

**Hugo Filipe Castelo Branco Gonçalves**

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica e de Computadores



**Dó Ré Música- Um Jogo Sério para a educação de  
crianças com Perturbações a nível do Desenvolvimento  
Cognitivo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Tiago Cardoso, Professor Doutor, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professor Doutor Fernando José Almeida Vieira do Coito

Arguente: Professor Doutor Vítor Manuel Pereira Duarte dos Santos

Vogal: Professor Doutor João Almeida das Rosas



**Desenvolvimento de um jogo sério para a educação de crianças com Perturbações a nível do Desenvolvimento Cognitivo**

Copyright © Hugo Filipe Castelo Branco Gonçalves, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*Dedicado ao meu pai e à minha mãe*



## **Agradecimentos**

Um grande agradecimento ao meu orientador, Professor Tiago Cardoso, por toda a ajuda ao longo deste projeto que visa mudar a vida de tantas crianças. Quero agradecer também à Terapeuta Daniela Fernandes do Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento por toda a sua ajuda e dedicação ao longo deste projeto.

Estendo os meus agradecimentos à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa por me ter proporcionado várias experiências marcantes e um vasto leque de conhecimentos.

Um obrigado aos meus amigos e colegas, que fizeram parte desta jornada e a tornaram tão interessante.

Um obrigado à minha namorada pela sua paciência e apoio demonstrados ao longo desta caminhada.

Por último, um agradecimento à minha família, em especial ao meu pai e à minha mãe, que sempre me apoiaram e ajudaram em tudo ao longo da vida e que sem os quais seria impossível a conclusão desta etapa.

Muito obrigado.





# Resumo

---

Atualmente, embora estejamos em constante evolução, indivíduos com dificuldades, nomeadamente ao nível cognitivo, como pessoas portadoras de deficiência, não dispõem ainda dos meios necessários para uma melhor adaptação ao quotidiano e integração na sociedade, pelo que existe uma necessidade de desenvolver e testar novas ferramentas que auxiliem nesta tarefa.

Os vários centros e instituições que visam a recuperação e inserção desta população na sociedade dispõem de vários meios terapêuticos. No entanto, muitos desses não acompanham a evolução atual, em particular ao nível tecnológico, tornando várias sessões de terapia repetitivas e desinteressantes para os utentes.

Em parceria com o Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento (CERE), numa iniciativa do projeto *games Social Tech Booster (gSTB)*, foi desenvolvido um jogo sério sobre música, *Dó Ré Música*, com objetivo de auxiliar a aprendizagem de pessoas com perturbações a nível do desenvolvimento cognitivo, em que são estimuladas várias capacidades cognitivas e em que o utilizador participa numa sessão de terapia aliada ao divertimento de um jogo digital.

Após a conceção desta ferramenta na plataforma *Unity*, a eficácia do jogo na aprendizagem dos utilizadores relativamente à identificação e classificação de instrumentos musicais, foi avaliada através de questionários, respondidos antes e depois da experiência. Numa amostra de 10 jogadores, a média das classificações no questionário duplicaram, passando de uma média de 55% para 93%, após o contacto dos utilizadores com o jogo.

**Palavras-Chave:** Jogo Educacional, Jogo Sério, Motor de Jogo, Desenvolvimento Cognitivo, Crianças, Instrumentos Musicais

---



# Abstract

---

Nowadays, besides all the evolution we are submitted to, people with several disabilities, such as the mental disturbances, don't have the needed means to a better adaptation to a daily basis and society integration, so there is a need of developing and testing news tools that help in this task.

The several centers and institutions that aim to recover and insert this population in society have several therapeutic approaches. Although, a lot of those strategies don't keep up with the current evolution, particularly in the technological field, making a lot of therapy sessions repetitive and uninteresting for the clients.

Along with the Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento (CERE) with the initiative of the project games Social Tech Booster (gSTB), it was developed a serious game about music with the intent of helping in the learning process of people with disturbances in cognitive development, in which they get to stimulate several cognitive abilities in which the user does a therapy session at the same time they play an amusing digital game.

After the conception of this tool in the Unity platform, the efficiency of the game in users learning regarding the identification and classification of musical instruments, it was evaluated through a survey, answered before and after the experience of playing the game. Within a population of 10 players, the average of classifications in the tests after playing the game was twice as much, going from a mean of 55% to 93%.

**Keywords:** Educational Game, Serious Game, Game Engine, Cognitive development, Children, Musical Instruments



# Conteúdo

<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Motivação .....	<b>3</b>
1.2 Objetivos.....	<b>4</b>
<b>Estado da arte</b> .....	<b>7</b>
2.1 Jogos Digitais.....	<b>7</b>
2.2 Jogos Sérios .....	<b>9</b>
2.3 Áreas de aplicação .....	<b>10</b>
2.3.1. Indústria militar .....	10
2.3.2. Indústria Governamental .....	11
2.3.3 Saúde e Educação .....	12
2.4. Jogos sérios e Educação musical .....	<b>15</b>
2.5. Jogos sérios direcionados para crianças com perturbações cognitivas.....	<b>18</b>
2.6. Motor de Jogo.....	<b>24</b>
<b>Proposta “Dó Ré Música”</b> .....	<b>25</b>
3.1 Requisitos do Jogo .....	<b>25</b>
3.2 Descrição da ferramenta .....	<b>27</b>
3.2.1 Descrição do Jogo .....	28
3.2.1.1 Sistema de níveis.....	30
3.2.1.2 Descrição dos níveis .....	32
3.3 Estrutura Base.....	<b>34</b>
<b>Implementação</b> .....	<b>37</b>
4.1 Software adotado.....	<b>37</b>
4.2 Funcionamento do jogo .....	<b>40</b>
4.2.1 Menu principal .....	40
4.2.2 Menu Jogar .....	41
4.2.3 Níveis.....	42
4.2.3.1 Nível 1 .....	43
4.2.3.2 Nível 2 .....	46
4.2.3.4 Nível 4 .....	48
4.2.3.5 Nível 5 .....	49
4.2.3.6 Nível 6 .....	50
4.2.3.7 Nível 7 .....	52
4.2.3.8 Nível 8 .....	54
4.2.4 Relatório final .....	56
<b>Validação</b> .....	<b>59</b>
5.1 Metodologias utilizadas .....	<b>59</b>
5.2 Resultados.....	<b>60</b>

<b>Conclusão .....</b>	<b>67</b>
<b>6.1 Conclusões .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2 Trabalhos futuros.....</b>	<b>68</b>
<b>Referências .....</b>	<b>69</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>72</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo de Negócio gSTB [6] .....	5
Figura 2 - Representação dos conceitos que compõem a definição do termo “jogo” [8].....	9
Figura 3 - Imagem do jogo sério ‘AMERICA’S ARMY: PROVING GROUNDS’ [12].....	10
Figura 4- Imagem do jogo CyberCiege.....	11
Figura 5 - Menu do editor do avatar e gameplay do jogo .....	13
Figura 6 - Criança com cancro a jogar Re-mission [17] .....	14
Figura 7 - Gameplay do modo de treino e modo de competição do jogo Kinetic-Sign .....	15
Figura 8 - Modos de jogo do 'Chilli Crab' .....	16
Figura 9 - Jogo ‘Orchestra Game from the Magic Flute’ .....	16
Figura 10 - Jogo ‘Instruments of the orchestra’ .....	17
Figura 11 - Gameplay do jogo 'Musikinésia' .....	18
Figura 12 - Interface do jogo ‘Total Challenge’ .....	19
Figura 13 - Menu inicial do jogo [25].....	19
Figura 14 - Screenshot do gameplay do modulo da higiene.....	20
Figura 15 - O módulo da alimentação [25] .....	20
Figura 16 - O jogo da memória [25] .....	21
Figura 17 - Exemplo de diferentes atividades do jogo ‘Aprendendo com Tarefas’ .....	21
Figura 18 - Screenshot gameplay dos jogos ‘3D Work Tour’ e ‘VR supermarket’ .....	22
Figura 19 - Screenshot dos jogos ‘My appearance’ e ‘MeMobile’ .....	22
Figura 20 - Fase do jogo onde a criança pega num objeto que seja da mesma cor ao que está na barra superior [28]. .....	23
Figura 21 - Sistema geral das interações necessárias para uso da ferramenta .....	28
Figura 22 - Funcionamento de um nível .....	30
Figura 23 - Esquema dos níveis e etapas do jogo .....	31
Figura 24 - Diagrama UML de classes da estrutura base do jogo .....	34
Figura 25 - Diagrama de sequências do jogo .....	36
Figura 26 - Ambiente de desenvolvimento do Unity® .....	38
Figura 27 - Menu principal antes da autenticação do jogador e depois de preenchidos os campos do nome e idade.....	40
Figura 28 - Interface do menu jogar.....	41
Figura 29 - Janela pop-up com os diversos níveis possíveis para escolha .....	42
Figura 30 - Janela pop-up botão "home" .....	43
Figura 31 - Interface da parte didática antes do nível 1 .....	44
Figura 32 - Screenshot de duas das etapas do nível 1 .....	45
Figura 33 - Etapa do nível 2 .....	46
Figura 34 - Screenshots do feedback positivo e negativo .....	47
Figura 35 - Etapa do nível 3 .....	47
Figura 36 - Screenshot de uma das etapas do nível 4.....	48
Figura 37 - Etapa do nível 5 com feedback positivo.....	49
Figura 38 - Etapa do nível 6 .....	50
Figura 39 - Screenshot de uma etapa do nível 6 quando o jogador clica noutra objeto que não seja um instrumento musical .....	51
Figura 40 - Screenshot de uma etapa do nível 6 onde o utilizador falha a sequência e é mostrada a solução.....	51

Figura 41 - Screenshot das etapas da parte didática antes do nível 7.....	52
Figura 42 - Screenshot do funcionamento de uma etapa do nível 7 em que o utilizador acerta na caixa certa.....	53
Figura 43 - Screenshot do funcionamento de uma etapa do nível 7 em que o utilizador falha na caixa certa.....	53
Figura 44 - Screenshot da parte didática antes de começar o nível 8.....	54
Figura 45 - Screenshot de uma etapa do nível 8.....	55
Figura 46 - Screenshot do clique no botão de ajuda para abrir janela pop up com a revisão das notas na pauta musical .....	55
Figura 47 - Screenshot da nota musical “Lá” numa das etapas do nível 8.....	56
Figura 48 - Screenshot da nota musical “Sol” numa das etapas do nível 8.....	56
Figura 49 - Screenshot da última cena do jogo com a pontuação final do jogador .....	56
Figura 50 - Relatório final de performance .....	57
Figura 51 - Screenshot da estrutura de um dos mails enviados no fim do jogo.....	57
Figura 52 - Cena final do jogo.....	58
Figura 53 - Média da avaliação dos 10 jogadores antes e depois de experimentar a ferramenta 61	
Figura 54 - Percentagem de respostas certas em cada pergunta do questionário.....	61
Figura 55 - Gráfico com percentagem de respostas certas e erradas de 10 jogadores na primeira vez que utilizam a ferramenta.....	62
Figura 56 - Média das avaliações dos questionários por categorias .....	63
Figura 57 - Pontuações dos jogadores em percentagem nas 3 sessões .....	65
Figura 58 - Média das pontuações nas 3 sessões .....	65
Figura 59 - Melhoria das pontuações ao longo das sessões .....	66



## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparação de motores de Jogo.....	24
Tabela 2 - Principais Resultados antes e depois de experimentar a ferramenta .....	64



## Lista de símbolos e acrónimos

**DM** Deficiência Mental

**2D** Duas dimensões

**PEL** Perturbações Específicas da Linguagem

**PHDA** Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção

**TICs** Tecnologias de Informação e Comunicação

**CERE** Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento

**STB** Social Tech Booster

**EAS** Estruturas de Apoio Social

**UPs** Universidades e Politécnicos

**IOS** iPhone Operating System

**UML** Unified Modeling Language

**OIS** Organizações de Intervenção Social

**IT** Tecnologias da Informação

**VPN** Virtual Private Network

**DoS** Denial of Service



# 1

## **Introdução**

Atualmente, existem diversas perturbações ao nível do desenvolvimento que afetam um grande número de crianças a nível mundial, nomeadamente Perturbações do Espectro do Autismo, a Deficiência Mental (DM), a Perturbação de Desenvolvimento da Coordenação Motora, as Perturbações Específicas da Linguagem (PEL), as Perturbações Específicas da Aprendizagem, a Perturbação Cognitiva Não-Verbal, a Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA), a Trissomia 21, deficiência auditiva e as Perturbações de Oposição e de Conduta [1].

A Deficiência Mental (DM) ou Deficiência Cognitiva (ou Atraso Mental, como era designada anteriormente) é definida no DSM IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) como um défice cognitivo de dois desvios padrões abaixo da média ( $QI \sim 70 \pm 5$ ) acompanhado de défices, insuficiências ou incapacidades no comportamento adaptativo, nomeadamente nas áreas da comunicação, cuidados próprios, vida familiar, vida social/aptidões interpessoais, uso de recursos comunitários, autocontrolo, aptidões escolares funcionais, trabalho, saúde e segurança [1].

Uma criança sofre de perturbações no desenvolvimento cognitivo quando apresenta certas limitações ao nível da comunicação e relacionamento social. Consequentemente, as crianças que sofrem destas perturbações precisam de mais tempo para aprender a falar, a caminhar e para serem autónomas.

O atraso cognitivo é a forma mais comum de deficiência entre as crianças nascidas prematuramente, com 32 semanas ou menos, ou com peso inferior a 1250 g [2].

O desenvolvimento cognitivo nas crianças depende do surgimento de capacidades motoras. No início da vida, todas as crianças passam por um período de crescimento e aprendizagem. O surgimento de capacidades motoras é uma parte importante do desenvolvimento típico em bebês, uma vez que o desenvolvimento das próprias habilidades motoras permite o contacto com novas oportunidades de aprendizagem no ambiente em que estão inseridos.

A capacidade de ação de uma criança no dia-a-dia, permite-lhe adquirir mais conhecimento, o que leva a mudanças em vários sistemas de percepção-ação, potenciando outros avanços na cognição e na linguagem. Se o ato de processar informações melhora, conseqüentemente a criança começa a compreender e a responder melhor aos estímulos do ambiente que a rodeia [3].

Com o passar dos anos, a comunidade criou entidades responsáveis pelo auxílio de pessoas com estes e outros distúrbios, denominadas Organizações de Intervenção Social (OIS).

Embora estas entidades sejam constituídas pelos mais diversos profissionais (médicos, terapeutas, técnicos de educação especial, sociólogos, entre outros) que realizam o seu papel na sociedade, estas organizações não dispõem de profissionais nos setores das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) que possam criar e desenvolver novas ideias ou soluções que auxiliem as terapêuticas já existentes [4].

Neste contexto da terapia, surgiram os Jogos Digitais (Jogos Sérios), com o objetivo de transmitir os conhecimentos almejados pelo terapeuta, através de um jogo educativo e divertido para a criança.

Surge então a questão de investigação que guiou este trabalho:

<p>Será possível prestar auxílio a crianças com perturbações a nível do Desenvolvimento Cognitivo através de Jogos Digitais?</p>
--

## 1.1 Motivação

Esta dissertação surge no âmbito do auxílio ao desenvolvimento infantil, mais especificamente em crianças com perturbações ao nível do desenvolvimento cognitivo.

Atualmente, várias crianças sofrem deste problema, o que causa limitações e dificuldades de integração na sociedade. Uma vez que a deficiência mental é uma área pouco explorada ao nível dos jogos digitais, achei interessante desenvolver um jogo diferente que consiga de alguma forma ajudar estas crianças. A maioria dos centros de ensino e reabilitação já usam diversos jogos tradicionais de tabuleiro de forma a incentivar a criança a trabalhar nas suas debilidades e a desenvolver capacidades em atividades de entretenimento e lazer.

Assim, com o crescente contacto e conexão das pessoas com a tecnologia, as estratégias de educação podem ser modernizadas a partir dos jogos digitais, tornando a aprendizagem mais atrativa para as crianças. Neste trabalho em particular, será desenvolvido um jogo, na área disciplinar de educação musical, nomeadamente para a aprendizagem dos vários instrumentos musicais.

A adaptação e auxílio de crianças com deficiência mental é uma das áreas abordadas no Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento (CERE), uma Instituição Particular sem Fins Lucrativos, inaugurada em maio de 1980. O CERE está organizado em 5 secções: Terapia Ocupacional, Reabilitação Motora, Apoio Psicossocial, Terapia da Fala e Fisioterapia, cujos projetos têm como principal intuito, a salvaguarda, supressão e prevenção da vulnerabilidade social [5].

Este trabalho será feito em parceria com o CERE - Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento, representado pela Dra. Daniela Rodrigues.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho consiste em fornecer ajuda aos terapeutas do Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento (CERE) na medida em que um novo jogo digital (jogo sério) servirá de complemento terapêutico no CERE, tanto para as crianças jogarem nas sessões de terapia, tornando a sessão num momento mais divertido, como para jogarem fora das sessões, estando portanto num ambiente didático enquanto desenvolvem a sua aprendizagem.

O jogo terá exercícios para que as crianças com deficiência mental consigam aprender um pouco sobre música e consigam distinguir os instrumentos musicais e os seus sons. O jogo desenvolvido terá como público alvo crianças dos 6 aos 12 anos, podendo ser usado para faixas etárias mais elevadas que também queiram aprender um pouco mais sobre música.

Esta dissertação parte da iniciativa do *games Social Tech Booster* (gSTB), que visa ajudar crianças e jovens com diversas perturbações do desenvolvimento (como do espectro do autismo, de hiperatividade e défice de cognição, trissomia 21, deficiência auditiva entre outros), através de várias parcerias [6]:

- *Estruturas de Apoio Social (EAS)*, que irão fornecer os temas para os jogos a desenvolver, uma vez que detêm o conhecimento acerca das terapias a aplicar às crianças e jovens referidos, que serão os utilizadores finais dos jogos a desenvolver no gSTB.

- *Universidades e Politécnicos (UPs)* são a fonte de alunos e ex-alunos que serão quem irá desenhar e desenvolver jogos digitais. Uma vez que os alunos têm de completar a disciplina de dissertação, as UPs disponibilizam temas de trabalho, recolhidos nos EAS, que os alunos possam desenvolver para o seu trabalho final / dissertação. Alguns destes estudantes são contratados para continuar os seus protótipos e transformá-los em produtos.

- *Empresas*, de software ou hardware que possam contribuir com o seu conhecimento técnico, bem como empresas que ajudem a estabelecer canais de exploração dos jogos desenvolvidos.



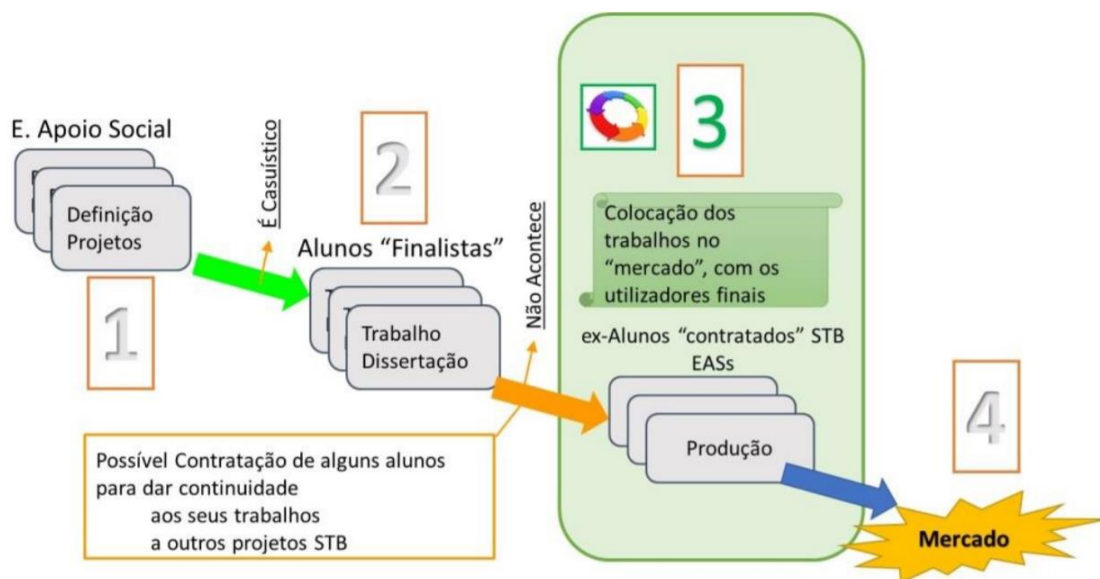


Figura 1 - Modelo de Negócio gSTB [6]

Com esta dissertação, pretende-se ainda aumentar a taxa de sucesso do desenvolvimento de jogos no âmbito da iniciativa do gSTB (Figura 1), conseguindo acrescentar valor à sociedade.





## Estado da arte

Como o objetivo deste trabalho é criar um jogo sério para ajudar na terapia de crianças com perturbações a nível do desenvolvimento cognitivo, neste capítulo serão abordados conceitos como jogos digitais e jogos sérios e a sua aplicação nas mais variadas áreas. Serão também mencionados alguns jogos relacionados com o tema que já existem no mercado e, por fim, os vários motores de jogos mais utilizados no mercado, bem como uma comparação entre estes.

### 2.1 Jogos Digitais

Atualmente, os jogos digitais ocupam um papel muito importante na vida de muitas crianças, jovens e adultos, sendo uma das áreas mais desenvolvidas ao longo dos últimos anos na indústria dos *media* e entretenimento.

As elevadas receitas geradas pelo negócio dos jogos digitais suscitaram o interesse de vários investigadores, particularmente ao nível da sua atratividade para os utilizadores e impacto nas suas vidas [7].

Os jogos digitais podem ser considerados jogos diretamente ligados à tecnologia, sendo que todos necessitam de hardware e software para serem executados, seja em computadores pessoais, consolas de jogos ou dispositivos portáteis [8].

Os jogos digitais são definidos como uma atividade voluntária, com ou sem interesse material, com ou sem propósito sério, composta por regras bem definidas e objetivos claros, capazes de envolver os jogadores na resolução de conflitos, apresentando resultados variáveis e mensuráveis [8].

O termo jogo inclui então várias componentes, esquematizadas na Figura 2 [8]:

- Atividade - uma ação voluntária, séria ou não, com interesse material (por exemplo grandes casinos em Las Vegas) ou não (por exemplo um jogo online, apenas para passar o tempo).
- Regras - onde se estipula e delimita o que se pode executar dentro do jogo.
- Objetivos - o propósito a ser atingido.
- Envolvência dos jogadores - unindo as pessoas em torno de um mesmo objetivo propiciando um compromisso e interação com outros jogadores ou com o próprio jogo.
- Resolução de conflitos - os desafios, que exigem destreza e habilidade, a ser superados para chegar ao objetivo.
- Resultado variável - incerteza do resultado final, variando consoante as decisões do jogador.
- Resultado mensurável - utilização de um placar, pontos, tempo mais rápido ou barra de progresso como métrica para alcançar o resultado final.

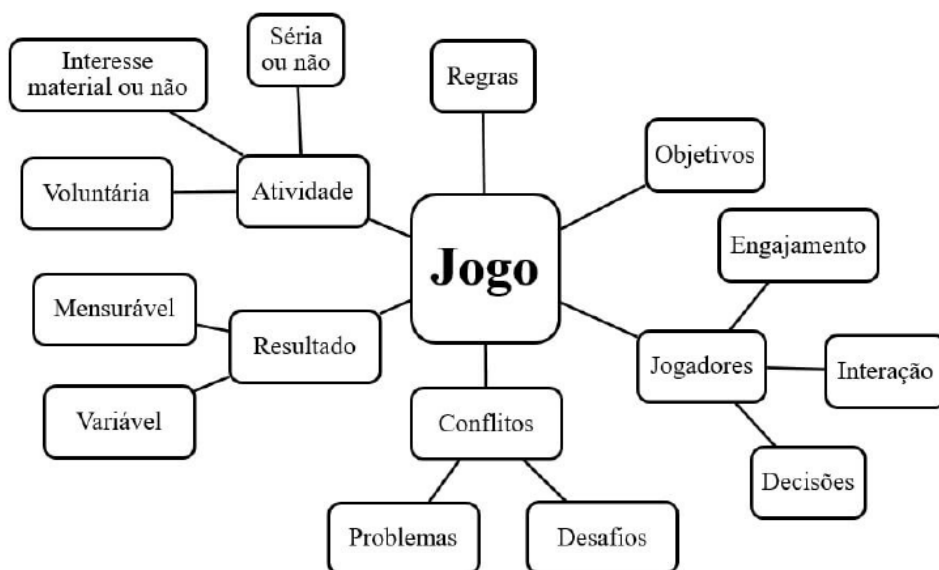


Figura 2 - Representação dos conceitos que compõem a definição do termo “jogo” [8].

No contexto dos jogos digitais surgiram os Jogos sérios.

## 2.2 Jogos Sérios

Quando preparados para o contexto educacional, os jogos digitais podem receber diferentes nomenclaturas. As mais comuns são jogos educacionais ou educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (*serious games*). Além das componentes de entretenimento que devem ter os Jogos Digitais normais, os jogos educacionais devem possuir objetivos pedagógicos e a sua utilização deve estar inserida numa metodologia que oriente o processo educativo, através da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem de um conteúdo [7].

O termo "jogos sérios" foi introduzido há mais de uma década e desde então o seu uso e desenvolvimento tem crescido em larga escala [1]. Um aumento na produção de Jogos Sérios tem sido observado nas mais variadas áreas, como na defesa militar, educação, empresas, sectores da saúde, entre outros [9].

Os Jogos Sérios não têm como principal objetivo o entretenimento ou divertimento dos utilizadores, como a maioria dos restantes jogos digitais. Os jogos sérios têm como alvo a educação, a melhoria da saúde, a gestão de recursos humanos, mas

podem ser direcionados para as mais diferentes áreas. Existem várias definições de jogos sérios na literatura, que podem inclusive variar consoante o seu objetivo [10]. No âmbito desta dissertação, o significado de jogos sérios baseia-se em jogos projetados para educar enquanto entretêm os jogadores.

Uma vez que o tema desta dissertação tem por base um jogo sério aplicado à educação de crianças com perturbações a nível do desenvolvimento cognitivo, na revisão de literatura dar-se-á mais destaque à aplicação dos jogos sérios nas áreas da educação e saúde.

## 2.3 Áreas de aplicação

### 2.3.1. Indústria militar

“America’s Army” (Figura 3) é um exemplo de um jogo sério usado para a indústria militar, criado em 2002 por Lieut. Coronel Casey Wardynski, do Exército dos EUA. É um dos jogos mais famosos dos Estados Unidos da América, sendo gerido pelo próprio exército do país. Já recebeu várias críticas positivas por ser um jogo que simula muito bem a realidade das experiências de um soldado. O jogo evoluiu a ponto de ser utilizado como um complemento de treino pelo exército dos EUA para preparar recrutas para os cenários de combate [11].

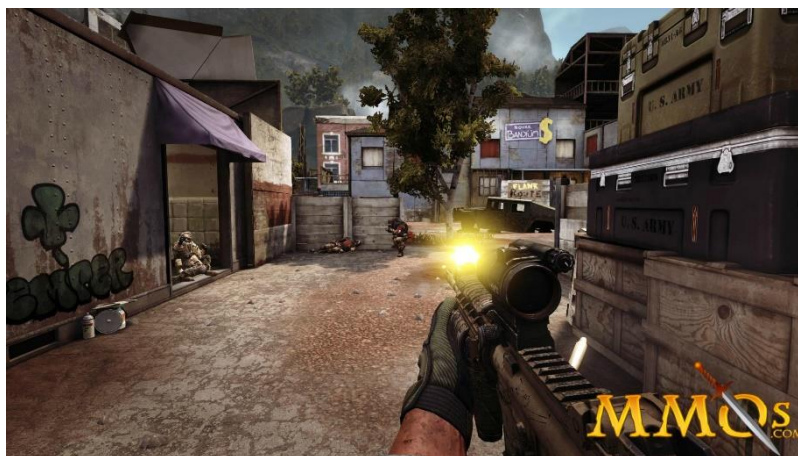


Figura 3 - Imagem do jogo sério ‘AMERICA’S ARMY: PROVING GROUNDS’ [12]

Mesmo para serem médicos no exército, os soldados devem passar por um simulador de treino específico para médicos de combate. O jogo é tão realista que ajudou um dos jogadores, Paxton Galvanek, a resgatar e tratar duas vítimas de acidentes de carro em 2007, apesar de nunca ter tido treino médico além daquele que aprendeu com o jogo [11].

### 2.3.2. Indústria Governamental

O *CyberCiege* (Figura 4) é um jogo sério que aborda aspectos de segurança em organizações de Tecnologias da Informação (IT). Neste, para atingir os objetivos do jogo, o jogador tem de possuir e utilizar vários conhecimentos sobre redes de computadores. O *CyberCIEGE* foi projetado para confrontar os alunos com pontos de decisão de segurança informática dentro de um ambiente que estimula a experiência, a falha e a reflexão. É usado como ferramenta de treino por agências governamentais dos EUA e várias universidades [13].

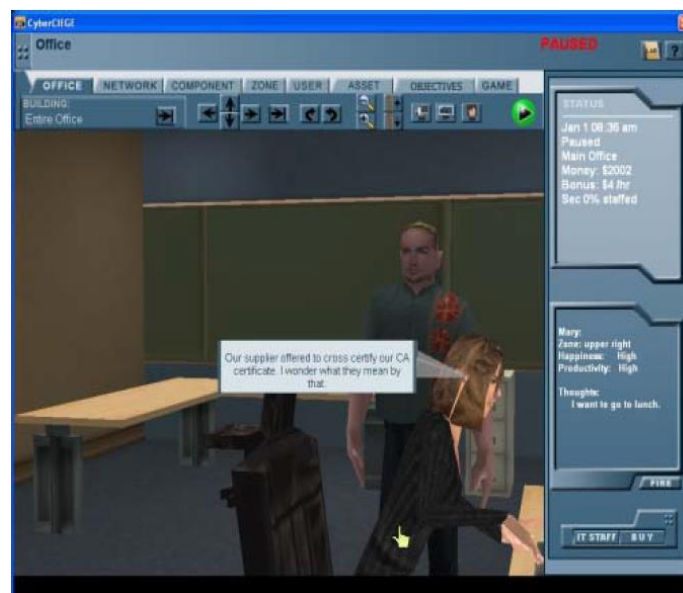


Figura 4- Imagem do jogo CyberCiege

O principal objetivo do jogo é proteger a organização. Para tal, o jogador terá de implementar medidas de segurança, cingindo-se a um orçamento limitado e tentando maximizar a produtividade da organização em simultâneo. O jogo possui *firewalls* configuráveis, VPNs, mecanismos de controlo de acesso, entre outros, sendo possível

usar ataques como cavalos de Tróia, *denial of service* (DoS), *exploit* e vírus. Dentro do jogo, é ainda possível comprar e configurar *workstations*, servidores, sistemas operativos, aplicações e dispositivos de rede. O jogo já foi requisitado por mais de 400 instituições educacionais em todo o mundo [13].

### **2.3.3 Saúde e Educação**

Mais de cem Jogos Sérios foram criados apenas no setor da saúde, que abordam diferentes temáticas, como por exemplo a atividade física, reabilitação, estimulação cognitiva, cirurgia ou atendimento de emergência para pacientes e profissionais de saúde [10].

Os jogos sérios podem também desempenhar um papel crucial na intervenção noutras áreas, como na Saúde Pública. Vários jogos foram já desenvolvidos como ferramenta para a prevenção e controlo de doenças infecciosas, nomeadamente, na educação e sensibilização da população para estes temas e na divulgação e esclarecimento da importância da vacinação. Na revisão de Ohannessian R. et. al. (2016) estão listados vários jogos sérios desenvolvidos ao longo dos últimos anos para o controlo e prevenção de doenças infecciosas, com particular destaque para a gripe (vírus Influenza), como por exemplo Vax!, Flu-Ville, Apocalypse, entre muitos outros.

Apesar de se considerar que os jogos sérios são uma ferramenta com muito potencial para atuar nestas áreas de intervenção, são necessários mais estudos que demonstrem a sua eficácia e impacto.

Drummond et al. (2017) publicaram também um estudo na área da saúde pública e educação da população, neste caso sobre a asma. Testaram 10 jogos em pacientes com asma e avaliaram a evolução dos seus conhecimentos, o impacto no seu comportamento e nos resultados clínicos. Neste estudo concluiu-se que os jogos sérios foram eficazes na consciencialização das crianças sobre a asma, informando-as e ensinando-as a lidar com o seu problema de saúde de uma forma divertida. De seguida, dar-se-ão alguns exemplos de jogos sérios em concreto, com aplicação na área da saúde [14].



## Fatworld

*Fatworld* (Figura 5) é um jogo, criado pelo Estúdio Independente de Jogos Persuasivos, em Atlanta, que explora as relações entre a obesidade, a nutrição e a socioeconomia nos Estados Unidos [15].

O principal objetivo do jogo é persuadir os jogadores a desistir de praticar hábitos alimentares pouco saudáveis e a incluírem uma rotina de exercícios diária no seu dia-a-dia.



Figura 5 - Menu do editor do avatar e gameplay do jogo

O jogo desafia os utilizadores a tentar viver até aos 100 anos. O jogador começa por escolher um avatar com algum tipo de distúrbio alimentar (obesidade ou diabetes, por exemplo). Depois, pode optar por um estilo de vida mais saudável e por viver a vida com mais capacidades, ou viver uma vida miserável se praticar hábitos alimentares pouco saudáveis e não fizer exercício físico [16].

## Re-Mission

*Re-mission* é um jogo sério criado por Pam Omidyar, lançado pelo projeto da HopeLab, em 2006. É um jogo direcionado a jovens com cancro, que surgiu com o intuito de encorajar e incentivar a aceitação dos tratamentos. Durante o jogo, os pacientes controlam nano-soldados que andam no seu corpo a matar células cancerígenas durante o processo da quimioterapia [17].



*Figura 6 - Criança com cancro a jogar Re-mission [17]*

O jogo proporciona ainda aos utilizadores, aprender sobre várias matérias relativas ao processo de quimioterapia e a importância de ser complacente com os tratamentos. Foram distribuídas mais de 200 mil cópias do jogo em 81 países e estima-se que foram ajudados mais de 135 mil pacientes a aceitar os seus tratamentos e a ganhar motivação para lutar contra a doença [17], o que revela a importância e impacto que jogos deste tipo pode ter em causas como esta.

## Kinetic

Gameiro J. et al. (2014) desenvolveram um projeto na temática da língua gestual, tendo por base uma lacuna que identificaram no ensino deste tipo de linguagem. Por um lado, o ensino e a aprendizagem, da língua gestual estão direcionados para as pessoas que sofrem de perda parcial ou total das capacidades auditivas. No entanto, os familiares ou amigos que lidam com as pessoas afetadas por este problema (os “ouvintes”), têm também necessidade de aprender esta forma de comunicação, sendo que as estratégias de ensino não se adequam nem são eficazes para este público, pois foram desenhadas para indivíduos surdos. Por outro lado, a oferta de jogos para ensino de linguagem gestual não é satisfatória e é pouco interativa, não permitindo a correta validação dos gestos do utilizador. Assim, estes autores criaram um jogo sério que permite aos “ouvintes” aprender linguagem gestual de forma fácil, acessível, barata, cómoda e agradável [18].



*Figura 7 - Gameplay do modo de treino e modo de competição do jogo Kinetic-Sign*

Os autores desenvolveram o protótipo Kinetic-Sign, com uma câmara de profundidade, um sensor Kinetic e um algoritmo que permite validar e reconhecer os gestos. Criaram dois modos de jogo, um de aprendizagem e outro de competição (Figura 7). No primeiro, os utilizadores têm de aprender e repetir os gestos e, após cada fase, são submetidos a um teste para passar ao nível seguinte. No segundo modo de jogo, mais desafiante, os utilizadores têm de responder a uma pergunta com o gesto correspondente. Por fim, o protótipo foi testado e validado com estudantes de uma escola de pessoas surdas [18].

## **2.4. Jogos sérios e Educação musical**

No âmbito deste trabalho, é relevante fazer uma revisão de alguns dos jogos já existentes na área de educação musical, em particular para crianças. Assim, apresentam-se de seguida alguns exemplos.

Por exemplo, a empresa Plug & Bloom desenvolveu uma série de jogos musicais para smartphones e tablets, entre os quais se distingue o “Chili Crab e as notas musicais”, que tem como principal objetivo ensinar os nomes das notas musicais, as suas sequências e posição na pauta. O jogo inclui duas personagens, “Chili Crab” e “Le Sharq”, um caranguejo mexicano e um tubarão, que tornam o jogo mais divertido e interativo para crianças, enquanto ensina os conteúdos pretendidos, com vários níveis de dificuldade (Figura 8) [19].



Figura 8 - Modos de jogo do 'Chilli Crab'

A Solfeg.io é uma outra empresa que desenvolve apps e softwares para educação musical. Os produtos da Solfeg.io são usados por várias escolas e professores e têm vários testemunhos e histórias de sucesso. Um dos jogos interessantes que têm, “Orchestra Game from the Magic Flute”, permite às crianças aprenderem a associar os instrumentos ao seu som, tendo como música de fundo uma ópera de Mozart, gráficos atrativos e animais divertidos (Figura 9) [20].



Figura 9 - Jogo 'Orchestra Game from the Magic Flute'



“Classics for kids” oferece diversas ferramentas, incluindo vários jogos, para motivar as crianças na aprendizagem e educação musical. Num desses jogos (Figura 10) (Instruments of the orchestra) é possível aprender a distinguir as várias famílias de instrumentos musicais e identificar os instrumentos que compõem cada uma [21].



Figura 10 - Jogo 'Instruments of the orchestra'

Bordini R. A. et al. (2014) publicaram um trabalho diferente, em que apresentaram e testaram um protótipo do jogo educativo “Musikinésia”, desenvolvido no motor de jogo Unity, cujo público alvo são professores e estudantes de música. O jogo tem por base uma história, em que a personagem principal, Tom, descobre um instrumento com poderes mágicos, que o acompanhará numa aventura por vários mundos, em que terá diferentes missões que o ajudarão a desvendar um mistério. Nestas missões, o utilizador aprende a ler partituras musicais e a tocar as notas correspondentes num teclado, tocando músicas que vão aumentando de dificuldade. Através de questionários, os autores conseguiram obter feedback do jogo e, com esses dados, melhorá-lo e torná-lo mais atrativo e eficaz [22].



Figura 11 - Gameplay do jogo 'Musikinésia'

## 2.5. Jogos sérios direcionados para crianças com perturbações cognitivas

Existem já vários jogos desenvolvidos especialmente para pessoas com deficiência mental ou outros distúrbios cognitivos, sendo apresentados vários exemplos abaixo.

Alaribe I. (2015) iniciou um estudo de uma metodologia para desenvolver um jogo para ensinar adolescentes com deficiência intelectual a usar o serviço dos transportes públicos e, assim, se integrarem melhor na sociedade e promover a sua independência e deslocação [23].

Em 2016, Carvalho V. H. et al. criaram o jogo “*Total Challenge*”, que estimula as capacidades cognitivas das crianças, promovendo a aprendizagem e permitindo, ao mesmo tempo, monitorizar o progresso das mesmas, por exemplo em casos de deficiência mental ou distúrbios de autismo. O jogo promove o envolvimento em várias atividades que permitem adquirir conhecimento sobre temáticas frequentemente consideradas entediantes e desinteressantes para os alunos. Assim, o jogo contém vários desafios que incluem interações com imagens de diferentes categorias (por exemplo, roupa, animais, meios de transporte, etc), tarefas de associação, tomada de decisão, testes de memória, entre outras atividades (Figura 12) [24].

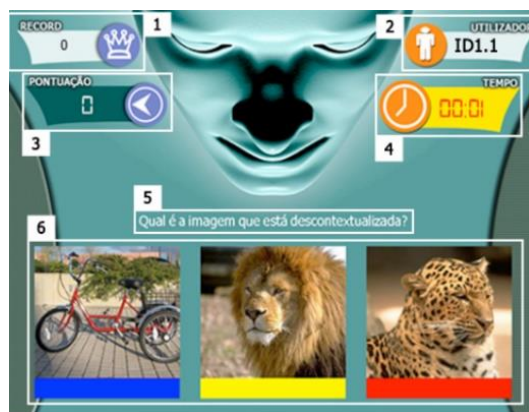


Figura 12 - Interface do jogo 'Total Challenge'

APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) desenvolveu um jogo (**APAE-Game**) na plataforma Unity 3D, tendo como alvo, crianças com deficiência intelectual entre os 6 e os 10 anos. Este jogo digital tem como objetivo abordar o ensino das atividades básicas do quotidiano das crianças como a higiene pessoal e hábitos alimentares para além de abordar o tema da memória (Figura 13).



Figura 13 - Menu inicial do jogo [25]

Pretende-se que ao jogar, as crianças se consciencializem que estes tipos de atividades são importantes [25]. No módulo da higiene é feita uma abordagem a objetos específicos da higiene pessoal com o intuito de expor as suas características e benefícios através do seu uso correto (Figura 14).



Figura 14 - Screenshot do gameplay do módulo da higiene

No módulo da alimentação, o jogador controlará um personagem (o Pedrinho) com o objetivo de chegar à ilha, o fim do percurso. Como o Pedrinho, à medida que vai correndo vai perdendo vida, o jogador deve ajudá-lo a comer maçãs durante o caminho, aumentando assim a sua vitalidade (Figura 15). Por outro lado, se o Pedrinho consumir batatas fritas, este perderá vida.



Figura 15 - O módulo da alimentação [25]

No módulo da Memória, o raciocínio lógico das crianças é estimulado através de um jogo de cartas que associa o objeto ao seu respectivo nome (figura 16).





Figura 16 - O jogo da memória [25]

À semelhança do jogo anterior, Vasconcelos P. F. D. et al. (2017), em conjunto com uma equipa de professores e profissionais de educação, criaram um jogo, “**Aprendendo com Tarefas**”, através do motor Unity 3D, com o objetivo de auxiliar a alfabetização de crianças com Deficiência Mental, desenvolvendo capacidades como ler, falar, escrever e soletrar palavras. O jogo apresenta diferentes cenários, onde a criança pode associar diferentes objetos e atividades (Figura 17) [26].



Figura 17 - Exemplo de diferentes atividades do jogo ‘Aprendendo com Tarefas’

No âmbito dos projetos “EU Leonardo Transfer of Innovation Project” e Game On Extra Time (GOET), Lanyi C. S. e Brown D. J. criaram cerca de 10 jogos sérios, direcionados para pessoas com dificuldades de aprendizagem e deficiências sensoriais, tendo como propósito promover a sua empregabilidade, desenvolver capacidades para lidar com várias situações do dia-a-dia, incluindo no trabalho, como a gestão de dinheiro, deslocação, rotinas diárias, entre outros, através da utilização de gráficos, animações e sons estimulantes e convidativos ao utilizador. Imagens de alguns dos jogos são apresentadas abaixo (Figuras 18 e 19) [27].

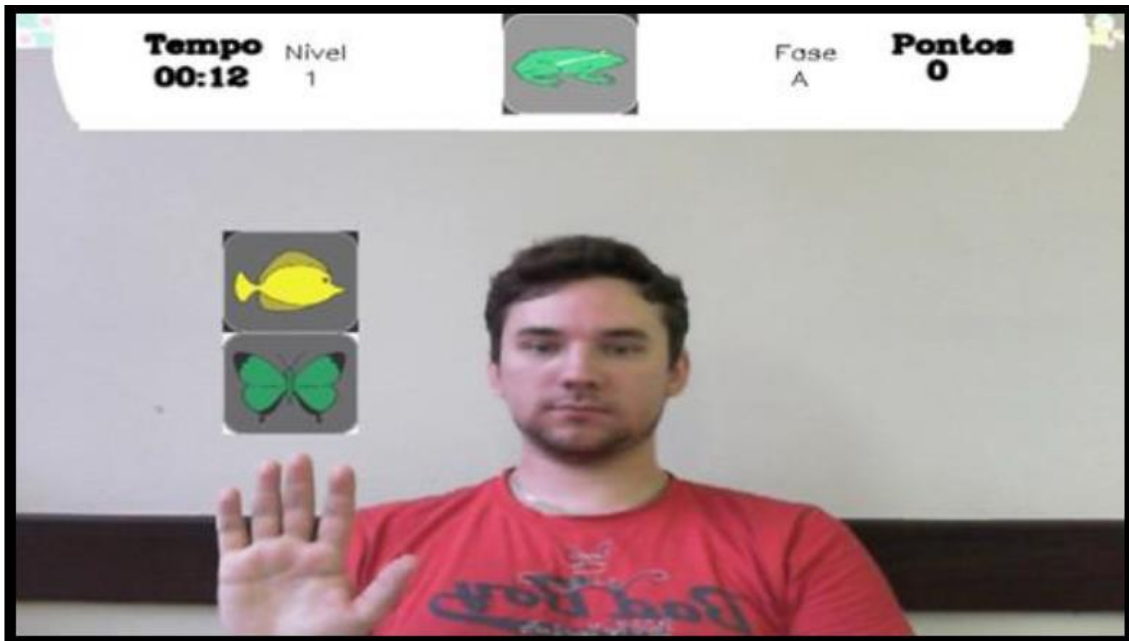


Figura 18 - Screenshot gameplay dos jogos ‘3D Work Tour’ e ‘VR supermarket’



Figura 19 - Screenshot dos jogos ‘My appearance’ e ‘MeMobile’

**MoviPensando** é um jogo sério desenvolvido para crianças com Síndrome de Down. O jogo usa uma webcam normal para capturar a silhueta da criança e inseri-la num mundo virtual (Figura 20). Já neste mundo virtual, a criança vai interagindo com os objetos através do movimento dos seus membros com o objetivo de ir associando os objetos consoante vários critérios como cores, quantidades iguais, imagens complementares (homem-mulher), pares (desenho-nome), entre outros [28].



*Figura 20 - Fase do jogo onde a criança pega num objeto que seja da mesma cor ao que está na barra superior [28].*

Estas ações são baseadas nos conceitos de psicomotricidade e oferecem estimulações motoras e cognitivas nas crianças, que podem reduzir o seu atraso de desenvolvimento, impulsionando o desenvolvimento de outras capacidades.

## 2.6. Motor de Jogo

Motores de Jogo são softwares que basicamente permitem que um utilizador desenvolva um jogo mais facilmente e o exporte para várias plataformas. Na tabela seguinte é feita uma comparação entre 3 motores de jogo:

Tabela 1 - Comparação de motores de Jogo

Motores de Jogo [29]	Game Maker	Unity	Unreal Engine
<b>Características</b>			
Linguagem de Programação	Game Maker Language (GML)	C#, JavaScript, Boo	C++, Blueprint
Physic Tools	★	★ ★ ★	★ ★ ★
Nível de Dificuldade	★ ★	★	★ ★ ★
2D/3D	2D	2D e 3D	2D e 3D
Gráficos	★ ★	★ ★	★ ★ ★
Suporte plataformas móveis	Sim (só em versão paga)	Sim	Não
Acessibilidade	★	★ ★ ★	★

Fazendo uma comparação entre os 3 motores de jogos (Tabela 1) e baseado no jogo que se pretende desenvolver considera-se que o motor mais adequado será o Unity. O Unity é bastante *User Friendly* e existe já uma comunidade muito alargada de utilizadores, o que facilita a aprendizagem e disponibilidade de informação. Além disso, é o mais indicado para os tipos de suporte para os quais se pretende disponibilizar o jogo pois permite exportar o jogo gratuitamente para várias plataformas móveis.

# 3

## Proposta “Dó Ré Música”

Neste capítulo é então apresentada a proposta do jogo digital sério “Dó Ré Música” que tem como objetivo o combate às necessidades de tratamento dos dias que correm no que diz respeito às perturbações a nível do desenvolvimento cognitivo, especialmente em crianças.

Assim sendo este jogo será utilizado essencialmente no auxílio dos terapeutas que lidam com crianças portadoras de Deficiência Mental (DM).

É um jogo desenvolvido em parceria com o Centro de Ensino e Recuperação do Entroncamento (CERE), mais especificamente com a Terapeuta Ocupacional Daniela Fernandes, que foi uma ajuda fulcral para entender vários conceitos de áreas como a Terapia usada na referida instituição.

### 3.1 Requisitos do Jogo

Juntamente com o CERE foram delineados alguns parâmetros necessários para o desenvolvimento deste jogo de modo a que este consiga suportar todas as necessidades dos utilizadores e que seja eficaz. Os parâmetros a ser respeitados são, portanto:

- **Atratividade:** O jogo tem de ser atrativo, quer visual quer sonoramente, de modo a que as crianças queiram experimentar o jogo. Tal como em todos os jogos a atratividade inicial é crucial para que o jogador queira efetivamente jogar. Se este

for divertido, o utilizador vai querer voltar a jogar, estando exposto mais vezes aos ensinamentos que o jogo oferece, aumentando consequentemente a retenção de informação. Ao pensar nisto o jogo é desenhado com uma interface amigável e com várias músicas no menu inicial para que as crianças se entretendam a mudar de música enquanto esperam pela terapeuta para começar o jogo. Além disso, há vários estímulos sonoros e visuais que motivam o jogador à medida que este vai jogando.

- **Simplicidade:** Visto que é um jogo projetado para crianças portadoras de deficiência mental não pode ser um jogo muito complicado de jogar pois esse facto criará distração e desânimo quando o objetivo é o exato oposto. Para que tal aconteça a jogabilidade deve ser simples e a interface apelativa com instruções simples e intuitivas para que o jogador não se distraia com muitos detalhes. Para além disso a interface deve ser usada principalmente através do rato.
- **Diversidade:** De modo a que o jogo não se torne monótono para os jogadores, é preciso que tenha vários níveis onde se trabalhem diferentes capacidades e uma aleatoriedade nas cenas para que a sequência do jogo não seja sempre igual.
- **Autonomia:** De modo a tornar o utilizador mais autónomo é necessário que haja menus de ajuda quer visuais quer auditivos porque neste caso muitas das crianças portadoras de deficiência não sabem ler. Desta maneira é possível que várias crianças estejam a jogar o jogo ao mesmo tempo, sem o auxílio da terapeuta.
- **Feedback auditivo e visual:** É importante que haja um feedback simples e claro por parte do jogo para o utilizador saber se tomou uma opção correta ou uma opção errada. É interessante que esse feedback seja auditivo e visual tornando o jogo menos enfadonho e mais dinâmico à medida que este se desenrola.

## 3.2 Descrição da ferramenta

O jogo “Dó Ré Música” será desenvolvido num estilo 2D para a plataforma Windows, tal como solicitado pelas terapeutas, podendo ser também instalado em dispositivos IOS ou android, se necessário. Isto deve-se ao facto de os vários computadores e dispositivos existentes na instituição possuírem o Windows facilitando, portanto, o acesso por parte das pessoas integrantes do CERE.

O jogo deverá conseguir suportar vários utilizadores e guardar o progresso de cada um à medida que o jogo decorre enviando um email no fim de cada sessão com toda a informação angariada durante aquela sessão para que o criador do jogo ou terapeutas consigam avaliar os resultados e saber se o utilizador progrediu.

O utilizador apenas terá de usar o rato para jogar e sendo a mecânica do jogo muito simples apresenta apenas níveis estilo *quizz* onde o jogador ou clica na resposta certa ou arrasta um determinado objeto para o sítio certo num estilo de *drag and drop*.

Contrariamente à maioria dos jogos, este jogo não precisará necessariamente da terapeuta para auxiliar pois será incorporado um sistema de ajudas escritas e auditivas que oferece muito mais autonomia ao utilizador. Claro que idealmente é interessante ter a terapeuta como terceiro interveniente para orientar o utilizador na primeira vez que usa a ferramenta. Na figura 21 estão representadas as interações necessárias ao funcionamento do jogo.

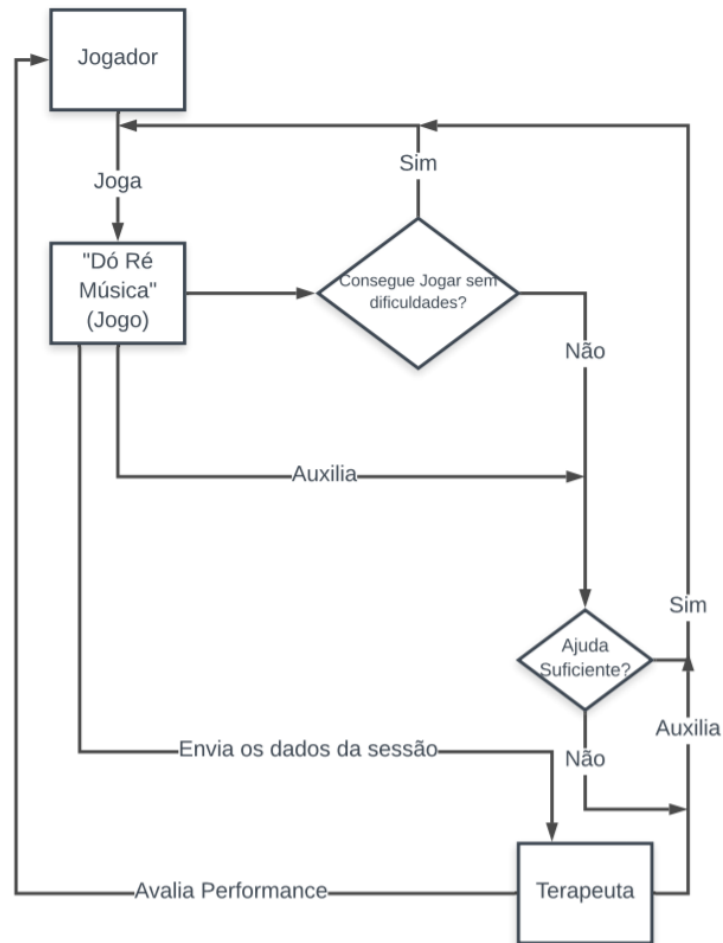


Figura 21 - Sistema geral das interações necessárias para uso da ferramenta

O jogo “Dó Ré Música” torna-se assim um jogo completo pois trabalha diferentes habilidades em cada um dos seus 8 níveis sendo possível ao utilizador ter acesso a uma grande quantidade de informação.

### 3.2.1 Descrição do Jogo

O jogo tem como objetivo abordar temas específicos em cada nível de modo a que a assimilação de informação seja mais fácil. Dado que o público alvo são pessoas com perturbações ao nível do desenvolvimento cognitivo, mais especificamente portadoras de deficiência mental, é necessário ter em atenção à maneira de como a informação é passada e a ordem em que é passada de modo a que o utilizador não perca o foco e consiga tirar o máximo proveito dos conhecimentos transmitidos.



Juntamente com os terapeutas do CERE foram definidos os conceitos base a ser desenvolvidos ao longo do jogo, entre eles:

- Identificação de um instrumento pela sua imagem;
- Identificação de um instrumento pelo seu nome;
- Identificação de um instrumento pelo seu som;
- Identificação de vários instrumentos por sequência misturando nomes e sons;
- Categorização dos instrumentos;
- Aprendizagem das notas musicais básicas;
- Disposição das notas musicais na pauta musical;

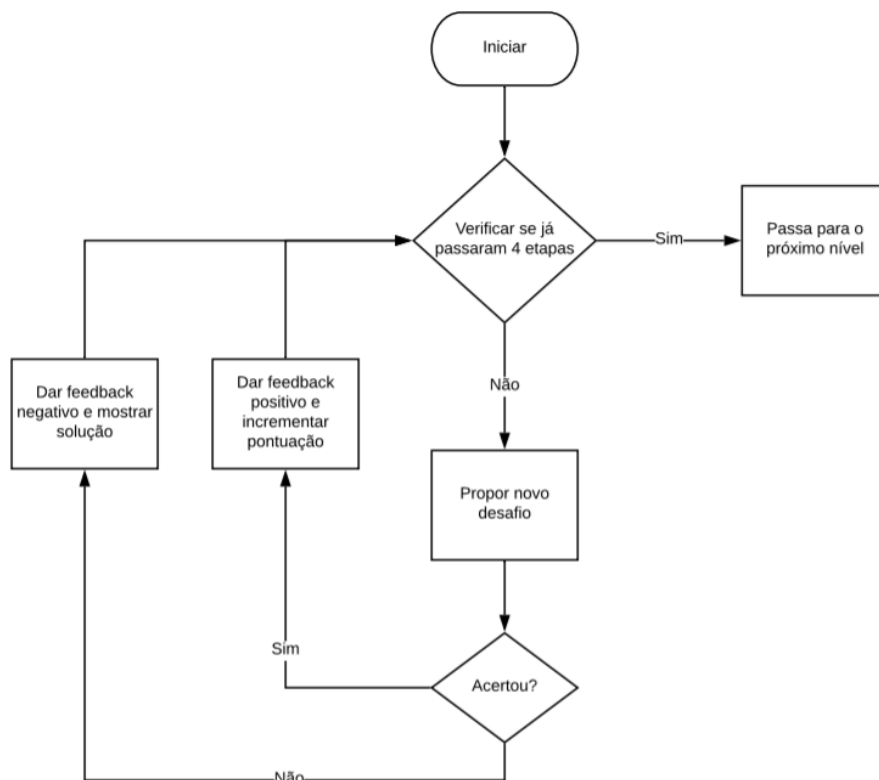
É um jogo que trabalha várias habilidades do utilizador desde habilidades de percepção e discriminação visual, orientação espacial, várias habilidades cognitivas, desenvolve a atenção e concentração para além dos princípios de categorização e classificação. Com a ajuda da terapeuta ou dos pais também é possível desenvolver habilidades linguísticas como pronunciar o nome dos instrumentos e as suas categorias, por exemplo.

### 3.2.1.1 Sistema de níveis

Os níveis foram desenhados de forma a que fossem trabalhados todos os conceitos descritos anteriormente (em 3.2.1).

De modo a que o jogo não seja desmotivador para o utilizador, é um jogo em que nunca se perde. Basicamente ou se acerta, ou se aprende. Sempre que o jogador acerta recebe um feedback positivo e ganha pontos, quando perde, o feedback é negativo e o jogo mostra qual seria a resposta correta.

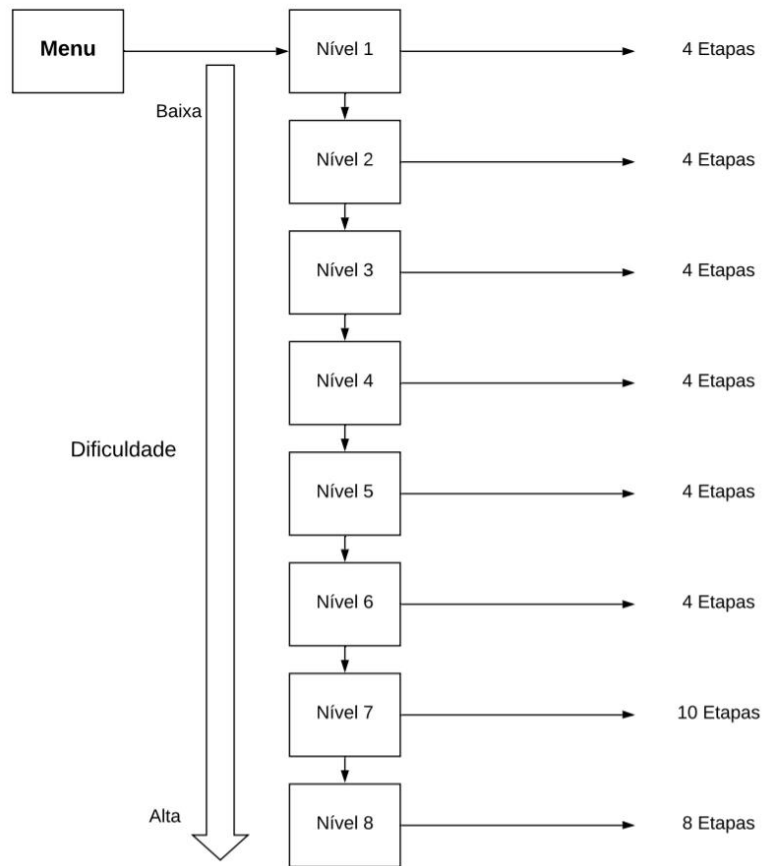
O funcionamento de cada nível é ilustrado na figura 22.



*Figura 22 - Funcionamento de um nível*

Os primeiros seis níveis são compostos por quatro etapas cada um e os últimos níveis, 7 e 8, são compostos por dez e oito etapas respetivamente, não podendo o jogador passar para o nível seguinte sem completar todas as etapas. A qualquer momento o jogador pode decidir voltar ao menu e continuar de onde parou.

A dificuldade aumenta consoante o nível de maneira a que o jogador se sinta motivado à medida que vai jogando, sendo desafiado com níveis mais difíceis que os anteriores e trabalhando diferentes conceitos (figura 23).



*Figura 23 - Esquema dos níveis e etapas do jogo*

Se a dificuldade dos níveis fosse aleatória o jogador poderia ficar desmotivado por não conseguir acertar os desafios iniciais ou desmotivado por não se sentir desafiado nos últimos níveis.

### 3.2.1.2 Descrição dos níveis

Nível 1: Neste nível aparecem duas imagens de dois instrumentos distintos e é pedido ao utilizador que clique num determinado instrumento. Neste nível o fundo será branco de maneira a não confundir os utilizadores. Os instrumentos aparecem distribuídos em zonas diferentes do plano de fundo de maneira a que o utilizador trabalhe a sua orientação espacial.

Nível 2: É similar ao nível 1, mas diferencia-se na medida em que os instrumentos estão inseridos numa imagem juntamente com vários outros objetos tornando mais difícil a perceção do instrumento em que o utilizador deve clicar.

Nível 3: Neste nível pretende-se que o utilizador consiga identificar o instrumento correto pelo seu som. São dados dois instrumentos a escolher, num fundo branco e há um som que começa a tocar. É então pedido que o utilizador clique o instrumento correspondente ao som.

Nível 4: É um nível que tem por base o trabalho desenvolvido no nível 3, mas em que os instrumentos aparecem misturados numa imagem de fundo e o jogador tem de clicar no instrumento correspondente ao som que está a ouvir. É necessária uma atenção superior ao nível anterior pois há instrumentos que têm o som parecido e o verdadeiro instrumento pode estar um pouco escondido na imagem.

Nível 5: Neste nível são misturados os dois conceitos do nível anterior num jogo de sequência. Basicamente é apresentada uma sequência de dois instrumentos, primeiro é apresentado o nome de um instrumento e depois começa a tocar o som de outro instrumento. De seguida, aparecem as imagens dos dois instrumentos e o jogador tem de clicar em cada instrumento pela ordem da sequência.

Nível 6: De modo a que o utilizador ganhe maior perceção visual e auditivo este nível trabalha novamente o modelo de sequência, mas desta vez com os instrumentos inseridos numa imagem complexa. É uma sequência de três instrumentos onde os primeiros e os terceiros instrumentos serão indicados pelo nome e o segundo instrumento indicado pelo seu som. O jogador terá então de encontrar todos os instrumentos na imagem e clicar neles pela ordem correta.

Nível 7: Com o objetivo de treinar os princípios de categorização e classificação é então criado este nível de categorias dos instrumentos. Neste nível o utilizador receberá primeiro uma parte didática onde lhe é explicado o que são instrumentos de sopro, de percussão e de cordas. Já no jogo, vão aparecer instrumentos de forma *random* e o jogador terá de clicar no instrumento e arrastá-lo para a caixa da sua respetiva categoria.

Nível 8: Este nível é caracterizado como sendo o mais difícil. Primeiro o jogador terá uma parte didática sobre as várias notas musicais, onde aprenderá os seus nomes, os seus sons e qual o posicionamento destas notas na pauta musical. Depois, durante o jogo, é apresentada uma pauta musical vazia e será apresentada uma nota musical *random*, nota essa que faz o seu som quando clicada. O jogador terá então de arrastar a nota musical até ao sítio correto da pauta musical.

Todos os níveis devem possuir um sistema de feedback correspondente à resposta do utilizador. Em todos os níveis quando o jogador acertar na resposta correta, deverá aparecer um símbolo de “certo” a verde e ao mesmo tempo é despoletado um *win sound*. O jogador receberá então um ponto e passará para a próxima etapa. Sempre que o jogador falhar na resposta correta aparecerá um símbolo de “errado” ao mesmo tempo que é despoletado um *fail sound* não havendo incrementação de pontos. Ainda assim o jogador passará na mesma à próxima etapa para não desmotivar.

### 3.3 Estrutura Base

A figura 24 representa o diagrama UML de classes de modo a ilustrar as componentes do jogo.

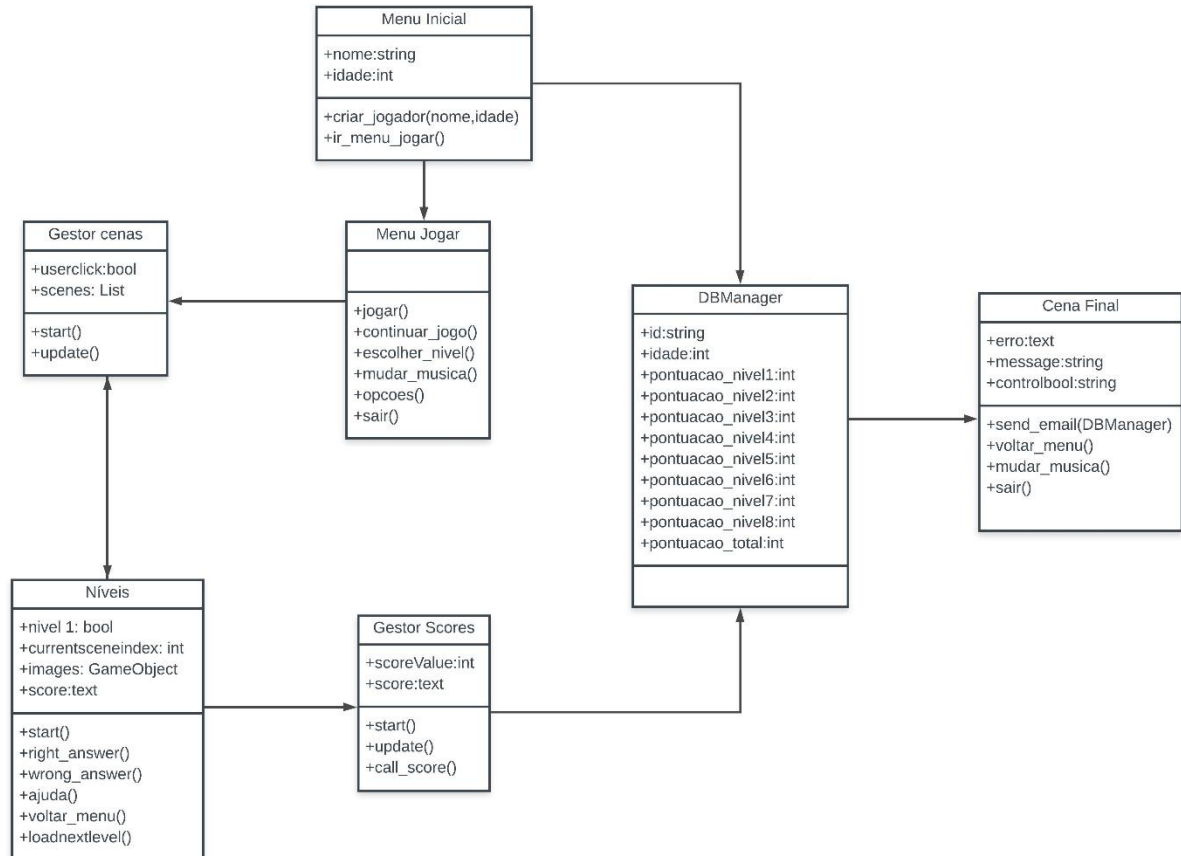


Figura 24 - Diagrama UML de classes da estrutura base do jogo

Atentando na figura 24 o jogo iniciará no menu inicial onde o jogador irá inserir os seus dados e posteriormente passar para o menu jogar. Neste menu o utilizador terá a opção de começar um novo jogo (tendo de passar por todos os níveis do 1 ao 8) ou poderá escolher um nível em específico para trabalhar as habilidades em que tenha mais dificuldades. Poderá ainda optar por sair do jogo, mudar a música de fundo ou aumentar e diminuir o volume do som. Este menu é também responsável para o caso de o utilizador decidir voltar ao menu por algum motivo durante a sessão ter também a opção de continuar o jogo de onde parou. O gestor de cenas é responsável por mudar as etapas de cada nível e passar para o nível seguinte. Em cada nível é necessário aceder à base de dados para que a pontuação obtida fique registada e, portanto, cada nível tem essa capacidade para que posteriormente se possam analisar todos os resultados. A cena final

é responsável por organizar todos os resultados ao longo da sessão e transmiti-los à terapeuta e ao criador do jogo para posteriormente a sessão ser analisada e serem feitas quaisquer alterações necessárias à evolução da ferramenta.

Para definir a execução do jogo, para além do diagrama UML de classes, na figura 25 é possível observar o diagrama de seqüências que basicamente representa uma sessão completa.

O jogo inicia quando o utilizador assim o desejar, este introduzirá os seus dados e quando iniciar o modo de novo jogo dará início a uma parte didática onde se pretende que o utilizador adquira conhecimentos prévios antes do jogo propriamente dito. É nesta altura em que é solicitada a ajuda da terapeuta (não sendo estritamente necessária) para que o jogador aprenda os conceitos com maior facilidade. Quando o jogador (ou terapeuta) achar que os conhecimentos já foram minimamente assimilados dar-se-á início ao nível 1 onde o jogo carregará 4 etapas com o intuito de que haja um reconhecimento de instrumentos pelo seu nome. Este tipo de desafio é dificultado no nível 2, com mais 4 etapas, onde os instrumentos serão mais difíceis de descobrir visto estarem dispostos numa imagem complexa. No nível 3 e 4, cada um também com 4 etapas, serão também testados os conhecimentos relativamente ao reconhecimento dos instrumentos, mas desta vez pelo seu som ao invés do nome. No nível 5 e no nível 6 é requisitado ao utilizador que use todos os conhecimentos adquiridos nos primeiros 4 níveis identificando agora alguns instrumentos pelo seu nome e outros pelo seu som estando estes misturados em várias seqüências sendo os instrumentos no nível 6 inseridos em imagens mais complexas tornando mais difícil o seu reconhecimento. No fim do nível 6 é novamente pedida a ajuda da terapeuta para ajudar a interiorizar os novos conceitos sobre as categorias dos instrumentos. Quando o jogador se sentir preparado pode avançar então para o nível 7 onde é desafiado a arrastar os instrumentos musicais para as caixas das suas respetivas categorias. Será requisitado ao jogador que faça isto durante 10 etapas e poderá então avançar para o nível 8 onde deverá arrastar as notas musicais para o lugar certo da pauta musical. No fim do nível 8 é então pedido à terapeuta que escreva um relatório de performance sobre o jogador, o qual será adicionado a um email automático que é enviado ao criador do jogo contendo todos os dados relativos à sessão.

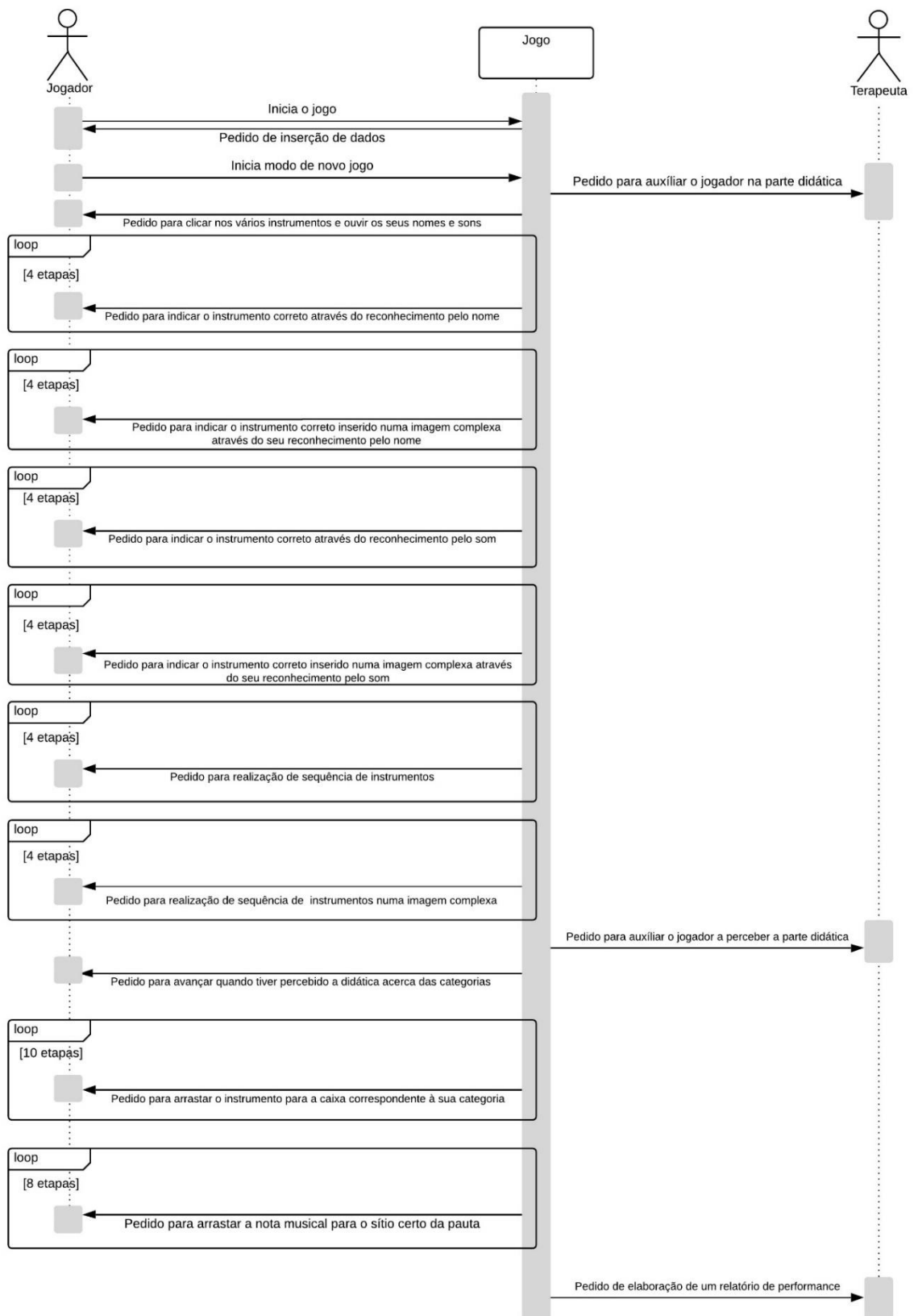


Figura 25 - Diagrama de seqüências do jogo



# 4

## Implementação

Neste capítulo é então apresentada a implementação do jogo sério digital que foi proposto no capítulo anterior. Serão explicadas as ferramentas de software utilizadas na criação do jogo bem como serão apresentadas todas as escolhas para o seu processo de desenvolvimento.

### 4.1 Software adotado

Para desenvolver este jogo sério digital foi usado o motor de jogo *Unity*®. Depois de serem enumerados vários motores de jogo e serem analisadas as suas características (no estado da arte) este foi o motor de Jogo pelo qual se optou devido ao leque de vantagens que oferece em relação aos outros motores de jogo e também por já ter sido uma ferramenta previamente utilizada no âmbito de uma cadeira anteriormente frequentada. Uma das vantagens mais interessantes é a linguagem que o motor usa, que é a linguagem de script em C#. Já existia uma familiarização prévia com esta linguagem e como é uma linguagem bastante utilizada quer para jogos quer para outros projetos, há uma comunidade muito grande sempre disposta a ajudar.

Para além disso, o *Unity*® possui um sistema de *drag-and-drop* que ajuda imenso na construção de cenas face à maioria dos motores de jogo. Possui uma interface gráfica simples e intuitiva como se pode observar pela figura 26.

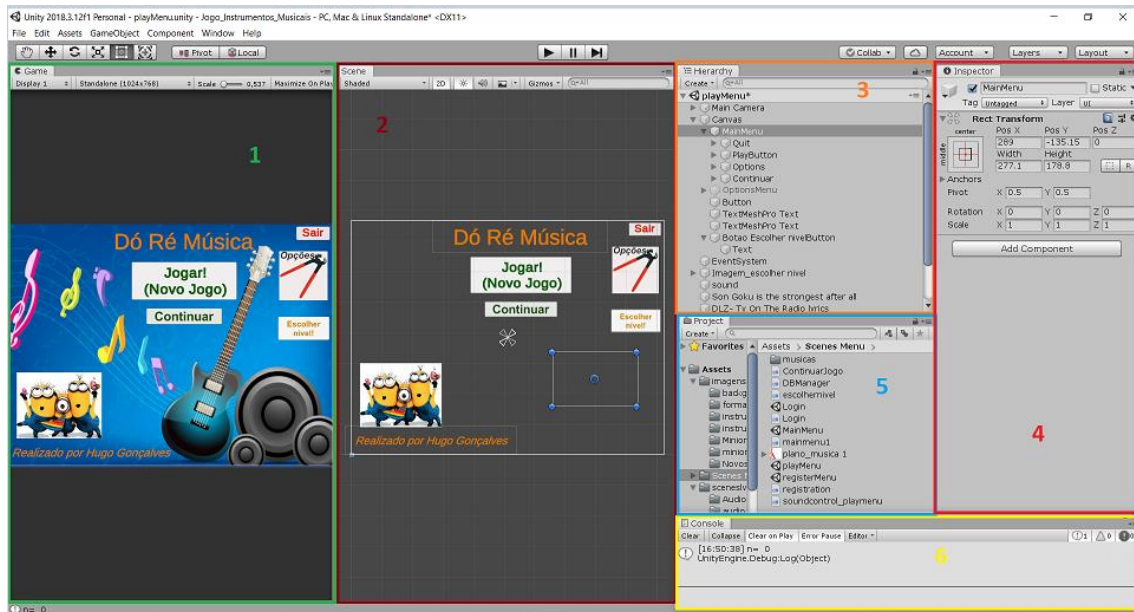


Figura 26 - Ambiente de desenvolvimento do *Unity*®

O *Unity*® contém várias divisórias e vários *layouts* possíveis podendo o utilizador criar o seu próprio *layout*, trocando as divisórias de lugar ou adicionando ou removendo separadores que não use.

As divisórias essenciais ao desenvolvimento do projeto, destacadas na figura 26 têm as seguintes características:

1. *Game* – Esta divisória apresenta o resultado final do jogo implementado e como este será apresentado na plataforma desejada. É muito útil para que o criador veja o jogo a funcionar durante o seu desenvolvimento para ter a certeza de que este está a ser bem feito e ou se precisa de melhorar algum aspeto.
2. *Scene* – É o separador responsável pelo panorama do jogo onde se constrói aquilo que se quer que o utilizador veja. São várias *scenes* bem constituídas que tornam o jogo mais atrativo.
3. *Hierarchy* – É onde estão apresentados todos os objetos constituintes de uma *scene* em formato de hierarquia. Alguns destes objetos estão

conectados através de um grau de parentesco como os *Child Objects* que podem estar dentro dos *Parent Objects* e por causa disso adquirem várias características. Por exemplo, os *Child Objects* que se encontram dentro dos *Parent Objects* adotam algumas das suas características como a posição no cenário que tem de ficar interligada ao seu objeto pai. Para além disso, dos vários elementos que há numa *scene*, aquele que está mais abaixo na lista hierárquica tem prioridade na *layer* aparecendo por cima (no cenário de jogo) de qualquer outro objeto que esteja acima nessa lista.

4. *Inspector* – Esta secção é responsável por disponibilizar todas as características de qualquer objeto selecionado na *Hierarchy* como a sua posição, tamanho, cor, material, prioridade na *layer* bem como aquilo que acontece quando se clica no objeto durante o jogo. É no *inspector* que se associam os *scripts* feitos pelo criador aos vários objetos do jogo.
5. *Project* – É nesta divisória que se encontram todos os *assets* que o criador utilizou durante a criação do jogo bem como todos os *scripts*. É nesta secção que se importam ou exportam os vários conteúdos/ficheiros do jogo. Estes conteúdos são denominados de *assets*.
6. *Console* – A consola é utilizada sobretudo para controlar as acções do jogo à medida que este se desenrola. É usada principalmente para ver se o código desenvolvido nos scripts corre conforme o planeado executando uma função de *debugging*.

Todos os algoritmos foram implementados em C# no Visual Studio, uma vez que o Unity® consegue correr scripts nesta linguagem. Toda a programação é feita em *MonoDevelop* (ambiente de desenvolvimento integrado) integrado no Unity® que permite compilar os programas em C# e JavaScript.

## 4.2 Funcionamento do jogo

Nesta secção será explicado o funcionamento do jogo e os seus métodos de desenvolvimento. Analisar-se-ão, portanto, os menus de jogo, os diversos níveis e a *scene* final onde são transmitidos os dados.

### 4.2.1 Menu principal

O menu principal é a primeira cena apresentada no jogo e é a responsável pela autenticação do jogador. É neste menu que o jogador introduzirá os seus dados que ficarão guardados na base de dados. Dispõe também o botão de “jogar” que direciona o jogador para o “menu jogar”, no entanto, esse botão apenas fica interativo depois de o jogador ter preenchido os campos do nome e da idade (Figura 27).

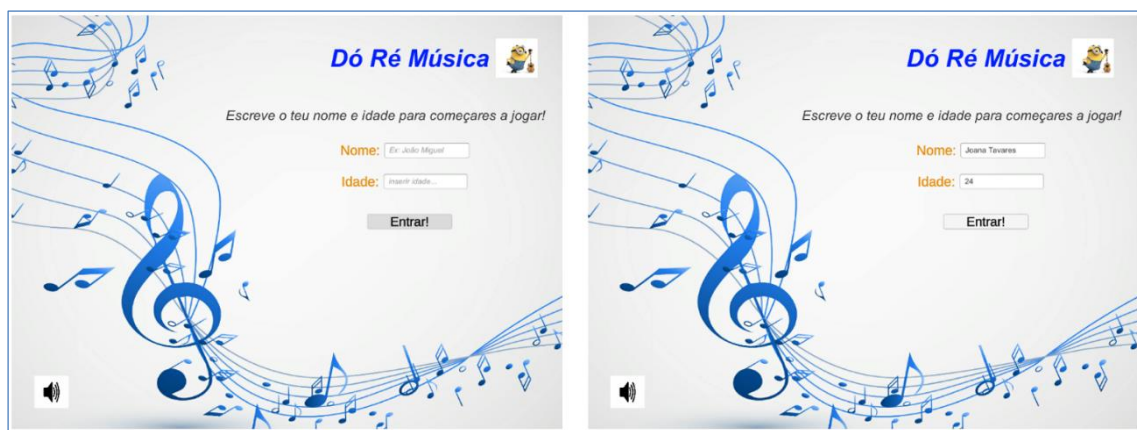


Figura 27 - Menu principal antes da autenticação do jogador e depois de preenchidos os campos do nome e idade

De maneira a tornar o jogo um pouco mais dinâmico, assim que o jogo começa há uma música de apresentação que começará a tocar, é possível mudar de música várias vezes clicando no botão animado ao lado do título do jogo. Se o utilizador não desejar ouvir música pode clicar a qualquer momento no botão de som no canto inferior esquerdo para tirar o som do jogo e voltar a clicar para voltar a ter som se assim o desejar.

Após preencher os campos do nome e idade o utilizador pode então clicar no botão de “jogar” que o redirecionará para o menu de jogo.

## 4.2.2 Menu Jogar

Este menu representado na figura 28 apresenta múltiplas funções para tornar o jogo dinâmico e motivador antes de começar a sessão propriamente dita.



Figura 28 - Interface do menu jogar

O menu dispõe portanto, da opção de jogar (novo jogo) onde o jogador dará início à sessão, do menu de opções criado apenas para aumentar ou diminuir o volume do jogo, a opção de sair e encerrar o jogo, o botão de continuar que só ficará visível depois do jogador iniciar um novo jogo e tiver decidido parar de jogar por algum motivo, a imagem animada dos *minions* que sempre que é pressionada muda a música que está a tocar no momento e por fim dispõe do botão para escolher um nível específico para o caso de por exemplo, o utilizador já ter completado o jogo várias vezes e a terapeuta achar que esse utilizador necessita de trabalhar uma categoria em específico.

Ao clicar nesse botão abrir-se-á então uma janela *pop-up* com os vários níveis disponíveis e as suas descrições (figura 29).



Figura 29 - Janela *pop-up* com os diversos níveis possíveis para escolha

### 4.2.3 Níveis

Como pré-definido no capítulo da proposta o jogo é composto por oito níveis diferentes, cada um contém várias etapas que são geradas aleatoriamente e cada vez que o utilizador joga um determinado número de etapas passa para o próximo nível.

Durante as várias etapas de cada nível o jogador terá sempre um botão “home” à sua disposição para voltar ao “menu jogar” a qualquer altura, podendo depois continuar o jogo a partir do nível em que tinha ficado, contudo, terá de começar o nível de novo, mas as etapas visto serem aleatórias, proporcionarão uma experiência diferente ao utilizador. O botão “home” abre uma janela *pop-up* que se certifica que o jogador quer voltar ao menu como se pode observar na figura 30. Também é possível ouvir a instrução por voz ao clicar no botão do ouvido.





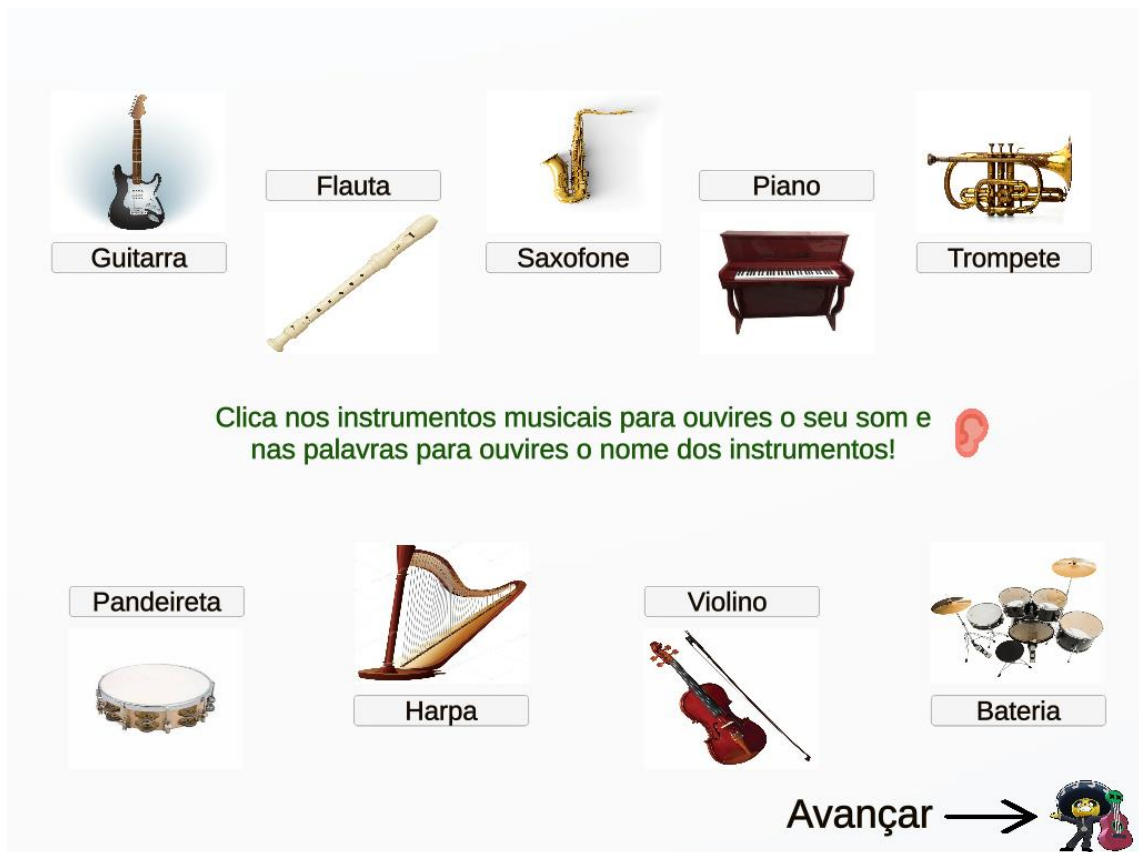
*Figura 30 - Janela pop-up botão "home"*

#### **4.2.3.1 Nível 1**

Como referido anteriormente, quando no “menu jogar” o utilizador clica em “Jogar Novo Jogo” dá início à sessão e inicia o primeiro nível.

O nível 1 tem como objetivo dar uma pequena introdução aos utilizadores sobre os instrumentos musicais mais básicos. Pretende-se que neste nível as crianças consigam associar os nomes dos instrumentos às suas imagens correspondentes.

Como se parte do pressuposto que os utilizadores não têm nenhum conhecimento prévio acerca dos instrumentos musicais, antes do início do jogo é realizada uma parte didática no início do nível, podemos chamar-lhe pré-nível ou nível 0 de modo a que os utilizadores ganhem algum conhecimento antes de realizar o nível.



*Figura 31 - Interface da parte didática antes do nível 1*

Nesta secção (figura 31) os jogadores podem então conhecer vários instrumentos, ao clicar nas imagens dos instrumentos ouvirão o som correspondente a esse instrumento e ao clicarem nos nomes ouvirão o nome do instrumento. O símbolo do ouvido vai acompanhar o utilizador ao longo de todo o jogo para este poder ouvir as instruções por voz no caso de não saber ler podendo assim jogar autonomamente sem ter de chamar a terapeuta quando não consegue entender a instrução escrita. Os instrumentos mostrados são os instrumentos que aparecerão nos próximos níveis havendo uma nova parte didática a introduzir novos instrumentos antes do nível 4. Quando o utilizador tiver conhecido todos os instrumentos apresentados pode então clicar no botão animado para avançar para o primeiro nível.



No nível 1 o jogador é desafiado a clicar num de dois instrumentos possíveis, devendo clicar no instrumento correspondente ao nome que aparece no ecrã como se mostra na figura 32. O objetivo é reconhecer os instrumentos pelo nome.

Como se pode observar na figura 32, a interface é simples e o próprio nível em si é muito simples. Foi desenhado assim propositadamente porque as crianças portadoras de DM ficam muito confusas quando há demasiadas cores e demasiada informação na imagem. Assim sendo, como o nível 1 tem de ser o mais fácil possível não só para que as crianças aprendam os instrumentos básicos mas também para ficarem mais motivadas, optou-se por um fundo todo branco para que o utilizador apenas se foque nos instrumentos. Para além disso, a cada etapa os instrumentos musicais estão dispostos em diferentes posições para que o utilizador trabalhe a sua orientação espacial.

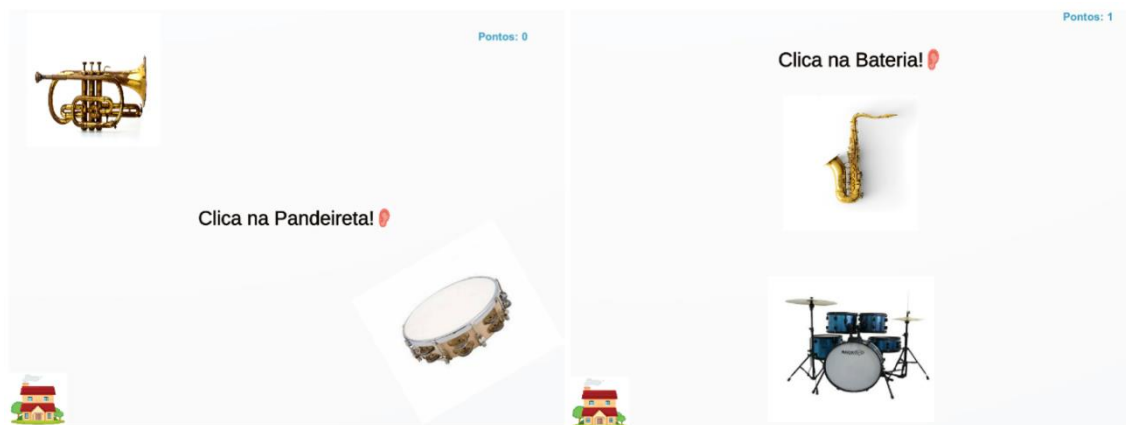


Figura 32 - Screenshot de duas das etapas do nível 1

Sempre que o jogador acertar no instrumento correto o feedback positivo tem como base a aparição de um símbolo de “certo” a verde, juntamente com uma mensagem de felicitação ao mesmo tempo que um *win sound* começa a tocar e a pontuação é incrementada. Se o jogador não acertar no instrumento correto, aparecerá um símbolo de uma cruz a vermelho ao mesmo tempo que um *failsound* começa a tocar.

#### 4.2.3.2 Nível 2

O nível 2 é um novo nível, mas acaba por ser uma continuação do nível 1 na medida em que o desafio para o utilizador também se foca em que este clique num determinado instrumento. Contudo, a diferença neste nível reside no facto de o instrumento musical não estar apenas inserido num fundo branco, mas sim numa imagem composta com vários elementos como se pode observar na figura 33.



Figura 33 - Etapa do nível 2

Sempre que o jogador conseguir clicar no instrumento, aparecerá o símbolo “certo” a verde e uma mensagem incentivadora, ao mesmo tempo que a pontuação é incrementada e um som de vitória é soado. Se o jogador não conseguir concluir positivamente o desafio aparecerá um símbolo com uma “cruz” a vermelho e uma seta com uma mensagem a indicar onde se encontra o instrumento, não haverá incremento da pontuação e será soado um *failsound*. Estes feedbacks podem ser observados na figura 34.

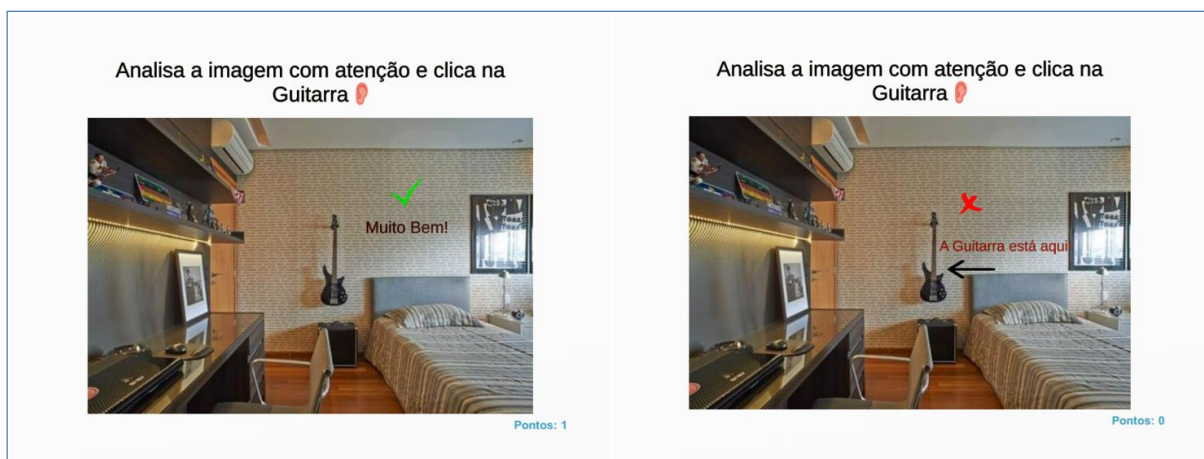


Figura 34 - Screenshots do feedback positivo e negativo

### 4.2.3.3 Nível 3

O nível 3 tem como objetivo trabalhar o reconhecimento dos vários instrumentos pelo seu som trabalhando bastante a habilidade de concentração. Como é o início ao reconhecimento pelo som, este nível é relativamente simples, análogo ao nível 1 com um fundo branco e uma escolha entre dois instrumentos possíveis como se pode observar na figura 35.



Figura 35 - Etapa do nível 3

Um som relativamente a um dos dois instrumentos apresentados começará a tocar assim que o nível inicia podendo o utilizador ouvir o som novamente sempre que clicar no botão de som que se encontra no centro do ecrã. O feedback será igual ao feedback dado no nível 1.

#### 4.2.3.4 Nível 4

Neste novo nível são incluídos instrumentos que o utilizador ainda não conhece e portanto, antes de começar o nível há novamente uma parte didática onde são apresentados novos instrumentos e os seus sons de maneira a que quando o utilizador for jogar os próximos níveis já esteja instruído.

O nível 4 será análogo ao nível 2, mas o jogador terá de descobrir o instrumento musical numa imagem composta por vários elementos a partir do som do instrumento em vez do nome.

A dificuldade em algumas das etapas é acrescida porque há instrumentos com um som parecido. Pode-se observar uma das etapas do nível 4 na figura 36.



Figura 36 - Screenshot de uma das etapas do nível 4

Este nível tem como objetivo o desenvolvimento das habilidades de perceção e discriminação visual. O *feedback* é análogo ao *feedback* no nível 2.

### 4.2.3.5 Nível 5

Neste nível a experiência que o jogador ganhou nos níveis passados é posta à prova e nasce um novo nível com nomes e sons misturados. O objetivo é que o utilizador consiga clicar nos instrumentos pela ordem da sequência que aparece no ecrã.

Para tornar o jogo um pouco mais dinâmico, há sempre uma *scene* inicial antes de cada etapa em que o jogador tem de clicar no botão *minion* para ver a sequência. De seguida, aparecerá a palavra sequência e o nome do primeiro instrumento da sequência, só passados 5 segundos é que aparecerá a segunda parte da sequência em que em vez do nome do segundo instrumento apenas tocará o seu som (que o utilizador pode ouvir novamente clicando no botão de som). É então lançado o desafio de clicar nos instrumentos pela sequência certa dando feedback positivo se acertar no primeiro instrumento e o feedback final e a incrementação da pontuação quando clica no segundo instrumento. O funcionamento desta etapa pode ser observado na figura 37.

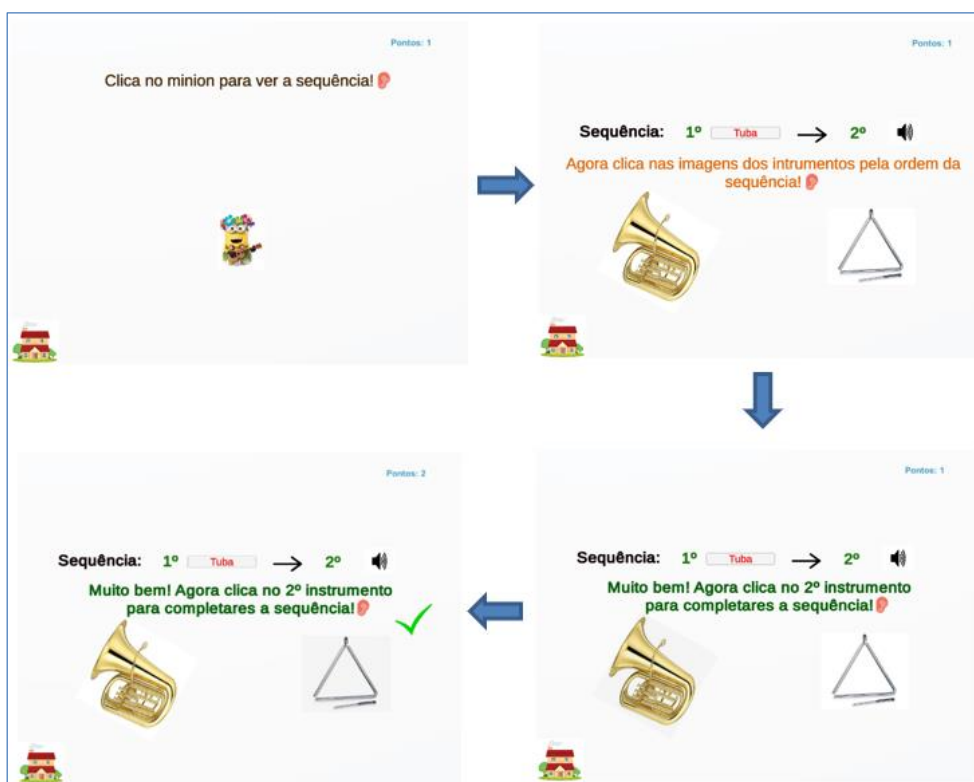


Figura 37 - Etapa do nível 5 com feedback positivo

Se o utilizador errar a sequência, é dado um feedback negativo (*fail sound* e cruz vermelha) e a indicação de qual seria o primeiro instrumento.

#### 4.2.3.6 Nível 6

Este nível é caracterizado por ser o nível mais completo do jogo. Neste nível o utilizador já tem de conhecer vários instrumentos musicais e saber reconhecê-los pelos seus nomes e sons. Para além disso tem de conseguir identificar os instrumentos numa ordem de sequência específica definida em cada etapa do nível e dificultando um pouco mais os instrumentos estão dispostos em imagens complexas com vários elementos. Este nível combina, portanto, as habilidades de perceção e discriminação visual, a orientação espacial para além da atenção contínua necessária que é uma habilidade difícil de desenvolver em crianças portadoras de DM.

À semelhança do que acontece no nível 5, a sequência aparece lentamente e o jogador pode clicar nos nomes dos instrumentos para ouvir a palavra e no botão de som se quiser ouvir o som do instrumento novamente. De seguida terá de clicar nos instrumentos pela ordem da sequência recebendo sempre um *feedback* positivo à medida que vai acertando (figura 38).

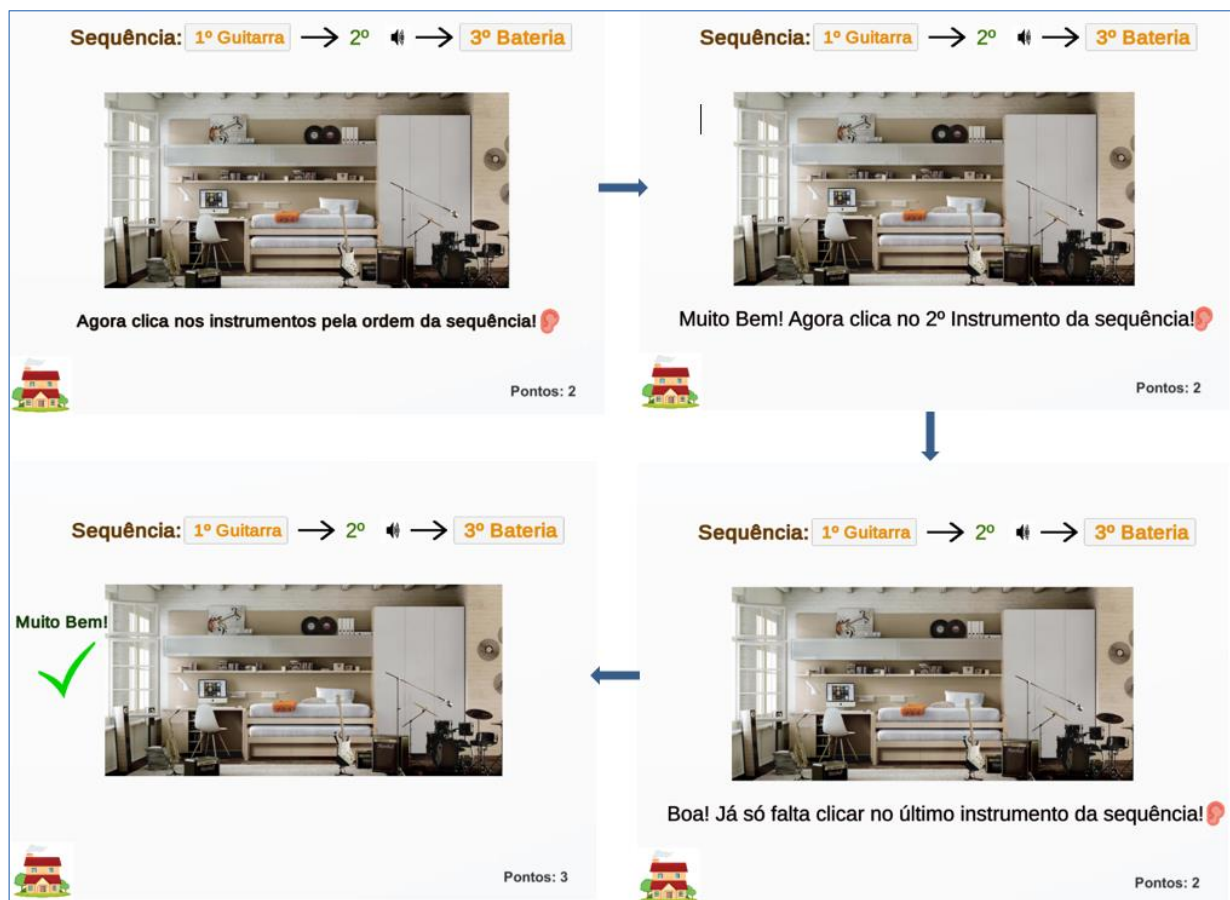


Figura 38 - Etapa do nível 6



Se em vez de clicar nos instrumentos da sequência clicar em qualquer outra parte da imagem, aparecerá uma frase a vermelho (Figura 39) e é feita a sua leitura em voz alta (para os utilizadores que não sabem ler).



Figura 39 - Screenshot de uma etapa do nível 6 quando o jogador clica noutra objeto que não seja um instrumento musical

Se porventura o utilizador clicar nos instrumentos pela ordem errada, o *feedback* será negativo e serão mostradas as instruções de onde estavam os instrumentos e qual seria a sua sequência (figura 40).



Figura 40 - Screenshot de uma etapa do nível 6 onde o utilizador falha a sequência e é mostrada a solução

### 4.2.3.7 Nível 7

O nível 7 tem como objetivo principal trabalhar a categorização dos instrumentos. Há uma pequena parte didática antes do nível começar (figura 41) onde se ensinam os conceitos de instrumentos de sopro, cordas e percussão e quando o utilizador achar que está pronto pode avançar para o nível propriamente dito.

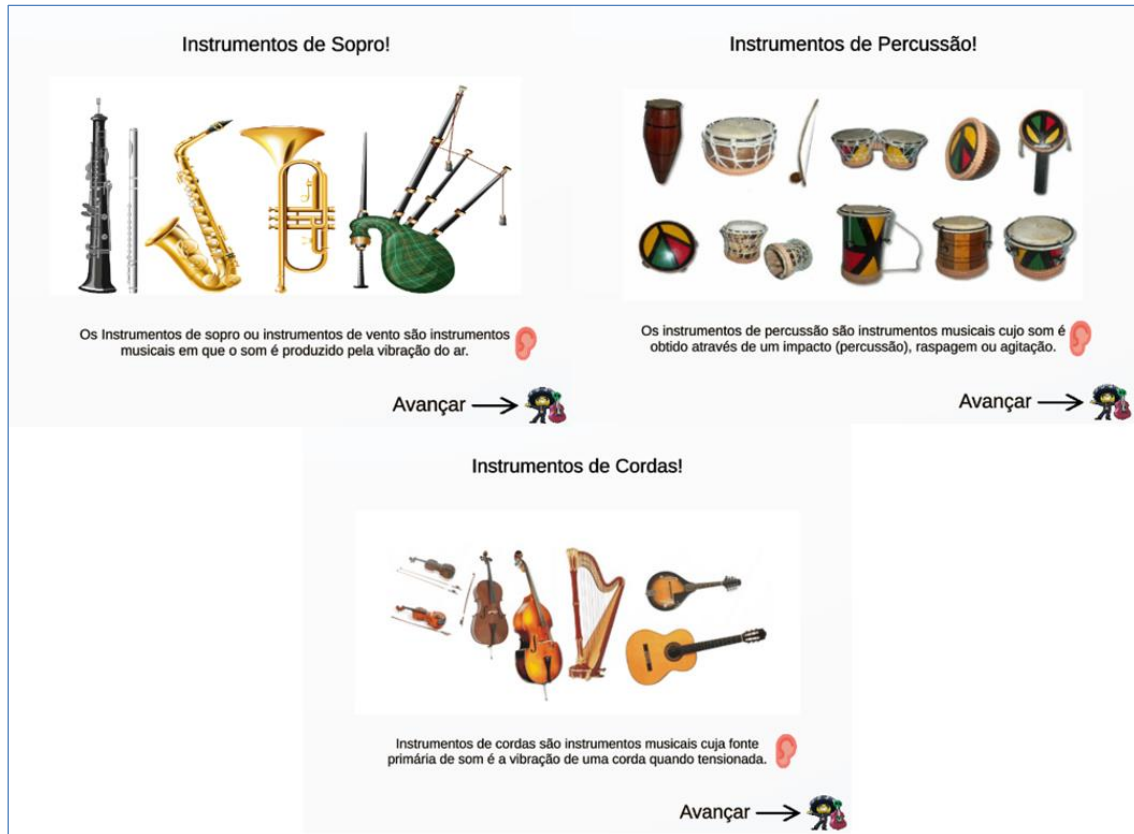


Figura 41 - Screenshot das etapas da parte didática antes do nível 7

O jogo das etapas deste nível baseia-se num modelo de *drag and drop* onde há vários instrumentos que aparecem de modo aleatório e o jogador tem de arrastá-los para a caixa que corresponde à sua categoria (figura 42). Sempre que falhar haverá um feedback ilustrativo e auditivo que mostra e diz qual seria a caixa certa (figura 43).





Figura 43 - Screenshot do funcionamento de uma etapa do nível 7 em que o utilizador falha na caixa certa

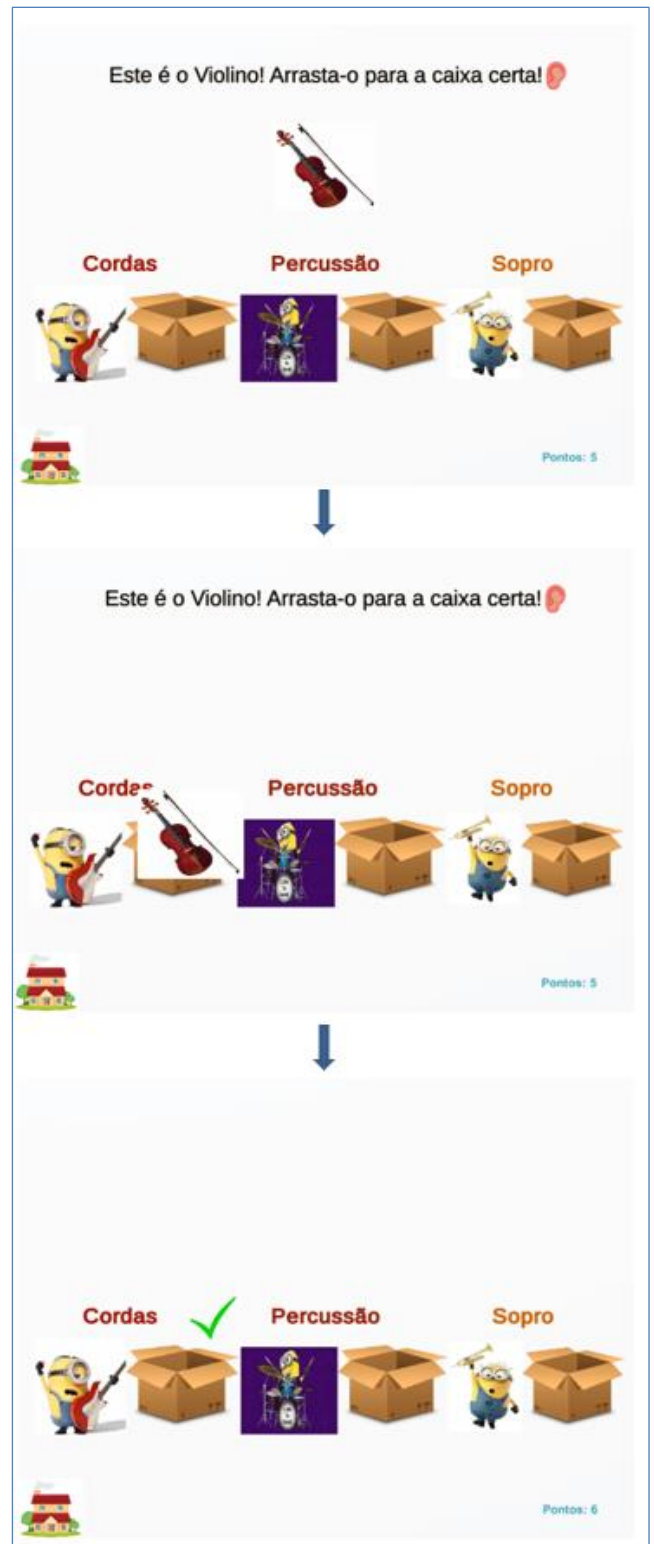


Figura 42 - Screenshot do funcionamento de uma etapa do nível 7 em que o utilizador acerta na caixa certa

Como é o único nível em que são trabalhadas as categorias, o nível terá 10 etapas (ao invés de 4) em que qualquer um dos instrumentos que o utilizador conheceu até chegar

ao nível 7, pode aparecer. As etapas são geradas aleatoriamente e, portanto, mesmo que o utilizador jogue o nível várias vezes terá sempre uma experiência diferente.

#### 4.2.3.8 Nível 8

O nível 8, considerado o nível mais difícil do jogo (se não for requisitada nenhuma ajuda), tem como objetivo fazer com que o utilizador aprenda as notas musicais mais básicas e que consiga dispô-las na pauta musical.

Esta parte do jogo permite que o utilizador trabalhe as suas habilidades de percepção e discriminação visual, a orientação espacial e também a memória pois o objetivo é que estes se consigam lembrar qual o lugar de cada nota na pauta musical.

Como se parte do princípio que nenhum utilizador tem um conhecimento prévio das notas musicais nem da pauta musical é feita uma parte didática antes de começar o nível onde se ensinam as notas musicais mais básicas e se mostram os seus lugares na pauta musical (figura 44). Nesta etapa didática o utilizador pode clicar nas várias notas musicais e ouvir os seus nomes e sons. É uma boa oportunidade de trabalhar habilidades linguísticas se durante a realização do nível estiver acompanhado pela terapeuta.

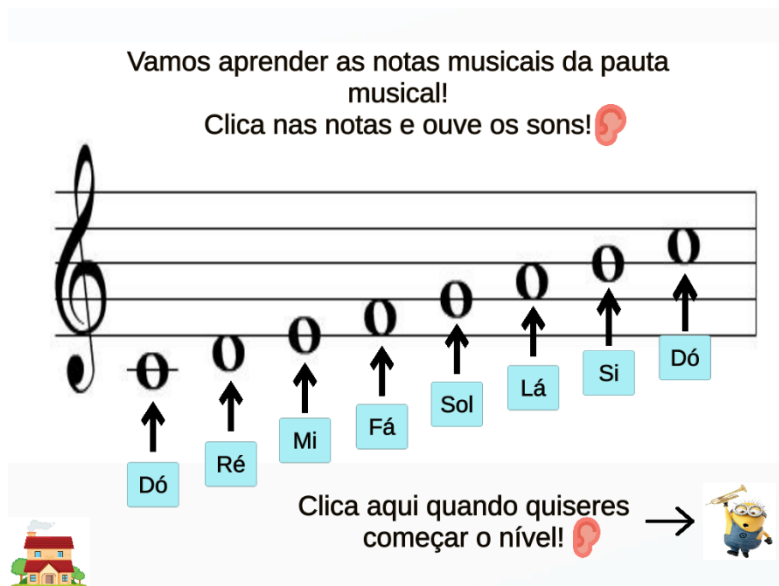


Figura 44 - Screenshot da parte didática antes de começar o nível 8

Quando o utilizador quiser pode clicar no *minion* (no canto inferior direito) e dará então início ao nível.

O nível basear-se-á num modo de jogo de *drag and drop* onde uma nota aleatória aparecerá acima da pauta musical e o utilizador tem de a arrastar para o lugar certo da pauta (figura 45). É possível clicar na nota e ouvir o seu nome e som.

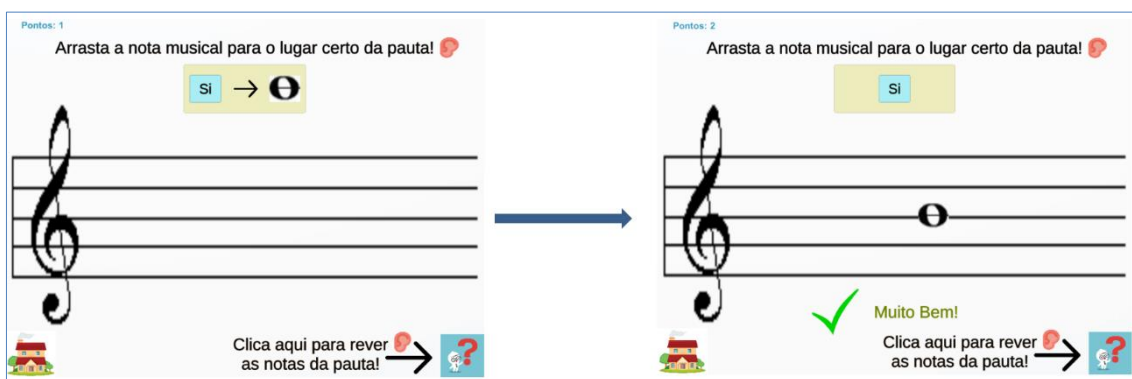


Figura 45 - Screenshot de uma etapa do nível 8

Como é muito difícil que o utilizador se consiga lembrar de todas as notas e dos seus lugares na pauta, em todas as etapas estará disponível um botão de ajuda que ao ser pressionado abrirá uma janela *pop-up* com toda a parte didática sobre as notas e pauta musical a que o utilizador esteve submetido antes de começar o nível (figura 46).

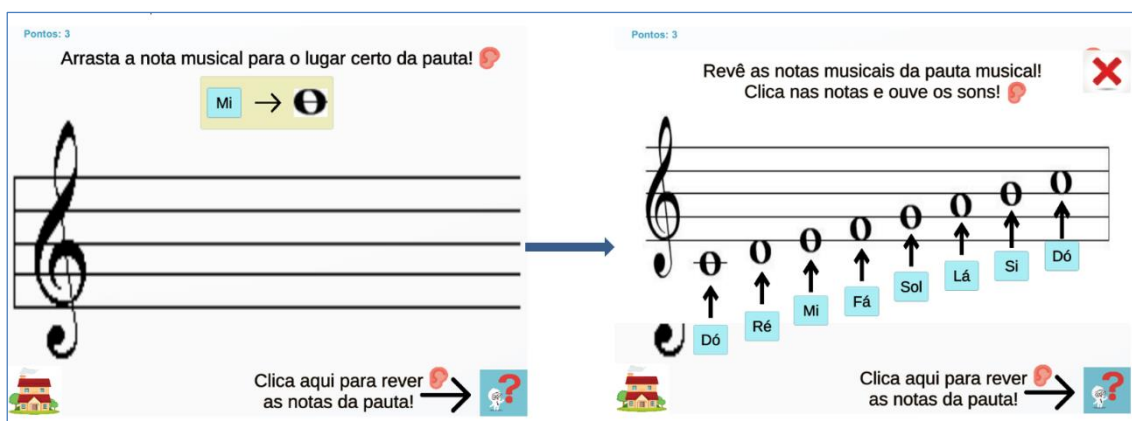
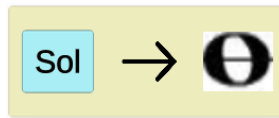


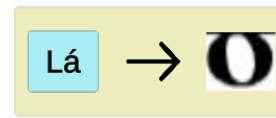
Figura 46 - Screenshot do clique no botão de ajuda para abrir janela pop up com a revisão das notas na pauta musical

Com esta ajuda o utilizador pode relembrar as notas e qual o seu local na pauta musical à medida que vai jogando cada etapa sendo o objetivo conseguir completar todo o nível sem ter de recorrer ao botão de ajuda. Para além disso quando as notas são geradas,

vêm propositadamente ou com um risco a meio (figura 48) ou com um risco acima da nota (figura 47) para ser mais intuitivo para o utilizador saber se a nota se encontra entre duas linhas da pauta ou a meio de uma linha.



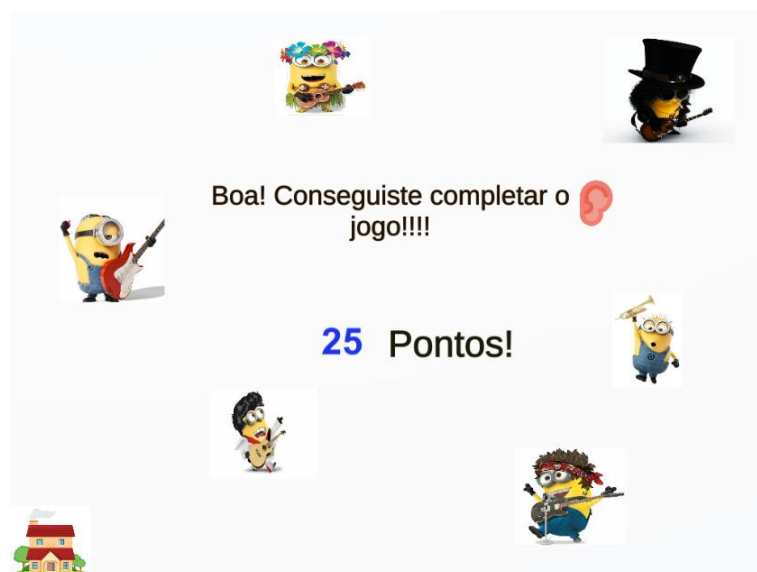
*Figura 48 - Screenshot da nota musical "Sol" numa das etapas do nível 8*



*Figura 47 - Screenshot da nota musical "Lá" numa das etapas do nível 8*

#### 4.2.4 Relatório final

Quando o utilizador completar todas as 8 etapas do nível 8 será automaticamente redirecionado para a cena onde é mostrada a sua pontuação final e onde é feito o pedido de relatório (Figura 49).



*Figura 49 - Screenshot da última cena do jogo com a pontuação final do jogador*

Nesta cena é mostrada a pontuação final do utilizador e uma mensagem de felicitação ao mesmo tempo que começa a tocar uma música alegre para acentuar o sentimento de missão cumprida e satisfação qualquer que seja o resultado.

Nessa mesma cena, passados 5 segundos aparecerá uma janela pedindo à terapeuta que escreva um pequeno relatório a descrever a performance da criança e após clicar no botão de “Enviar” surgirá a mensagem “Enviado com sucesso” (figura 50).

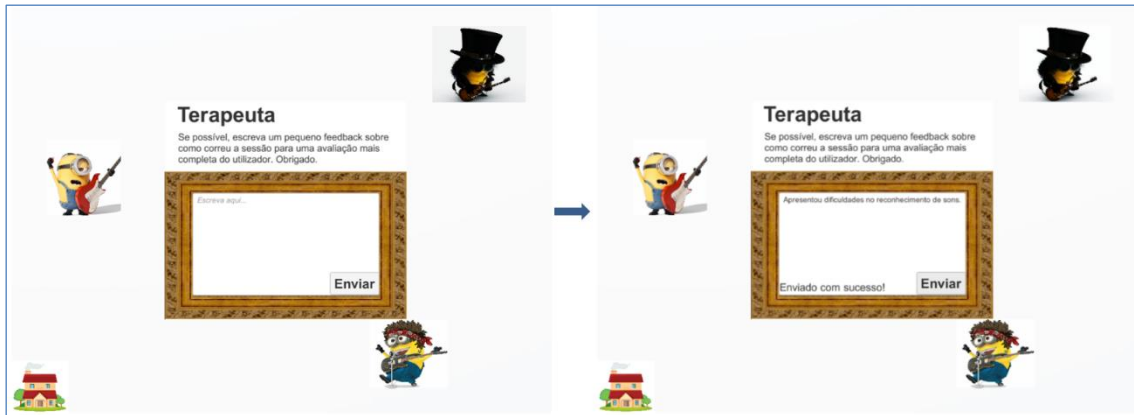


Figura 50 - Relatório final de performance

O relatório será enviado automaticamente em formato de mail, para o e-mail do criador e da terapeuta, com uma estrutura pré-definida e nele estará contida toda a informação relativa à sessão, desde o nome do utilizador, a idade, a pontuação obtida em cada nível e também o relatório de performance escrito pela terapeuta (figura 51).



Figura 51 - Screenshot da estrutura de um dos mails enviados no fim do jogo

Depois de o mail ser enviado haverá um compasso de espera de 3 segundos e o utilizador será então redirecionado para a cena final do jogo (figura 52) onde poderá optar por sair da aplicação ou voltar ao menu inicial para iniciar um novo jogo.



*Figura 52 - Cena final do jogo*



## Validação

Em parceria com o CERE, depois do protótipo estar pronto, foram elaboradas as metodologias de estudo. Neste capítulo é realizada uma análise aos resultados obtidos por via das várias metodologias em que o objetivo é validar o uso do jogo implementado e ver se este cumpre com o objetivo pretendido.

### 5.1 Metodologias utilizadas

A metodologia utilizada para validar o jogo implementado, elaborada em parceria com o CERE, teve em conta as necessidades das crianças que fazem parte da instituição e o conhecimento da terapeuta Daniela Fernandes. Foram realizados alguns testes durante a implementação do protótipo e depois da finalização do mesmo. A metodologia de estudo teve por base três etapas:

- **Seleção da amostra** – Seleção aleatória de 10 indivíduos portadores de deficiência mental do CERE.
- **Instrumentos utilizados para recolha de dados** – Com o intuito de recolher dados foi criado um questionário sobre instrumentos musicais. O questionário é essencialmente de escolha múltipla e contém 8 perguntas feitas para avaliar os conhecimentos de cada utilizador sobre o tema proposto *a priori* (e *posteriori*) da utilização da ferramenta. Além disso, o próprio jogo é um instrumento de recolha

de dados através do envio de e-mails com as informações relativas à performance de cada utilizador.

- **Procedimento para a recolha dos dados** - Primeiramente, foi requisitado ao CERE que os indivíduos seleccionados realizassem o questionário sobre o tema proposto antes de utilizar a ferramenta implementada. Seguidamente, com o jogo instalado em vários computadores do CERE, os indivíduos seleccionados deveriam realizar uma sessão do jogo e preencher o questionário novamente, sendo então possível analisar os resultados antes e depois do jogo e verificar se os utilizadores tinham adquirido conhecimentos. Posteriormente foi pedido à terapeuta Daniela Fernandes que os utilizadores realizassem pelo menos mais duas sessões em dias distintos, com o objetivo de recolher dados relativamente à performance de cada jogador analisando as suas melhorias com o aumento do número de sessões.

A significância dos resultados dos questionários foi analisada pelos testes estatísticos *T-Student* ou *ANOVA* (quando três ou mais condições estão a ser comparadas), seguida do teste *Tukey*.

## 5.2 Resultados

Embora a ferramenta de aprendizagem tenha sido utilizada por aproximadamente 30 pessoas do CERE, a validação dos resultados do jogo sério “Dó Ré Música” é feita com base numa população de 10 crianças, todas elas portadoras de deficiência mental, embora com perturbações ao nível do desenvolvimento cognitivo de diferentes níveis.

Antes de utilizar a ferramenta, foi requisitado às várias crianças do CERE que respondessem a um questionário básico com 8 perguntas (em anexo) com vista a analisar as suas capacidades (com foco nos aspetos do jogo, ou seja, reconhecimento de instrumentos pelo nome, respetiva imagem, distinção dos diferentes instrumentos quando inseridos em imagens complexas, em contexto real, e separação dos instrumentos por categorias).

Foram dadas cotações a cada uma das perguntas do questionário e posteriormente ao seu preenchimento, cada utilizador obteve uma classificação em percentagem.

Posteriormente ao uso do jogo implementado, foi novamente pedido às mesmas crianças que preenchessem o questionário. As mesmas cotações foram dadas a cada pergunta e cada um dos questionários foi classificado em percentagem.



O jogo sério Dó Ré Música permitiu melhorar os conhecimentos dos jogadores ao nível da identificação e classificação dos instrumentos musicais, cerca de 2 vezes, em comparação com o nível de conhecimentos inicial, passando de uma classificação média de cerca de 55% para 93%.

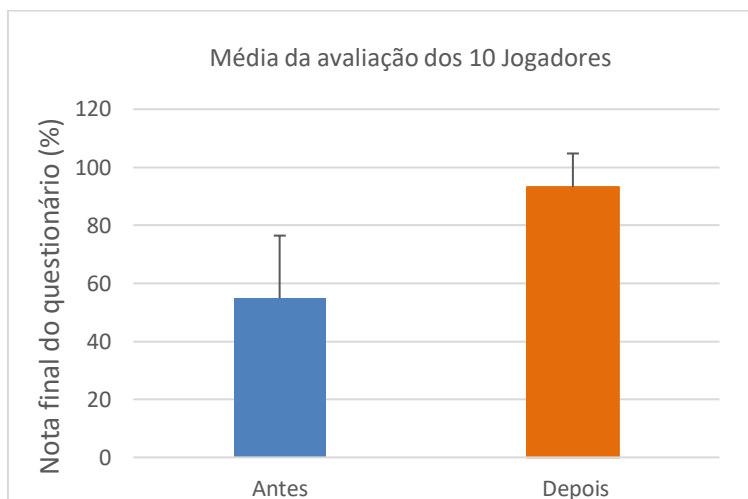


Figura 53 - Média da avaliação dos 10 jogadores antes e depois de experimentar a ferramenta

Apesar da amostra populacional ser relativamente pequena (10 indivíduos), as diferenças obtidas antes e depois dos utilizadores jogarem o jogo foram bastante significativas ( $p \leq 0.05$ ), revelando a sua eficácia na aprendizagem dos temas definidos. Além disso, os jogadores exprimiram entusiasmo e contentamento com toda a experiência.

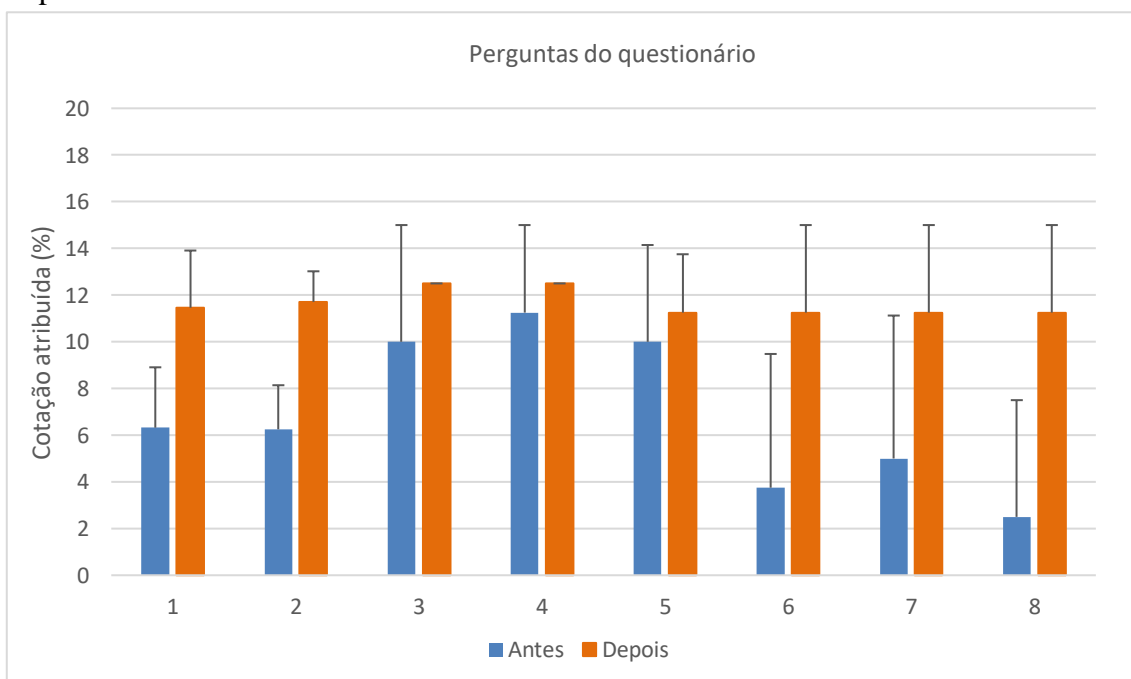
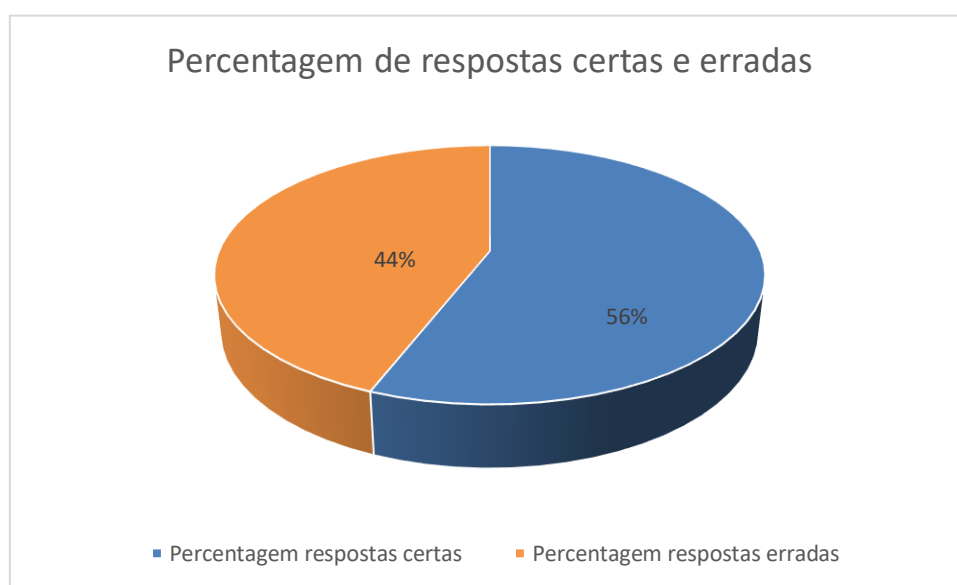


Figura 54 - Percentagem de respostas certas em cada pergunta do questionário

Na Figura 54 é possível visualizar a média das cotações atribuídas a cada pergunta do questionário, respondido antes e depois do jogo. Obtiveram-se resultados com diferenças significativas ( $p \leq 0.05$ ) antes e depois do jogo, para todas as perguntas, à exceção da pergunta 3, 4 e 5.

Com o objetivo de caracterizar a dificuldade geral do jogo foi também elaborado um gráfico com a percentagem geral de respostas certas e erradas dos 10 jogadores na primeira vez que utilizaram a ferramenta (figura 55).



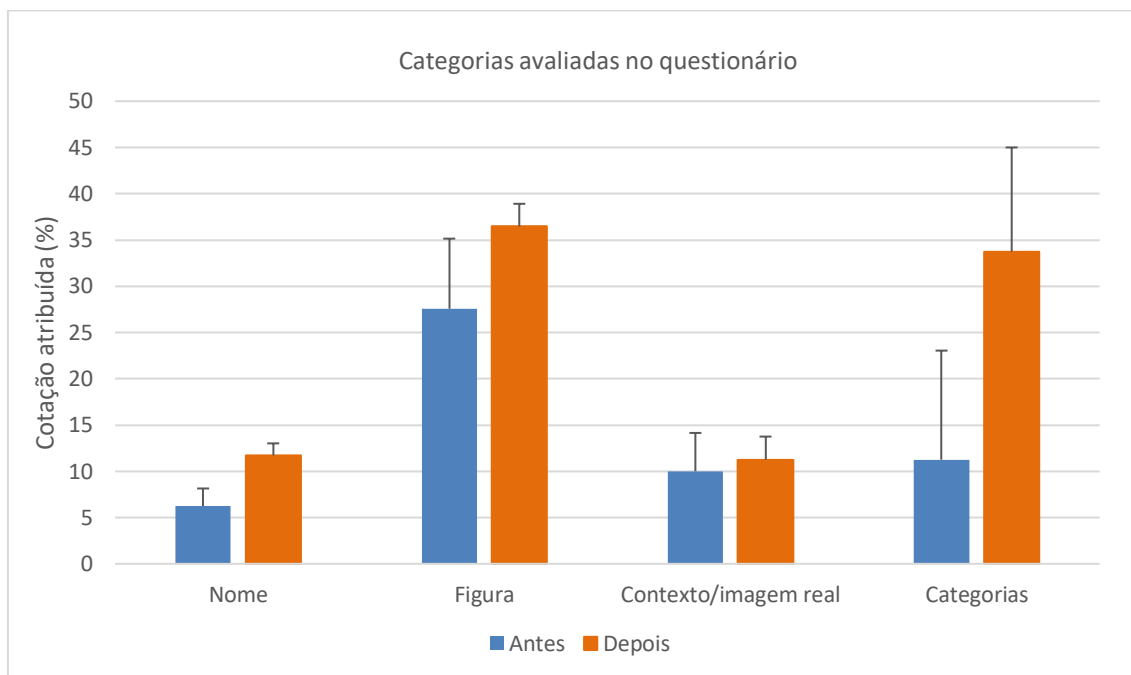
*Figura 55 - Gráfico com percentagem de respostas certas e erradas de 10 jogadores na primeira vez que utilizam a ferramenta*

Se a percentagem de respostas erradas fosse muito alta poderia haver uma dificuldade excessiva da própria ferramenta e não do utilizador, enquanto que se a percentagem de respostas certas for demasiado elevada na primeira sessão, a dificuldade do jogo pode ser demasiado baixa.

Como se pode observar pelo gráfico, a percentagem de respostas certas e erradas não é muito díspar o que demonstra um nível de dificuldade apropriado para o público alvo.

A avaliação da eficácia do jogo focou-se em quatro tópicos, nomeadamente a identificação dos instrumentos musicais pelo seu nome, figura, identificação dos instrumentos numa imagem em contexto real e, por fim, identificação da categoria à qual pertence o instrumento.

A Figura 56 resume as diferenças de cotações obtidas em cada um dos tópicos avaliados, antes e depois do jogo.



*Figura 56 - Média das avaliações dos questionários por categorias*

Antes do jogo, os utilizadores obtiveram uma média de cerca de 6% nas perguntas relativas à identificação dos instrumentos pelo seu nome, sendo que após o teste a média das notas rondou o dobro, cerca de 12%. Uma vez que a maioria dos utilizadores tem dificuldade em ler, visualizar as palavras e fazer a correta associação ao instrumento, comprovou-se que o jogo de facto foi eficaz na melhoria deste tipo de associação. Por outro lado, a identificação dos instrumentos através da correspondente figura, apesar de se ter refletido numa melhoria de nota média de cerca de 27% para 36%, não apresentou diferenças significativas antes e depois do jogo. Este resultado pode estar relacionado com o facto de ser mais fácil para os indivíduos associar as imagens dos instrumentos ao seu nome, uma vez que terão mais contacto no quotidiano com estas imagens, seja na televisão, em livros, na escola, etc, do que por exemplo com a visualização e associação das palavras.

Relativamente à identificação dos instrumentos em imagens de contexto real, com maior complexidade e outros elementos, os utilizadores passaram de uma média de 10 para 11%, uma diferença pequena e não significativa. Mais uma vez, apesar da maior complexidade de identificação em comparação com as figuras simples, houve alguma facilidade nesta etapa do questionário.

Por fim, a atribuição de cada instrumento à respectiva categoria foi avaliada, sendo que a média de resultados passou de 11 para 34%, uma melhoria bastante significativa de cerca de 3x ( $p \leq 0.05$ ). Nesta secção denotou-se inicialmente um amplo desconhecimento das categorias existentes e na capacidade de associação do tipo de instrumentos a estas. No entanto, os conhecimentos transmitidos aos indivíduos através do jogo, permitiram ensinar e melhorar com sucesso este parâmetro.

Através destes resultados depreende-se que os utilizadores têm mais facilidade em identificar os instrumentos através de imagem e, portanto, o jogo não afeta tanto essa componente. Pelo contrário, existe uma grande dificuldade em identificação dos instrumentos musicais através de palavras, bem como associá-los à respectiva categoria, aspetos que foram grandemente melhorados após a realização do jogo desenvolvido.

Por último, para melhor avaliar o efeito do jogo na aprendizagem e desenvolvimento de capacidades dos jogadores, apresentam-se abaixo a Tabela 2 e a Figura 57, com o resumo dos principais resultados.

*Tabela 2 - Principais Resultados antes e depois de experimentar a ferramenta*

	Antes (%)	Depois (%)	MELHORIA
<b>Jogador 1</b>	34	90	2,64
<b>Jogador 2</b>	45	99	2,21
<b>Jogador 3</b>	65	100	1,54
<b>Jogador 4</b>	93	100	1,08
<b>Jogador 5</b>	62	99	1,60
<b>Jogador 6</b>	21	99	4,68
<b>Jogador 7</b>	65	99	1,52
<b>Jogador 8</b>	59	83	1,41
<b>Jogador 9</b>	27	63	2,29
<b>Jogador 10</b>	78	100	1,28
<b>Média</b>	55 ± 22	93 ± 12	2,03 ± 1.00

Após a avaliação baseada no questionário, os utilizadores fizeram três sessões do jogo, cujas pontuações foram recebidas por e-mail, apresentadas na figura 57.

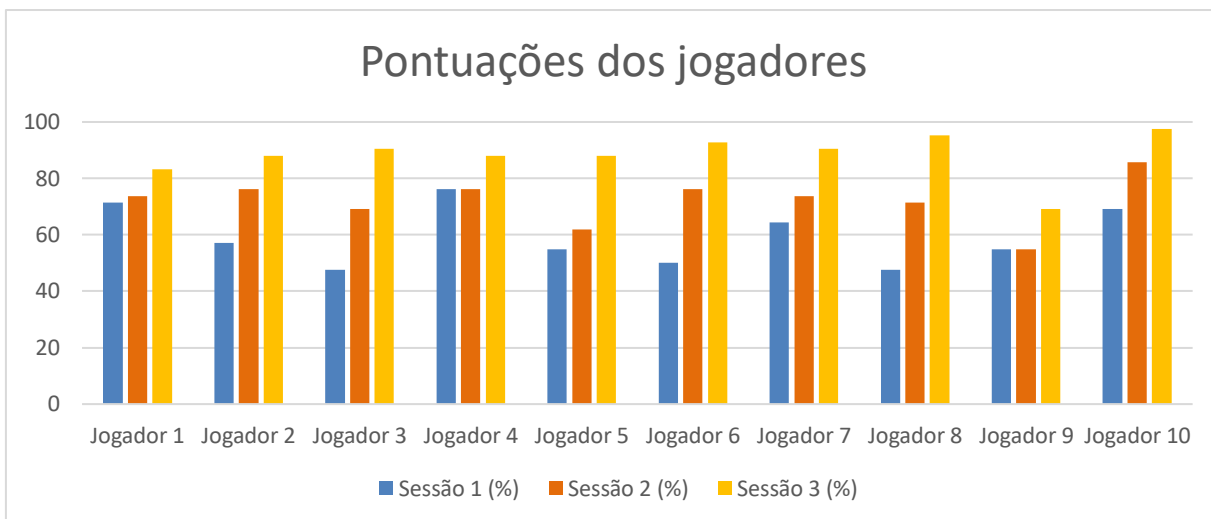


Figura 57 - Pontuações dos jogadores em percentagem nas 3 sessões

Através do gráfico é possível visualizar uma evolução positiva dos jogadores de sessão para sessão, o que revela uma melhoria significativa e a aquisição dos conhecimentos que o jogo pretende transmitir.

Os jogadores obtiveram uma pontuação média de cerca de 59,29% na primeira sessão de jogo, melhorando na segunda e terceira sessão para 71,90% e 88,33%, respetivamente (Figura 58).

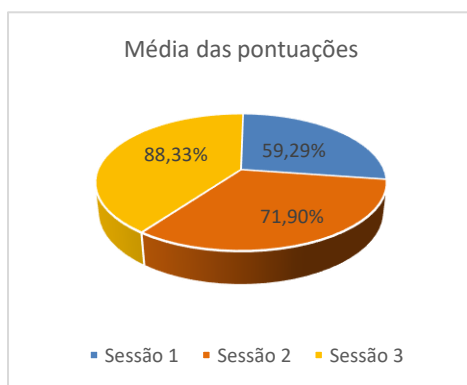
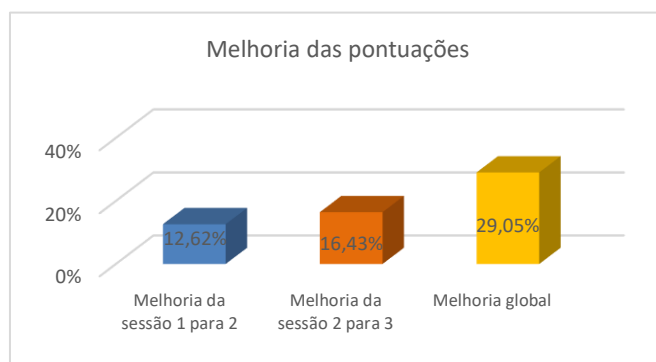


Figura 58 - Média das pontuações nas 3 sessões

Assim, estes resultados demonstram uma melhoria das pontuações em cerca de 12% da primeira para a segunda sessão e de 16% da segunda para a terceira, um aumento ainda mais significativo. Globalmente, da primeira sessão de jogo para a última, a média das classificações melhorou em cerca de 29%, destacando mais uma vez a capacidade do

jogo de ensinar e transmitir os conhecimentos de educação musical aos utilizadores (Figura 59).



*Figura 59 - Melhoria das pontuações ao longo das sessões*

Por fim, é interessante destacar que após uma sessão de jogo, nas sessões subsequentes se continua a verificar uma evolução positiva nos jogadores, ou seja, a utilização do jogo ao longo do tempo continuará a estimular os jogadores, produzindo resultados cada vez melhores.



# 6

## Conclusão

### 6.1 Conclusões

Toda a pesquisa realizada ao longo desta dissertação confirmou o impacto positivo que os jogos digitais podem ter em termos de aprendizagem e mesmo a nível terapêutico, no auxílio de crianças com perturbações ao nível do desenvolvimento cognitivo, enquanto que os meios terapêuticos atuais apresentam várias fragilidades em termos de recursos tecnológicos, principalmente no âmbito da recolha e transmissão de dados.

Atualmente, instituições como o CERE são de grande importância, não só pelo auxílio que prestam a esta população, mas também pela sua constante procura pela evolução. É neste âmbito que o jogo digital sério “Dó Ré Música” dá a sua contribuição positiva, como ferramenta terapêutica, capaz de estimular o raciocínio dos utilizadores à medida que estes se encontram motivados enquanto se entretêm com um jogo.

Depois de aferir os melhores métodos para trabalhar as competências e habilidades necessárias ao nível do desenvolvimento cognitivo nas crianças, de modo a aprovar o argumento desta dissertação, foi então proposto pelo CERE desenvolver uma ferramenta tecnológica que conseguisse incorporar vários métodos para potenciar o desenvolvimento cognitivo no público alvo, contendo vários requisitos fundamentais indicados pelas terapeutas da instituição.

Como resultado foi criado o jogo sério “Dó Ré Música”, uma ferramenta relacionada com a música, mas que permite trabalhar muitas das componentes essenciais

ao desenvolvimento cognitivo sem que o utilizador repare, tais como as habilidades de percepção e discriminação visual, a orientação espacial a vários níveis, o desenvolvimento da atenção e concentração para além de capacidades linguísticas, que muitas vezes são um problema grave que afeta a vida destas crianças no dia-a-dia. Esta ferramenta é então utilizada como mais uma atividade educacional e terapêutica não só no CERE nas sessões de terapia, mas também com a possibilidade de utilização em casa de cada utilizador, com ou sem o auxílio dos encarregados de educação e/ou familiares, o que, em conjunto com a capacidade de recolher rapidamente os dados de cada sessão e entregá-los aos terapeutas, se torna mais vantajoso, nomeadamente ao nível da análise de resultados e progresso das crianças.

A ferramenta foi testada numa população de 10 crianças, o que levou a uma melhoria significativa da média das classificações para cerca do dobro, antes e depois de experimentarem o jogo. Todas as sessões que permitiram aferir estes resultados foram apoiadas com relatórios realizados pelos próprios terapeutas do CERE.

## **6.2 Trabalhos futuros**

Embora a ferramenta tenha sido implementada com sucesso e correspondido aos objetivos estipulados, existem ainda várias melhorias que podem ser realizadas em trabalhos futuros.

Uma das melhorias indicadas pela terapeuta que ainda foi possível realizar quase no fim da implementação da ferramenta foi a ajuda por voz, permitindo que o utilizador jogasse de forma autónoma e que as terapeutas tenham disponibilidade para prestar atenção a várias crianças ao mesmo tempo. O jogo pode ainda ser melhorado relativamente à interface dos níveis, que pode ser mais apelativa criando várias animações ao longo do jogo, tendo simultaneamente o cuidado de não tirar o foco do objetivo principal. Por outro lado, segmentos de ajuda antes de cada nível poderiam ser desenvolvidas, por exemplo, tutoriais para que fossem mais perceptíveis as mecânicas de cada etapa. Por fim, poderia ser também interessante a criação de um utilizador administrador (neste caso, as terapeutas) com a capacidade de alterar as imagens de cada nível, trabalhando mais especificamente as fragilidades de cada criança e aumentando potencialmente o seu progresso.



## Referências

- [1] Matos, P. P. de (2009) ‘Perturbações do desenvolvimento infantil- Conceitos gerais’, *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, 25, pp. 669–676.
- [2] Linsell, L. et al. (2015) ‘Prognostic Factors for Poor Cognitive Development in Children Born Very Preterm or With Very Low Birth Weight: A Systematic Review’, *Cognitive Development in Very Preterm and Very Low-Birth-Weight Children*, *JAMA Pediatrics*, 169(12), pp. 1162–1172. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.2175.
- [3] Houwen, S. et al. (2016) ‘Research in Developmental Disabilities The interrelationships between motor , cognitive , and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities’, *Research in Developmental Disabilities*. Elsevier Ltd., 53–54, pp. 19–31. doi: 10.1016/j.ridd.2016.01.012.
- [4] “Social Tech Booster.” [Online]. Disponível em: <http://stb.uninova.pt/>, consultado a 2 de Fevereiro às 18:30
- [5] “CERE”[Online].Disponível em: [https://cere1980.wixsite.com/cere/about\\_us](https://cere1980.wixsite.com/cere/about_us), consultado a 2 de Fevereiro às 19:00
- [6] Santos, C. et al. (2015) ‘Transferência de Tecnologia para Causas Sociais através de VideoJogos’, *SciTecIN’15 / EPCG2015*.
- [7] Savi, R. and Ulbricht, V. R. (2008) ‘Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios’, *Dezembro*, pp. 1–10. doi: Acesso em 04/agosto/2016.
- [8] Miranda, F. S. and Stadzisz, P. C. (2017) ‘Jogo Digital: definição do termo’, (May), pp. 296–299. Available at: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/ArtesDesignShort/173500.pdf>.
- [9] Ohannessian, R. et al. (2016) ‘A systematic review of serious video games used for vaccination’, *Vaccine*. Elsevier Ltd, 34(38), pp. 4478–4483. doi: 10.1016/j.vaccine.2016.07.048.

- [10] Lau, H. M. et al. (2017) ‘Serious games for mental health: Are they accessible, feasible, and effective? A systematic review and meta-analysis’, *Frontiers in Psychiatry*, 7(JAN). doi: 10.3389/fpsy.2016.00209.
- [11] ‘AMERICA’S ARMY.’ [Online]. Disponível em <https://www.britannica.com/topic/Americas-Army.com>, consultado a 5 de Fevereiro de 2019, às 16:35
- [12] ‘AMERICA’S ARMY.’ [Online]. Disponível em <https://mmos.com/review/americas-army-proving-grounds>, consultado a 5 de Fevereiro de 2019, às 16:30
- [13] Irvine, C., Thompson, M. and Allen, K. (2005) ‘Active Learning with the CyberCIEGE Video Game’, *Federal Information Systems Security Educators’ Association Conference*, pp. 1–10.
- [14] Drummond, D. et al. (2017) ‘A systematic review of serious games in asthma education’, *Pediatric Allergy and Immunology*, 28(3), pp. 257–265. doi: 10.1111/pai.12690.
- [15] Release, F. O. R. I. (2008) ‘FATWORLD: Online Game Explores America ’ s Obesity Crisis Web Users Invited to Take the Challenge : Fit or Fat ? Live or Die ? You Decide’.
- [16] ‘FATWORLD’: [Online]. Disponível em <http://web.cs.wpi.edu/~rich/courses/imgd404x-c11/analyses/fat-world/index.html>, consultado a 8 de Fevereiro de 2019, às 9:30
- [17] ‘Re-Mission’: [Online]. Disponível em <https://www.hopelab.org/projects/re-mission/>, consultado a 8 de Fevereiro de 2019, às 22:40
- [18] Gameiro, J., Cardoso, T. and Rybarczyk, Y. (2014) ‘Kinect-Sign, Teaching Sign Language to “Listeners” through a Game’, *Procedia Technology*, 17, pp. 384–391. doi: 10.1016/j.protcy.2014.10.199.
- [19] ‘Chilli Crab’: [Online]. Disponível em <https://plugandboom.com/pt-br/blog/chilli-crab-android/>, consultado a 3 de Fevereiro de 2019, às 10:30

- [20] ‘Orchestra Game from the Magic Flute’: [Online]. Disponível em <http://solfeg.io/music-games-classroom-online/>, consultado a 2 de Fevereiro de 2019, às 11:00
- [21] ‘Instruments of the Orchestra’: [Online]. Disponível em [https://www.classicsforkids.com/music/instruments\\_orchestra.php](https://www.classicsforkids.com/music/instruments_orchestra.php), consultado a 3 de Fevereiro de 2019, às 12:00
- [22] Bordini, R. A. et al. (2014) ‘Avaliação do Protótipo de um game educacional de Música’, XIX Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE), 10, pp. 327–338. Available at: <http://www.loa.sead.ufscar.br/>.
- [23] Alaribe, I. (2015) ‘Design a Serious Game to Teach Teenagers with Intellectual Disabilities How to Use Public Transportation’, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier B.V., 176, pp. 840–845. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.548.
- [24] Carvalho, V. H. et al. (2016) ‘Total Challenge: A Serious Game for Stimulating Cognitive Abilities’, *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*, 9(1), p. 4. doi: 10.3991/ijac.v9i1.4903.
- [25] Alves, G. et al. (2018) ‘APAE GAMES: Um jogo digital como ferramenta de aprendizagem para crianças com deficiência intelectual’, (November).
- [26] Júnior, E. A. L., Miranda, A. A. B. and Santos, C. A. O. (2017) ‘The protocol of a serious game based on Virtual Reality to aid in the literacy of children with Intellectual Disability’, pp. 938–944.
- [27] Lanyi, C. S. et al. (2010) ‘User interface evaluation of serious games for students with intellectual disability’, *Computers Helping People with Special Needs*, 6179(1), pp. 227–234. doi: 10.1007/978-3-642-14097-6\_37.
- [28] Christopoulou, E. and Xinogalos, S. (2017) ‘Overview and Comparative Analysis of Game Engines for Desktop and Mobile Devices’, *International Journal of Serious Games*, 4(4), pp. 21–36. doi: 10.17083/ijsg.v4i4.194.
- [29] Diatel, M., Carvalho, M. F. de and Hounsell, M. da S. (2016) ‘MoviPensando: Um Jogo Sério para o Desenvolvimento Cognitivo e Motor de Crianças com Síndrome de Down’, XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, pp. 421–429.

# Anexo

## Formulário de teste ao Jogo Sérió para Educação de crianças com Perturbações ao Nível do Desenvolvimento Cognitivo

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

1. Olha para as imagens e faz uma cruz em todos os instrumentos que conheças ou já tenhas visto.



2. Olha para as palavras e assinala todos os instrumentos que conheças ou já tenhas ouvido.

Guitarra	Piano	Flauta	Saxofone	Trompete
Pandeireta	Harpa	Violino	Bateria	Triângulo
Trombone	Ukelele	Harmónica	Tuba	Acordeão
Xilofone	Maracas	Jembé	Tambor	Resultado: __

3. Faz uma cruz no instrumento correspondente à **Flauta**.



4. Faz uma cruz no instrumento correspondente ao **Saxofone**.



5. Quais dos instrumentos aparecem na Imagem? Faz uma cruz nas respostas certas.



Guitarra

Flauta

Bateria

Piano

6. Este grupo de instrumentos pertence a que categoria? Faz uma cruz na resposta certa.



Cordas

Percussão

Sopro

7. Este grupo de instrumentos pertence a que categoria? Faz uma cruz na resposta certa.



Cordas

Percussão

Sopro

8. Este grupo de instrumentos pertence a que categoria? Faz uma cruz na resposta certa.



Cordas

Percussão

Sopro

Resultado (%) : \_\_\_\_\_

Terapeuta: \_\_\_\_\_