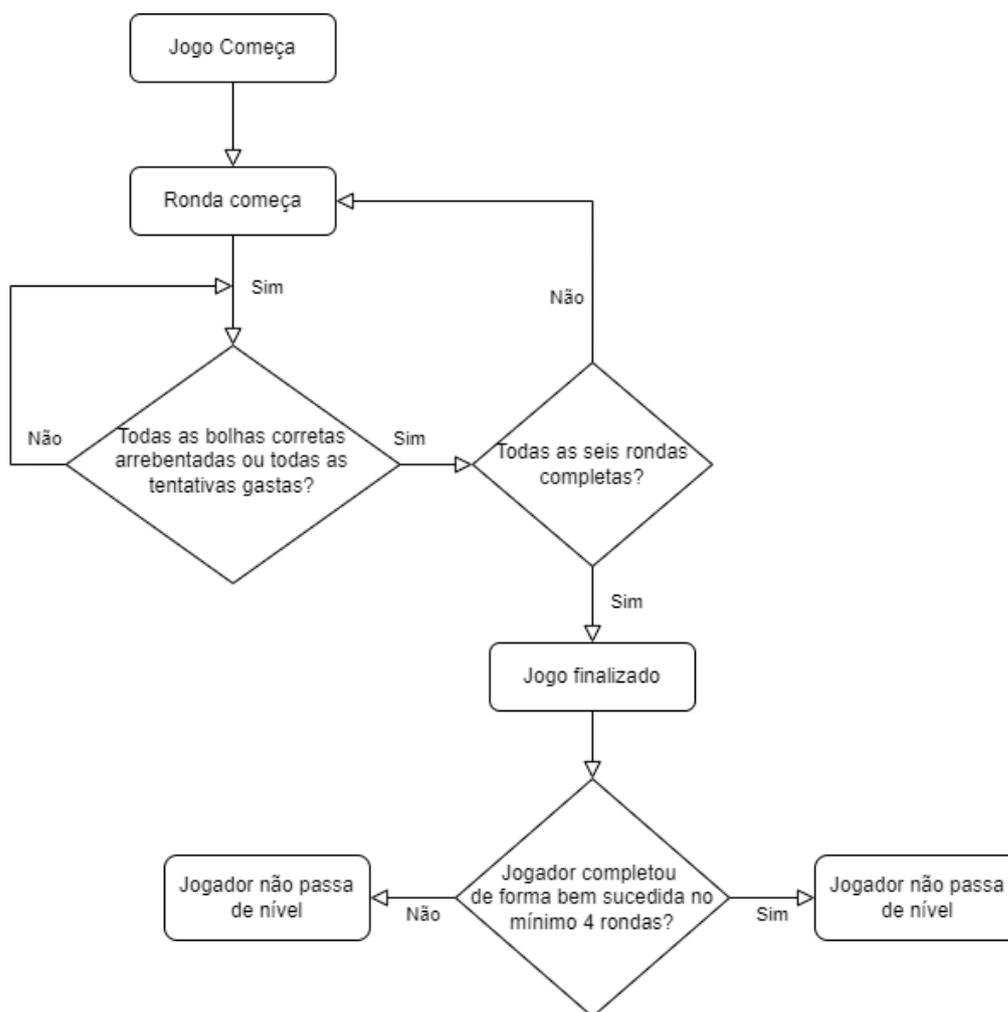


Figura 6.7: Diagrama do *flow* do jogo, Bolhas Emocionais

## 6.6 Jogo 2: Conversas de Amigo

Este jogo é projetado para o treino de comunicação e interação social, com foco específico nas competências de iniciar, manter e concluir conversas. O cenário é composto por um parque e uma rua, onde diversas personagens estão distribuídas. Na parte superior do ecrã, são apresentados dois indicadores: o número total de diálogos que necessitam ser concluídos e o número de conversas finalizadas. Ao final de cada nível, os jogadores recebem *feedback* que indica se conseguiram ou não avançar para o próximo nível. O objetivo principal do jogo é interagir com as personagens e obter diálogos bem-sucedidos, selecionando, entre um conjunto de opções de fala, a escolha mais apropriada.

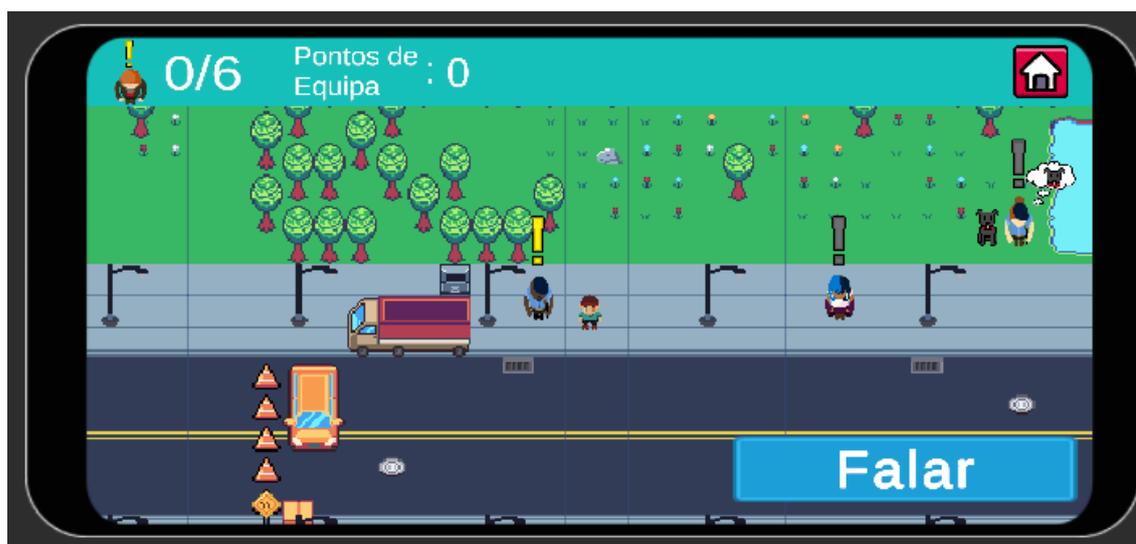


Figura 6.8: Imagem ilustrativa do jogo Bolhas Emocionais.

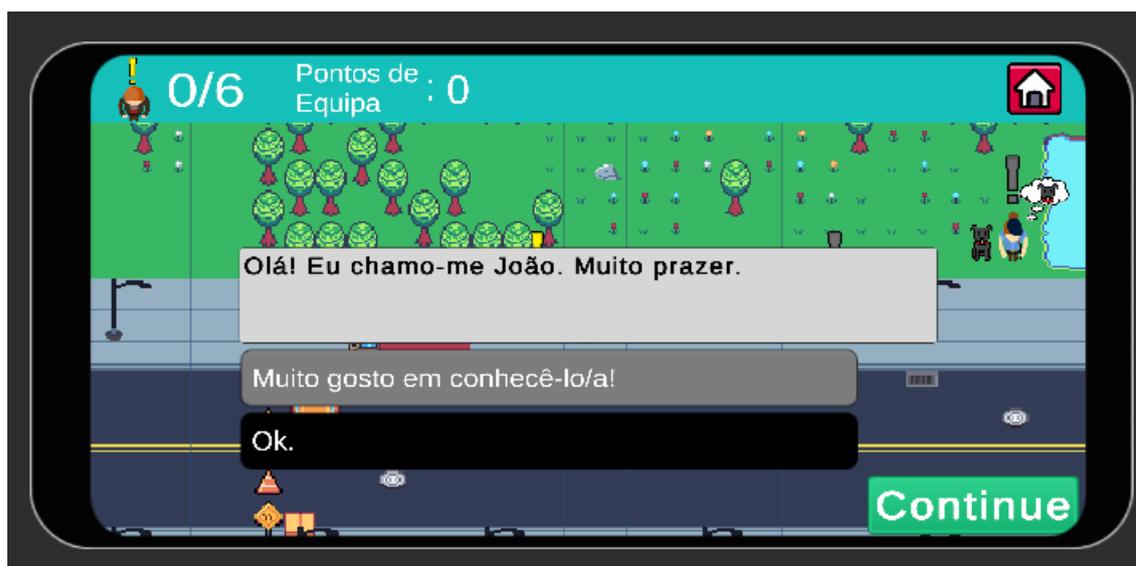


Figura 6.9: Imagem ilustrativa do feedback presente no jogo.

### 6.6.1 Funcionamento

O jogo descrito é multijogador, o que implica que pode ser jogado exclusivamente por duas pessoas em equipa. Cada jogador controla uma personagem que pode movimentar através de um ecrã tátil utilizando o dedo. Os jogadores são apresentados com um cenário que inclui um parque e uma rua com diversos *Non-Player Character(s)* (NPC). O objetivo é interagir com elas, concluir as conversas e ganhar pontos. Para iniciar uma conversa com um NPC, os jogadores devem aproximar-se da personagem que exibe um ponto de exclamação amarelo e pressionar o botão 'Falar', localizado no canto inferior direito do ecrã. Uma caixa de diálogo surgirá, apresentando um texto e opções de resposta, das quais o jogador deve selecionar a que considera correta. Se

a escolha for correta, o diálogo prossegue, caso contrário, o diálogo é interrompido e o jogador deve tentar novamente. Cada jogador é limitado a interagir com um grupo específico de NPCs, classificados por género (feminino ou masculino). NPCs com os quais a interação não é permitida exibem um ponto de exclamação cinzento, que pode ser abordado apenas pelo outro jogador. Cada conversa bem-sucedida concede um ponto à equipa. Para completar o nível, ambos os jogadores devem concluir todas as conversas disponíveis na cena.

Neste jogo, incluímos o multijogador que consideramos fundamental para estimular a interação social dos pacientes. Além disso, incluímos *feedback* positivo, quando os dois jogadores conseguem concluir todas as conversas de forma bem-sucedida, com o objetivo de motivar os pacientes. Além do *feedback* no final do nível, cada jogador recebe um *feedback* positivo a cada resposta correta bem efetuada.

Para possibilitar que os dois jogadores se conectem e participem em conjunto numa sessão, foi desenvolvido um menu específico para a criação e adesão a sessões criadas por outros jogadores. Este menu é composto por uma tabela que apresenta os jogos disponíveis de outros jogadores, um botão para iniciar a criação de um novo jogo e um botão para pesquisar jogos disponíveis na mesma rede local. Adicionalmente, o menu inclui um botão para aderir a um jogo, que só é ativado quando um jogo disponível é selecionado na tabela mencionada.

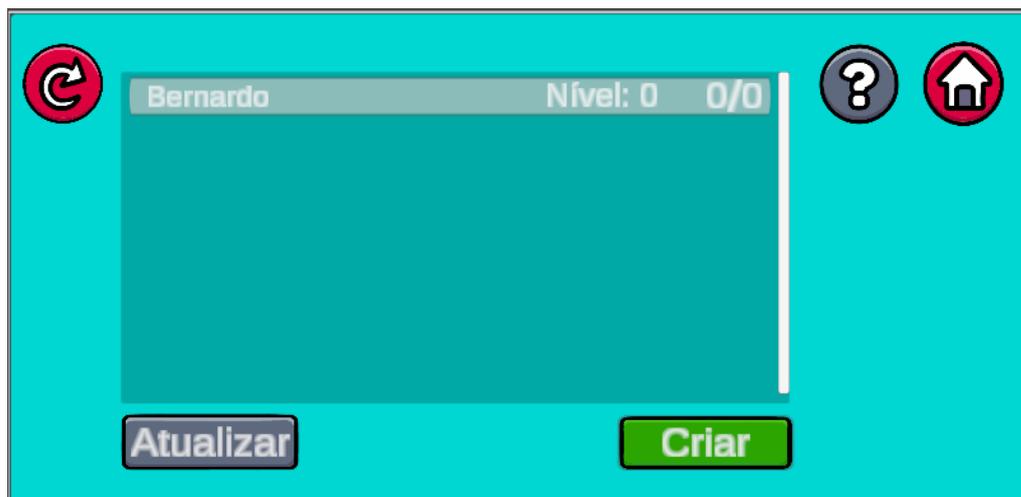


Figura 6.10: Imagem ilustrativa do menu do *Lobby*.

### 6.6.2 Arquitetura

Nesta secção será descrito a arquitetura do segundo jogo, através de imagens e diagramas.

Neste jogo, foram utilizadas as bibliotecas *Mirror* e *Ink*. A biblioteca *Mirror* foi essencial para a implementação das funcionalidades multijogador, possibilitando que até duas pessoas se juntassem simultaneamente na mesma sessão. O uso da biblioteca *Ink* teve o objetivo de permitir a criação de diálogos interativos e integrá-los na *Unity*, facilitando a construção rápida das conversas com os NPCs.

Relativamente à criação de diálogos, a biblioteca *Ink* permitiu a criação de diversas possibilidades de diálogo, variando conforme as escolhas do jogador. Os diálogos foram elaborados utilizando um editor específico nomeado de *Inky* e uma linguagem específica para a criação desses diálogos. Cada *script* criado no editor correspondia a um diálogo, e cada NPC continha vários diálogos, os quais um era selecionado aleatoriamente. Na *game engine* é adicionado o *script* do *Ink*, que automaticamente gera um ficheiro *JavaScript Object Notation* (JSON), que depois é adicionado a uma lista de diálogos num *Scriptable Object* associado a cada *Game Object* e que representa um NPC. Como já referido, um *script* da lista é selecionado aleatoriamente e adicionado à lógica do jogo da biblioteca *Ink*, de forma ao paciente poder visualizar as falas definidas no *script* e as escolhas disponíveis que podia selecionar. Os diálogos e as escolhas são apresentados num painel e em botões no *canvas* do *Unity*. A biblioteca *Ink* oferece um conjunto de funções que permite aceder ao texto atual do diálogo e às opções disponíveis, conforme definidas no *script Ink*. Além disso, permite avançar no diálogo e guardar a escolha feita pelo jogador. Dependendo dessa escolha, a biblioteca *Ink* prossegue com o segmento de diálogo correspondente à seleção do jogador. Se não houver mais falas, o diálogo termina. A verificação do fim do diálogo feita através de uma variável disponibilizada pelo *Ink*, denominada *canContinue*, que confirma a existência de mais segmentos de diálogo. Se o valor da variável for falso, o diálogo termina.

Como já referido, para a implementação da funcionalidade multijogador deste jogo foi usado a biblioteca *Mirror*. Os dois componentes fundamentais para o seu funcionamento são o *NetworkManager* e o *NetworkDiscovery*. O *NetworkManager* é um componente essencial do *Mirror* que gere a rede de jogos multijogador. Este componente é responsável pela configuração e pelo início da rede, tanto para o servidor como para o cliente. O *NetworkDiscovery* é outro componente do *Mirror* que facilita a procura de servidores em redes locais, eliminando a necessidade de introduzir manualmente o endereço IP de um servidor local. Com este componente, o jogador apenas necessita de carregar num botão para se juntar ao jogo desejado. O jogo inclui um *Scriptable Object* que mantém informações sobre o servidor, como o nome do jogador anfitrião, o número máximo de jogadores e os jogadores atualmente presentes no servidor. Quando um jogador cria um servidor, estas informações, juntamente com o endereço IP, são transmitidas para o *NetworkManager*. Uma função denominada *AdvertiseServer* envia uma mensagem para a rede com informações sobre o servidor, permitindo a sua divulgação. Assim, um outro jogador que execute a função de pesquisa de servidores, acionando o botão correspondente, executará a função *StartDiscovery*, que procura por servidores disponíveis. Caso existam servidores disponíveis, estes serão exibidos na tabela

com as informações publicadas pelo servidor através do *NetworkDiscovery*. Para se juntar a um servidor, o cliente utiliza apenas o endereço IP do servidor descoberto. O diagrama 6.11 descreve a funcionalidade deste jogo.

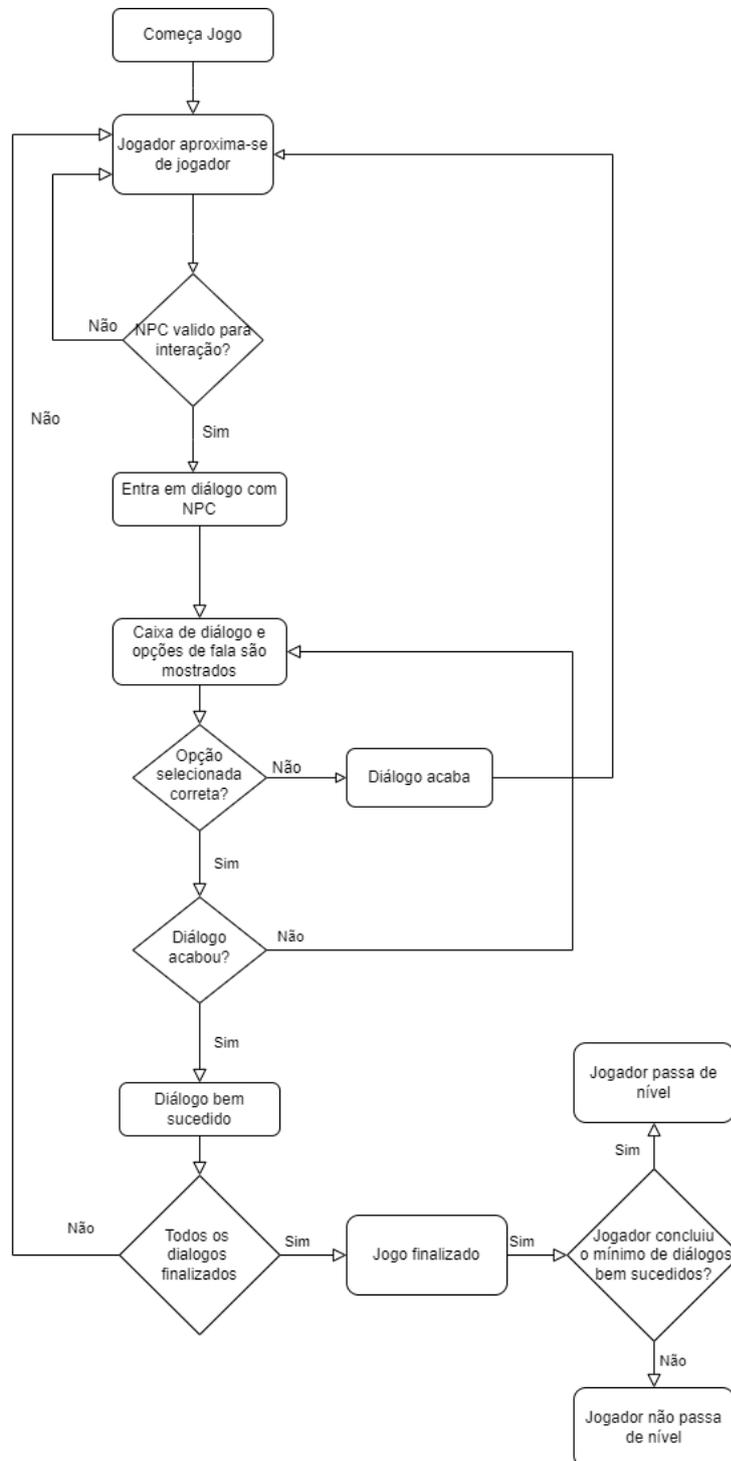


Figura 6.11: Diagrama de *flow* do jogo, Conversas de Amigo

# Revisão das Ideias do Jogo

## 7.1 Metodologia

Nesta segunda fase do estudo, após estar definido o jogo, um documento foi redigido com essas ideias e enviado a um conjunto de participantes do estudo. O objetivo foi, analisarem as ideias de forma a darem *feedback* para que percebessemos se essas ideias seriam adequadas aos pacientes. Para esta fase do estudo definimos como principais *stakeholders* profissionais de saúde (neuropsicólogos, neurologistas, terapeutas ocupacionais). A participação nesta fase foi realizada de forma remota, na qual enviamos o documento com a descrição do jogo para os profissionais de saúde. Assim, após esse *feedback* tínhamos a oportunidade de alterar e melhorar os jogos antes do começo do desenvolvimento do jogo propriamente dito.

## 7.2 Participantes

Os participantes foram recrutados da associação Novamente e NeuroGym.

A nossa amostra foi constituída por 3 profissionais de saúde (3 mulheres, 100%), com idades entre os 34 anos e os 37 anos ( $M = 36$ ;  $DP = 1.11$ ). Nesta amostra, 2 eram profissionais de saúde (66.70%) e 1 neuropsicóloga (33.30%). Os anos de experiência profissional variaram entre os 10 e 12 anos ( $M = 11$ ;  $DP = 0.89$ ). Destas 3 participantes apenas uma tinha experiência no uso de tecnologias como jogos sérios na sua prática profissional. Os dados estão apresentados na tabela 7.1

Tabela 7.1: Informação sociodemográfica dos participantes

	n	%
Características Sociodemográficas		
Sexo		
Feminino	3	100%
Idade média (intervalo)	36 (34-37)	
Profissionais de saúde		
Psicólogo	2	57.10%
Neuropsicólogo	1	23.80%
Experiência profissional média (intervalo)	11 (10-12)	

### 7.3 Procedimento

Os dados foram recolhidos através do envio de um documento com a descrição dos jogos e um conjunto de perguntas, na qual os participantes teriam de responder. Esta fase ocorreu de forma remota, na qual os participantes tiveram de apenas enviar a sua opinião acerca da adequação dos jogos para os pacientes e as suas respostas ao questionário. Este documento foi redigido antes desta fase começar de forma a obter o máximo de *feedback* de possíveis melhorias das ideias dos profissionais de saúde. Todos os participantes responderam às questões e deram a sua opinião acerca das ideias. Assim, este *feedback* permitiu-nos melhorar e ajustar as ideias dos jogos aos pacientes antes do desenvolvimento do jogo propriamente dito. Este estudo foi aprovado pela comissão de ética da FEUP (PARECER N° 12 /CE FEUP/2024) e os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de Helsínquia.

### 7.4 Análise de Dados

O documento foi reenviado pelos participantes contendo as suas opiniões e respostas às questões formuladas. As respostas e o *feedback* foram analisados para ajustar as ideias do jogo de modo a torná-lo o mais adequado possível aos pacientes.

De acordo com os profissionais de saúde, as ideias para os jogos foram, em geral, bem recebidas, usando expressões como "*parece bem*" para descrever cada jogo apresentado. Por exemplo, em resposta à pergunta "*Considera os jogos adequados para pacientes com LCA para treino de competências sociais?*", as respostas incluíram "*Sim, parece-me bem. É importante terem vários níveis e começarem por níveis muito simples para os casos de pacientes com lesões mais extensas*" e "*Sim*". Da mesma forma, à pergunta "*Acha que os jogos se enquadram nos domínios da cognição social a que se referem?*", as respostas foram positivas. Uma sugestão de melhoria surgiu na resposta à pergunta "*Alguma coisa que devia melhorar nas minhas ideias?*", onde foi indicado que "*Penso que a questão dos diálogos pode ser complicada se for apenas por escrito, para pacientes com dificuldades na leitura (mas pode ser narrado?)*", apontando uma área para aprimoramento no segundo jogo. Um último comentário sobre as ideias do jogo foi: "*Parece-me interessante [as ideias dos jogos] no sentido de que ajudam à estimulação cognitiva de uma forma mais lúdica.*"

Assim, de um modo geral, as ideias para os jogos foram bem aceites pelos profissionais de saúde, que afirmaram a sua adequação para estes pacientes. Apenas apontaram um ponto de melhoria e uma sugestão relativa à dificuldade do jogo e aos níveis.

### 7.5 Conclusão

Esta fase foi crucial para avaliar as ideias formuladas após as entrevistas e perceber se estavam enquadradas com os objetivos propostos e com as necessidades dos pacientes. Além disso, possibilitou a recolha de sugestões para melhorias e ajustes necessários. Com base nessas sugestões, o guião das ideias dos jogos foi revisto de forma a incorporar as alterações recomendadas. Apesar

das sugestões recebidas, as ideias do jogo foram bem aceites, o que demonstra a eficácia das entrevistas e a sua importância no processo de desenho de um jogo que visa apoiar os pacientes na reabilitação e treino de competências sociais.



# Teste de Usabilidade

## 8.1 Metodologia

Nesta fase obtivemos *feedback* relativo ao jogo desenvolvido. Na fase 2 foi enviado um guião com a descrição do jogo a ser desenvolvido de forma a validar a sua adequação às preferências e necessidades de pacientes com LCA. Na fase 3, os pacientes puderam experimentar o jogo e responderam a questionários de forma a avaliarem a experiência e usabilidade de jogo e percebermos a adequação dos jogos aos pacientes. Para este processo definimos como principais *stakeholders* e respetivos critérios de inclusão: indivíduos com idade superior a 18 anos e diagnosticados com LCA; profissionais de saúde (neuropsicólogos, neurologistas, terapeutas ocupacionais); cuidadores e familiares. Como critério de exclusão, definiu-se apenas pacientes com alguma condição que os impeça de experimentar o jogo. Os participantes nesta fase e que já tinham assinado o consentimento aprovado pela comissão de ética, não tiveram necessidade de o fazer novamente. No entanto, um dos participantes, que não esteve presente nas fases anteriores, assinou o documento.

## 8.2 Participantes

Alguns participantes da fase de entrevistas foram novamente recrutados do CRPG. Desses, 9 participaram novamente nesta fase, enquanto apenas um não esteve presente na fase de entrevistas. Nesta fase, tanto pacientes quanto profissionais de saúde tiveram a oportunidade de experimentar o jogo desenvolvido, fornecer *feedback* e responder a questionários pós-jogo. A recolha de dados decorreu em julho.

A nossa amostra foi composta por 10 participantes (4 mulheres, 40.00%), com idades variando entre 28 e 55 anos ( $M = 38$ ;  $DP = 6.2$ ). Dentro desta amostra, 6 eram pacientes com LCA (60%) e 4 eram profissionais de saúde (40%). Todos os pacientes incluídos na amostra já tinham experiência prévia com jogos de computador. Entre os 6 pacientes participantes, 2 relataram jogar jogos várias vezes ao dia (33.30%), 2 jogavam raramente (33.30%), 1 jogava uma vez por semana (16.67%) e 1 jogava frequentemente (16.67%). Entre os profissionais de saúde, 2 eram psicólogos e 2 eram terapeutas ocupacionais, com experiência variando de 1 a 20 anos ( $M = 14.5$ ;  $DP = 6.5$ ). Dentro desta população, apenas um relatou não ter experiência com o uso de jogos sérios na

prática profissional. Alguns exemplos de tecnologias mencionadas pelos participantes incluíram consolas, RV, NeuronUP, Rehacom, entre outras. Estes valores estão apresentados na tabela 8.1

Tabela 8.1: Informação sociodemográfica dos participantes

	n	%
<b>Características Sociodemográficas</b>		
<b>Sexo</b>		
Feminino	4	40%
Masculino	6	60%
Idade média (intervalo)	38 (28-55)	
<b>Tipo de participante</b>		
Paciente	6	60%
Profissional de saúde	4	40%
<b>Profissionais de saúde</b>		
Psicólogo	2	50%
Terapeuta ocupacional	2	50%
Experiência profissional média (intervalo)	14.5 (1-20)	
Experiência no uso de jogos sérios na prática profissional	3	66.70%
<b>Frequência com que os pacientes jogam</b>		
Raramente (uma vez por mês ou menos)	2	33.30%
Algumas vezes (uma vez por semana)	1	16.67%
Frequentemente (2 a 3 vezes por semana)	1	16.67%
Várias vezes ao dia	2	33.30%

### 8.3 Procedimento

Nesta fase, os dados foram recolhidos através de uma sessão na qual os participantes puderam experimentar o jogo, responder a questionários e dar o seu *feedback* acerca da sua experiência. Inicialmente responderam a um questionário sociodemográfico. De seguida, tiveram a liberdade de experimentar o jogo com algum auxílio. Os participantes deram o seu *feedback* e responderam ao módulo pós-jogo de uma versão em português do questionário, GEQ. O objetivo deste questionário é avaliar a experiência do paciente. Neste processo tivemos a participação de 10 adultos, que se enquadravam nos nossos critérios de inclusão e exclusão. Todos os participantes responderam aos questionários e deram o seu *feedback* acerca dos jogos desenvolvidos. Este estudo foi aprovado pela comissão de ética da FEUP (PARECER N° 12 /CE FEUP/2024) e os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de Helsínquia.

### 8.4 Descrição do Questionário GEQ

O questionário utilizado nesta fase foi o GEQ, desenvolvido por IJsselsteijn, W. A., de Kort, Y. A. W., e Poels, K. Este questionário é composto por quatro módulos distintos: o módulo principal com 33 itens, o módulo durante o jogo com 14 itens, o módulo de presença social com 17 itens e,

finalmente, o módulo pós-jogo com 17 itens. O GEQ utiliza uma escala Likert de 5 pontos, variando de 0 a 4, onde 0 corresponde a *not at all* e 4 a *extremely*, permitindo avaliar a concordância dos pacientes com as perguntas apresentadas [109]. Para esta fase, foi utilizada a versão portuguesa do questionário, que inclui uma tradução livre e adapta as perguntas à língua portuguesa [110, 111].

Neste questionário, para analisar e compreender a experiência de jogo dos pacientes, é necessário dividir as perguntas em quatro categorias: Experiência Positiva, Experiência Negativa, Cansaço e Retorno à Realidade. A análise é realizada através da média dos valores das perguntas que pertencem a cada componente.

## 8.5 Análise de Dados

A análise dos dados qualitativos e quantitativos permitiu-nos perceber a experiência de uso do jogo por parte dos pacientes, e também de aspetos de melhoria. Também, conseguimos perceber se foram atingidos os objetivos traçados e se efetivamente o jogo se enquadra nas preferências e necessidades destes pacientes.

Os resultados desta fase serão desmostrados na secção seguinte.

### 8.5.1 Resultados

A análise do *feedback* do teste de usabilidade resultou na identificação de vários pontos que necessitaram de melhorias. No primeiro jogo, "Bolhas Emocionais", tanto pacientes quanto profissionais de saúde apontaram que algumas expressões faciais das bolhas eram ambíguas. Além disso, foi sugerido que o jogo deveria incluir mais expressões faciais e evitar que as bolhas saíssem do ecrã. Um paciente também recomendou a alteração das molduras das expressões faciais de quadradas para redondas, com o objetivo de reduzir distrações. Outro aspeto destacado foi a ausência de informação sobre o número de bolhas restantes a rebentar. No segundo jogo, "Conversas de Amigo", observou-se que a personagem é difícil de controlar devido à velocidade elevada. Também foi mencionado que o botão "continuar" é inconveniente devido à necessidade de pressioná-lo constantemente para avançar no diálogo.

O questionário utilizado foi o GEQ, módulo pós-jogo. Os resultados deste questionário estão apresentados na tabela 8.1, bem como no Gráfico 8.2, que representam os valores médios e desvio-padrão para cada componente do questionário divididos nas duas populações de inquiridos. Para ambas as populações, a experiência foi predominantemente positiva. Em geral o jogo não causa fadiga. No que diz respeito à capacidade dos jogadores de regressar à realidade, verificou-se uma certa dificuldade em voltar ao estado real após o jogo. De um modo geral, o jogo agradou mais aos pacientes do que aos profissionais de saúde, especialmente no que se refere a uma experiência positiva.

	Pacientes		Profissionais de Saúde	
	M	DP	M	DP
Experiência Positiva	3.38	1.53	2.58	1.16
Experiência Negativa	2.33	1.55	2.25	1.53
Cansaço	1.50	1.08	1.57	0.79
Voltar à realidade	2.67	1.56	2.56	1.88

Figura 8.1: Tabela com a média de resultados para cada subescala.

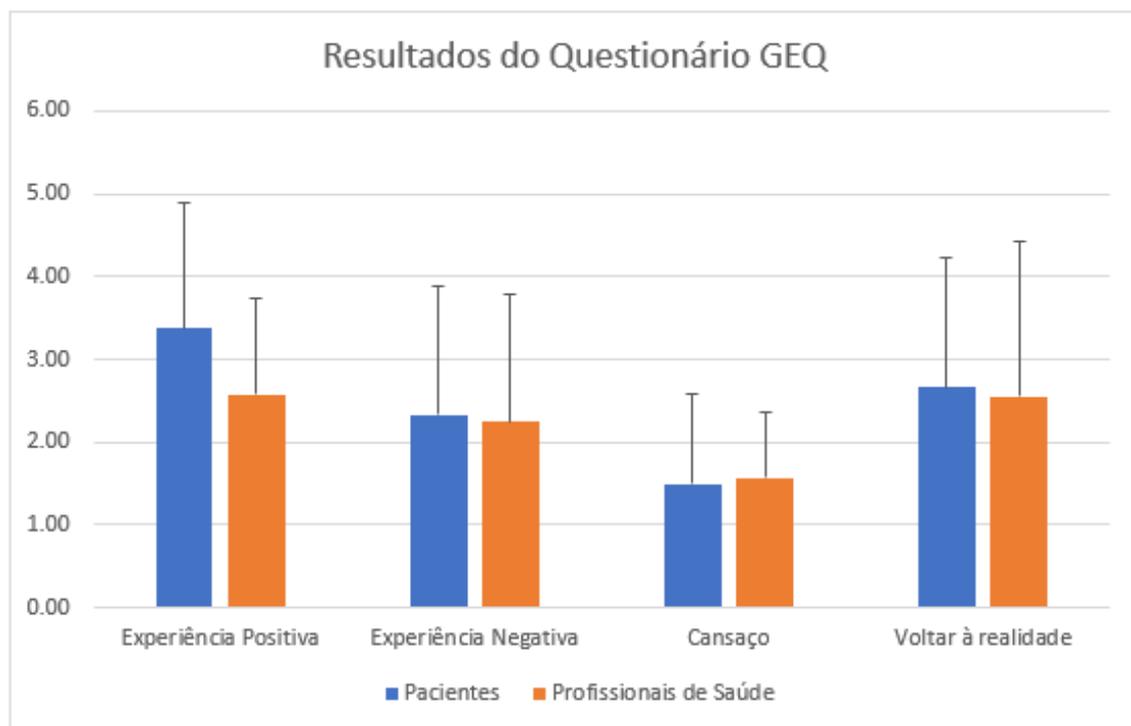


Figura 8.2: Representação das diferentes subescalas do questionário para pacientes e para profissionais de saúde.

## 8.6 Conclusão

A fase de teste de usabilidade foi crucial para avaliar a experiência do jogo e verificar se este atende às necessidades e preferências dos pacientes. Os resultados do questionário aplicado indicaram que a experiência de jogo foi positiva, com os pacientes a expressar satisfação com o jogo

e a conseguir utilizá-lo sem dificuldades significativas. Assim, o jogo conseguiu atingir de maneira satisfatória os objetivos propostos, e os participantes relataram ter tido uma boa experiência durante o uso. No entanto, devido às limitações do questionário e ao tempo disponível para o estudo, não foi possível avaliar se houve melhorias nas competências sociais dos pacientes com o recurso a este jogo. Apesar dessa limitação, o jogo foi bem recebido pelos pacientes e alcançou satisfatoriamente os objetivos estabelecidos.



# Melhorias Pós Teste de Usabilidade

Após a realização do teste de usabilidade e a análise dos dados recolhidos, foram implementadas melhorias no jogo desenvolvido. Portanto, este capítulo detalha as alterações realizadas durante esta fase do projeto.

## 9.1 Características Melhoradas

Depois do teste de usabilidade e do *feedback* dos pacientes relativamente ao jogo, decidimos melhorar e introduzir alterações que pudessem não só melhorar a experiência de jogo, mas também a eficácia do jogo em treinar as competências sociais.

Inicialmente, foi melhorado o *feedback* imediato fornecido nos dois jogos. Foi introduzido *feedback* adicional em locais considerados essenciais para potencializar a motivação e aprendizagem dos pacientes, que anteriormente não estavam presentes na versão inicial. Também foi acrescentado mais níveis aos dois jogos, tanto para aumentar a duração do jogo quanto para elevar o nível de dificuldade, com o objetivo de estimular ainda mais a motivação dos pacientes. Além disso, foi melhorado, nos dois jogos, o *design* e jogabilidade. Implementou-se uma maior personalização para tornar a experiência o mais individualizada possível. Assim, foi implementado um sistema de gestão de dados *offline*, ou seja, a capacidade do jogo armazenar dados sobre o paciente no seu próprio dispositivo. Foi adicionado um menu extra, onde o paciente pudesse criar o seu perfil e fornecer dados sobre si mesmo. Além das alterações mencionadas, sons e música foram incorporados para tornar o jogo mais atrativo e envolvente para os pacientes, algo que não estava presente na versão inicial. A imagem 9.1 mostra o menu criado, onde o paciente poderá introduzir os seus dados. Por fim, foram incluídos botões de ajuda nos menus para orientar os pacientes na sua navegação, bem como explicações detalhadas sobre como interagir e jogar cada jogo. As alterações mencionadas obrigaram a mudar a navegação pelos menus, como pode ser observado na figura 9.2.

## 9.2 Jogo 1: Bolhas Emocionais

Relativamente ao jogo Bolhas Emocionais, foram efetuadas melhorias significativas nos recursos usados, nomeadamente as imagens das expressões faciais usadas neste jogo. Essa imagens

Figura 9.1: Imagem ilustrativa do menu de criação de um perfil.

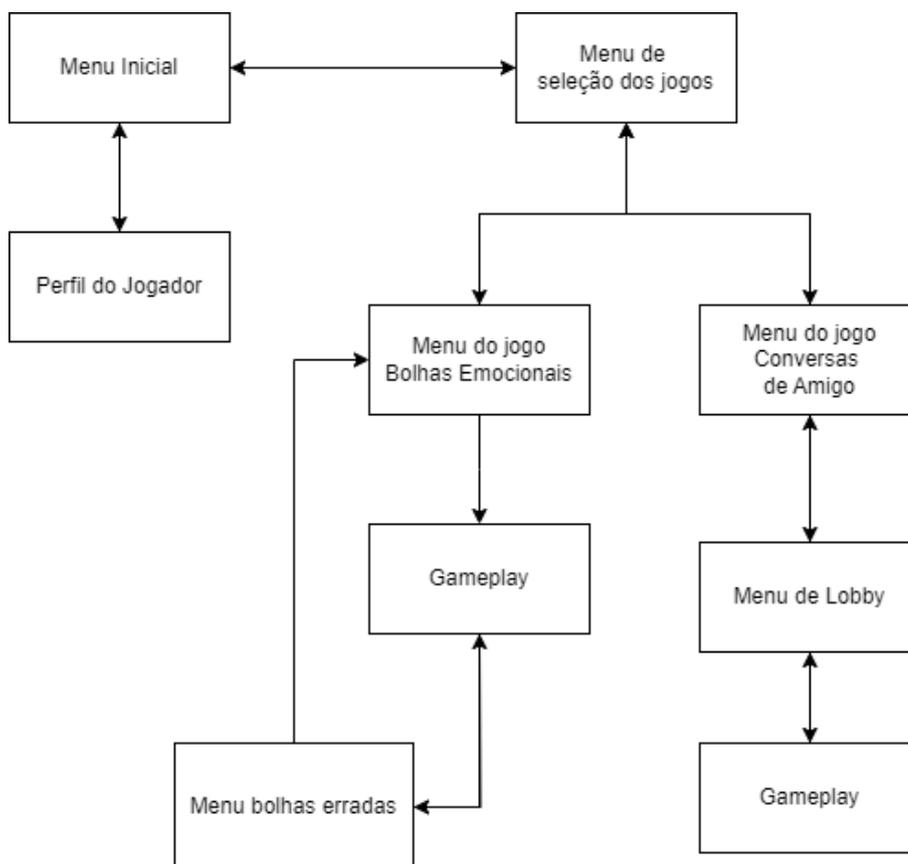


Figura 9.2: Diagrama da arquitetura dos menus do Jogo.



Figura 9.3: Imagem ilustrativa do nível 1

foram alteradas de forma a evitar um aspeto quadrado e a adotar a forma redonda das bolhas. Além disso, foram adicionadas novas imagens de expressões faciais em relação à versão inicial. Outro problema identificado e resolvido foi a questão das bolhas saírem do ecrã, um fator que causou frustração aos pacientes durante o teste de usabilidade. Foi também incorporada informação no ecrã acerca do número restante de bolhas corretas ainda por rebentar. Esta melhoria foi sugerida por um dos pacientes para aumentar a clareza e a progressão do jogo. Adicionalmente, foram introduzidos três novos níveis, com o objetivo de proporcionar um maior sentimento de progressão e manter a motivação dos pacientes. Os três novos níveis estão representados nas seguintes figuras, 9.3, 9.4 e 9.5. Uma melhoria que não foi originalmente sugerida, mas considerada importante, foi a introdução de aleatoriedade na cor das bolhas. Na versão anterior, todas as bolhas da mesma emoção apresentavam a mesma cor, o que permitia aos pacientes identificar a bolha correta com base na cor em vez da expressão facial. A alteração referida contribuiu para um treino mais eficaz e correto no reconhecimento das emoções. Finalmente, efetuamos uma revisão no sistema de *feedback* do jogo. Nesta versão melhorada, quando uma bolha é rebentada incorretamente, o jogo exhibe imediatamente a emoção correta correspondente à cara presente na bolha. Esta mudança teve o objetivo de proporcionar *feedback* imediato e mais educativo sobre a emoção apresentada na bolha, ajudando o treino de perceção de emoções dos pacientes. A motivação para esta alteração foi evitar confusões por parte dos pacientes ao rebentarem bolhas incorretas, um problema observado durante as entrevistas.

### 9.3 Jogo 2: Conversas de Amigo

Relativamente ao jogo Conversas de Amigo, foram adicionados dois novos níveis. Na versão atualizada, o primeiro nível foca exclusivamente no início de uma conversa, abordando apenas o início de um diálogo entre o paciente e um NPC. Os níveis seguintes abordam, respetivamente,



Figura 9.4: Imagem ilustrativa do nível 2

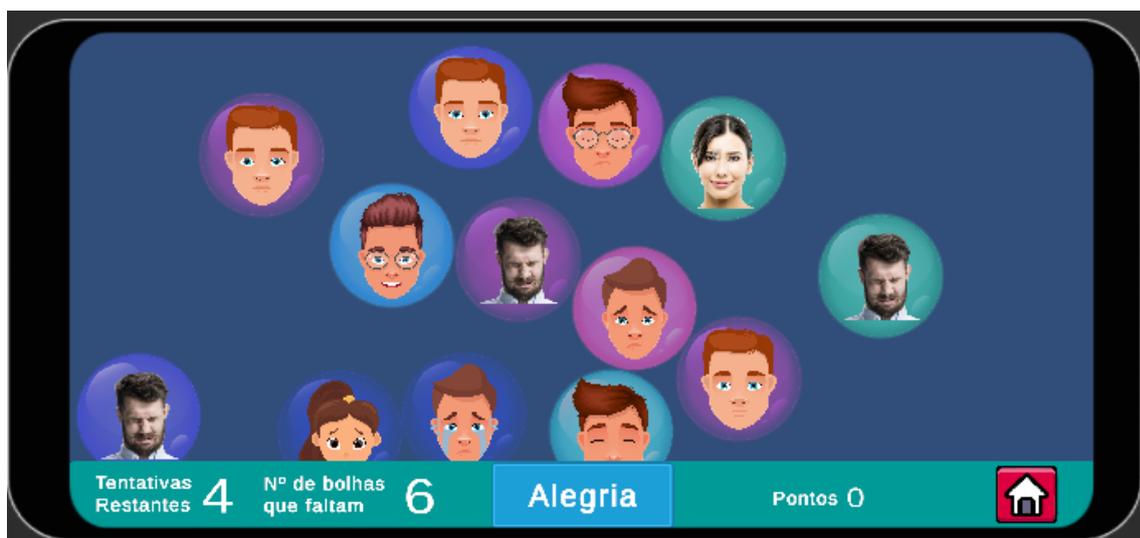


Figura 9.5: Imagem ilustrativa do nível 3



Figura 9.6: Imagem ilustrativa do nível 1

o desenvolvimento e a conclusão de uma conversa. Assim, o segundo nível inclui tanto o início quanto o desenvolvimento de uma conversa, enquanto o terceiro nível abrange todas as fases do diálogo: início, meio e fim. As figuras 9.6, 9.7 e 9.8 mostram imagens dos três níveis.

Na versão original deste jogo, evidenciou-se uma deficiência no *feedback* fornecido aos pacientes, o que comprometeu a sua motivação e processo de aprendizagem. Além disso, a falta de um desafio adequado foi notado, uma vez que, na versão inicial, os pacientes podiam tentar os diálogos tantas vezes quanto desejassem. Para resolver essas lacunas, foram introduzidos dois sistemas: um sistema de tentativas e um sistema de *feedback* imediato após a seleção de uma opção pelo paciente. Relativamente ao sistema de tentativas, o paciente dispõe de um total de três para concluir com sucesso o diálogo e obter um ponto. No que diz respeito ao *feedback* imediato, uma resposta correta é destacada com a cor verde, permitindo ao paciente identificar imediatamente a escolha correta. O *feedback* positivo está ilustrado na figura 9.10. Quando o paciente seleciona uma resposta errada, são fornecidas dicas e é revelada a resposta correta, além do paciente perder uma tentativa. Após cada tentativa falhada, é apresentado um *popup* com uma dica e um botão que, quando pressionado, revela a resposta correta ao paciente. Este botão só está ativo na penúltima tentativa, oferecendo ao paciente a oportunidade de revelar a resposta correta nessa fase. Caso o paciente esgote todas as tentativas, a resposta correta é apresentada no final do processo.

O tamanho do mapa também foi expandido para possibilitar ao paciente o desbloqueio de novas áreas à medida que avança nos níveis. No primeiro nível, o paciente tem acesso a uma parte restrita do mapa, enquanto nos níveis seguintes, novas áreas previamente bloqueadas tornam-se acessíveis. Esta expansão tem o objetivo de aumentar a complexidade e a profundidade do jogo, promovendo uma experiência de aprendizagem mais abrangente e desafiadora, juntamente com um aumento gradual na dificuldade dos diálogos.

A figura 9.11 ilustra o diagrama de fluxo relativo ao funcionamento do jogo com as novas mudanças representadas.



Figura 9.7: Imagem ilustrativa do nível 2



Figura 9.8: Imagem ilustrativa do nível 3

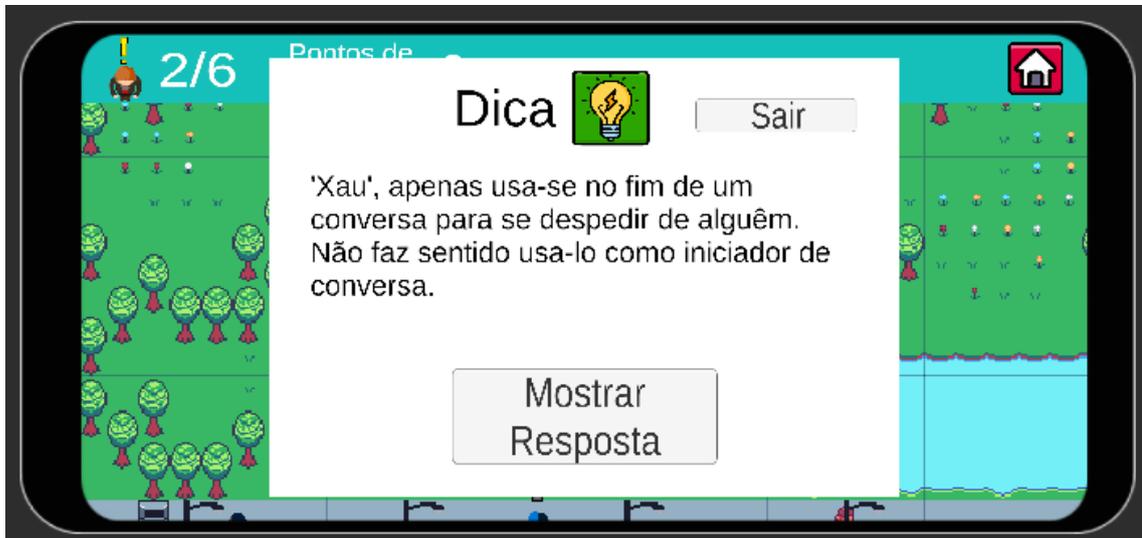


Figura 9.9: Imagem ilustrativa de uma dica.

Figura 9.10: Imagem ilustrativa do *feedback* positivo.

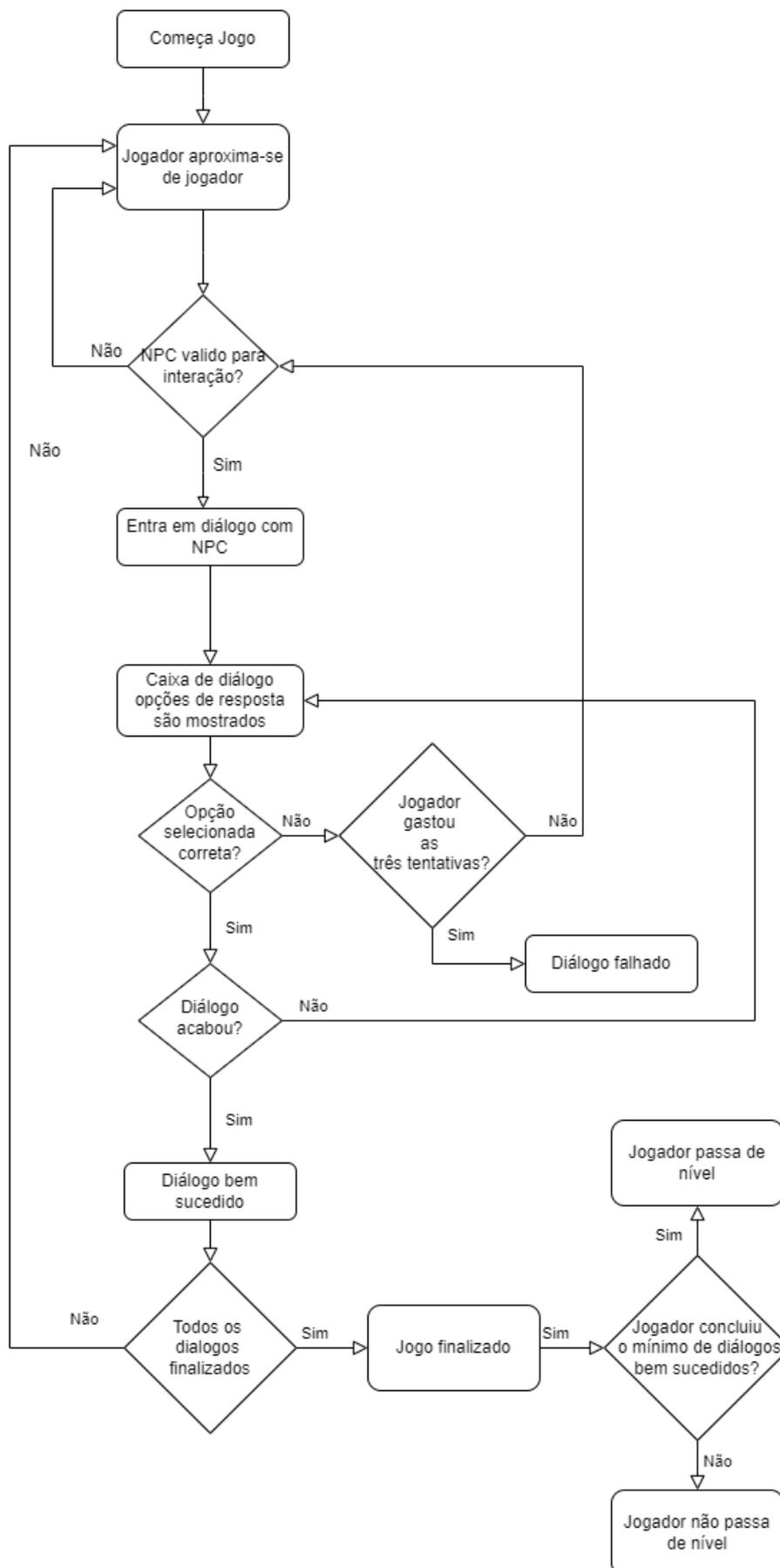


Figura 9.11: Imagem ilustrativa do *Flow Chart* da nova versão do jogo.

## 9.4 Arquitetura

Como descrito na seção anterior, nesta nova versão do jogo, o paciente terá a possibilidade de criar o seu próprio perfil através do menu ilustrado anteriormente. Tanto os dados inseridos neste menu quanto o progresso dos pacientes são armazenados num ficheiro do tipo JSON. Esses dados são guardados no ficheiro sempre que o jogador fecha o jogo, sai do menu dos jogos ou dos jogos propriamente ditos. O ficheiro *JSON* é criado e guardado no dispositivo, contendo os dados fornecidos pelo paciente, assegurando a persistência dos mesmos. Ao iniciar o jogo, as informações armazenadas no ficheiro *JSON* são carregadas para um *Scriptable Object*, que mantém os dados do paciente durante a sessão. Isto permite à lógica do jogo usar esses dados pessoais durante a sessão, além de guardar o progresso do jogador. Todo o progresso e informações são transferidos do *Scriptable Object* e guardados de volta no ficheiro *JSON* quando o jogo é fechado pelo paciente. As escritas e leituras do ficheiro *JSON* são feitas através da classe auxiliar, *PlayerDataSaver*, que contém os seguintes métodos: *SaveData*, *LoadData* e *ResetData*.

No que diz respeito à arquitetura da implementação do sistema de ajudas nos menus, recorre-se ao conceito de *popups*. Quando o jogador interage com botões de ajuda ou inicia um jogo, é exibido um retângulo no ecrã, conforme ilustrado na figura 9.12. Quando o jogador executa as ações mencionadas, é criado um *Game Object* como filho do *Canvas* do *Unity* da cena atual. A criação do *popup* é gerida por um componente denominado *PopupManager*, que utiliza o método *CreatePopup*, o qual recebe como parâmetro o tipo de *popup* desejado e cria o *Game Object* do *popup*. Cada *popup* pode ter um formato e conteúdo específicos, sendo representado por um *prefab* distinto para cada tipo. Existem seis tipos de *popups* diferentes: *Help*, *Mission*, *Warning*, *Welcome* and *Notification* como ilustrado nas figuras 9.13 a 9.17. O *PopupManager* contém um dicionário que associa uma *string* a um *Game Object* que representa o *popup*. Dessa forma, o *PopupManager* necessita apenas do nome do *popup* para criar e exibir o *popup* adequado, através da função, *CreatePop*. Cada *popup* também possui um *PopupController*, que permite a gestão de páginas dentro desse *popup*, possibilitando a criação de múltiplas páginas, além de gestão de informação apresentada no mesmo.

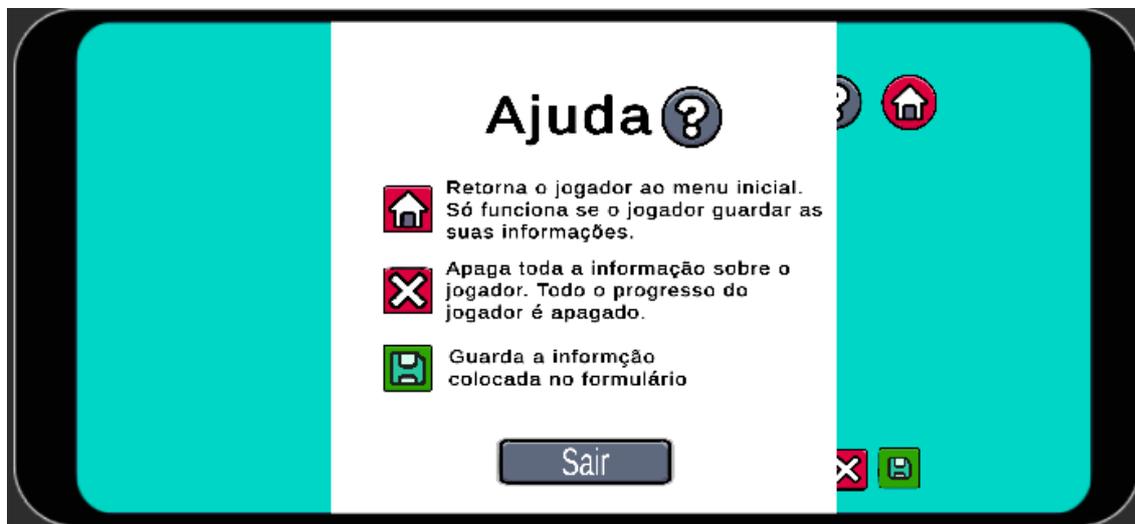


Figura 9.12: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Help.

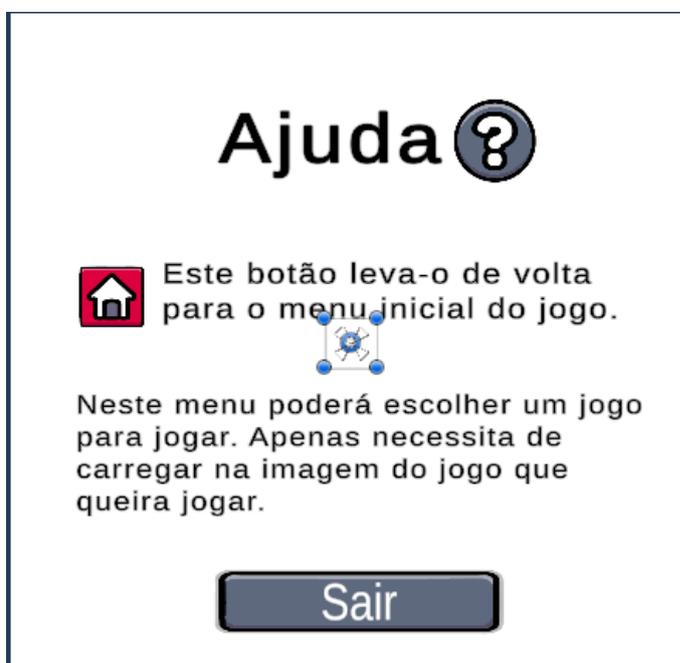
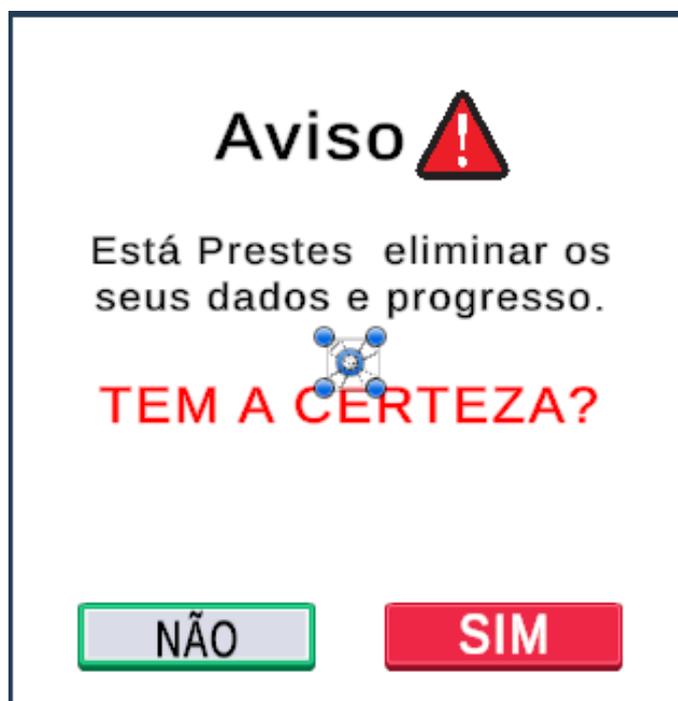


Figura 9.13: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Help.

Figura 9.14: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Mission.Figura 9.15: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Warning.

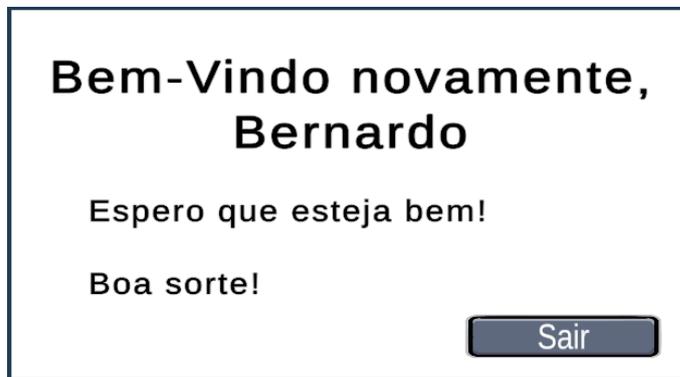


Figura 9.16: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Welcome.



Figura 9.17: Imagem ilustrativa de um *popup* do tipo Help.

# Conclusão e Trabalho Futuro

## 10.1 Conclusão

A LCA emerge como uma condição de grande relevância, impactando negativamente milhões de pessoas a cada ano. É considerada uma das doenças que causa mais mortes e incapacidade [19]. As diversas consequências comportamentais, cognitivas e físicas decorrentes desta condição comprometem significativamente o bem estar e a vida social dos pacientes [2]. Estas repercussões realçam a necessidade da sua reabilitação, motivando a constante evolução deste processo.

Ao longo do tempo, foram desenvolvidos diversos métodos de reabilitação, cada vez mais adaptados e direcionados a diferentes tipos de pacientes. No âmbito da reabilitação cognitiva, destaca-se um conjunto de abordagens, entre as quais se incluem os jogos sérios. Exemplos destes jogos são o Rehacom, Rehab+, NeuroOrb, Reability, entre outros. Foi concluído que ao contrário de métodos mais tradicionais, o tipo de jogos mencionados oferecem uma maior eficácia e motivação aos pacientes de forma a incentivá-los a dar continuidade aos tratamentos [112]. Contudo, observa-se uma lacuna nestas plataformas, pois nenhuma proporciona um treino de competências sociais, um aspecto que deveria ser considerado fundamental na reabilitação de pacientes com LCA.

O treino de competências sociais assume extrema importância, pois o comprometimento nesta área impacta negativamente a vida social dos pacientes, contribuindo para o seu isolamento e dificuldades no quotidiano. Aspectos como irritabilidade, falta de empatia, dificuldades na perceção de expressões faciais, alterações de personalidade e entre outros problemas, prejudicam significativamente as suas interações sociais. De facto, estes problemas destacam a importância de integrar no processo de reabilitação, o treino de competências sociais. Assim, o objetivo desta tese foi desenvolver um jogo sério com foco no treino de competências sociais e com a presença de características multijogador.

Neste contexto, para o presente projeto, as fases de desenvolvimento foram conduzidas em conjunto com o público-alvo, através de um processo de codesign. Durante o decorrer do seu desenvolvimento recorreremos a entrevistas com pacientes, cuidadores informais e profissionais de saúde. O objetivo foi obter informações e opiniões que contribuíram para a criação da plataforma adaptada às necessidades e preferências individuais dos pacientes. Após as entrevista e juntamente com a revisão de literatura, definimos um conjunto de características que deveriam estar presentes

no jogo. Além das entrevistas, também o conceito da plataforma foi validada pelos profissionais de saúde com o objetivo de perceber se as ideias se enquadravam nos objetivos e nos pacientes com LCA. Na última fase foi realizado um teste de usabilidade com vista a avaliar a experiência de jogo e perceber se os objetivos foram atingidos. Assim, o processo de codesign permitiu desenvolver um jogo o mais adaptado possível aos pacientes, às suas necessidades e com foco em competências sociais identificadas como deficitárias durante o presente estudo. O resultado final foi uma plataforma com dois jogos capaz de treinar competências sociais de uma forma mais motivadora e lúdica. Os resultados observados durante o teste de usabilidade foram satisfatórios e demonstram que no geral os pacientes e profissionais de saúde mostraram-se satisfeitos com o resultado final. Além disso, alguns participantes fizeram comentários positivos durante a sessão que reforçaram o seu agrado, afirmando que o jogo "*está giro*" e que gostavam de jogar mais.

## 10.2 Limitações

A análise crítica destas limitações e dos desafios enfrentados é essencial para uma compreensão aprofundada dos resultados obtidos e para a definição das direções futuras necessárias para a melhoria do produto final. Além disso, esta análise contribui para o aprimoramento de projetos relacionados, ajudando a evitar que enfrentem as mesmas limitações e promovendo a contínua evolução do conhecimento nesta área. Assim, esta secção visa não apenas identificar e esclarecer as limitações do projeto, mas também fornecer uma base para a orientação e desenvolvimento de futuros trabalhos.

Relativamente à plataforma em questão, foram identificadas várias limitações que poderão ser abordadas e corrigidas em trabalhos futuros. Em primeiro lugar, o *feedback* fornecido aos utilizadores necessita de melhorias em diversos aspetos. Embora o *feedback* esteja presente, poderia ser mais visualmente destacado e melhor estruturado para aumentar a motivação e o envolvimento dos pacientes. Adicionalmente, a plataforma carece de explicações mais detalhadas sobre as respostas incorretas fornecidas pelos pacientes e a justificação para as respostas corretas. Outro ponto de melhoria refere-se à diversidade de jogos disponíveis, que atualmente não abrange suficientemente outras áreas da cognição social, como a TdM e a empatia, entre outras. No que diz respeito aos jogos individuais, ambos apresentam limitações específicas que devem ser consideradas. No caso do jogo "Bolhas Emocionais", a falta de explicações detalhadas sobre as emoções associadas a cada expressão facial errada, compromete a capacidade dos pacientes de aprender e compreender com maior profundidade a expressão facial e a emoção associada. A inclusão de descrições mais precisas poderia enriquecer a experiência de aprendizagem. Quanto ao jogo "Conversas de Amigo", apesar de ter sido desenhado como um jogo colaborativo multijogador, a interação direta entre avatares e pacientes é praticamente inexistente. Embora os pacientes joguem na mesma sala e possam discutir e auxiliar-se mutuamente, seria benéfico incorporar uma colaboração direta entre os avatares dentro do jogo para promover um progresso em equipa. Além disso, embora haja alguma personalização disponível, esta poderia ser aprimorada para proporcionar uma experiência mais relevante e adaptada às necessidades dos jogadores.

## 10.3 Trabalho Futuro

Através da análise das limitações identificadas a partir dos resultados do teste de usabilidade e do *feedback* dos participantes, pretende-se determinar as áreas que necessitam de melhorias no jogo sério desenvolvido. O objetivo é corrigir as lacunas identificadas e maximizar o impacto do jogo no processo de reabilitação de pacientes com LCA. Serão identificadas e propostas as ações necessárias para a otimização e aprimoramento dos resultados, bem como para a expansão das potencialidades deste projeto.

Para trabalho futuro o *feedback* dado ao paciente poderia ser melhorado para incorporar elementos ainda mais visuais e auditivos, de forma a proporcionar uma estimulação mais eficaz aos pacientes e aumentar a sua motivação. Apesar da presença de *feedback* imediato e pós-jogo relativamente às respostas incorretas, seria benéfico incluir explicações mais detalhadas sobre as respostas dos pacientes. Adicionalmente, no que diz respeito à orientação dos jogadores durante o jogo, embora sejam fornecidas explicações claras, a inclusão de recursos visuais adicionais, como vídeos demonstrativos sobre o funcionamento de cada jogo, seria ideal para melhorar a compreensão e a experiência do utilizador. Seria também vantajoso adicionar novos jogos que abordem áreas como a TdM, empatia, e outras competências sociais relevantes.

Relativamente aos jogos específicos, o jogo "Bolhas Emocionais" poderia beneficiar da inclusão de uma maior variedade de expressões faciais e tipos de bolhas, com o objetivo de diversificar o treino e aprofundar a aprendizagem. Além disso, seria importante fornecer explicações sobre as emoções associadas às expressões faciais erradas após a conclusão de cada sessão, de modo a tornar a aprendizagem mais eficaz e permitir que os pacientes compreendam melhor os seus erros. Seria também benéfico permitir que os profissionais de saúde criem níveis personalizados para os seus pacientes, de forma a proporcionar uma experiência mais ajustada e individualizada. Uma abordagem que poderia ajudar a mitigar a limitação associada às expressões faciais atualmente utilizadas, seria permitir aos terapeutas adicionar novas expressões faciais ao jogo e integrá-las nos seus níveis personalizados. Relativamente ao jogo Conversas de Amigo, seria vantajoso aumentar o nível de colaboração entre os jogadores. Por exemplo, após a conclusão de todas as conversas, poderia ser incorporado um formulário com perguntas comuns aos dois jogadores, que deveriam responder em conjunto para avançar para o próximo nível. Outra possibilidade seria permitir que cada paciente utilizasse o seu avatar para interagir diretamente com o outro jogador e efetuar um diálogo predefinido entre eles sobre os diálogos realizados anteriormente com as personagens. Neste jogo, também seria vantajoso permitir que os terapeutas criassem os seus próprios níveis e diálogos, com o objetivo de proporcionar um maior nível de personalização e individualização para cada paciente. Finalmente, a personalização e a interação pessoal poderiam ser ampliadas através da inclusão, por exemplo, de uma personagem que interaja diretamente com o paciente. Esta personagem poderia referir-se a ele pelo nome, perguntar como está, e fornecer *feedback* e reforço positivo tanto durante os jogos quanto na navegação pelos menus. Esta mudança teria o objetivo de melhorar tanto a experiência geral como a adequação às necessidades individuais dos pacientes.

Dentro do nosso conhecimento esta é a primeira plataforma focada no treino de competências sociais para pacientes adultos com LCA. Por isso, por ser uma primeira plataforma, foi importante o carácter exploratório deste trabalho e com a preocupação na identificação de pontos de melhoria futura.

# Referências

- [1] Anneli Cassel, Skye McDonald, Michelle Kelly, and Leanne Togher. Learning from the minds of others: A review of social cognition treatments and their relevance to traumatic brain injury, 1 2019.
- [2] Liam Goldman, Ehraz Mehmood Siddiqui, Andleeb Khan, Sadaf Jahan, Muneeb U. Rehman, Sidharth Mehan, Rajat Sharma, Stepan Budkin, Shashi Nandar Kumar, Ankita Sahu, Manish Kumar, and Kumar Vaibhav. Understanding acquired brain injury: A review, 9 2022.
- [3] Meysam Rahmani-Katigari, Fatemeh Mohammadian, and Leila Shahmoradi. Development of a serious game-based cognitive rehabilitation system for patients with brain injury. *BMC psychiatry*, 23(1):893, 2023.
- [4] Artemisa Rocha Dores, Maria João Miranda, Irene Palmares Carvalho, Liliana Mendes, Fernando Barbosa, António Coelho, Liliana de Sousa, and Alexandre Castro Caldas. Virtual city: neurocognitive rehabilitation of acquired brain injury. In *7th iberian conference on information systems and technologies (cisti 2012)*, pages 1–4. IEEE, 2012.
- [5] J. W. Burke, M. D.J. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie, and S. M. McDonough. Augmented reality games for upper-limb stroke rehabilitation. pages 75–78, 2010.
- [6] J. W. Burke, M. D.J. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie, and S. M. McDonough. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *Visual Computer*, 25:1085–1099, 2009.
- [7] Francisco Iniesto, Koula Charitonos, and Allison Littlejohn. A review of research with co-design methods in health education. *Open Education Studies*, 4:273–295, 1 2022.
- [8] Brain Injury Association of America. ABI vs. TBI: What is the difference? <https://www.biausa.org/brain-injury/about-brain-injury/nbiic/what-is-the-difference-between-an-acquired-brain-injury-and-a-traumatic-brain-injury>, 10 2022.
- [9] Jolanda C. M. van Haastregt Coen A. M. van Bennekom Anne-Fleur Domensino, Ieke Winkens and Caroline M. van Heugten. A cross-sectional comparison of patient characteristics across healthcare settings using the minimal dataset for adults with acquired brain injury (mds-abi). *Neuropsychological Rehabilitation*, 34(1):1–22, 2024. PMID: 36427045.
- [10] Hyunwoo Jung, Jae Gyeong Jeong, Youn Soo Cheong, Tae Woo Nam, Ju Hyun Kim, Chan Hee Park, Eunhee Park, and Tae Du Jung. The effectiveness of computer-assisted cognitive rehabilitation and the degree of recovery in patients with traumatic brain injury and stroke. *Journal of Clinical Medicine*, 10, 12 2021.

- [11] Maria Grazia Maggio, Giuseppa Maresca, Maria Chiara Stagnitti, Smeralda Anchesi, Carmela Casella, Valentina Pajno, Rosaria De Luca, Alfredo Manuli, and Rocco Salvatore Calabrò. Social cognition in patients with acquired brain lesions: An overview on an under-reported problem, 2022.
- [12] Haifeng Zhang, Jonathan Huntley, Rohan Bhome, Benjamin Holmes, Jack Cahill, Rebecca L. Gould, Huali Wang, Xin Yu, and Robert Howard. Effect of computerised cognitive training on cognitive outcomes in mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis, 8 2019.
- [13] Juliet Haarbauer-Krupa, Mary Jo Pugh, Eric M. Prager, Nicole Harmon, Jessica Wolfe, and Kristine Yaffe. Epidemiology of chronic effects of traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 38:3235–3247, 12 2021.
- [14] Faizan Shaikh and Muhammad Waseem. Head trauma. *StatPearls*, 2023. [Updated 2023 May 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430854/>.
- [15] Nidhi Khatri, Bommaraju Sumadhura, Sandeep Kumar, Ravinder Kumar Kaundal, Sunil Sharma, and Ashok Kumar Datusalia. The complexity of secondary cascade consequent to traumatic brain injury: Pathobiology and potential treatments. *Current Neuropharmacology*, 19:1984–2011, 2 2021.
- [16] Si Yun Ng and Alan Yiu Wah Lee. Traumatic brain injuries: Pathophysiology and potential therapeutic targets, 11 2019.
- [17] Traumatic Brain Injury (TBI), 11 2023.
- [18] Diana Dulf, Madalina-Adina Coman, Artashes Tadevosyan, Nino Chikhladze, Serghei Cebanu, and Corinne Peek-Asa. A 3-country assessment of traumatic brain injury practices and capacity. *World Neurosurgery*, 146:e517–e526, 2021.
- [19] Andrew I.R. Maas, David K. Menon, Geoffrey T. Manley, Mathew Abrams, Cecilia Åkerlund, and Nada Andelic et al. Traumatic brain injury: progress and challenges in prevention, clinical care, and research, 11 2022.
- [20] Hayley M. Jackson, Lakkhina Troeung, and Angelita Martini. Prevalence, patterns, and predictors of multimorbidity in adults with acquired brain injury at admission to staged community-based rehabilitation. volume 2. Elsevier Inc., 12 2020.
- [21] Abdelhakim Khellaf, Danyal Zaman Khan, and Adel Helmy. Recent advances in traumatic brain injury. *Journal of Neurology*, 266:2878–2889, 11 2019.
- [22] TBI Data | Concussion | Traumatic Brain Injury | CDC Injury Center, 9 2023.
- [23] Alexandra Brazinova, Veronika Rehorcikova, Mark S. Taylor, Veronika Buckova, Marek Majdan, Marek Psota, Wouter Peeters, Valery Feigin, Alice Theadom, Lubomir Holkovic, and Anneliese Synnot. Epidemiology of traumatic brain injury in europe: A living systematic review, 5 2021.
- [24] Traumatic brain injury - Symptoms I& causes - Mayo Clinic, 2 2021.

- [25] Grand View Research. Video Game Market Size, Share I/ Trends Analysis Report by Device (Online, Offline), by Application (Entertainment, Education, Others), by Region, and Segment Forecasts, 2022 - 2030, 2023. Accessed on 2023-11-09.
- [26] Pomares Fredy Herrera Vittorio Emanuele Bianchi and Rizzi Laura. Effect of nutrition on neurodegenerative diseases. a systematic review. *Nutritional Neuroscience*, 24(10):810–834, 2021. PMID: 31684843.
- [27] Kimberley Wallis, Michelle Kelly, Sarah E. McRae, Skye McDonald, and Linda E. Campbell. Domains and measures of social cognition in acquired brain injury: A scoping review, 2022.
- [28] DI Katz, MJ Ashley, GJ O’Shanick, and SH Connors. Cognitive rehabilitation: the evidence, funding and case for advocacy in brain injury. *McLean, VA: Brain Injury Association of America*, pages 1–16, 2006.
- [29] Skye McDonald. Impairments in social cognition following severe traumatic brain injury, 2013.
- [30] Leanne Togher, Jacinta Douglas, Lyn S. Turkstra, Penny Welch-West, Shannon Janzen, Amber Harnett, Mary Kennedy, Ailene Kua, Eleni Patsakos, Jennie Ponsford, Robert Teasell, Mark Theodore Bayley, and Catherine Wiseman-Hakes. Incog 2.0 guidelines for cognitive rehabilitation following traumatic brain injury, part iv: Cognitive-communication and social cognition disorders. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 38:65–82, 1 2023.
- [31] Maria Andreou and Vasileia Skrimpa. Theory of mind deficits and neurophysiological operations in autism spectrum disorders: A review, 6 2020.
- [32] Shelley Channon, Asa Pellijeff, and Andrea Rule. Social cognition after head injury: Sarcasm and theory of mind. *Brain and Language*, 93:123–134, 2005.
- [33] CMA Marques-Vieira and LMM Sousa. *Cuidados de Enfermagem de Reabilitação à pessoa ao longo da vida*. Lusodidacta, 2017.
- [34] BB Johansson. Current trends in stroke rehabilitation. a review with focus on brain plasticity. *Acta Neurologica Scandinavica*, 123(3):147–159, 2011.
- [35] Derick T Wade. What is rehabilitation? an empirical investigation leading to an evidence-based description. *Clinical Rehabilitation*, 34(5):571–583, 2020. PMID: 32037876.
- [36] Jesús de Miguel-Fernández, Joan Lobo-Prat, Erik Prinsen, Josep M. Font-Llagunes, and Laura Marchal-Crespo. Control strategies used in lower limb exoskeletons for gait rehabilitation after brain injury: a systematic review and analysis of clinical effectiveness, 12 2023.
- [37] Rui Rocha, Luís Paulo Reis, Paula Alexandra Rego, and Pedro Miguel Moreira. Serious games for cognitive rehabilitation: Forms of interaction and social dimension. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 7 2015.
- [38] T. Novakovic-Agopians and G.M. Abrams. Cognitive rehabilitation therapy. In Michael J. Aminoff and Robert B. Daroff, editors, *Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition)*, pages 824–826. Academic Press, Oxford, second edition edition, 2014.

- [39] Clare Nowell, Marina Downing, Peter Bragge, and Jennie Ponsford. Current practice of cognitive rehabilitation following traumatic brain injury: An international survey. *Neuropsychological Rehabilitation*, 30:1976–1995, 11 2020.
- [40] Michelle H. Chen, Nancy D. Chiaravalloti, and John DeLuca. Neurological update: cognitive rehabilitation in multiple sclerosis. *Journal of Neurology*, 268:4908–4914, 12 2021.
- [41] Curtis T Cripe, Rebecca Cooper, Peter Mikulecky, Jason H Huang, and Dallas C Hack. Improved mild closed head traumatic brain injury outcomes with a brain-computer interface amplified cognitive remediation training. *Cureus*, 5 2021.
- [42] Leslie Johnson and Anna Weinberg. Cognitive rehabilitation approaches to traumatic brain injury: A review of efficacy and outcomes. *Medical Research Archives*, 11(8), 2023.
- [43] Kelly Allott, Kristi Van-Der-El, Shayden Bryce, Emma M. Parrish, Susan R. McGurk, Sarah Hetrick, Christopher R. Bowie, Sean Kidd, Matthew Hamilton, Eoin Killackey, and Dawn Velligan. Compensatory interventions for cognitive impairments in psychosis: A systematic review and meta-analysis. *Schizophrenia Bulletin*, 46:869–883, 7 2020.
- [44] Apurba Barman, Ahana Chatterjee, and Rohit Bhide. Cognitive impairment and rehabilitation strategies after traumatic brain injury, 5 2016.
- [45] BrainWare Learning Company. What is cognitive training? - Cognitive Literacy Solutions, 7 2023.
- [46] Glenn E. Smith, Patricia Housen, Kristine Yaffe, Ronald Ruff, Robert F. Kennison, Henry W. Mahncke, and Elizabeth M. Zelinski. A cognitive training program based on principles of brain plasticity: Results from the improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training (impact) study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57:594–603, 4 2009.
- [47] Moody Neuro. Attention Process training, 12 2023.
- [48] Erica L. Middleton and Myrna F. Schwartz. Errorless learning in cognitive rehabilitation: A critical review, 4 2012.
- [49] Leonardo Caixeta and Victor Melo Caixeta. Therapeutic synergism: How can psychopharmacology improve cognitive rehabilitation? *Dementia e Neuropsychologia*, 13:422–426, 10 2019.
- [50] Rui Rocha, Paula Alexandra Rego, Brígida Mónica Faria, Luís Paulo Reis, and Pedro Miguel Moreira. A web platform of serious games for cognitive rehabilitation: Architecture and usability study. volume 444, pages 1085–1095. Springer Verlag, 2016.
- [51] Paula Alexandra Rego, Rui Rocha, Brígida Mónica Faria, Luís Paulo Reis, and Pedro Miguel Moreira. A serious games platform for cognitive rehabilitation with preliminary evaluation. *Journal of Medical Systems*, 41, 1 2017.
- [52] Cristina Ampatzidou and Katharina Gugerell. Participatory game prototyping—balancing domain content and playability in a serious game design for the energy transition. *CoDesign*, 15:345–360, 10 2019.

- [53] Yemaya J. Halbrook, Aisling T. O'Donnell, and Rachel M. Msetfi. When and how video games can be good: A review of the positive effects of video games on well-being. *Perspectives on Psychological Science*, 14:1096–1104, 11 2019.
- [54] Paula Rego, Pedro Miguel Moreira, Luís Paulo Reis, and Rua Roberto Frias. Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy, 2010.
- [55] Statista. Statista - The Statistics Portal, 2023. Accessed on 2023-11-09.
- [56] Newzoo. Newzoo's Year in Review: The 2023 Global Games Market. <https://newzoo.com/resources/blog/video-games-in-2023-the-year-in-numbers>, 2023. December 19, 2023.
- [57] Josh Howarth. How Many Gamers Are There? (New 2024 Statistics), 2024. January 29, 2024.
- [58] Grand View Research. Video Game Market Size, Share Trends Analysis Report by Device (Online, Offline), by Application (Entertainment, Education, Others), by Region, and Segment Forecasts, 2022 - 2030, 2023. Accessed on 2023-11-09.
- [59] Christopher M. Kanode and Hisham M. Haddad. Software engineering challenges in game development. pages 260–265, 2009.
- [60] Saiqa Aleem, Luiz Fernando Capretz, and Faheem Ahmed. Game development software engineering process life cycle: a systematic review. *Journal of Software Engineering Research and Development*, 4:1–30, 2016.
- [61] A. Andrade. Game engines: a survey. *EAI Endorsed Transactions on Game-Based Learning*, 2:150615, 11 2015.
- [62] Brent Cowan and Bill Kapralos. A survey of frameworks and game engines for serious game development. pages 662–664. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 9 2014.
- [63] Jason Gregory. *Game engine architecture*. crc Press, 2018.
- [64] N Dimitriadou, A Zefi, and L Turetken. The art of serious game design: A framework and methodology. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 15:322–349, 2023.
- [65] Institute of Electrical, Electronics Engineers Indonesia Section, International Conference on Advanced Computer Science, Information Systems 5 2013.09.28-29 Bali, and ICACISIS 5 2013.09.28-29 Bali. *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS) 28-29 Sept. 2013, Sanur Paradise Plaza Hotel, Bali*.
- [66] Rickman Roedavan, Bambang Pudjoatmodjo, Yahdi Siradj, Sazilah Salam, and B. Q.Desy Hardianti. Serious game development model based on the game-based learning foundation. *Journal of ICT Research and Applications*, 15:291–305, 12 2021.
- [67] M. Zyda. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9):25–32, 2005.
- [68] Polona Caserman, Katrin Hoffmann, Philipp Müller, Marcel Schaub, Katharina Straßburg, Josef Wiemeyer, Regina Bruder, and Stefan Göbel. Quality criteria for serious games: Serious part, game part, and balance. *JMIR Serious Games*, 8(3):e19037, Jul 2020.

- [69] Fedwa Laamarti, Mohamad Eid, and Abdulmotaleb El Saddik. An overview of serious games, 2014.
- [70] Ahmed Hassan, Niels Pinkwart, and Muhammad Shafi. Serious games to improve social and emotional intelligence in children with autism, 5 2021.
- [71] Paula Alexandra Rego, Pedro Miguel Moreira, and Luís Paulo Reis. Proposal of an extended taxonomy of serious games for health rehabilitation. *Games for Health Journal*, 7:302–309, 10 2018.
- [72] Claudia Schrader. *Serious Games and Game-Based Learning*, pages 1255–1268. Springer Nature, 1 2023.
- [73] Júlio Castro Lopes and Rui Pedro Lopes. A review of dynamic difficulty adjustment methods for serious games. In Ana I. Pereira, Andrej Košir, Florbela P. Fernandes, Maria F. Pacheco, João P. Teixeira, and Rui P. Lopes, editors, *Optimization, Learning Algorithms and Applications*, pages 144–159, Cham, 2022. Springer International Publishing.
- [74] Leila Shahmoradi, Fatemeh Mohammadian, and Meysam Rahmani Katigari. A systematic review on serious games in attention rehabilitation and their effects, 2022.
- [75] Huansheng Ning, Rongyang Li, Xiaozhen Ye, Yudong Zhang, and Lu Liu. A review on serious games for dementia care in ageing societies. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 8, 2020.
- [76] Amir Goli, Fatemeh Teymournia, Maedeh Naemabadi, and Ali Andaji Garmaroodi. Architectural design game: A serious game approach to promote teaching and learning using multimodal interfaces. *Education and Information Technologies*, 27:11467–11498, 9 2022.
- [77] Weiyuan Liu. Natural user interface- next mainstream product user interface. In *2010 IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design Conceptual Design I*, volume 1, pages 203–205, 2010.
- [78] Ramon A. Suárez Fernández, Jose Luis Sanchez-Lopez, Carlos Sampedro, Hriday Bavle, Martin Molina, and Pascual Campoy. Natural user interfaces for human-drone multi-modal interaction. In *2016 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, pages 1013–1022, 2016.
- [79] Paula Alexandra Rego, Pedro Miguel Moreira, and Luís Paulo Reis. Architecture for serious games in health rehabilitation. volume 276 VOLUME 2, pages 307–317. Springer Verlag, 2014.
- [80] Viktor Wendel and Johannes Konert. *Multiplayer Serious Games*, pages 211–241. Springer International Publishing, Cham, 2016.
- [81] HASOMED GmbH. RehaCom – Cognitive Therapy | HASOMED GmbH, 10 2020.
- [82] Saboora Veisi-Pirkoohi, Peyman Hassani-Abharian, Rouzbeh Kazemi, Salar Vaseghi, Mohammad Reza Zarrindast, and Mohammad Nasehi. Efficacy of rehacom cognitive rehabilitation software in activities of daily living, attention and response control in chronic stroke patients. *Journal of Clinical Neuroscience*, 71:101–107, 1 2020.
- [83] Imaginary. REHABILITY: rehabilitation games co-designed with patients, 3 2017.

- [84] Peter Slattery, Alexander K. Saeri, and Peter Bragge. Research co-design in health: A rapid overview of reviews, 2 2020.
- [85] Peter Slattery, Alexander K Saeri, and Peter Bragge. Research co-design in health: a rapid overview of reviews. *Health research policy and systems*, 18:1–13, 2020.
- [86] Trisha Greenhalgh, Lisa Hinton, Teresa Finlay, Alastair Macfarlane, Nick Fahy, Ben Clyde, and Alan Chant. Frameworks for supporting patient and public involvement in research: Systematic review and co-design pilot. *Health Expectations*, 22:785–801, 8 2019.
- [87] Mazhar Eisapour, Shi Cao, and Jennifer Boger. Participatory design and evaluation of virtual reality games to promote engagement in physical activity for people living with dementia. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 7:205566832091377, 1 2020.
- [88] Daniel Johnson, M John Gardner, and Ryan Perry. Validation of two game experience scales: the player experience of need satisfaction (pens) and game experience questionnaire (geq). *International Journal of Human-Computer Studies*, 118:38–46, 2018.
- [89] Jonathan Waddington, Conor Linehan, Kathrin Gerling, Kieran Hicks, and Timothy L. Hodgson. Participatory design of therapeutic video games for young people with neurological vision impairment. volume 2015-April, pages 3533–3542. Association for Computing Machinery, 4 2015.
- [90] Rilla Khaled and Asimina Vasalou. Bridging serious games and participatory design. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2:93–100, 5 2014.
- [91] Bianca Guglietti, David A. Hobbs, Bradley Wesson, Benjamin Ellul, Angus McNamara, Simon Drum, and Lyndsey E. Collins-Praino. Development and co-design of neuroorb: A novel “serious gaming” system targeting cognitive impairment in parkinson’s disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 3 2022.
- [92] Daniel Lanzoni, Andrea Vitali, Daniele Regazzoni, and Caterina Rizzi. Design of customized virtual reality serious games for the cognitive rehabilitation of retrograde amnesia after brain stroke. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 22(3):031009, 2022.
- [93] Andrea Vitali, Daniele Regazzoni, Caterina Rizzi, Andrea Spajani, et al. Vr serious games for neuro-cognitive rehabilitation of patients with severe memory loss. *Comput. Des. Appl*, 18(6):1233–1246, 2021.
- [94] Ana Lúcia Faria, Andreia Andrade, Luísa Soares, and Sergi Bermúdez i Badia. Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke patients. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 13:1–12, 2016.
- [95] Milan NA van der Kuil, Johanna MA Visser-Meily, Andrea WM Evers, and Ineke JM van der Ham. A usability study of a serious game in cognitive rehabilitation: a compensatory navigation training in acquired brain injury patients. *Frontiers in psychology*, 9:846, 2018.
- [96] Julian Specht, Barbara Stegmann, Hanna Gross, Karsten Krakow, et al. Cognitive training with head-mounted display virtual reality in neurorehabilitation: pilot randomized controlled trial. *JMIR Serious Games*, 11(1):e45816, 2023.

- [97] Youn Joo Kang, Jeonghun Ku, Kiwan Han, Sun I Kim, Tae Won Yu, Jang Han Lee, and Chang Il Park. Development and clinical trial of virtual reality-based cognitive assessment in people with stroke: preliminary study. *CyberPsychology & Behavior*, 11(3):329–339, 2008.
- [98] Ahmed Mohammed Elaklounk and Nor Azan Mat Zin. Design and usability evaluation of rehabilitation gaming system for cognitive deficiencies. In *2017 6th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, pages 1–6. IEEE, 2017.
- [99] Ahmed Mohammed Elaklounk and Nor Azan Mat Zin. A rehabilitation gaming system for cognitive deficiencies: design and usability evaluation. *injury*, 9:181–187, 2019.
- [100] Hee-Tae Jung, Jean-Francois Daneault, Tenzin Nanglo, Hyunsuk Lee, Byeongil Kim, Yang-soo Kim, and Sunghoon Ivan Lee. Effectiveness of a serious game for cognitive training in chronic stroke survivors with mild-to-moderate cognitive impairment: A pilot randomized controlled trial. *Applied Sciences*, 10(19):6703, 2020.
- [101] Nigel W John, Thomas W Day, Serban R Pop, Kausik Chatterjee, Katy Cottrell, Alistair Buchanan, and Jonathan Roberts. Virtual reality environment for the cognitive rehabilitation of stroke patients. In *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, pages 1–4. IEEE, 2019.
- [102] Juan Francisco Ortega Morán, J Blas Pagador, Vicente Gilete Preciado, José Luis Moyano-Cuevas, Trinidad Rodríguez Domínguez, Marta Santurino Muñoz, and Francisco M Sánchez Margallo. A serious game for cognitive stimulation of older people with mild cognitive impairment: Design and pilot usability study. *JMIR aging*, 7(1):e41437, 2024.
- [103] Sung-Jun Park, Hee-Dong Chang, and KyungSik Kim. Effectiveness of the serious game ‘rejuvenesce village’ in cognitive rehabilitation for the elderly. *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, 6(1):48–57, 2015.
- [104] Britta Stammer, Kathrin Flammer, Thomas Schuster, Marian Lambert, and Hans-Otto Karnath. Negami: an augmented reality app for the treatment of spatial neglect after stroke. *JMIR Serious Games*, 11:e40651, 2023.
- [105] Artemisa Rocha Dores, Irene Palmares Carvalho, Fernando Barbosa, Isabel Almeida, Sandra Guerreiro, Miguel Leitão, Liliana de Sousa, and Alexandre Castro-Caldas. Serious games: are they part of the solution in the domain of cognitive rehabilitation? In *Serious Games Development and Applications: Second International Conference, SGDA 2011, Lisbon, Portugal, September 19-20, 2011. Proceedings 2*, pages 95–105. Springer, 2011.
- [106] Eliana Silva, Ricardo Lopes, and Luís Paulo Reis. Cognichallenge: Multiplayer serious games’ platform for cognitive and psychosocial rehabilitation. *International Journal of Serious Games*, 10(4):3–16, 2023.
- [107] Vanessa Vallejo, Patric Wyss, Alvin Chesham, Andrei V Mitache, René M Müri, Urs P Mosimann, and Tobias Nef. Evaluation of a new serious game based multitasking assessment tool for cognition and activities of daily living: Comparison with a real cooking task. *Computers in human behavior*, 70:500–506, 2017.
- [108] Victoria Clarke and Virginia Braun. Thematic analysis. *The journal of positive psychology*, 12(3):297–298, 2017.

- [109] Wijnand A IJsselsteijn, Yvonne AW De Kort, and Karolien Poels. The game experience questionnaire. 2013.
- [110] Maria Laura Schneider. *PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- [111] Ana Carolina Coelho Fernandes. A robótica educativa como ferramenta pedagógica: Uma experiência com lego mindstorms education ev3. Master's thesis, 2017.
- [112] Josef Wiemeyer and Annika Kliem. Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people? *European Review of Aging and Physical Activity*, 9:41–50, 2012.



# Anexos

## Anexo1 - Divulgação Científica

A comunicação e disseminação dos resultados da investigação desempenham um papel crucial na validação e no reconhecimento do trabalho realizado. Serão descritas as diferentes conferências e eventos na qual o projeto foi apresentado, incluindo os objetivos, o formato das apresentações e o impacto gerado. As conferências e eventos às quais este trabalho foi divulgado incluem: a conferência da Investigação Júnior da Universidade do Porto (IJUP), o 6º congresso da Ordem dos Psicólogos Portugueses, a conferência internacional, *IEEE Conference on Games (CoG)* e no 3º Simpósio Internacional de Inovação, Tecnologias e Jogos em Saúde da Associação para o Desenvolvimento de Inovação Tecnológica e Games em Saúde (ADITGameS).

### IJUP

A conferência IJUP é um evento de periodicidade anual, onde os estudantes da Universidade do Porto têm oportunidade de apresentar e discutir os resultados de estudos no âmbito de projetos de iniciação à investigação. O objetivo deste evento é incentivar o envolvimento dos estudantes da Universidade de Porto em atividades de investigação o mais precoce possível no seu percurso académico. Além disso, é um evento que pretende facilitar o contacto do estudante com o processo de investigação, estimular a aproximação de potenciais futuros investigadores e grupos de investigação, fomentar a discussão pública de resultados de investigação, entre outros objetivos. Este evento decorreu de 8 a 10 de maio na Faculdade de Economia da Universidade do Porto (FEP).

O trabalho foi divulgado por meio um póster exposto para a visualização e pela sua apresentação oral ao júri. A apresentação destacou os diversos aspetos relativos ao trabalho desenvolvido, tanto os objetivos, metodologia e resultado das entrevistas realizadas até ao momento. Foi destacado também, a importância do trabalho para estes pacientes e a relevância do projeto. Para a participação na conferência, inicialmente foi necessário submeter um resumo, o qual foi aceite e publicado num livro de resumos associado ao congresso. Assim, este trabalho garantiu a sua divulgação e apresentação durante este evento.

## **Ordem dos Psicólogos**

O Congresso da Ordem dos Psicólogos Portugueses realizar-se-á nos dias 25, 26 e 27 de setembro em Lisboa, no Centro Cultural de Belém, onde o trabalho será divulgado. Foi submetido um resumo do trabalho com a autoria de Bernardo Ferreira, Carolina Sintra e Eliana Silva, o qual foi aceite, permitindo assim participar no evento. Esse resumo está disponível nos anexos. Na apresentação é discutido os objetivos, a metodologia e resultados esperados. O objetivo será divulgar o trabalho e recolher sugestões e *feedback* para trabalhos futuros. Devido à limitação no número de trabalhos passíveis de submissão e à existência de trabalhos semelhantes, optou-se por submeter o resumo em colaboração com outra colega.

## **ADITGameS**

O projeto foi divulgado no terceiro simpósio internacional de inovação, tecnologias, e jogos em saúde com o tema de tecnologia e gamificação aplicada à saúde. Este simpósio é realizado pela ADITGameS com o objetivo de promover e apoiar iniciativas que visem o desenvolvimento de inovação de tecnologias e jogos em saúde, promover a investigação no desenvolvimento de inovação tecnológica, divulgar conhecimentos específicos sobre inovação tecnológica, participar no país e no estrangeiro em atividades de interesse científico para o desenvolvimento de inovação tecnológica, entre outros objetivos.

Esta conferência foi realizada remotamente no dia 5 de junho de 2024, focando na área da saúde e jogos sérios. Durante este evento, este trabalho foi divulgado juntamente com outros projetos relacionados com a área de jogos sérios na saúde. O projeto foi apresentado com autoria de Bernardo Ferreira, Eliana Silva e Luís Paulo Reis por meio do póster apresentado na figura ?? e uma apresentação oral, na qual foi destacado os objetivos, a metodologia, resultados de entrevista realizadas até a momento e a importância do projeto para pacientes com LCA. A conferência proporcionou uma oportunidade valiosa não apenas para apresentar o trabalho, mas também para receber *feedback*, opiniões e sugestões de melhoria. Para a participação, foi submetido um resumo e informações adicionais sobre o trabalho, o qual foi aceite. Esse resumo está disponível em anexo.

## CoG - Itália

A conferência CoG é um evento anual que visa reunir investigadores e profissionais para discutir e divulgar as suas pesquisas científicas, promovendo abordagens inovadoras através dos jogos sérios. De acordo com a conferência, os jogos sérios constituem uma excelente plataforma para o estudo e desenvolvimento de novas ideias em áreas como *design*, interação humano-computador, psicologia, educação, entre outras. A conferência decorreu no politécnico de Milão em Itália de 5 a 8 de agosto de 2024.

Para a participação no evento, foi necessário submeter um artigo relacionado com o trabalho, o qual foi posteriormente revisto por um painel de revisores e aceite para a sua apresentação durante o evento. A artigo e posterior apresentação destacaram os objetivos, metodologia, trabalho relacionado e resultados. O artigo referido está disponível em anexo. A aceitação de participação no evento possibilitou a divulgação deste projeto na conferência, permitindo apresentar e discutir o trabalho com outros especialistas da área. A conferência ofereceu uma nova oportunidade para divulgar o projeto e obter sugestões construtivas sobre o mesmo. Este trabalho foi submetido juntamente com mais quatro colegas e a apresentação foi realizada em Itália por uma das autoras.

## Revisão Sistemática

Uma revisão sistemática relacionada com este trabalho está a ser desenvolvida pelo autor deste trabalho em colaboração com a colega Carolina Sintra, intitulada, "*Revisão Sistemática: An Overview on Serious Games for Cognitive Rehabilitation*". Esta revisão visa consolidar o conhecimento sobre as características predominantes em jogos sérios ao condensá-lo numa revisão e fornecer suporte ao desenvolvimento do presente projeto.

## Anexo2 - Guiões das Entrevistas para Pacientes e Profissionais de Saúde

### Entrevista para pacientes

- O nosso estudo pretende desenvolver um conjunto de jogos para treino de competências sociais e para melhor lidar com as emoções. Tem alguma ideia de um jogo com esse objetivo?
- Já jogou algum jogo no telemóvel, computador ou outro dispositivo? Que tipo de jogos costuma jogar?
- Consegue pensar em cenários e situações do seu dia a dia que gostasse de ver no jogo? Prefere cenários reais ou fictícios?
- Consegue pensar em personagens e elementos que gostaria de ver no jogo?
- Consegue listar exemplos de elementos que possam estar incluídos nos jogos que se adequam melhor a si?
- Como gostaria que o jogo o recompensa-se pelo seu progresso?
- Consegue imaginar que tipo de recompensas gostaria que o jogo incluísse?
- Preferia jogar com que tipo de dispositivo? Telemóvel ou computador?
- Gostaria de conseguir jogar o jogo com outras pessoas ao mesmo tempo? Qual a sua opinião em jogar em equipa com outros jogadores? O que pensa em jogar contra outros jogadores?
- Preferia jogar o jogo com outras pessoas no mesmo dispositivo ou em dispositivos diferentes?
- No caso de jogar contra outros jogadores, gostaria que o jogo ajuda-se o jogador com mais dificuldades de forma a tornar o jogo mais equilibrado?
- Consegue imaginar de que forma os níveis do jogo podem aumentar em dificuldade?
- Tem mais alguma sugestão ou comentário que gostaria de acrescentar ao que foi discutido?

## Entrevista para Profissional de Saúde

- Na sua prática profissional, usa algum tipo de jogo ou outra ferramenta? Se sim, qual? Quais as principais potencialidades? Que limitações apresentam? Como é que o nosso jogo pode combater essas lacunas? Que tipo de jogos é mais adequado para pacientes com LCA? Que características são mais importantes para o jogo?
- Que tipo de dispositivos pacientes com LCA preferem? Telemóvel ou Computador? Que tipo de dispositivo é mais adequado? Tem mais alguma ideia de outros dispositivos que possam ser usados.
- O nosso estudo pretende desenvolver um conjunto de jogos para treino de competências sociais e de regulação emocional. Como imaginaria um jogo com este propósito?
- Quais as limitações ao nível da cognição social que mais verifica em doentes com uma lesão cerebral adquirida?
- Quais são os melhores métodos para treinar competências sociais? Existe algum método já usado, não necessariamente computadorizado, para treinar competências sociais?
- Acha mais adequado que todos os jogos sejam multiplayer ou singleplayer? Ou uns jogos podem ser multiplayer e outros singleplayer? Neste caso, quais as competências na qual é mais adequado singleplayer? Quais são as mais adequadas para o multiplayer?
- Conseguir imaginar que forma os níveis podem ser desenhados para tornarem-se cada vez mais desafiantes?
- Conseguir dar exemplos de ações que o jogador deve fazer para conseguir vencer os níveis?
- Tem mais alguma sugestão ou comentário que gostaria de acrescentar ao que foi discutido?