



**Filipe Tavares Rodrigues**

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica  
e de Computadores

**Jogo 3D *online* para reabilitação  
de pacientes afásicos**

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

Orientador: Professor Doutor Yves Rybarczyk, Professor  
Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Coorientador: Professor Doutor João Rosas, Professor  
Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Miguel Ribeiro Pereira

Arguentes: Doutor Tiago Oliveira Machado de Figueiredo Cardoso

Vogais: Doutor João Almeida das Rosas

**Março de 2015**



**Filipe Tavares Rodrigues**

**Jogo 3D *online* para reabilitação de pacientes afásicos**

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

Orientador: Professor Doutor Yves Rybarczyk,  
Professor Auxiliar, FCT-UNL

Coorientadores: Professor Doutor João Rosas,  
Professor Auxiliar, FCT-UNL

**Março, 2015**



### **Jogo 3D *online* para reabilitação de pacientes afásicos**

Copyright © Filipe Tavares Rodrigues, 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.



## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor Yves Rybarczyk e ao Professor João Rosas pela oportunidade de realizar este projeto, pela disponibilidade, auxílio e orientação durante toda a implementação.

Ao Doutor José Fonseca pelo conhecimento relativo ao tema abordado, com fornecimento dos tipos de exercícios presentes na ferramenta e disponibilidade para responder questões relativas ao assunto.

Ao colega Ricardo Martins (responsável pelo primeiro protótipo *Lisling*) por deixar uma base sob a qual podia trabalhar.

Ao apoio do Departamento de Patologia da Linguagem e Audição (Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal, Brasil) por se oferecer a testar a aplicação.

Aos meus amigos e colegas que me acompanharam ao longo do curso, pela camaradagem e bons momentos passados.

E por último mas não menos importante à minha família, especialmente aos meus pais por me darem a oportunidade de me formar em meio a muitos sacrifícios e a minha irmã por me aturar diariamente.



## Resumo

Esta plataforma foi projetada como auxílio complementar ao processo de reabilitação de doentes afásicos lusófonos. Uma gama de exercícios são disponibilizados de forma a induzir diferentes estímulos (compreensão escrita e auditiva e expressão escrita) sendo a grande maioria destes realizados dentro de um ambiente virtual em três dimensões onde o utilizador (dependendo da tarefa) pode interagir com objetos presentes dentro de uma casa. A principal particularidade desta plataforma reside no facto desta estar alojada *online*, dispensando instalações e permitindo um acompanhamento mais próximo por parte do terapeuta da fala do progresso feito pelo paciente.

A ferramenta desenvolvida está disponível para visualização e teste no endereço [www.weblisling.net](http://www.weblisling.net).

### Palavras-chave

Afasia; plataforma *web-based*; ambiente virtual 3d; *software* de reabilitação AVC; jogos sérios.



## **Abstract**

This software platform was designed to be a complementary aid in the process of rehabilitating aphasic Portuguese speaking patients. A variety of exercises is provided to induce different kinds of *stimuli* (written and audio comprehension, writing exercises) and most of it inside a three dimensional environment, where the user (depending on the task) can interact with objects within a household. This platform main particularity lies in the fact that the software is hosted online (no installation required) and allows a closer monitoring by speech and language therapists.

The developed software tool is available for viewing and test at [www.weblisling.net](http://www.weblisling.net).

### **Keywords**

Aphasia; web-based platform; 3D virtual environment; stroke rehabilitation software; serious games.



# ÍNDICE

1. Introdução.....	1
1.1. Motivação .....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Organização da tese .....	1
2. Afasia.....	3
2.1. O que é? .....	3
2.2. Síndromes da afasia .....	3
2.3. Tratamento e recuperação .....	5
3. Estado da arte.....	9
3.1. Ferramentas terapêuticas para afasia .....	9
3.2. Ferramentas de desenvolvimento.....	19
3.3. Ferramentas para gestão de base de dados.....	22
4. Proposta .....	23
4.1. Arquitetura do sistema .....	25
5. Implementação.....	29
5.1. Interfaces.....	29
5.2. Motor de jogo.....	30
5.3. Base de dados.....	36
5.4. Tarefas e exercícios .....	38
5.4.1. Expressão escrita .....	38
5.4.2. Compreensão auditiva .....	45
5.4.3. Compreensão escrita.....	48
5.4.4. Realização de tarefas motoras .....	52
5.5. Mecanismos .....	54
5.5.1. Tratamento de texto .....	54

5.5.2. Detecção de objetos e colisões .....	54
6. Avaliação da ferramenta.....	57
6.1. Protocolo experimental .....	57
6.2. Questionário.....	57
6.3. Resultados.....	58
7. Conclusões e trabalho futuro .....	61
8. Publicações e apresentações .....	63
9. Referências .....	65
10. Anexo .....	67
10.1. Manual de utilizador.....	67
10.2. Artigo: «On the use of IT for treating aphasic patients: a 3D web-based solution» ..	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Speech Sound on Cue (Bungalow Software)</i> .....	9
Figura 2 – <i>Sights ‘n Sounds 1 (Bungalow Software)</i> .....	10
Figura 3 – <i>Sights ‘n Sounds 2 (Bungalow Software)</i> .....	10
Figura 4 – <i>Sights ‘n Sounds 2 (Bungalow Software)</i> .....	11
Figura 5 – <i>SpeechPacer (Bungalow Software)</i> .....	11
Figura 6 – <i>Aphasia Tutor 1 (Bungalow Software)</i> .....	12
Figura 7 – <i>Aphasia Tutor 2 (Bungalow Software)</i> .....	12
Figura 8 – <i>SentenceShaper 2 (Bungalow Software)</i> .....	13
Figura 9 – <i>SpeechPrism (Bungalow Software)</i> .....	13
Figura 10 – <i>Visual Confrontation Naming (Parrot Software)</i> .....	14
Figura 11 – <i>Patch Maker (Parrot Software)</i> .....	14
Figura 12 – <i>Hear and Say (Parrot Software)</i> .....	15
Figura 13 – <i>Cause and Effect (Parrot Software)</i> .....	15
Figura 14 – <i>Helpful Reader (Parrot Software)</i> .....	16
Figura 15 – <i>Antonym and Synonyms (Parrot Software)</i> .....	16
Figura 16 – <i>Functions (Parrot Software)</i> .....	17
Figura 17 – Substantivos (Expressão Escrita).....	17
Figura 18 – <i>Responsive naming (Compreensão Escrita)</i> .....	18
Figura 19 – Realização de Tarefas.....	18
Figura 20 - Arquitetura do sistema.....	25
Figura 21 - Diagrama de entidades e relacionamentos.....	26
Figura 22 - Mecanismo de verificação de texto.....	27
Figura 23 - Sensibilidade do rato.....	29
Figura 24 - Comandos para deslocamento no cenário.....	29
Figura 25 - Estrutura de níveis.....	33
Figura 26 - Associação de <i>scripts</i> ao objeto <i>First Person Controller</i> .....	34
Figura 27 - Associação de <i>scripts</i> ao objeto <i>Main Camera</i> .....	34
Figura 28 - Estrutura da tabela: (a) <i>relação_tarefa_exercicios</i> ; (b) <i>exercicios</i> ; (c) <i>tarefa</i> .....	36
Figura 29 - Esquema de comunicação <i>UnityScript-&gt;Php-&gt;Base de dados SQL</i> .....	38
Figura 30 - Substantivos (escrita do nome do objeto apresentado).....	39
Figura 31 - Verbos no infinitivo (escrita da ação desempenhada no vídeo apresentado).....	40
Figura 32 - Frases inserir nomes (escrita do nome que completa a frase apresentada). ...	41

Figura 33 - Frases erros fonológicos (escrever de forma correta a frase que foi apresentada com erros)... 43	43
Figura 34 - Textos inserir nomes (escrita dos nomes que completam o texto apresentados). .. 44	44
Figura 35 - Textos interpretação (resposta a questões sobre o texto apresentado)..... 45	45
Figura 36 - Identificação de objetos (seleção dos objetos mencionados por áudio). ..... 46	46
Figura 37 - Frases sim/não (responder de forma positiva ou negativa a afirmações áudio)... 47	47
Figura 38 - Emparceirar nome (seleção do objeto a que corresponde a palavra apresentada)..... 49	49
Figura 39 - <i>Responsive naming</i> (completar frase escrita selecionando-se uma de quatro opções). 50	50
Figura 40 - Palavra intrusa (seleção da palavra que não se encaixa no grupo apresentado – ex.: estendal).. 51	51
Figura 41 - Frases sim/não (responder de forma positiva ou negativa à afirmação escrita apresentada)... 52	52
Figura 42 - Realização de Tarefas simples (seleção e movimentação de objetos consoante ordens áudio)...53	53
Figura 43 - Ilustração da detecção/colisão. .... 55	55
Figura 44 - Média de tempo de utilização da ferramenta. .... 58	58
Figura 45 - Média de resultados obtidos no questionário (questões 2-11)..... 59	59
Figura 46 - Média dos módulos da ferramenta..... 59	59
Figura 47 - Média do questionário ao paciente. .... 60	60

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das afasias.....	5
Tabela 2: Tabela comparativa das ferramentas terapêuticas no tratamento da afasia....	19
Tabela 3: Tabela comparativa dos motores de jogo e <i>software</i> de modelação.....	21
Tabela 4: Descrição dos ficheiros <i>Unity</i> da aplicação.....	30
Tabela 5: Lista de <i>scripts</i> de comunicação com a base de dados e de temporização.....	35



## LISTA DE ACRÓNIMOS

AVC – acidente vascular cerebral.

*Browser* – navegador da internet.

2D e 3D – representação espacial a duas dimensões e a três dimensões respetivamente.

PC – *Personal Computer* ou computador pessoal.

SQL – *Structured Query Language* é linguagem de pesquisa para bases de dados relacionais.

PHP – *Hypertext Preprocessor* é uma linguagem usada para escrever *scripts* do lado do servidor e desenvolver conteúdo web.

SGBD – sistema de gestão de base de dados.

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Motivação

Afasia é um distúrbio de linguagem resultante de uma lesão no cérebro responsável pelo processamento da linguagem. Dependendo da gravidade, o doente pode possuir um discurso pouco fluente ou sem sentido e compreensão linguística bastante limitada [1].

Em Portugal, a primeira causa de morte é o acidente vascular cerebral (AVC), sendo este a causa mais comum da afasia. Estudos realizados indicam que 50% dos sobreviventes de AVC adquirem problemas de ordem linguística (afasia), que é um número preocupante e é sabido que o processo de reabilitação é bastante lento (anos, décadas e em alguns casos irreversível) [2] [3].

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento de uma plataforma *online* constituída por uma ferramenta terapêutica que sirva de auxílio complementar à reabilitação de um paciente afásico lusófono. Esta oferecerá diferentes exercícios de ordem linguística, sendo a grande maioria destes realizados dentro de um ambiente virtual a três dimensões de um apartamento, onde se poderá interagir com os objetos domésticos com intuito de tornar o tratamento o mais natural possível.

A aplicação estará integrada numa página *web*, permitindo dessa forma uma maior autonomia por parte do utilizador, sendo que este poderá realizar as tarefas no horário que lhe for mais conveniente, com ou sem supervisão, e no conforto do lar. Outra vantagem intrínseca à solução *online* é a possibilidade de todos os dados do progresso do paciente permanecerem registados para posterior análise (tanto por parte do terapeuta como por parte do próprio paciente), podendo-se dessa forma adaptar a carga e tipo de exercícios mais adequado ao paciente. Um fator importante da ferramenta é a componente motivação, em que os exercícios estão pensados de forma a estimular o paciente a se superar continuamente.

## 1.3. Organização da tese

O segundo capítulo desta tese está assente sob o tópico da afasia, começando pela sua descrição, passando pela caracterização das diversas variantes desta e finalizando com os tipos de tratamentos adotados (tradicionais e computacionais).

No terceiro capítulo são apresentadas algumas ferramentas terapêuticas utilizadas por pacientes afásicos com uma breve comparação entre estas; e igualmente neste capítulo são mencionadas diversas soluções atuais de ferramentas de desenvolvimento capazes de produzir bons resultados.

No quarto capítulo a proposta idealizada é apresentada, definindo-se o tipo de *software* que se pretende desenvolver estabelecendo-se critérios, objetivos, escolha das ferramentas de desenvolvimento mais adequadas ao projeto e uma descrição geral do tipo de tarefas que abrangem as quatro áreas da linguagem.

O quinto capítulo contém todas as partes integrantes da aplicação desenvolvida desde a sua arquitetura, mecanismos de funcionamento e descrição detalhada dos exercícios presentes nesta ferramenta.

No sexto capítulo é apresentada a avaliação da ferramenta por parte de terapeutas da fala sob resposta de um questionário.

## 2. AFASIA

### 2.1. O que é?

A afasia é um distúrbio de comunicação resultante de danos em áreas do cérebro responsáveis pelo processamento da linguagem, nomeadamente no hemisfério esquerdo do cérebro, mas caso ocorram lesões no hemisfério direito outras limitações sem ser do foro linguístico se manifestam [2] [6].

A causa mais comum dos danos cerebrais é o acidente vascular cerebral (AVC ou trombose). Contudo, qualquer doença que possa afetar partes do cérebro que controlam a linguagem podem originar afasia, tais como tumores cerebrais, infeções ou até mesmo traumatismos cranianos. A afasia pode causar dificuldades em falar, ouvir, ler e escrever, mas não afeta a inteligência de um indivíduo e conforme dito anteriormente esta pode provocar outras limitações, tais como dificuldades motoras [2] [6].

### 2.2. Síndromes da afasia

Para tratar um paciente da forma mais adequada, é necessário diagnosticar e caracterizar cuidadosamente a sua condição, determinando assim quais são as suas limitações (sejam essas linguísticas ou motoras) procedendo-se assim ao tratamento mais adequado a cada paciente específico, reforçando-se assim o conceito de que cada caso é um caso. [7]. Os testes são feitos por um terapeuta da fala e consistem em provas de análise de discurso, nomeação de objetos por confrontação visual, repetição de palavras e compreensão de ordens simples. Posteriormente, será determinado que tipo de síndromes se enquadram na condição do paciente [7].

- **Afasia motora ou de Broca**

Caracterizada pelo discurso pouco fluente e redução do comprimento das frases (geralmente menos de quatro palavras) ou com erros frequentes. O indivíduo expressa-se principalmente através de substantivos e verbos abdicando das palavras funcionais (preposições e conjunções). O paciente consegue passar a mensagem através de frases simples, mas apresenta dificuldades quando é necessário o uso de declarações gramaticais complexas [8].

Este tipo de afasia afeta a área motora do cérebro responsável pela vocalização e articulação das palavras, ou seja, apesar da parte de compreensão da linguagem se manter intacta, este não consegue vocalizar a informação da forma que pretende, sendo a leitura em voz alta impossível [9].

- **Afasia de Wernicke ou Jarganofasia**

Neste tipo de afasia, devido a lesões na área de Wernicke, surgem perturbações ao nível da compreensão da linguagem, sendo estas proporcionais ao dano no cérebro na referida área. Em

contrapartida, a linguagem falada é fluente em termos de articulação das palavras, tom e com comprimentos de frases dentro do padrão considerado normal. Contudo, as frases formadas pelo paciente são sem sentido, com uso incorreto das palavras, por exemplo trocar palavras (irmã em vez de mãe – parafrasia verbal), erros fonéticos (troca de letras numa palavra – parafrasia fonética) e por vezes existe a inclusão nas frases de palavras incompreensíveis/inventadas [9] [8] [1].

Devido às limitações em termos de fazer passar a mensagem ao outro interveniente da conversa, muito dificilmente o paciente conseguirá manter uma conversa coerente [9].

- **Afasia de condução**

É um tipo de afasia relativamente incomum, tendo características similares à de um paciente com afasia de Wernicke. Contudo, existe uma melhor capacidade de compreensão da linguagem (nomeadamente compreensão auditiva) na afasia de condução, pois o paciente tem noção dos erros que comete, ao contrário de um paciente com afasia de Wernicke [9].

Resumindo as características, estas passam pela fala espontânea fluente, compreensão auditiva preservada, dificuldades na procura de palavras e na repetição, parafrasia, discurso repleto de pausas e défices que podem ser variáveis em termos de leitura e escrita [8].

- **Afasia anómica**

A capacidade de leitura, escrita e compreensão auditiva de um paciente com este tipo de afasia continuam intactas, porém este possui dificuldade na nomeação (ex.: nomear objetos), discurso fluente com pausas (dificuldade na procura de palavras) [8].

O paciente, quando deparado com um bloqueio que não o permite nomear, consegue ultrapassar a situação descrevendo a função ou a descrição do que pretende. Comparada com outros tipos de afasia, esta é que apresenta melhor prognóstico em termos de recuperação [8].

- **Afasia Global**

Este tipo de afasia compromete gravemente todos os campos da linguagem, em que a capacidade de falar, ouvir, ler, escrever encontra-se extremamente prejudicada. A compreensão auditiva é muito limitada e, em termos de discurso, apenas algumas expressões são compreensíveis [8].

- **Afasia transcortical motora**

Pacientes com este tipo de afasia possuem boa compreensão auditiva, escrita e no âmbito da repetição as suas competências mantêm-se intactas. Em contrapartida, o seu discurso é limitado e pouco fluente (a sintaxe quando em comparação com a afasia de Broca não é tão má) [8].

- **Afasia transcortical sensorial**

Existe um comprometimento em todas as modalidades da linguagem, apresentando grande dificuldade na comunicação (a sintaxe ainda assim é melhor que na afasia de Broca) e relativamente à capacidade de repetição, esta mantém-se intacta. Contudo, o paciente não a entende.

- **Afasia transcortical mista**

Conforme o nome indica, esta possui características tanto da transcortical motora como da transcortical sensorial, mais concretamente, dificuldade no discurso (não fluente) e compreensão da linguagem comprometida, mas com capacidade de repetição ílesa [7].

- **Classificação das afasias**

Após as descrições anteriormente citadas dos tipos de afasia, uma análise mais sintética está esboçada na Tabela 1, em que se apresenta uma comparação entre as afasias em termos de fluência, compreensão, nomeação e repetição.

**Tabela 1: Classificação das afasias [7]**

<b>CLASSIFICAÇÃO DAS AFASIAS</b>				
<b>TIPO DE AFASIA</b>	<b>FLUÊNCIA</b>	<b>COMPREENSÃO</b>	<b>NOMEAÇÃO</b>	<b>REPETIÇÃO</b>
Global	Não fluente	Perturbada	Perturbada	Perturbada
Broca	Não fluente	Normal	Perturbada	Perturbada
Transcortical mista	Não fluente	Perturbada	Perturbada	Normal
Transcortical motora	Não fluente	Normal	Perturbada	Normal
Wernicke	Fluente	Perturbada	Perturbada	Perturbada
Condução	Fluente	Normal	Perturbada	Perturbada
Transcortical sensorial	Fluente	Perturbada	Perturbada	Normal
Anômica	Fluente	Normal	Perturbada	Normal

### 2.3. Tratamento e recuperação

A afasia é diagnosticada pelos terapeutas da fala nos estágios agudos iniciais que se seguem a um acidente vascular cerebral, sendo esta fase de extrema importância para o paciente. Estudos científicos corroboram que começar a terapia no período inicial, ou seja nos primeiros três meses que sucedem ao traumatismo (fase aguda), e de forma intensa, duplicam a eficácia em termos de recuperação espontânea e a longo prazo. Iniciar o tratamento após esse período, na fase subaguda (entre 3 a 12 meses) e na fase crónica (> 12 meses) apresentam resultados inferiores (embora possam ser significativos) [10].

- **Métodos tradicionais**

Todo o tipo de tratamento associado à afasia coloca em primeiro lugar as necessidades básicas de comunicação do paciente, com o foco dirigido às limitações específicas desse mesmo indivíduo.

O objetivo final da terapia é nada mais do que tornar o paciente apto às tarefas básicas de comunicação com que este se depara na sua vida diária [11]. Sob a luz do tratamento tradicional estão documentados oito tipos de abordagens diferentes no processo de terapia da afasia [12], sendo estes descritos desta forma:

- Método didático – emprega a mesma técnica usada para ensinar crianças, nomeadamente a gramática, a leitura e a escrita. Permitindo assim que este reaprenda a linguagem de forma progressiva.
- Método de modificação comportamental – é visto como um processo de reaprendizagem assente sob a psicologia comportamental, ou seja, no método de como as coisas devem ser aprendidas (estímulo-resposta).
- Método da estimulação – a abordagem passa pela noção de que através do estímulo adequado, as capacidades de linguagem que continuam preservadas possam estar ao dispor do paciente.
- Método da reorganização funcional – esta teoria foca-se na necessidade do paciente se servir das suas capacidades que não sofreram danos, de forma a superar as faculdades prejudicadas.
- Método pragmático – aqui o tratamento da afasia é assente não apenas no aspeto da linguagem, mas engloba todos os aspetos da comunicação, tal como o uso de habilidades não linguísticas para compensar o défice linguístico.
- Método neoclássico – Este método tem como objetivo o condicionamento das funções neurais através das conexões estímulo-resposta.
- Método neurolinguístico – pretende incorporar a teoria linguística gerativa no processo de terapia, com foco sobretudo nos aspetos lexicais e sintáticos.
- Método da neuropsicologia cognitiva – tem por base modelos de processamento de informações de comportamento normal da linguagem. Os processos são derivados da psicolinguística experimental e através dos padrões de sucesso e fracasso dos pacientes revelam o processo de funcionamento da linguagem.

- **Tecnologias da Informação como tratamento**

Atualmente graças ao crescimento e evolução da tecnologia, vários processos na terapia de um paciente com afasia podem ser acompanhados por um computador, o que auxilia a prática

clínica [13]. Está comprovado por diversos estudos que o uso de tecnologias de informação como auxiliar de terapia são uma mais-valia e com resultados bastante positivos [4].

Mas tal como acontece em qualquer tipo de tratamento, também existem vantagens e desvantagens no que se refere ao uso de computadores, as quais estão descritas em seguida.

#### Vantagens:

- Demonstra eficácia em melhorar as competências linguísticas dos indivíduos com afasia.
- Grande flexibilidade e autonomia nas sessões de terapia. Esta pode ser feita no conforto do lar na hora que o paciente desejar. Tem por consequência económica a possibilidade de diminuir as deslocações ao hospital e assim facilitar a gestão clínica dos doentes.
- Aumenta a quantidade de tempo dedicado à reabilitação, pois sabe-se que quanto mais intensa é a reabilitação, melhor serão as hipóteses de recuperação, nomeadamente na fase aguda [10].
- Graças ao acesso à internet, os exercícios podem ser realizados *online*, sem qualquer necessidade de instalação do *software* no computador local, sendo os progressos do paciente guardados para análise e consoante os resultados o terapeuta sugere os exercícios a serem realizados pelo paciente.
- O paciente tem acesso imediato aos resultados, e pode agir mediante estes, servindo como forma de incentivo e superação de tentar sempre fazer melhor (a motivação é um fator importante neste tipo de terapia).
- As tecnologias existentes permitem a recriação de ambientes a três dimensões, o que transmite ao utilizador uma noção mais autêntica de situações com que este se pode deparar ao longo do dia, ao contrário dos métodos tradicionais em que se usa apenas imagens.

#### Desvantagens:

- Nem todos os indivíduos estarão receptivos a usar computadores, pois como em qualquer tecnologia esta requer um tempo de aprendizagem (nem toda a gente possui conhecimentos no uso de um computador) e por vezes alguns profissionais de reabilitação não se sentem confortáveis a utilizá-lo.
- Os computadores não conseguem substituir a comunicação e a interação humana, e por vezes o apoio moral por parte do computador pode não ser suficiente.

- Nem toda a população usufrui de um computador pessoal devido a razões económicas.
- O acesso à internet e aos computadores em geral não estão sempre adaptados para indivíduos com deficiências.
- Como existe a possibilidade de se realizar os exercícios sem supervisão, a motivação para se proceder à execução das tarefas disponíveis depende exclusivamente do indivíduo e dos seus familiares.
- Funciona como terapia complementar, nunca se dispensando o acompanhamento do paciente por parte de um profissional da terapia da fala.

Estando exposto o contexto da afasia, as suas síndromes e tratamentos, pode-se constatar as dificuldades pelas quais um paciente que padece desta condição atravessa. Tendo em conta a situação específica de cada paciente, terá de ser adotado o método mais adequado a este consoante as instruções do terapeuta da fala.

O capítulo que se segue irá descrever algumas ferramentas tecnológicas utilizadas tanto na reabilitação da afasia como no desenvolvimento de jogos e gestão de bases de dados.

### 3. ESTADO DA ARTE

#### 3.1. Ferramentas terapêuticas para afasia

Esta secção destina-se a apresentar as diversas alternativas presentes no mercado alusivas a ferramentas terapêuticas no campo da afasia, sendo estas maioritariamente implementadas para a língua inglesa, o que não se enquadra nas necessidades da população lusófona. Contudo a gama de exercícios providenciados por estas servem de exemplo para futuras implementações, pois têm por base tipos de práticas semelhantes aos métodos utilizados pelos especialistas da terapia da fala.

- ***Bungalow Software***

*Bungalow Software* implementa e vende *software* para terapia da fala. Foi fundada em 1995 como forma de suprir a necessidade de um dos fundadores (terapeuta da fala), que desejava utilizar um programa que permitisse aos seus pacientes praticar os exercícios de forma autónoma em casa. A maior parte dos programas foram desenvolvidos pelos fundadores e necessitam de instalação no computador local.

Seguidamente faz-se uma breve descrição de alguns dos produtos disponíveis da *Bungalow Software* [14].

- *Speech Sounds on Cue* – constituído por vídeos que auxiliam o paciente na expressão oral, seja na pronúncia de letras ou palavras. Neste exercício um modelo de boca é apresentado em conjunto com uma descrição com a forma de articulação correta (figura 1).



**Figura 1 – *Speech Sound on Cue* (*Bungalow Software*).**



- *Number 'n Sounds* – É apresentado um número, sua respectiva escrita por extenso e áudio. Cabe ao paciente falar/gravar o número desejado para comparação com o áudio disponível (figura 4).

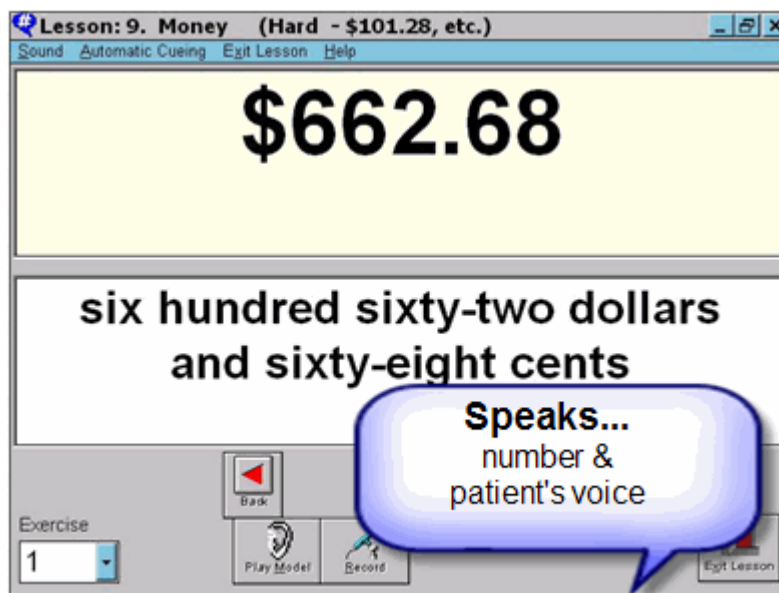


Figura 4 – *Sights 'n Sounds 2* (Bungalow Software).

- *SpeechPacer* – Ajuda o indivíduo a controlar a velocidade do seu discurso. Neste exercício é apresentado um texto que o paciente terá de ler, mas este deverá pronunciar a palavra apenas quando esta estiver em destaque (como mostra a figura 5), conseguindo-se dessa forma moderar a celeridade da elocução.

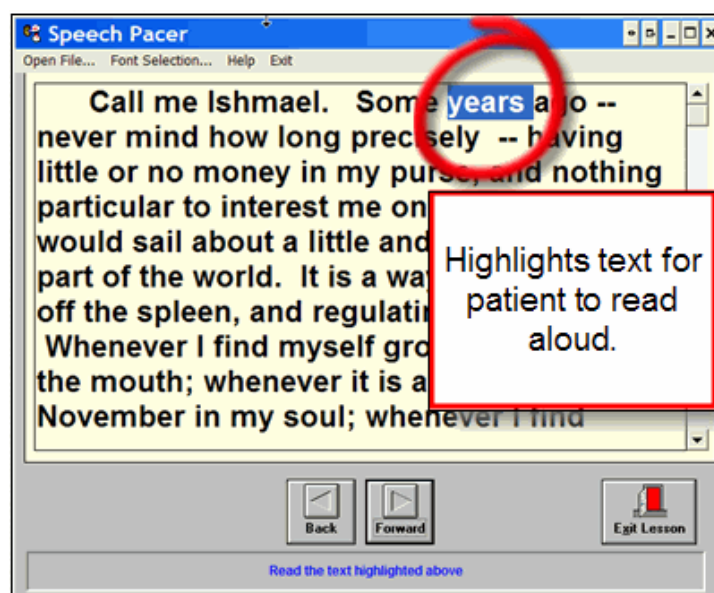
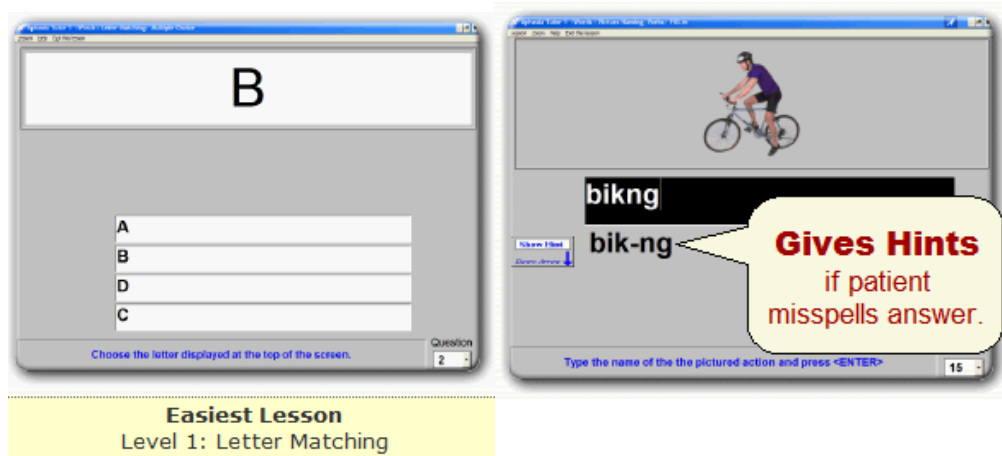


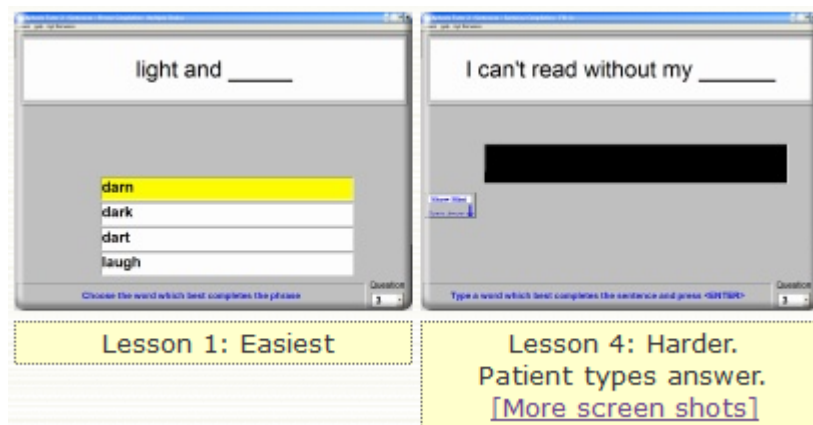
Figura 5 – *SpeechPacer* (Bungalow Software).

- *Aphasia Tutor 1* – Este exercício melhora o reconhecimento e recuperação de letras e palavras. O programa mostra uma letra, palavra e imagem, e o paciente terá de escolher a resposta correta ou escreve-la (consoante a dificuldade escolhida). Um exemplo está ilustrado na figura 6.



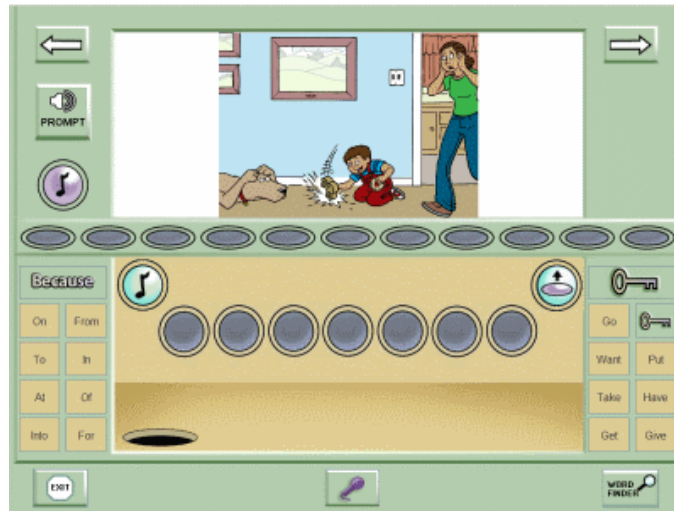
**Figura 6 – Aphasia Tutor 1 (Bungalow Software).**

- *Aphasia Tutor 2* – Similar ao exercício descrito anteriormente. A única diferença consiste apenas no facto de estar assente em frases e não apenas em palavras isoladas, mas os tipos de resposta são idênticos. Conforme exemplificado na figura 7, o utilizador terá de escolher a resposta correta (através da lista de opções) ou então proceder à escrita desta.



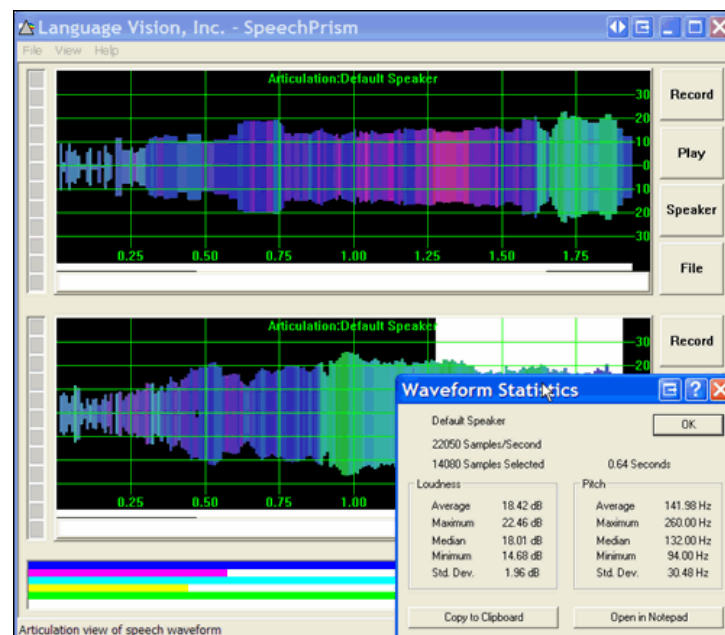
**Figura 7 – Aphasia Tutor 2 (Bungalow Software).**

- *SentenceShaper 2* – Considerada a ferramenta mais desafiadora (pelo grupo *Bungalow*) para os utilizadores. Este funciona como um processador de palavras e permite ao paciente construir frases, usando botões com palavras, imagens ou modelos pré-construídos (figura 8).



**Figura 8 – *SentenceShaper 2* (Bungalow Software).**

- *SpeechPrism* – É uma ferramenta de análise de voz que contém dados estatísticos como média, máximo, mínimo, etc. Utilizada para análise de vogais e consoantes, esta ferramenta disponibiliza duas vistas: uma com um sinal modelo e outra com o gravado pelo paciente e analisando-se os dados pode-se comparar as diferenças (figura 9).



**Figura 9 – *SpeechPrism* (Bungalow Software).**

- **Parrot Software**

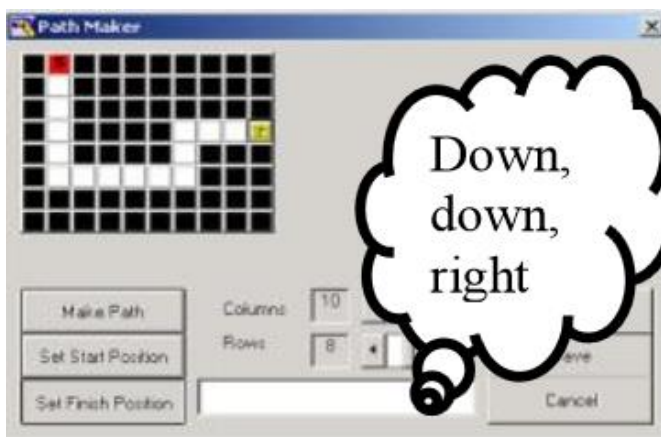
É um programa que possui uma grande diversidade de ferramentas que podem ser acessadas através de um portal *online*, ou caso assim o paciente o deseje através de um CD. Este programa é utilizado pela maior parte dos hospitais dos Estados Unidos e do Canadá, tendo sido o negócio iniciado em 1981 e está disponível em inglês e espanhol. Algumas das ferramentas do *Parrot Software* disponíveis serão descritas seguidamente [15].

- *Visual Confrontation Naming* – Esta ferramenta é destinada a pacientes que têm dificuldades em identificar objetos pelo nome. Nesta, é apresentada uma fotografia de um objeto e o paciente terá de escrever o objeto em questão (figura 10).



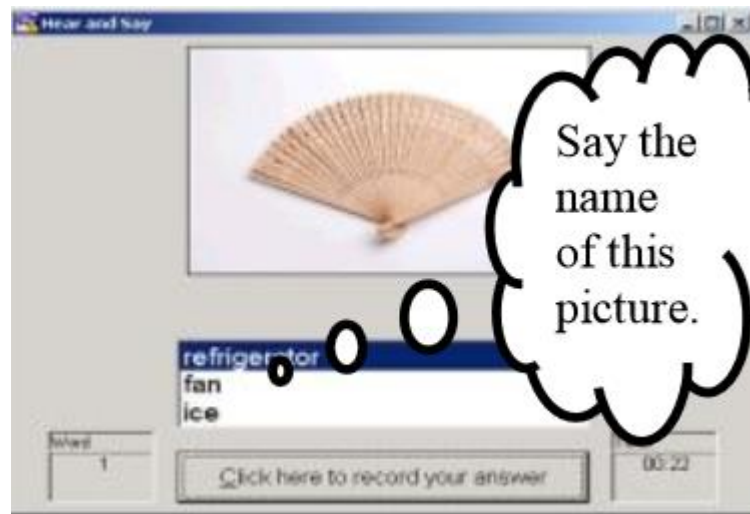
**Figura 10 – Visual Confrontation Naming (Parrot Software).**

- *Patch Maker* – Este programa serve-se de reconhecimento de voz para a sua execução. É pedido ao paciente que navegue através de um labirinto através de ordens verbais como cima, baixo, esquerda e direita (figura 11). O labirinto pode ser modificado tal como as instruções verbais.



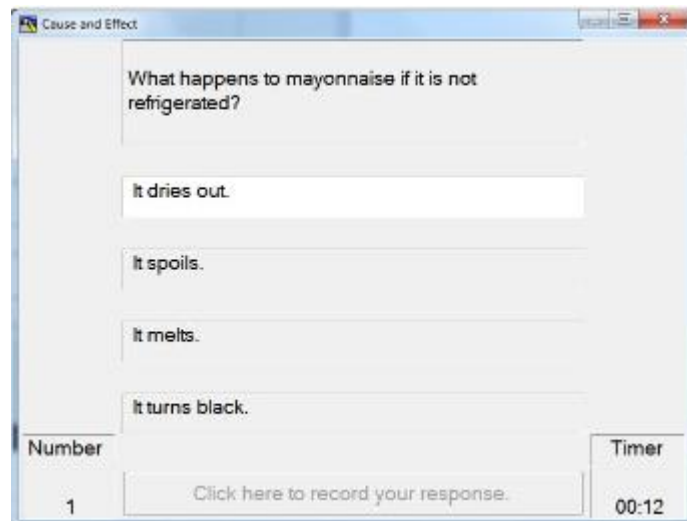
**Figura 11 – Patch Maker (Parrot Software).**

- *Hear and Say* – É pedido ao paciente que identifique o objeto apresentado na fotografia, a resposta pode ser dada de forma verbal, com rato (escolha múltipla – exemplificado na figura 12) ou de forma escrita.



**Figura 12 – *Hear and Say* (Parrot Software).**

- *Cause and Effect* – Esta ferramenta pretende trabalhar o pensamento lógico por parte do paciente, neste caso mais concretamente, a relação causa e efeito. É apresentada uma questão, por exemplo “O que acontece se a maionese não estiver no frigorífico?”, serão então dadas quatro hipóteses de escolha ao utilizador (figura 13).



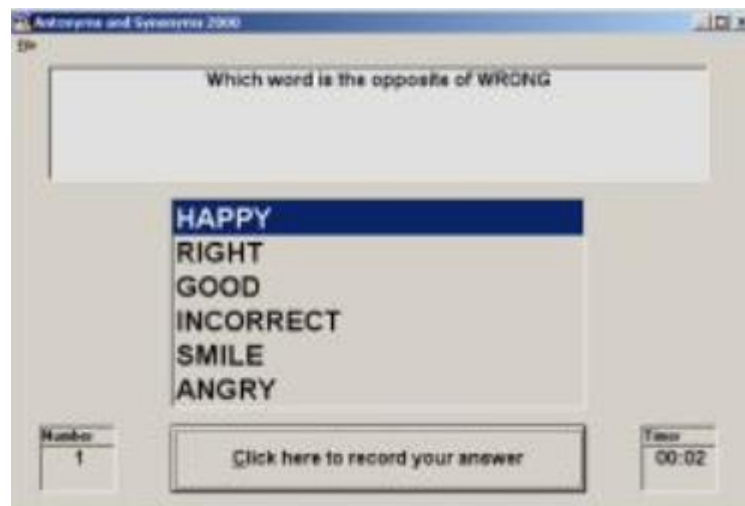
**Figura 13 – *Cause and Effect* (Parrot Software).**

- *Helpful Reader* – É dada a um paciente com dificuldades na leitura uma ferramenta capaz de transformar texto escrito em texto falado (figura 14).



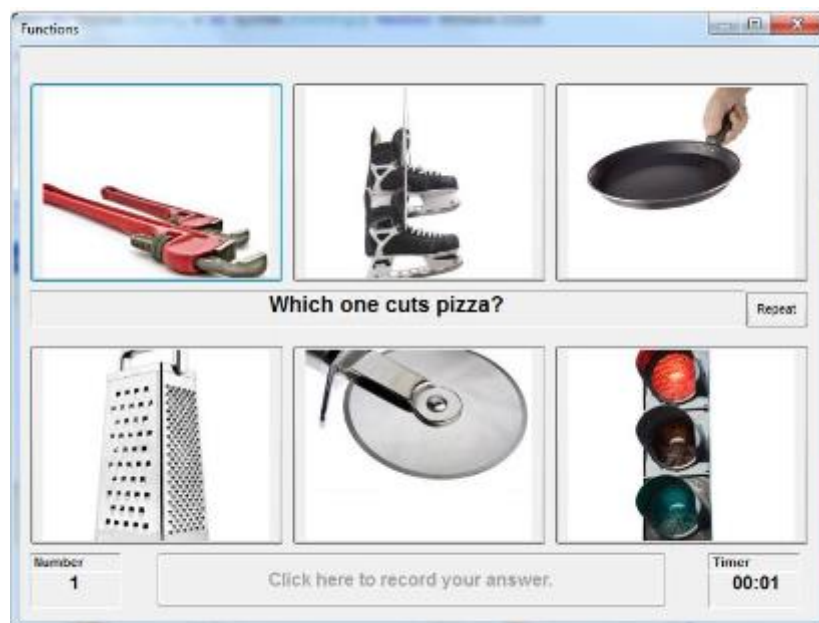
**Figura 14 – *Helpful Reader* (Parrot Software).**

- *Antonym and Synonyms* – É pedido ao utilizador que identifique o antónimo ou sinónimo da palavra exibida, servindo-se da lista de palavras apresentadas (figura 15).



**Figura 15 – *Antonym and Synonyms* (Parrot Software).**

- *Functions* – Um conjunto de fotografias são exibidas, tendo o paciente a missão de associar uma destas à função descrita pela frase apresentada (figura 16).



**Figura 16 – Functions (Parrot Software).**

- **Lisling**

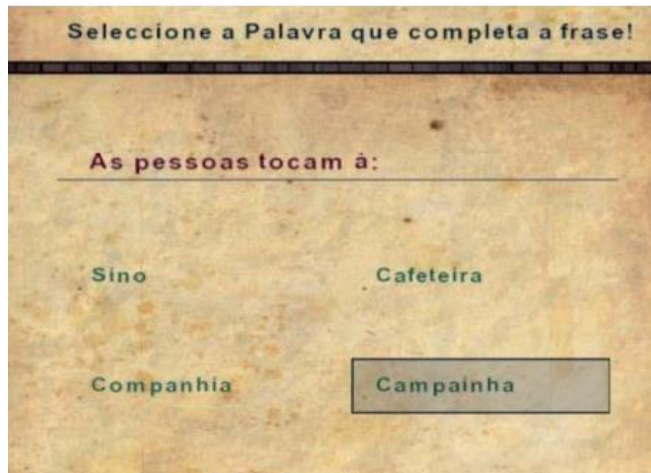
Esta ferramenta foi um primeiro protótipo desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Eletrotécnica (FCT/UNL) para a reabilitação de pessoas com afasia. Está voltado exclusivamente para população lusófona e dispõe de funcionalidades similares à plataforma apresentada no âmbito desta tese na execução dos exercícios. Porém, está limitado a uma instalação local. Seguem-se alguns tipos de exercícios oferecidos pela aplicação em questão [16]:

- Substantivos (Expressão Escrita) – Neste exercício é pedido ao paciente que digite o nome do objeto em três dimensões exibido (figura 17).



**Figura 17 – Substantivos (Expressão Escrita).**

- *Responsive Naming* (Compreensão Escrita) – É dada ao paciente a tarefa de completar uma frase, servindo-se de uma lista de palavras disponíveis conforme mostra a figura 18.



**Figura 18 – Responsive naming (Compreensão Escrita).**

- Realização de Tarefas – Integrada num ambiente 3D, é solicitado ao utilizador que execute certas tarefas motoras dentro de uma divisão de uma casa (figura 19).



**Figura 19 – Realização de Tarefas.**

Na tabela que se segue (Tabela 2) está descrita uma comparação entre as ferramentas terapêuticas em termos de idiomas suportados, computação gráfica, acesso (instalação em um computador local ou através de um browser da internet) e por fim o campo da avaliação da expressão oral (embora seja importante, os desenvolvimentos na área estão ainda muito rudimentares).

**Tabela 2: Tabela comparativa das ferramentas terapêuticas no tratamento da afasia**

	<b>Idiomas</b>	<b>Computação gráfica</b>	<b>Acesso</b>	<b>Expressão oral</b>
<i>Bungalow</i>	Inglês	2D	Local	Pobre
<i>Parrot</i>	Inglês / Espanhol	2D	Local e remoto	Razoável
<i>Listling</i>	Português	3D e 2D	Local	Inexistente

### 3.2. Ferramentas de desenvolvimento

Para desenvolver um ambiente virtual a três dimensões é necessário utilizar um motor de jogo e *software* de modelação. Primeiramente com o *software* de modelação criam-se modelos a três dimensões que representam objetos do mundo real que posteriormente serão importados para o motor de jogo, que é a ferramenta de desenvolvimento de um jogo que vai permitir ao utilizador interagir com um ambiente virtual. De seguida serão apresentados os motores de jogo e ferramentas de modelação mais populares e usados no mercado.

- ***Autodesk 3ds Max***

É uma ferramenta de modelação que fornece funcionalidades que permitem a criação de modelos a três dimensões e animações. Bastante usado por profissionais da área, é já um programa bastante desenvolvido e eficiente, pois permite realizar operações complexas de forma simplificada o que aumenta a sua produtividade. Por se tratar de um programa popular, existe bastante documentação, tutoriais e modelos pré-construídos, o que facilita o processo de familiarização. Contudo, o preço deste está fixado em 3675 \$ (USD), sendo a versão para fins académicos livre de qualquer encargo [17].

- ***Autodesk Maya***

Pertencente igualmente à *Autodesk* esta ferramenta é comparativamente semelhante à referida anteriormente. A diferença é que esta está mais focada para a realização de animações e não tanto para a criação de jogos e apresenta uma interface de utilizador menos intuitiva. A animação dos personagens é mais simples de se realizar nesta e, em termos de modelação pode-se conceber objetos mais complexos. Quanto ao custo, este é idêntico ao do *3ds Max* ou seja 3675 \$ (USD) para a versão comercial e gratuita para fins académicos [18].

- ***Blender***

*Blender* é uma aplicação gratuita que permite a criação de modelos a três dimensões para uso em motores de jogo, inclusive o seu próprio. Esta permite a exportação para outros motores de jogo. Tem integradas componentes de física, tais como colisões, gravidade, fluídos e partículas

(fogo, fumo, etc.). Possibilita desenvolvimento de *scripts* em *Python* para controlo avançado e inteligência artificial e suporta *OpenGL*. Talvez por se tratar de uma ferramenta para uso livre (*open source*), certos aspetos como a intuição e facilidade de uso ainda não estão muito polidas. Contudo, existe documentação e tutoriais de aprendizagem e iniciação nesta ferramenta de *software* [19].

- ***CryEngine***

*CryEngine* é a primeira solução PC, *Playstation 4*, *Playstation 3*, *Xbox One*, *Xbox 360* e *Wii U* para desenvolvimento de jogos da próxima geração. Permite gráficos de alto nível, física realística, inteligência artificial e criação intuitiva de *scripts* através de ferramentas visuais. Por ser uma ferramenta tão poderosa, diversos estúdios a utilizam e famosos jogos tais como *FarCry*, *Crysis*, *Ryse* foram desenvolvidos com esta ferramenta. Em termos de linguagem de programação, esta aceita C++ e Lua. Relativamente ao custo, este agora possui duas modalidades, uma de licença completa (preço mediante subscrição e apresentação do projeto que se deseja desenvolver) que pelas versões anteriores os valores situavam-se em volta de 1.2 milhões de dólares americanos e outra mais leve em que se pode obter uma licença através do *Steam* (plataforma de distribuição de direitos digitais) de um mês por 9.90 \$ (USD), de três meses por 9.00 \$/mês (USD) e de seis meses por 8.33 \$/mês (USD) [20] [21]. Todavia até à versão 3.58, sob o nome *CryEngine Free SDK*, este estava livre para uso não comercial.

- ***Unity3D***

*Unity3D* é um puro motor de jogo. Não permite a criação de modelos complexos e apenas se serve de objetos primitivos. Contudo, suporta a importação de modelos concebidos em distintas ferramentas de modelação. Existem dois tipos de versões disponíveis do *Unity3D*, uma versão gratuita que permite o desenvolvimento de jogos para as plataformas PC (*Windows* e *Linux*), *Mac* e dispositivos móveis (*IOS*, *Android*, *Windows Phone*, *Blackberry*) e outra versão paga, *Unity3D Pro*, que tem suporte para consolas de videojogos (1500 \$ ou 75 \$/mês). Por ser uma ferramenta bastante acessível, relativamente poderosa e de uso intuitivo, os ditos *indie game developers*<sup>1</sup> são os principais clientes. O tempo de familiarização é comparativamente mais rápido em relação a outros programas, isto tudo assente numa base de documentação, tutoriais de aprendizagem e uma comunidade de utilizadores solidária [22].

- ***Unreal Engine***

É uma ferramenta completa e poderosa para a conceção de jogos de alta qualidade em diversas plataformas, possuindo funções avançadas em termos de física de objetos, interface do utilizador, criação de níveis, animações, gráficos, etc. A nova versão *Unreal Engine 4* está

---

<sup>1</sup> Programadores de jogos que não dependem de apoio financeiro de distribuidoras de videojogos.

disponível de forma gratuita para fins acadêmicos, e para uso comercial pela quantia de 19 \$/mês mais 5% das receitas do jogo desenvolvido. Tal como as outras ferramentas descritas anteriormente, esta possui uma grande comunidade e diversa documentação e tutoriais [23]. Diversos estúdios de desenvolvimentos conceituados servem-se deste motor de jogo para a criação de seus jogos tendo por exemplo entre os seus títulos *Batman Arkham Knight*, *Devil May Cry* e *Gears of Wars*.

As diversas ferramentas de desenvolvimento supracitadas estão ilustrada na Tabela 3, nesta se poderá constatar de uma forma mais simplificada as diferenças em termos de custo, modelação, motores de jogo, plataformas e facilidade de uso.

**Tabela 3: Tabela comparativa dos motores de jogo e *software* de modelação**

	<b>Custo</b>	<b>Modelação</b>	<b>Motor de Jogo</b>	<b>Plataformas</b>	<b>Facilidade de uso</b>
<b>3ds Max</b>	-Gratuito (propósitos académicos) - 3675 \$	Sim	Não		Complexo
<b>Maya</b>	-Gratuito (propósitos académicos) - 3675 \$	Sim	Não		Muito Complexo
<b>Blender</b>	Gratuito	Sim	Razoável	PC, MAC, <i>Linux</i>	Pouco Intuitivo
<b>CryEngine</b>	- Gratuito (versão 3.58) - 9.90 \$/mês (1 mês de licença). - 9.00 \$/mês (3 meses de licença). - 8.33 \$/mês (6 meses de licença). -Versão completa (preço sob consulta).	Não	Excelente	PC, PS3 e PS4, Xbox One e 360, Wii U e Wii	Complexo
<b>Unity3D</b>	- Gratuito. -Versão Pro (1500 \$ ou 75 \$/mês).	Não	Muito Bom	PC, PS3/PS4, XboxOne/360, dispositivos móveis, <i>webplayer</i>	Intuitivo e fácil de usar
<b>Unreal Engine</b>	-Gratuito (propósitos académicos) - 19 \$/mês + 5% dos lucros.	Não	Excelente	PC, PS3 e PS4, Xbox One e 360, Wii U e Wii, <i>Android e IOS</i>	Complexo (+ intuitivo que o <i>CryEngine</i> )

### 3.3. Ferramentas para gestão de base de dados

Quando se trata de gestão de bases de dados relacionais, o sistema livre (*open source*) mais utilizado no mundo é o MySQL que funciona como um servidor que fornece acesso multiutilizador.

Através do uso de aplicações cliente para de gestão das referidas bases de dados, deixa de ser necessário executar comandos SQL (*Structured Query Language*). Alguns exemplos dessas ferramentas estão descritos de seguida.

- ***phpMyAdmin***

Tratando-se de gestão de MySQL (admite igualmente *MariaDB* e *Drizzle*) o *phpMyAdmin* é a ferramenta mais popular. Esta serve-se do navegador da internet para a sua utilização, tendo o suporte da grande maioria das empresas de alojamento *online* que utilizam PHP e MySQL. Este executa tarefas como criar, modificar ou apagar bases de dados, conceção de tabelas, inserção de campos e gestão de utilizadores e seus privilégios de acesso [24].

- ***SQL Buddy***

Este é extremamente fácil de instalar e possui uma interface do utilizador simples de usar para gestão de bases de dados em MySQL e SQLite. Operações de criar, modificar ou apagar bases de dados estão presentes tal como indexação e uso de chaves estrangeiras. O *SQL Buddy* é uma alternativa viável ao *phpMyAdmin* [25].

- ***Adminer***

*Adminer* (anteriormente conhecido por *phpMinAdmin*) é uma ferramenta de gestão de bases de dados escrita em PHP, que consiste apenas num ficheiro pronto a instalar no servidor de destino. Esta suporta MySQL, SQLite, PostgreSQL, MS SQL, Oracle e é de fácil utilização em todas as operações necessárias numa gestão de base de dados, superando o *phpMyAdmin* em muitas destas, tais como na criação de *triggers*<sup>2</sup>, alteração de tabelas entre outras [26].

- ***MySql Lite Administrator***

*MySql Lite Administrator* é uma ferramenta de gestão de base de dados em MySQL escrita em PHP. Esta suporta PHP4 e PHP 5 e impõe a utilização de chaves primárias nas suas tabelas para se realizar operações sobre estas. Comparativamente ao *phpMyAdmin*, o *MySql Lite Administrator* apresenta-se como uma solução mais leve e menos complexa [27].

---

<sup>2</sup> *Triggers* são códigos SQL armazenados na base de dados que são executados automaticamente na ocorrência de um evento determinado.

## 4. PROPOSTA

No decorrer desta dissertação pretende-se que seja desenvolvida uma ferramenta para tratamento de pacientes afásicos que utilize tecnologias de informação, sendo desta forma um complemento ao tratamento tradicional.

Ao desenvolver esta ferramenta, deseja-se que esta seja uma alternativa a soluções existentes, nomeadamente no domínio da língua portuguesa e que empregue tecnologias existentes no campo da modelação 3D, desenvolvimento de jogos sérios (*serious games*) e de plataformas com alojamento *online* onde se possa aceder e tratar dados remotamente.

Deseja-se com esta aplicação abranger o maior número de abordagens de terapia distintas, possibilitando assim atingir um maior número e variedade de pacientes que padecem de diferentes sintomas e tendo em conta os métodos referidos na secção 2.3, a preferência recaiu no método da estimulação.

- **Considerações tecnológicas**

Para realizar este projeto, deve-se considerar que ferramentas são mais adequadas em termos de simplicidade de utilização, documentação disponível e acessibilidade (custo) não descuidando a qualidade da ferramenta em si. Resumindo as características desejadas para esta ferramenta são:

- Abordagem baseada em jogos sérios
- Maioritariamente integrada num ambiente a três dimensões
- Alojada *online* (*web-based*)
- Compromisso entre qualidade e preço
- Solução complementar ao tratamento da afasia

Tendo por base os critérios descritos anteriormente, a escolha das ferramentas recaíram sob o *Unity3D* como motor de jogo por oferecer uma interface simples com uma curva de aprendizagem bastante rápida e se tratar de uma ferramenta gratuita relativamente poderosa com suporte para aplicações *online*. Como ambiente de programação, foi eleito o *MonoDevelop* que está totalmente integrado com o *Unity3D* e que possibilita *scripting* em *javascript* e *C#*. Já relativamente à modelação, o *Blender* foi escolhido apenas para recuperar alguns modelos do protótipo feito anteriormente (*Lisling*). Para a criação de novos modelos, o *Autodesk 3ds Max* foi o preferido pelo facto de ser bastante mais poderoso (ainda que complexo) e pela existência de diversos modelos disponibilizados de forma gratuita. Por último, mas não menos importante, a aplicação cliente para gestão da base de dados eleita foi o *phpMyAdmin* pela razão de esta ser poderosa, suportada pela maioria das empresas de alojamento *online* e familiaridade que já se

possui com a ferramenta, e como sistema de gestão de bases de dados (SGBD<sup>3</sup>) o escolhido foi o MySQL.

- **Considerações terapêuticas**

Uma variedade de exercícios foram discutidos juntamente com o apoio médico-científico de terapeuta da fala, o Doutor José Fonseca do Hospital Santa-Maria (Lisboa, Portugal), tendo em vista a melhor adaptação, perceção e que suscite a motivação de superação por parte do paciente afásico. Por se tratar de uma terapia morosa e por vezes sem recuperação completa, os exercícios estarão voltados para situações do dia-a-dia dentro de um ambiente de uma casa/apartamento, possibilitando desta forma que o paciente consiga focar-se principalmente nas tarefas que lhe são mais usuais. Para o teste da ferramenta, pretende-se obter auxílio do Departamento de Patologia da Linguagem e Audição (UFRN Natal, Brasil), podendo-se assim concluir sobre o potencial e efetividade desta.

Quatro grandes grupos de tarefas foram idealizados e que visam as limitações de ordem linguística: expressão escrita, compreensão auditiva, compreensão escrita e realização de tarefas. Para cada exercício, caso o paciente experimente dificuldades na sua execução, estão idealizadas um conjunto de ajudas específicas, permitindo desta forma que a ferramenta seja acessível a um maior número e variedade de doentes.

Do ponto de vista terapêutico há certos aspetos a ter em consideração, tais como:

- Melhorar a capacidade de reconhecimento e associação de objetos a nomes (sintomas dos quais pacientes com afasia anómica sofrem).
- Elaboração de frases com foco em preposições e conjunções (uma das limitações referentes a pacientes com afasia de Broca).
- Reaprendizagem de forma a corrigir erros fonológicos (parafrasia verbal e fonética).
- Reaprendizagem de frases que possam ser úteis ao paciente no âmbito de um ambiente de uma casa (aproximação mais realística no campo da comunicação escrita e verbal).
- Utilização correta de nomes e verbos em determinadas frases.

---

<sup>3</sup> Sistema de gestão de base de dados.

#### 4.1. Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema de uma forma global estará organizada em interface, motor de jogo e pela utilização de um servidor *online* (figura 20).

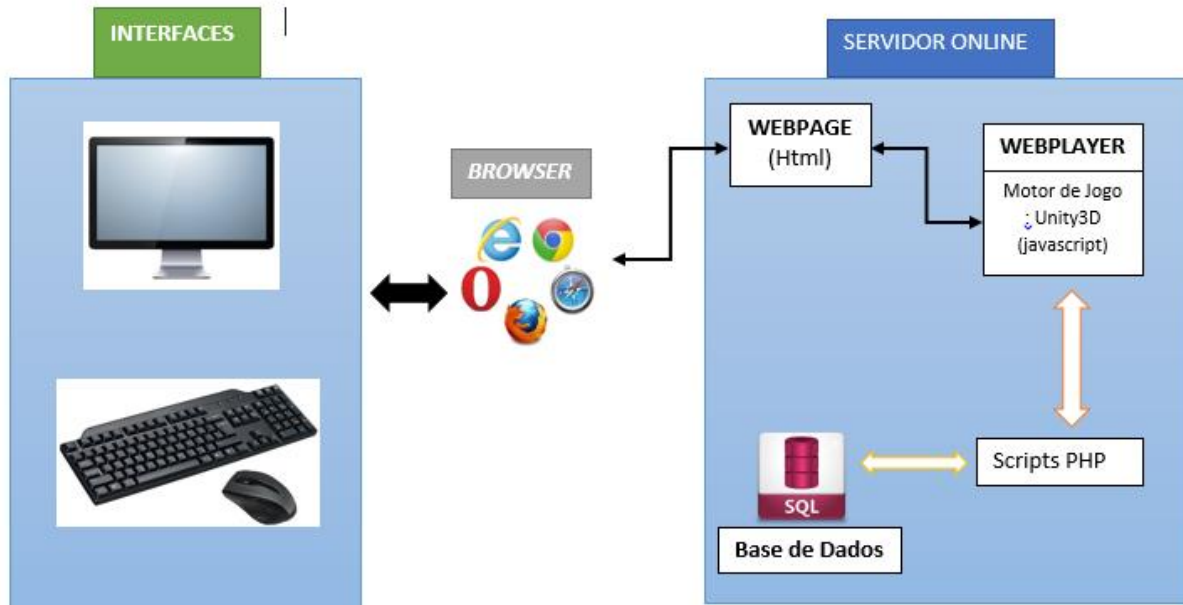


Figura 20 - Arquitetura do sistema.

A ferramenta estará acessível a partir de uma *webpage*, colocando à disposição do paciente uma vasta gama de exercícios linguísticos que o ajudarão na recuperação de suas faculdades. Para isso foram pensados exercícios que contenham situações do dia-a-dia que possam ocorrer dentro de uma habitação e adaptá-los à condição do paciente afásico e suas limitações. A pensar no paciente, foram consideradas ajudas que o poderão auxiliar na resolução do exercício, impedindo assim que este fique frustrado e desmotivado, conseguindo assim prosseguir com a reabilitação.

As tarefas que constarão da ferramenta foram projetadas por terapeutas da fala e divididas em quatro grupos distintos: expressão escrita, compreensão auditiva, compreensão escrita e realização de tarefas. Cada tarefa possuirá o seu conjunto específico de exercícios realizados maioritariamente dentro de uma representação virtual de um apartamento.

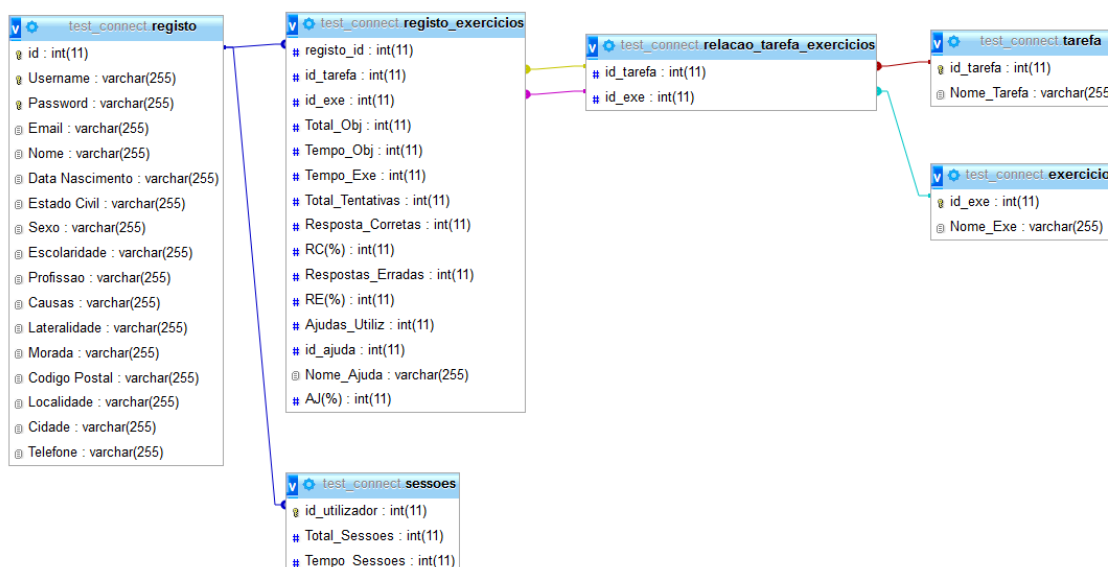
- **Interfaces**

As interfaces disponíveis para uso da ferramenta serão aquelas mais usuais quando se fala na utilização de um computador, ou seja teclado e rato. Implícito está o facto de que o utilizador terá de possuir o mínimo de conhecimento (anterior à sua condição de paciente afásico) de informática na ótica do utilizador para resolver os satisfatoriamente os exercícios propostos pela

ferramenta. No entanto, é aconselhado que o paciente utilize a aplicação sob a supervisão de um familiar (salvo raras exceções de afasia ligeira).

- **Diagrama de entidades e relacionamento**

Para criar a base de dados, será necessário primeiramente definir um modelo capaz de descrever os dados de forma mais abstrata, sendo o modelo mais adequado o diagrama de entidades e relacionamento. Desta forma, é possível identificar as principais entidades e os seus relacionamentos.



**Figura 21 - Diagrama de entidades e relacionamentos.**

Na figura 21 está ilustrada a estrutura da base de dados que será usada na forma de um diagrama de entidades e relacionamentos. Neste, a entidade *registo* será a responsável pelos dados pessoais da conta do utilizador (tabela que é preenchida na altura do registo de conta), tais como nome de utilizador (*username*), palavra-chave, morada entre outros.

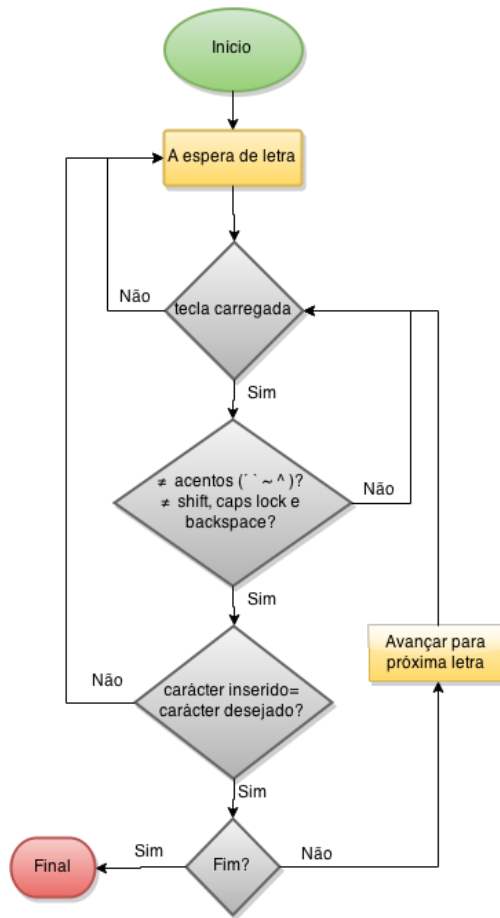
A entidade *registo\_exercicios* será a tabela onde todos os resultados da realização dos exercícios são escritos. Esta conterá dados relevantes, tais como a quantidade de respostas corretas, de respostas erradas, o tempo médio por objetivo, o tempo médio por exercício, total de objetivos, entre outros. Esta entidade estará relacionada com a entidade *registo* através do identificador do utilizador (*id*) que faz com que cada exercício efetuado seja guardado e esteja associado a um utilizador específico.

Também relacionada com a entidade *registo* estará a entidade *sessões* (também interligada pelo identificador do utilizador). Nesta, ficam registadas o número total de sessões e o tempo total de sessões.

Para a associação dos exercícios a uma determinada tarefa, será implementada a entidade fraca *relacao\_tarefa\_exercicios* que relacionará as entidades *exercicios* e *tarefas*, responsáveis pela listagem e identificação dos exercícios e das tarefas respetivamente, conseguindo-se dessa forma introduzir um conjunto de exercícios associado a uma tarefa.

- **Mecanismos**

Determinados mecanismos serão essenciais para o funcionamento correto da aplicação, sendo um destes, o procedimento de tratamento de texto. A figura 22 apresenta, por meio de um esquema, todo o processo de verificação. O modo de validação será carácter a carácter, permitindo assim ao utilizador constatar se de facto o que foi introduzido corresponde ao carácter correto.



**Figura 22 - Mecanismo de verificação de texto.**



## 5. IMPLEMENTAÇÃO

Esta secção destina-se a apresentar as partes integrantes da ferramenta desenvolvida desde a sua interface, o motor de jogo, a base de dados, a descrição pormenorizada dos exercícios e os mecanismos que contribuem para o funcionamento correto das tarefas.

### 5.1. Interfaces

Conforme referido na secção 4.1, as interfaces presentes na aplicação são o teclado e o rato, estando assim dessa forma todas as funcionalidades e mecanismos dependentes destas.

De seguida faz-se uma descrição das funções que o teclado e rato desempenham dentro da ferramenta terapêutica.

- Rato – utilizado para seleção nos menus, responsável pelo movimento de câmara dentro do ambiente a três dimensões. Nos exercícios imersos no ambiente virtual, o botão esquerdo é usado para seleção e o botão do meio para a apresentação das ajudas e novamente o mesmo para voltar ao exercício. Durante a execução dos exercícios é sempre possível ajustar consoante a preferência do utilizador a sensibilidade do rato (presente nas opções de ajuda) como mostra a figura 23:

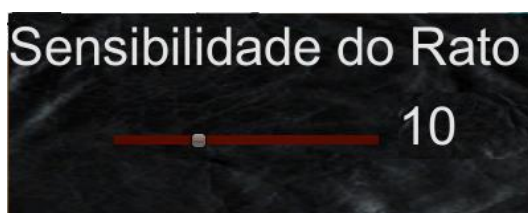


Figura 23 - Sensibilidade do rato.

- Teclado – toda a deslocação feita dentro do ambiente a três dimensões é feita através desta interface com o uso das teclas das setas ou como alternativa as w, a, s, d como mostra a figura 24.

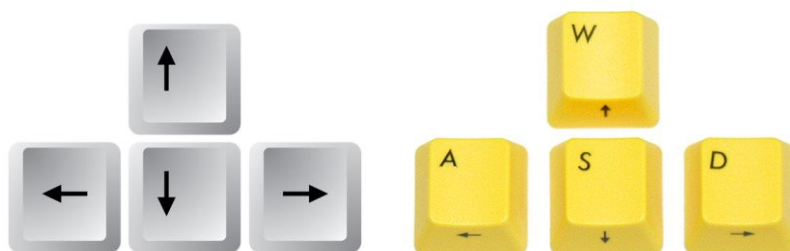


Figura 24 - Comandos para deslocação no cenário.

## 5.2. Motor de jogo

O sistema está assente sob o motor de jogo Unity3D que é responsável por toda a aplicação, tais como a sua estrutura e funcionalidades, que vão desde:

- Toda a computação gráfica, desde cenários, menus e animações, que é tudo tratado pelo Unity3D.
  - Física dos objetos (colisões, gravidade ...), iluminação e sombras são disponibilizadas pelo motor de jogo.
  - A gestão dos *scripts* (*Javascript* e *C#*), desde a sua utilização à associação a determinados objetos a interagir.
  - Integração de elementos audiovisuais tais como vídeos, imagens e ficheiros áudios.
  - Interface do utilizador que recebe todos os comandos realizados.
  - Comunicação com a base de dados (realizada a partir do motor de jogo).
- **Estrutura de níveis (.unity)**

O motor de jogo do *Unity3D* está organizado em uma estrutura de níveis, sendo todos os menus e exercícios (3D e 2D) distribuídos pela aplicação. Na figura 25 está representada a estrutura e organização de níveis que compõem a ferramenta desenvolvida e, na tabela 4, uma breve descrição de cada grupo de níveis apresentados.

**Tabela 4: Descrição dos ficheiros *Unity* da aplicação**

Ficheiros (.unity)	
<b>MenuInicial</b>	Página principal, onde é possível registar/apagar utilizador e ingressar num <i>login</i> .
<b>registar</b>	Página de registo de utilizador, com campos obrigatórios nome, utilizador e palavra passe.
<b>apagarUser</b>	Permite a eliminação de um utilizador
<b>login</b>	Apresenta o ecrã pessoal de utilizador com sessão iniciada.
<b>Dados</b>	Acesso a dados pessoais do utilizador
<b>Configuração</b>	Funções como sensibilidade do rato e número de tentativas são definidas neste menu.
<b>ConsulRegisto</b>	Registos gerais do progresso do paciente são apresentados, com dados mais detalhados em <b>ConsulRegistoExe(.unity)</b> .

<b>SelectTask</b>	Menu de apresentação com os grupos de tarefas disponíveis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expressão Escrita.</li> <li>• Compreensão Auditiva.</li> <li>• Compreensão Escrita.</li> <li>• Realização de Tarefas.</li> </ul>
<b>ExpEscrita</b>	Menu com exposição dos exercícios de expressão escrita.
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/kitchgar den/Sala/Hall-InserirNomes</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases-Inserir Nomes (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/Cozinha /Sala/Hall-InserirParticula</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases-Inserir Partícula (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/Cozinha /Sala/Hall-InserirVerbosPresente</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases-Inserir Verbos Presente (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/Cozinha /Sala/Hall-FrasesDesordenadas</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases Desordenadas (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/Cozinha /Sala/Hall-ErrosFonologicos</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases- Erros Fonológicos (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>Texto-InserirNomes Cozinha/ Hall/Quarto/Sala</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Textos Nomes (cozinha, hall, quarto e sala)
<b>Texto-Verbos Cozinha/ Hall/Quarto/Sala</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Texto-Inserir Verbos (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>TextoInterpretação-Cozinha/Sala</b>	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Textos Interpretação (cozinha, hall, quarto e sala)
<b>CompAuditiva</b>	Menu com exposição dos exercícios de compreensão auditiva.

<b>WC/bedroom/Escritorio/Cozinha/Sala/ Hall-Ident</b>	Tarefa: Compreensão Auditiva. Exercício: Identificação de Objetos (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>Bedroom/Cozinha/Escritorio/Sala/WC/ Hall-FrasesSimNao</b>	Tarefa: Compreensão Auditiva. Exercício: Frases Sim/Não (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>Bedroom/Cozinha/Escritorio/Sala/WC/ Hall-OrdSimp</b>	Tarefa: Compreensão Auditiva. Exercício: Ordens Simples (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>bathroom/Bedroom/Escritorio/ kitchgarden/sala/Hall-Empfrase</b>	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Emparceirar Frase (casa de banho, quarto, escritório, cozinha, sala e hall)
<b>kitchgarden/Bedroom/bathroom/ Escritorio/LivingRoom/Hall</b>	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Emparceirar Nome (cozinha, quarto, casa de banho, escritório, sala e hall)
<b>Bedroom/Cozinha/Escritorio/Sala/WC/ Hall-Responsive</b>	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Responsive Naming (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>intrusa- Cozinha/Escritorio/Quarto/sala/WC</b>	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Palavra Intrusa (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>bathroomCE/BedroomCE/EscritorioC E/kitchgardenCE/salaCE/HallCE- FrasesSimNaoCE</b>	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Frases Sim/Não (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>Bedroom/Cozinha/Escritorio/Sala/WC/ Hall-RTarefas</b>	Tarefa: Realização de Tarefas. Exercício: Tarefas Simples (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)
<b>Bedroom/Cozinha/Escritorio/Sala/WC/ Hall-RTarefasCompostas</b>	Tarefa: Realização de Tarefas. Exercício: Tarefas Compostas (quarto, cozinha, escritório, sala, casa de banho e hall)

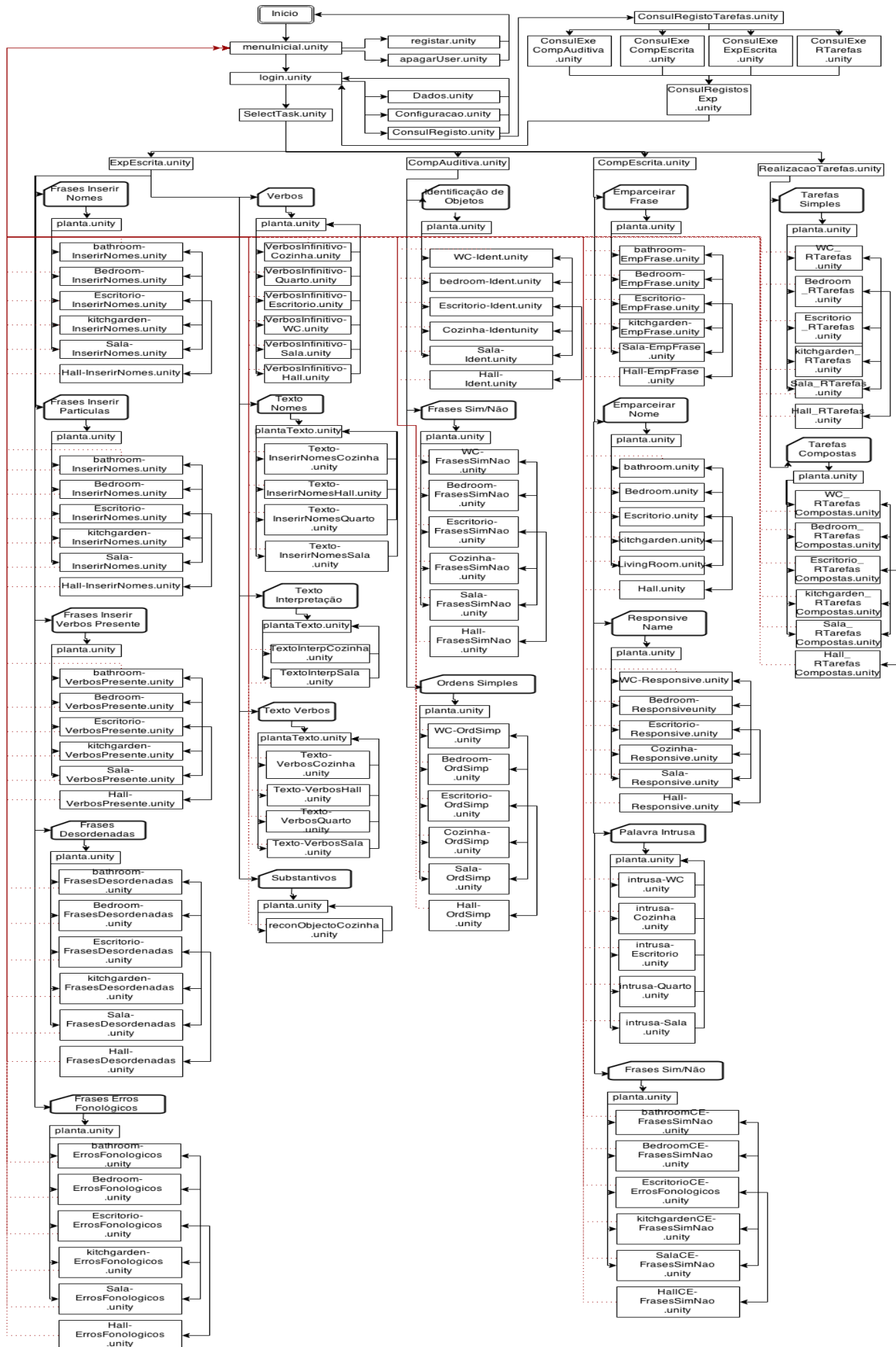


Figura 25 - Estrutura de níveis.

- **Scripts de Unity**

O *Unity* suporta nativamente duas linguagens de programação, o *C#* e o *UnityScript* (desenvolvido especificamente para o *Unity* e modelado a partir do *Javascript*). Sendo que a aplicação desenvolvida está assente maioritariamente em *UnityScript*, esta ocasionalmente serve-se de ficheiros *C#* disponibilizados pelo próprio *Unity* (diminuindo a carga de trabalho sobre o programador em determinadas funções e comportamentos da aplicação).

Os *scripts* são sempre associados a objetos presentes no ambiente de jogo, podendo estes atuar sobre os objetos designados. Por comodidade e localização fácil, uma grande parte dos *scripts* desenvolvidos ficaram associados ao objeto de jogo *First Person Controller* (controlador de jogador- vista na primeira pessoa) nos exercícios integrados em ambientes 3D, como mostra a figura 26 na hierarquia (*Hierarchy*) o controlador está selecionado e no inspetor (*Inspector*) mostra tudo o que está associado a este (por exemplo os *scripts*); e nos exercícios a 2D ficam associados ao objeto de jogo *Main Camera* (câmara principal) como mostra a figura 27.

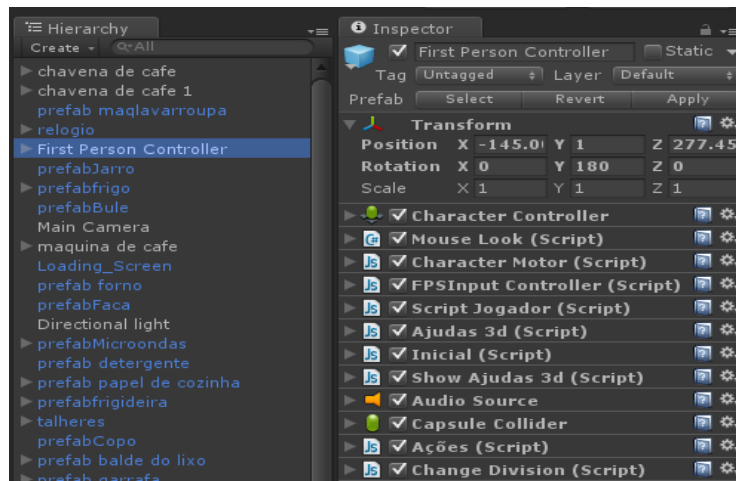


Figura 26 - Associação de *scripts* ao objeto *First Person Controller*.

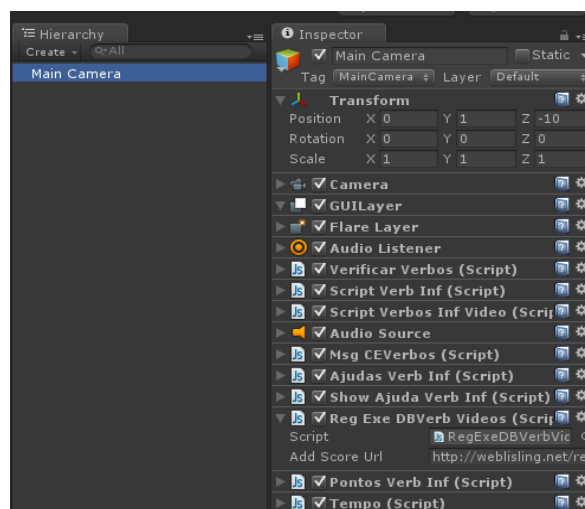


Figura 27 - Associação de *scripts* ao objeto *Main Camera*.

Em exercícios específicos, nomeadamente nos de realização de tarefas motoras, é necessário associar um script a cada objeto que se pretende movimentar de local, possibilitando desta forma identificar se o objeto é largado no local desejado.

Estão presentes na aplicação *scripts* relativos ao funcionamento do jogo implementado e também *scripts* exclusivos de comunicação com base de dados e de temporização, conforme mostra a Tabela 5. Na comunicação com a base de dados, são utilizados vários *scripts*, e não apenas um, pelo facto da informação a ser tratada ser distinta. Já nos *scripts* de temporização, a informação é padronizada e agregada a toda a aplicação, desde o tempo total da sessão ao tempo de resolução do exercício e tempo por objetivo.

**Tabela 5: Lista de *scripts* de comunicação com a base de dados e de temporização**

	<i>Scripts</i> (.js)
<b>Comunicação – Base de Dados</b>	<p>Todos os <i>scripts</i> nomeados com o prefixo RegExe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RegExeSimNaoAuditiva.</li> <li>• RegExeAudIdentObj.</li> <li>• RegExeSimNaoCE.</li> <li>• RegExeTextNomes.</li> <li>• RegExeTextInterp.</li> <li>• RegExeDBTCompostas.</li> <li>• RegExeDBTSimples.</li> <li>• RegExeDBInserirVerb.</li> <li>• RegExeDBVerbVideos.</li> <li>• RegExeResponsive.</li> <li>• RegExeDB.</li> </ul> <p>Todos os <i>scripts</i> relacionados com registo de utilizador e leitura de seus dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GetLoginFromDB.</li> <li>• ReadDadosPessoaisFromDB.</li> <li>• ReadExeFromDB.</li> <li>• ReadExeFromDBDetail.</li> <li>• RegistoToDB.</li> </ul>
<b>Temporização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo.</li> <li>• SetTempoSessaoDB</li> </ul>

### 5.3. Base de dados

O ponto-chave desta ferramenta está assente sob a premissa de esta estar alojada *online* (dispensa de instalação local) em conjunto com uma base de dados que gravará o progresso de cada paciente. Esta arquitetura tem a vantagem de possibilitar uma maior liberdade e autonomia, pois os exercícios podem ser executados quando o utilizador assim o quiser desde que se tenha um computador com ligação à internet. Para além disso, a forma centralizada/distribuída de informação do servidor torna possível um acompanhamento em quase tempo real por parte do terapeuta da fala da evolução do paciente e desta forma adaptar a carga de trabalho.

A base de dados utilizada é em SQL, sendo o sistema de gestão de bases de dados o MySQL. Para a interface de gestão usou-se o *phpMyAdmin*.

A base de dados foi implementada tendo por base o diagrama de entidades e relacionamentos proposto na secção 4.1, procedendo-se assim ao preenchimento de algumas tabelas. Na figura 28a está ilustrada a tabela correspondente à entidade *relacao\_tarefa\_exercicios* que relaciona uma tarefa a um conjunto de exercícios e nas figuras 28b e 28c as tabelas correspondentes à identificação e listagem dos exercícios e tarefas respetivamente.

id_tarefa	id_exe
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
1	7
1	8
1	9
1	10
1	11
3	12
3	13
3	14
3	15
3	16
4	20
4	21
2	17
2	18
2	19

(a)

id_exe	Nome_Exe
1	Substantivos
2	Verbos
3	Frases - Inserir Nomes
4	Frases - Inserir Verbos Presente
5	Frases- Inserir Partículas
6	Erros Fonológicos
7	Palavras Desordenadas
8	Texto-Inserir Nomes
9	Texto-Inserir Verbos
10	Texto-Interpretação
11	Inserir Palavras
12	Emparceirar Nome
13	Emparceirar Frase
14	Responding Naming
15	Palavra Intrusa
16	Frases Sim/Não
17	Identificação de objetos
18	Frases Sim/Não
19	Ordens Simples
20	Tarefas Simples
21	Tarefas Compostas

(b)

id_tarefa	Nome_Tarefa
1	Expressao Escrita
2	Compreensao Auditiva
3	Compreensao Escrita
4	Realizacao de Tarefas

(c)

Figura 28 - Estrutura da tabela: (a) *relação\_tarefa\_exercicios*; (b) *exercicios*; (c) *tarefa*.

- **Scripts PHP**

Os *scripts* PHP implementados são utilizados no lado do servidor, sendo através destes que se consegue aceder à base de dados da ferramenta e realizar operações de escrita e leitura de dados. O conjunto de ficheiros que compõem estes *scripts* são:

- *get\_login* – obtém o identificador do utilizador.
- *read\_dados\_pessoais* – a informação pessoal do utilizador é lida da base de dados.
- *read\_exe\_BD* – obtém os registos gerais de utilização do paciente.
- *read\_exe\_DB\_Detail* – lê os registos de utilização do paciente para um tipo de exercício específico.
- *registra\_exercicios* – escreve na base de dados os resultados obtidos durante a execução do exercício.
- *registo\_database* – escreve na base de dados um novo utilizador.
- *set\_tempo\_sessao* – atualiza o tempo total de utilização de um utilizador.

- **Comunicação de dados**

Nesta aplicação foi necessário perceber como a troca de informações funcionaria entre a ferramenta *Unity3D* e a base de dados alojada no servidor *online*. A comunicação de dados é feita da seguinte forma: do lado do utilizador, um pedido é enviado por *Unityscript* (leitura/escrita) e no lado do servidor, o pedido é executado através de um *script* PHP (usado para ler e escrever em SQL na base de dados).

O esquema representado na figura 29 descreve a comunicação e relação entre os diversos *scripts*.

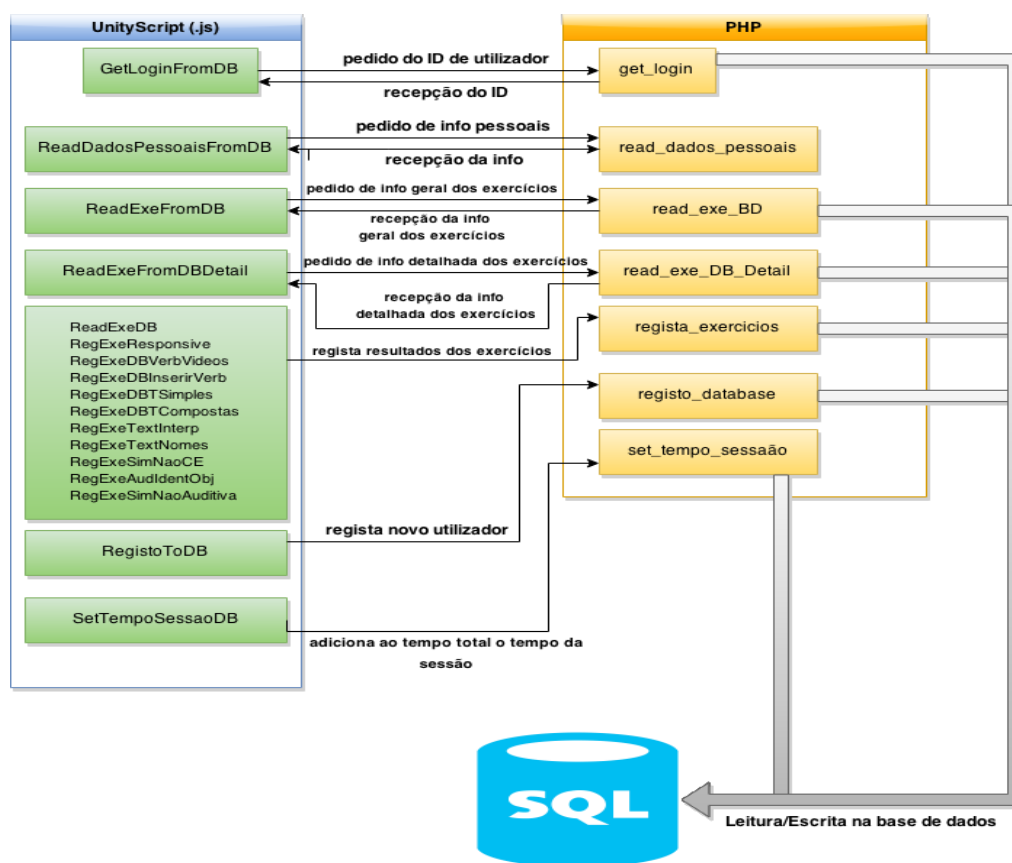


Figura 29 - Esquema de comunicação *UnityScript*->*Php*->Base de dados SQL.

## 5.4. Tarefas e exercícios

Nesta secção serão tratadas de forma detalhada todas as tarefas e todos os exercícios que constituem a ferramenta, descrevendo a natureza destes, as interfaces e ajudas disponibilizadas ao utilizador (visualizar ícones das ajudas no manual em anexo).

### 5.4.1. Expressão escrita

Conforme o nome indica, nesta tarefa é pedido ao utilizador que escreva uma solução ao problema proposto após ter sido exposto a um estímulo. Estes podem ser escritos ou visuais (apresentação de objetos e vídeos).

- **Substantivos**

Um objeto em três dimensões (ex.: cadeira) é apresentado ao utilizador e este terá de escrever corretamente o seu nome no espaço disponível (figura 30). Na implementação deste exercício, todos os modelos de objetos são posicionados no mesmo local sobrepostos. Porém, na realização do exercício apenas um de cada vez se tornará visível.

Para auxílio do paciente são disponibilizadas as seguintes ajudas:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Foto do objeto: apresenta ao utilizador a foto do objeto.

- Ouvir nome: áudio com o nome do objeto é apresentado.
- Ver palavra: fornece a solução escrita ao utilizador.
- Próximo: avança para outro objeto.



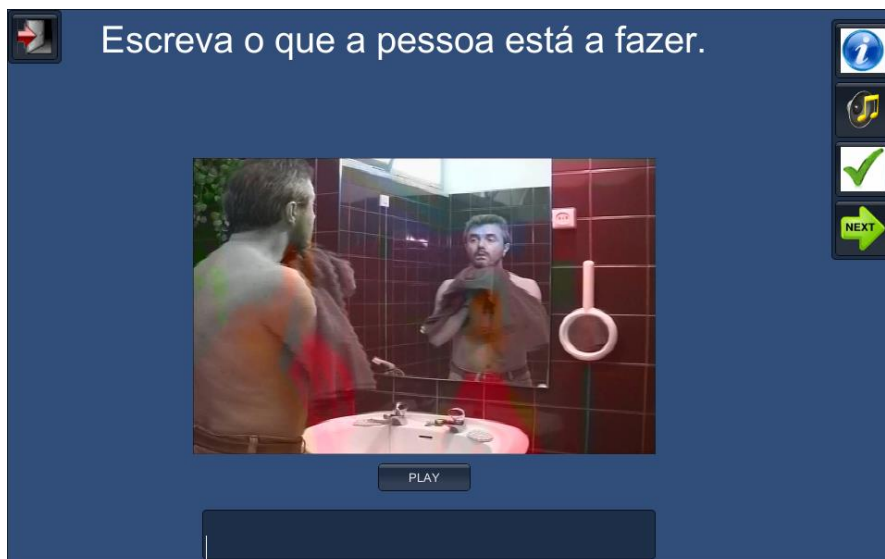
**Figura 30 - Substantivos (escrita do nome do objeto apresentado).**

- **Verbos**

Um vídeo é apresentado ao utilizador com a demonstração de uma ação (ex.: secar a cara) e este deverá escrever no espaço reservado o verbo dessa ação no infinitivo (figura 31). Os vídeos são todos carregados no ambiente do *Unity3D* como variáveis e selecionados no início do exercício de forma aleatória.

As ajudas disponíveis neste exercício são as que seguem:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Ouvir nome: áudio com a resposta correta.
- Ver palavra: fornece a solução escrita ao utilizador do verbo.
- Próximo: avança para outro objeto.



**Figura 31 - Verbos no infinitivo (escrita da ação desempenhada no vídeo apresentado).**

- **Frases – Inserir nomes**

Presente dentro do ambiente virtual de apartamento, uma frase por completar é apresentada ao utilizador e este terá de a completar com o nome adequado. A figura 32 demonstra um exemplo com a frase “Varre-se o chão com a ...” a qual a resposta correta seria “vassoura”. Todas as frases presentes neste exercício estão no contexto do local em que se encontra no momento, sendo assim possível navegar pela divisão em busca da resposta correta.

Para este exercício as ajudas são as seguintes:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase completa (correta) é escutada.
- Ouvir nome: áudio com o nome correto é iniciado.
- Ver palavra: fornece a solução escrita ao utilizador do nome pretendido.
- Próximo: avança para outra frase.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adequue ao utilizador e divisão.



**Figura 32 - Frases inserir nomes (escrita do nome que completa a frase apresentada).**

- **Frases – Inserir verbos presente**

Executado dentro do ambiente virtual do apartamento, uma frase escrita por completar com a indicação do verbo a empregar é apresentada e o utilizador terá de completá-la com o verbo conjugado no presente. Um exemplo de uma frase seria “A vassoura (Servir) ... para varrer o chão”, sendo a resposta correta “serve”. A interface dos exercícios “Frases Inserir” (figura 32) são equivalentes mudando apenas o contexto da frase.

Neste exercício as ajudas são da mesma linha do exercício frases – inserir nomes:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase completa (correta) é escutada.
- Ouvir nome: áudio com o verbo corretamente conjugado é iniciado.
- Ver palavra: fornece a solução escrita ao utilizador do verbo conjugado pretendido.
- Próximo: avança para outra frase.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.

- **Frases – Inserir partículas**

É o último exercício de expressão escrita do tipo “inserir”. Tal como os referidos anteriormente, é executado em ambiente virtual onde é apresentada uma frase por completar, onde

será pedido ao utilizador que introduza no espaço reservado a partícula correta. Um exemplo de uma frase seria “Apanha-se o lixo ... a pá”, sendo a resposta correta “com”. A interface dos exercícios “Frasas Inserir” (figura 32) são equivalentes mudando apenas o contexto da frase.

As ajudas são equivalentes às dos exercícios “inserir” supracitados anteriormente:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase completa (correta) é escutada.
- Ouvir nome: áudio com a partícula correta é ouvido.
- Ver palavra: fornece a solução escrita ao utilizador da partícula pretendida.
- Próximo: avança para outra frase.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adequue ao utilizador e divisão.

- **Frasas – Erros fonológicos**

Igualmente executado num ambiente virtual, é apresentada uma frase em que as suas palavras possuem erros fonológicos (escritas incorretamente) e é solicitado ao utilizador que reescreva a frase sem erros. Esta ilustrado na figura 33 um exemplo da interface do exercício com a frase “Ete tarbanha muido no combutador” que teria como resposta correta “Ele trabalha muito ao computador”.

As ajudas disponíveis são:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase completa (correta) é escutada.
- Frase Ajuda: apresenta a solução da frase escrita de forma correta.
- Próximo: avança para outra frase.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adequue ao utilizador e divisão.



Figura 33 - Frases erros fonológicos (escrever de forma correta a frase que foi apresentada com erros).

- **Frases – Palavras desordenadas**

Dentro de um ambiente virtual a três dimensões, é apresentada uma frase em que a sequência das suas palavras não está correta. É então pedido então ao utilizador que a ordene de forma correta. Um exemplo de uma frase seria “na roupa máquina Ela a lava”, sendo a resposta correta “Ela lava a roupa na máquina”. A interface é similar ao exercício “Frases – erros fonológicos” mudando apenas a natureza do exercício.

As ajudas são equivalentes ao exercício de erros fonológicos:

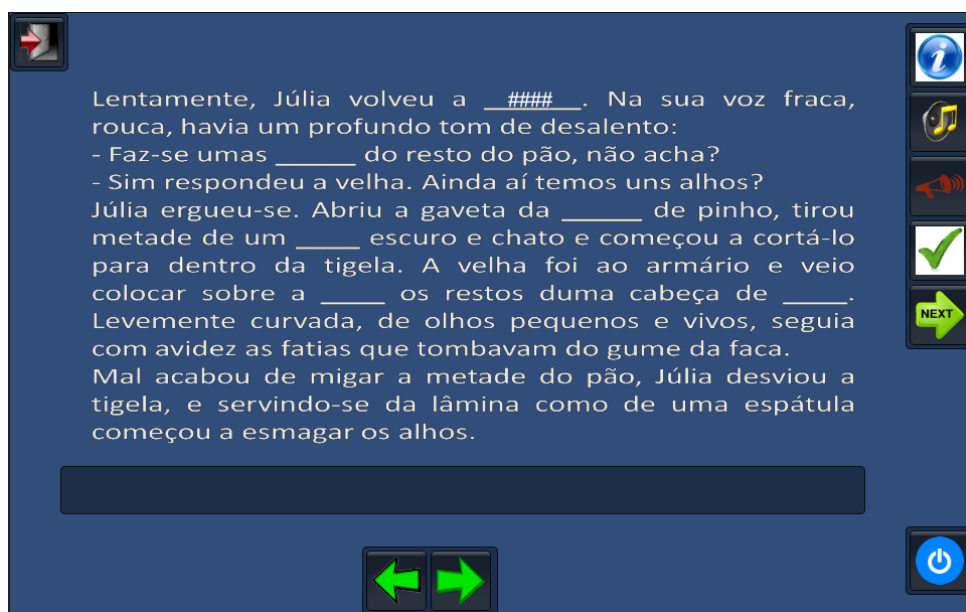
- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase ordenada (corretamente) é escutada.
- Frase Ajuda: apresenta a solução da frase escrita de forma correta.
- Próximo: avança para outra frase.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.

- **Textos – Inserir nomes**

Um texto é apresentado ao utilizador com espaços por preencher, sendo o objetivo do exercício preenche-los com substantivos temáticos à divisão em questão. Está exemplificado na figura 34 o exercício em questão.

As ajudas disponibilizadas para este exercício são:

- Áudio informativo: reproduz o áudio de instrução do exercício.
- Frase Áudio: é ditado o texto na íntegra.
- Ouvir: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- Próximo: avança para outro texto.
- Solução: é apresentada a solução escrita do espaço em branco selecionado.



**Figura 34 - Textos inserir nomes (escrita dos nomes que completam o texto apresentados).**

- **Textos – Inserir verbos**

Um texto é apresentado ao utilizador com espaços por preencher, sendo o objetivo do exercício preenche-los com verbos. A interface é equivalente ao exercício “Textos – Inserir nomes” (figura 34), apenas adaptando-se para o contexto dos verbos.

As ajudas disponibilizadas para este exercício são:

- Áudio informativo: reproduz o áudio de instrução do exercício.
- Frase Áudio: é ditado o texto na íntegra.
- Ouvir: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- Próximo: avança para outro texto.
- Solução: é apresentada a solução escrita do espaço em branco selecionado.

- **Textos – Interpretação**

Um texto é fornecido na íntegra e serão expostas questões de interpretação ao utilizador sobre o texto em questão, como ilustra a figura 35.

As ajudas fornecidas são:

- **Áudio informativo:** reproduz o áudio de instrução do exercício.
- **Frase Áudio:** é ditado o texto na íntegra.
- **Ouvir:** apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- **Próximo:** avança para outro texto.
- **Solução:** é apresentada a solução escrita do espaço em branco selecionado.

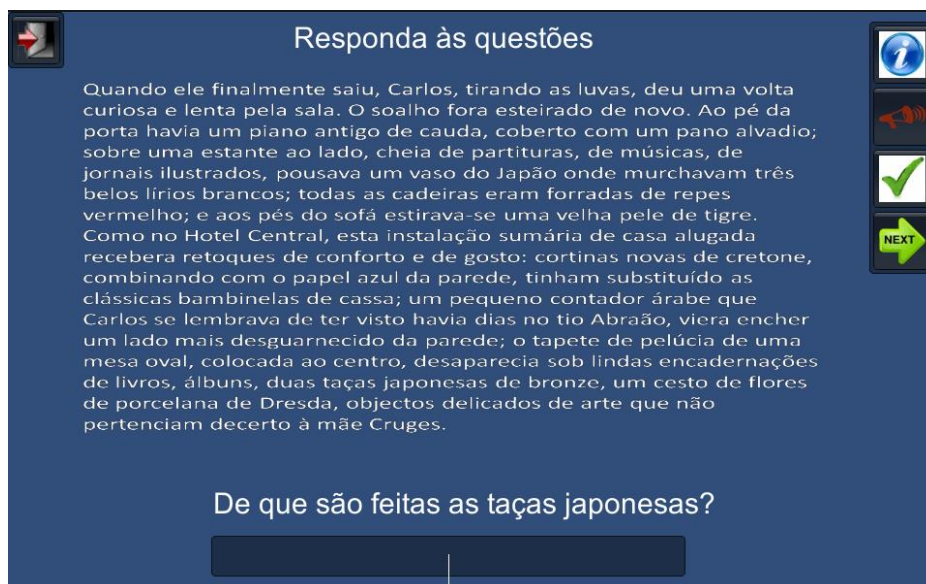


Figura 35 - Textos interpretação (resposta a questões sobre o texto apresentado).

#### 5.4.2. **Compreensão auditiva**

Nesta tarefa, os estímulos oferecidos ao utilizador são de ordem sonora e todos os exercícios são efetuados dentro de um ambiente virtual a três dimensões.

- **Identificação de objetos**

Neste exercício, será apresentado ao utilizador um estímulo sonoro com o nome do objeto que se pretende encontrar (ex.: sabonete). Após este, solicita-se que o paciente o identifique através do clique do rato na divisão do apartamento (figura 36).

As ajudas disponíveis são as seguintes:

- **Áudio informativo:** repete a instrução sonora do exercício.
- **Foto do objeto:** apresenta ao utilizador a foto do objeto.

- Ouvir nome: áudio com o nome do objeto é apresentado.
- Sinaliza objeto: identifica na divisão o local onde o objeto se encontra.
- Palavra escrita: é apresentada de forma escrita o nome do objeto.
- Próximo: avança para outro texto.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.



Figura 36 - Identificação de objetos (seleção dos objetos mencionados por áudio).

- **Frases sim/não**

Neste exercício após se ouvir o estímulo sonoro, neste caso será uma frase relacionada a um dos objetos presentes na divisão (ex.: “A televisão está desligada”), o utilizador terá de optar por uma de duas opções, “sim” (caso a afirmação seja verdadeira) e “não” (caso esta seja falsa) como demonstra a figura 37.

Disponíveis estão as ajudas:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase em questão é ouvida novamente.
- Ouvir Resposta: áudio com a resposta correta é apresentado.
- Solução: é dada sob a forma escrita a resposta correta.
- Frase Ajuda: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.

- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.
- Próximo: avança para outro texto.



Figura 37 - Frases sim/não (responder de forma positiva ou negativa a afirmações áudio).

- **Ordens Simples**

Uma frase simples em áudio é ouvida e o utilizador terá de associar esta a um objeto presente na divisão (clicando neste para identificá-lo). Um exemplo de frase seria “Usamos para secar as mãos” a qual a resposta correta seria “toalha”. Relativamente à interface, esta é idêntica à do exercício “Identificação de objetos” (figura 36).

As ajudas providenciadas são:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Ajuda: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- Foto do objeto: apresenta ao utilizador a foto do objeto.
- Frase Áudio: a frase em questão é ouvida novamente.
- Sinaliza objeto: identifica na divisão o local onde o objeto se encontra.
- Palavra escrita: é apresentada de forma escrita o nome do objeto.

- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.

#### 5.4.3. **Compreensão escrita**

Os estímulos presentes nesta tarefa são todos de ordem escrita e efetuados dentro de um ambiente virtual. Este exercício permitirá detetar limitações que um paciente possa ter em termos de leitura.

- **Emparceirar nome**

É apresentado um estímulo escrito com o nome do objeto (ex.: sanita) e o utilizador terá de identificá-lo na divisão ao premir com o rato neste. A figura 38 ilustra a interface oferecida pelo exercício.

Tem como ajudas:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Foto do objeto: apresenta ao utilizador a foto do objeto.
- Ouvir nome: áudio com o nome do objeto é apresentado.
- Sinaliza objeto: identifica na divisão o local onde o objeto se encontra.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.
- Próximo: avança para outro texto.



Figura 38 - Emparceirar nome (seleção do objeto a que corresponde a palavra apresentada).

- **Emparceirar frase**

Similar ao exercício de emparceirar nome, só que em vez do nome do objeto é apresentada uma frase que está relacionada a um objeto presente na divisão. Um exemplo de frase seria “Reflete a nossa imagem” a qual a resposta correta seria “espelho”. A interface é equivalente ao exercício “Emparceirar nome” (figura 38), mudando apenas o contexto do exercício.

Neste exercício as ajudas disponíveis são as que se seguem:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase em questão é ouvida novamente.
- Foto do objeto: apresenta ao utilizador a foto do objeto.
- Ouvir nome: áudio com o nome do objeto é apresentado.
- Sinaliza objeto: identifica na divisão o local onde o objeto se encontra.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Próximo: avança para outro texto.

- **Responsive naming**

Neste exercício será apresentada uma frase escrita por completar, serão dadas quatro hipóteses de resposta ao utilizador e este terá de escolher a hipótese correta, selecionando-a com

o rato. Na figura 39 está exemplificada a frase “Escrevo no papel com uma ...” e perante as hipóteses fornecidas a resposta correta seria “caneta”.

As ajudas seguintes estão disponíveis:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Ouvir palavra: áudio com a palavra correta é apresentada.
- Solução: apenas a hipótese correta é apresentada, eliminando as outras.
- Próximo: avança para outro texto.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.



Figura 39 - *Responsive naming* (completar frase escrita selecionando-se uma de quatro opções).

- **Palavra intrusa**

Serão apresentados sob a forma escrita ao utilizador cinco objetos supostamente relacionados a uma divisão específica e dentro destes existirá um que não pertencerá ao conjunto, cabendo ao utilizador identificá-lo (ao premir neste). Na figura 40 está exemplificado um modelo do exercício e perante as hipóteses fornecidas a resposta correta do grupo seria “estendal”.

Neste exercício estão disponibilizadas as seguintes ajudas:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Foto do objeto: apresenta ao utilizador a foto do objeto.

- Ouvir nome: áudio com o nome do objeto é apresentado.
- Solução: é dada sob a forma escrita a resposta correta.
- Próximo: avança para outro conjunto de palavras.



Figura 40 - Palavra intrusa (seleção da palavra que não se encaixa no grupo apresentado – ex.: estendal).

- **Frases sim/não**

É similar ao exercício “frases sim/não” da compreensão auditiva. Porém, a diferença reside no estímulo que passa a ser escrito em detrimento do áudio. Após apresentada a frase escrita ao utilizador (ex.: “A sanita está aberta”), este terá de optar se a afirmação escrita é verdadeira ou falsa através de um clique (figura 41).

As opções de ajudas são:

- Áudio informativo: repete a instrução sonora do exercício.
- Frase Áudio: a frase em questão é ouvida novamente.
- Solução: é dada sob a forma escrita a resposta correta.
- Ouvir solução: áudio com a solução correta é iniciado.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.
- Solução: é dada sob a forma escrita a resposta correta.
- Próximo: avança para uma nova frase (afirmação).



Figura 41 - Frases sim/não (responder de forma positiva ou negativa à afirmação escrita apresentada).

#### 5.4.4. Realização de tarefas motoras

Na realização de tarefas, inicialmente é dado um estímulo áudio com a tarefa motora a ser realizada, posteriormente caso o utilizador assim o deseje pode-se servir de outro tipo de estímulos (através da ajudas) para poder executar a ação. Todas as tarefas pretendem recriar situações experienciadas dentro de uma divisão de um apartamento e são todas efetuadas num ambiente virtual a três dimensões.

- **Tarefas simples**

Neste exercício é pedido ao utilizador que interaja com os objetos expostos na divisão em que se encontra, executando as ordens que lhe são dadas. Por se tratar de tarefas simples, as ordens apresentadas possuem, tanto a nível semântico como sintático, um nível de fácil compreensão. Um exemplo está ilustrado na figura 42, em que é pedido ao paciente (através de uma ordem em áudio) que coloque a balança entre o bidé e sanita.

As opções de ajudas são:

- Áudio informativo: reproduz o áudio de instrução do exercício.
- Frase Áudio: a ordem sonora de tarefa motora é ouvida novamente.
- Frase Ajuda: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- Próximo: avança para outro objetivo.
- Solução: o objeto que se desejar interagir é localizada através de partículas verdes e o local onde se deseja transladar este é sinalizado com partículas vermelhas.

- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.



**Figura 42 - Realização de Tarefas simples (seleção e movimentação de objetos consoante ordens áudio).**

- **Tarefas compostas**

Trata-se de uma versão mais árdua do exercício supracitado de tarefa simples, pois a nível semântico e sintático as ordens são mais complexas. Um exemplo deste tipo de tarefa seria uma ordem áudio: “Ponha o comando da TV do lado esquerdo da jarra verde e o maço de cigarros do lado direito”

As opções de ajudas são:

- Áudio informativo: reproduz o áudio de instrução do exercício.
- Frase Áudio: a ordem sonora de tarefa motora é ouvida novamente.
- Frase Ajuda: apresenta a frase em questão sob a forma escrita.
- Próximo: avança para outro objetivo.
- Solução: o objeto que se deseja interagir é localizada através de partículas verdes e o local onde se deseja transladar este é sinalizado com partículas vermelhas.
- Planta: após a conclusão do exercício, o utilizador pode servir-se deste auxílio para escolher qual a próxima divisão a visitar e desta forma transporta-se diretamente para esta em detrimento do caminho usual pelo apartamento.
- Sensibilidade do rato: permite ajustar a sensibilidade do rato para que adeque ao utilizador e divisão.

## 5.5. Mecanismos

Esta secção irá tratar dos mecanismos presentes na aplicação, desde o tratamento de texto à deteção de objetos e colisões, descrevendo-os de forma detalhada o processo de verificação de cada um destes.

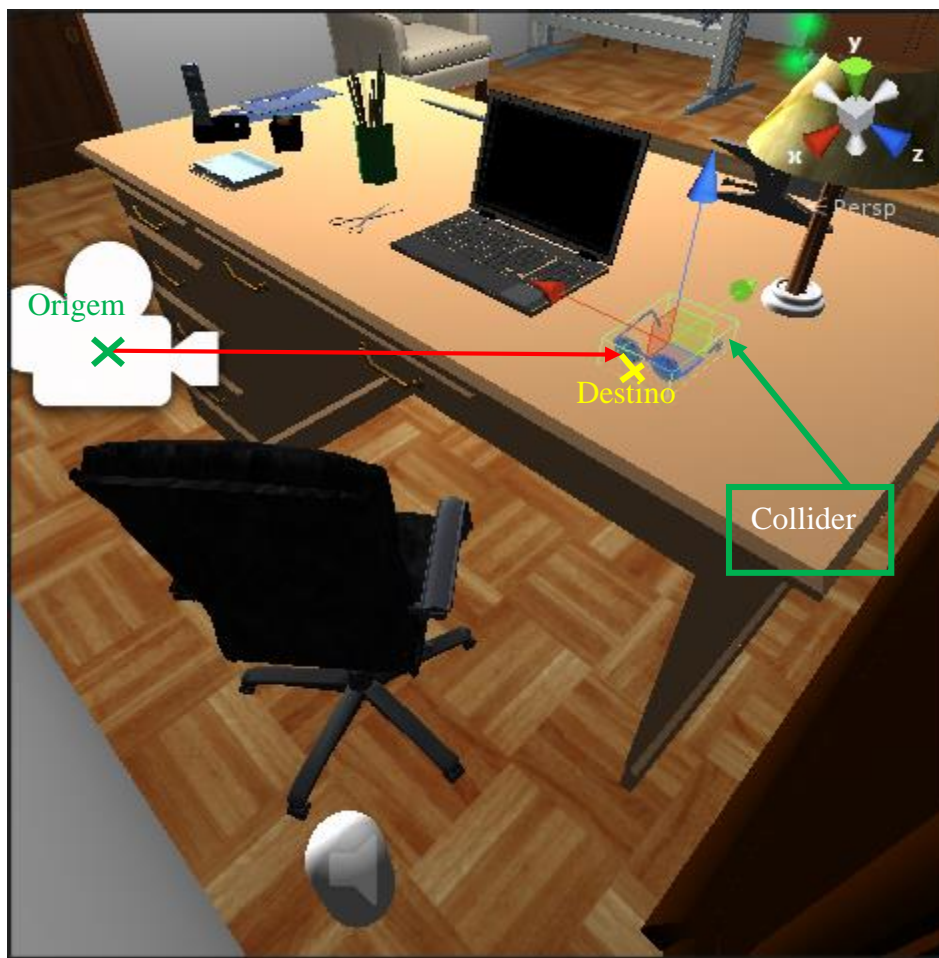
### 5.5.1. Tratamento de texto

Conforme referido na secção 4.1, uma das funcionalidades principais da ferramenta prende-se com o tratamento de texto, a qual terá de verificar carácter a carácter o que é introduzido pelo utilizador e constatar se cada um destes corresponde ao carácter correto.

### 5.5.2. Deteção de objetos e colisões

Outra funcionalidade importante nesta ferramenta é capacidade de identificar objetos através do clique do rato. Para implementar esta função, o *Unity3D* possui uma biblioteca com uma função denominada *Physics.Raycast* que apenas necessita de três dados, o ponto de origem (neste caso a nossa câmara associada ao cursor do rato), o ponto de seleção do rato (variável do tipo *RaycastHit* que indica a direção da seleção) e a distância até à qual consegue detetar um objeto (escolheu-se o valor de 100.0).

No âmbito da resolução dos exercícios de identificação de objetos através da seleção a partir do rato, é necessário distinguir os objetos uns dos outros quando estes são selecionados e para isso são atribuídas etiquetas (*tags*) juntamente com *colliders* (malha de colisões que permitem que objetos possam ser identificados pelo rato) a cada um dos objetos presentes na divisão. Assim, sempre que um objeto é selecionado, a sua etiqueta é comparada com nome do objeto desejado e caso coincida, o objetivo do exercício foi atingido. Este tipo de mecanismo é igualmente utilizado para a realização de tarefas motoras para a identificação dos objetos a interagir, sendo *colliders* igualmente usados para os locais onde se desejam pousar os objetos em questão.



**Figura 43 - Ilustração da detecção/colisão.**

Um exemplo ilustrativo do processo de identificação de objetos está demonstrado na figura 43. Conforme se pode ver, o ponto de origem está localizado na câmara e o ponto de destino (onde o rato premiu) são os óculos e como se pode reparar a envolver este está uma caixa verde, que corresponde ao *collider*.



## 6. AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA

### 6.1. Protocolo experimental

O plano de validação experimental deste trabalho incluiu a validação por parte dos terapeutas e o teste da ferramenta com pacientes, tendo sido este processo realizado em colaboração com o Departamento de Patologia da Linguagem e Audição (UFRN Natal, Brasil). O processo consistiu no seguinte: foi pedido a terapeutas da fala que realizassem testes com a ferramenta em conjunto com pacientes e que através de um questionário avaliassem a importância desta ferramenta no tratamento da afasia. O grupo de testes consistiu em três terapeutas (um com cinco anos de experiência e dois ainda estudantes) e um paciente.

### 6.2. Questionário

No âmbito dos testes foram disponibilizados questionários diferenciados para os terapeutas e para os pacientes.

- **Questionário dos terapeutas**

As questões colocadas aos terapeutas foram as seguintes:

1. Tempo de utilização da ferramenta?
2. Número de módulos testados (sendo os módulos expressão escrita, compreensão auditiva, compreensão escrita e realização de tarefas motoras)?
3. A ferramenta será fácil de usar pelo paciente?
4. A aplicação é atrativa/estimulante para o paciente?
5. A ferramenta está bem organizada/estruturada?
6. A qualidade gráfica é suficiente?
7. A qualidade sonora é suficiente?
8. Os exercícios propostos são suficientes?
9. Esta aplicação informática pode ser útil/complementar na minha atividade profissional?
10. As ajudas fornecidas ao paciente para cumprir os exercícios são suficientes e apropriadas?
11. Esta ferramenta é apropriada para a reabilitação de pessoas com afasia?
12. Avaliar de 0 a 10 o módulo de “Expressão Escrita”?
13. Avaliar de 0 a 10 o módulo de “Compreensão Auditiva”?
14. Avaliar de 0 a 10 o módulo de “Compreensão Escrita”?
15. Avaliar de 0 a 10 o módulo de “Realização de tarefas motoras”?

- **Questionário dos pacientes**

As questões colocadas ao paciente foram as seguintes:

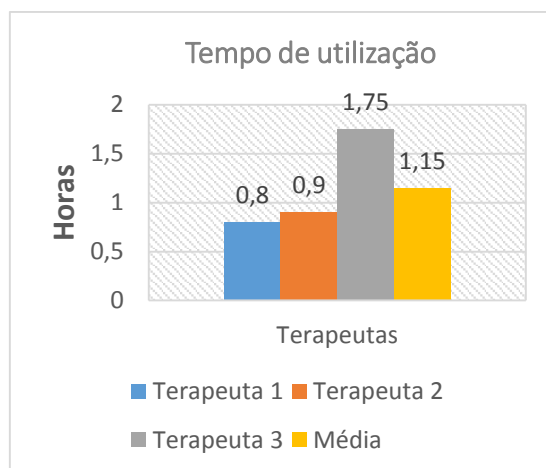
1. A ferramenta é fácil de usar?
2. Gostei de usar a ferramenta?
3. Gostaria de usar regularmente a ferramenta em casa?
4. Gostei da qualidade gráfica?
5. Gostei da qualidade sonora?
6. Os exercícios são mais fáceis de realizar do que os do método tradicional?
7. As ajudas são úteis?
8. A utilização regular desta ferramenta pode ajudar a melhorar a minha comunicação (compreender e falar com as pessoas)?

### 6.3. Resultados

Tendo-se obtido os resultados dos questionários dos terapeutas e dos pacientes procedeu-se à análise destes. Primeiramente observou-se os questionários pertencentes aos terapeutas e posteriormente o dos pacientes.

- **Resultados dos terapeutas**

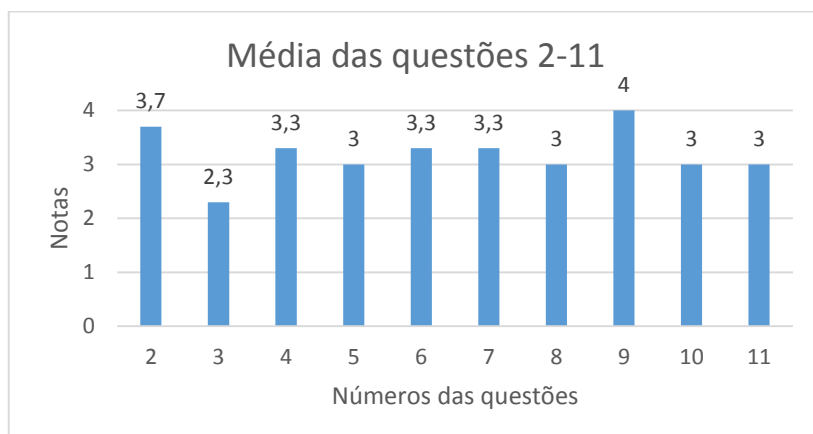
Quanto à questão 1, foi constatado que o tempo médio de utilização da ferramenta correspondeu a 1 hora e 15 minutos como ilustra a figura 44.



**Figura 44 - Média de tempo de utilização da ferramenta.**

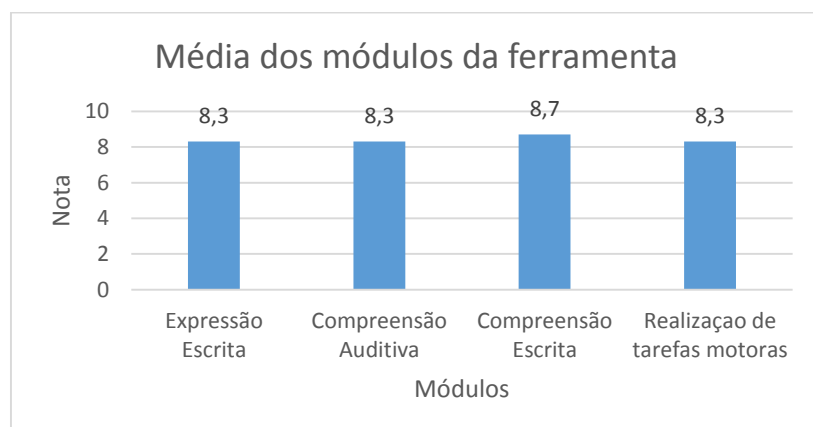
Relativamente às questões que se estendem da 2 à 11, a avaliação foi feita numa escala de 0 (zero) a 4 (quatro). Conforme ilustra a figura 45 a avaliação média geral obtida nas questões referidas é positiva, com destaque para a questão 9, que corresponde à utilidade da ferramenta para a atividade profissional do terapeuta em que se obteve a pontuação máxima de 4 pontos.

Quanto à questão com a pontuação mais baixa (2.3 pontos) esta prende-se com a facilidade de uso da ferramenta por parte do paciente.



**Figura 45 - Média de resultados obtidos no questionário (questões 2-11).**

Para avaliação dos quatro grandes grupos de tarefas, denominados de módulos nos questionários, optou-se por estabelecer uma escala de 0 (zero) a 10 (dez). Na figura 46 está apresentado um gráfico com a média adquirida em cada módulo da ferramenta e, como se pode comprovar todos os resultados ficaram acima da marca de 8 pontos.

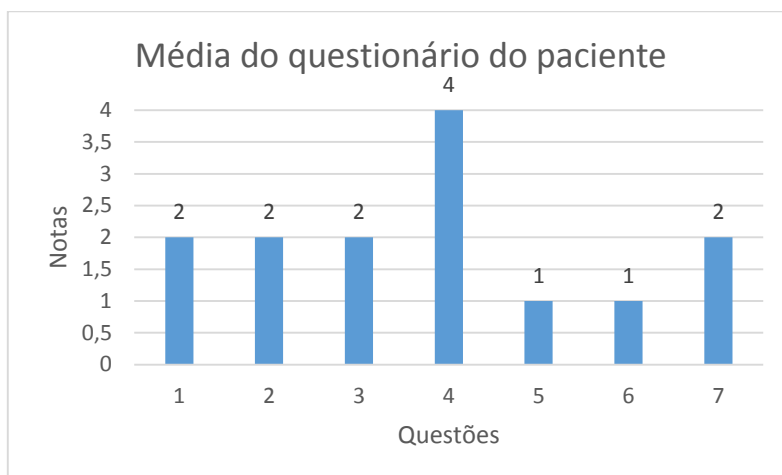


**Figura 46 - Média dos módulos da ferramenta.**

Para além das questões colocadas, foi ainda solicitado aos terapeutas envolvidos que realizassem breves comentários à ferramenta. Foi constatado pelos terapeutas que uso da ferramenta deve ser adaptado consoante a realidade de cada paciente, e que dependendo do tipo de afasia o paciente deve ser auxiliado na realização das tarefas. Ao nível das sugestões, foi proposto que no futuro se integrasse na ferramenta um novo módulo de tarefas de expressão oral, neste seria solicitado ao paciente que repetisse determinadas palavras através do uso do microfone do computador. Quanto à qualidade gráfica esta foi considerada muito boa, contudo, um dos terapeutas em questão apresentou dificuldades em correr a ferramenta, provavelmente por possuir um computador pouco capaz e uma ligação à internet lenta.

- **Resultados do paciente**

Na figura 47 está apresentado um gráfico com a avaliação média obtida em cada questão colocada ao paciente e, como se pode constatar, os resultados são satisfatórios ainda que não unânimes. A questão da qualidade gráfica da ferramenta foi avaliada com a pontuação máxima de 4 pontos, enquanto as questões relativas à qualidade sonora e facilidade de execução dos exercícios comparativamente ao método tradicional obteve-se a avaliação de 1 ponto.



**Figura 47 - Média do questionário ao paciente.**

Relativamente ao paciente testado, este não possuía conhecimentos de informática na ótica do utilizador anteriores à condição de afásico e apresentava fortes dificuldades na leitura e escrita, portanto este foi auxiliado por parte do terapeuta na execução das tarefas. Questões de nível semântico e áudio em português de Portugal foram igualmente entraves na obtenção do impacto desejado da ferramenta sob o paciente.

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O principal propósito desta dissertação era o desenvolvimento de uma plataforma *online* constituída por uma ferramenta terapêutica que servisse de auxílio complementar à reabilitação de pessoas que possuem distúrbios de comunicação. Para se realizar este trabalho foi necessário compreender as dificuldades a que um paciente afásico estava sujeito e, baseado nestas, identificar a natureza dos exercícios que figurariam na aplicação, sendo a colaboração do Dr. José Fonseca (terapeuta da fala do Hospital Santa-Maria) crucial nessa fase.

Quanto ao objetivo inicialmente proposto, pode-se dizer que se conseguiu uma ferramenta completamente funcional que cumpre todos os requisitos a que esta se propunha, com apenas algumas funções menores a ficarem por implementar como a consulta das ajudas utilizadas pelo paciente em determinado exercício e a componente aleatória nos exercícios de realização de tarefas motoras. Por se tratar de uma ferramenta informática voltada para a área da saúde, já está adequadamente preparada para uma possível atualização, nomeadamente em termos de quantidade de objetivos por exercício, imagens, ficheiros áudio e vídeos.

Em relação aos resultados obtidos na avaliação realizada à ferramenta, como referido na secção 6.3, a aceitação por parte dos terapeutas da fala foi bastante boa com estes a classificarem com notas acima da média em todas as questões apresentadas, com destaque para a questão da utilidade da ferramenta para atividade profissional do terapeuta. Relativamente ao teste com o paciente, os resultados foram satisfatórios, embora seria desejável conduzir testes com mais pacientes, nomeadamente com pacientes que possuíssem conhecimentos básicos na utilização de um computador.

Numa perspetiva futura, há certos aspetos que podem ser melhorados:

- Tempo de carregamento de algumas divisões (especialmente o quarto).
- Possibilidade de consulta das ajudas utilizadas pelo paciente em um exercício específico.
- Adição de outros tipos de interfaces de utilizador para além do rato e teclado, como por exemplo, a integração de um *Kinect* (sensor de movimento) ou de um equipamento de realidade virtual como o *Oculus Rift*.
- Capacidade multilingue, sendo que esta ferramenta está apenas destinada a pessoas pertencentes ao universo lusófono. Seria considerada a hipótese de inclusão de variantes semânticas regionais.
- Reconhecimento de voz, pois a linguagem falada é o principal meio de comunicação entre a população mundial.

Foi extremamente gratificante e desafiador desenvolver esta ferramenta, pois para além das dificuldades inerentes à implementação, esteve sempre presente a vertente social de que esta aplicação contribui para melhorar a qualidade de vida diária de pacientes afásicos.

## 8. PUBLICAÇÕES E APRESENTAÇÕES

Durante esta tese um artigo foi publicado (em anexo na secção 10.2) com a seguinte referência:  
Rodrigues, F., Rybarczyk, Y., and Gonçalves M.J. *On the use of IT for treating aphasic patients: a 3D web-based solution. 13<sup>th</sup> International Conference on Applications of Computer Engineering*. Lisbon, Portugal 2014.



## 9. REFERÊNCIAS

- [1] Randolph, S., Marshal, M.D., Ronald, M., Lazar, J.P., Mohr, MD., Aphasia, *Medical Update for Psychiatrists*, vol.3, issue 5, 1998, pp.132-138.
- [2] <http://www.anafasicos.org> (Acedido dia 15/03/2015)
- [3] <http://www.associacaoavc.pt> (Acedido dia 15/03/2015)
- [4] Rybarczyk, Y., Fonseca, J., Tangible interface for a rehabilitation of comprehension in aphasic patients, in *Proc. 11th conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe*, 2011, Maastricht, Netherlands.
- [5] Robertson, I., Does computerized cognitive rehabilitation work?, *Aphasiology*, vol.4, issue 4, 1990, pp.381-405.
- [6] <http://www.asha.org/public/speech/disorders/aphasia.htm> (Acedido dia 15/03/2015)
- [7] Leal, G., Martins, I.P. (2005). *Avaliação da Afasia pelo Médico de Família*, Rev Port Clin Geral 2005;21:359-64.
- [8] Gupta, A., Singhal G. (2011). *Understanding Aphasia in a Simplified Manner*, JIACM 2011; 12(1):32-7.
- [9] Brandão, M.V.T., Mendes, P.D., Maciel, M.S., Ribeiro, C.P., António V.E. *Distúrbios da fala: conceitos atuais*, REVISTA CIÊNCIAS&IDEIAS, vol.3, n.1.Setembro-2010/Abril-2011.
- [10] Papathanasiou, I., Coppens, P., Potagas, C. (2013). *Aphasia and Related Neurogenic Communication Disorders*, p.98.
- [11] Whitworth, A., Webster, J., Howard D. A Cognitive Neuropsychological Approach to Assessment and Intervention in *Aphasia - A clinician's guide*, Second Edition, 2014, p.91.
- [12] Whurr, R., Lorch M. Acquired disorders of language (aphasia): evaluation of effectiveness of intervention, Chapter in F. Fabbro (Ed.) *Concise Encyclopedia of Language Pathology*, Elsevier Science. 1999, 384-392.
- [13] Sousa, P. Afasia como intervir (2005); psicologia.pt – O portal dos psicólogos. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0260.pdf>. Acesso em: 26/01/2015.
- [14] <http://www.bungalowsoftware.com/> (Acedido 15/03/2015)
- [15] <http://www.parrotsoftware.com> (Acedido 15/03/2015)
- [16] Martins, R., Rybarczyk Y., Fonseca J. (2011). Lisling 3D: A Serious Game for the Treatment of Portuguese Aphasic Patients, in 12<sup>th</sup> conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe. Vilamoura, Portugal 2013.
- [17] <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview> (Acedido 15/03/2015)

- [18] <http://www.autodesk.com/products/maya/overview> (Acedido 15/03/2015)
- [19] [www.blender.org](http://www.blender.org) (Acedido 15/03/2015)
- [20] <http://store.steampowered.com/app/220980/> (Acedido 15/03/2015)
- [21] [cryengine.com](http://cryengine.com) (Acedido 15/03/2015)
- [22] [www.unity3d.com](http://www.unity3d.com) (Acedido 15/03/2015)
- [23] <https://www.unrealengine.com/> (Acedido 15/03/2015)
- [24] [http://www.phpmyadmin.net/home\\_page/index.php](http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php) (Acedido 15/03/2015)
- [25] <http://sqlbuddy.com/> (Acedido 15/03/2015)
- [26] <http://www.adminer.org/> (Acedido 15/03/2015)
- [27] <https://code.google.com/p/mysql-lite-administrator/> (Acedido 15/03/2015)
- [28] Fonseca, M. *O fogo e as cinzas*, Editorial Caminho, 1983, p.162.
- [29] Queiroz, E. *Os Maias*, Ateliê Editorial, 2001, p.236.

## 10. ANEXO

### 10.1. Manual de utilizador



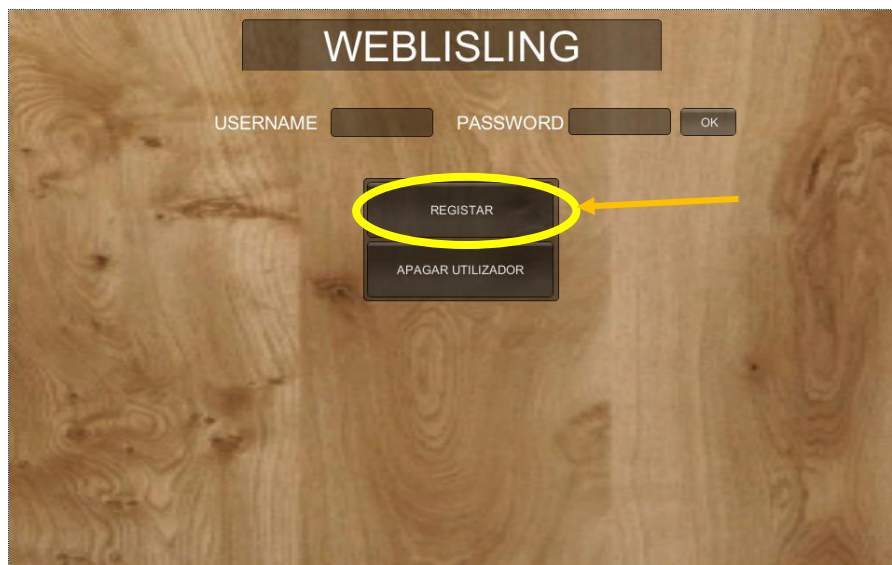
*Lisboa*



Filipe Tavares Rodrigues  
Engenharia Eletrotécnica e de  
Computadores

## COMEÇAR

Para começar a usar o *software* de terapia complementar à afasia, necessita de aceder à página *web* da aplicação [www.webling.net](http://www.webling.net) e efetuar o registo (figura 1).



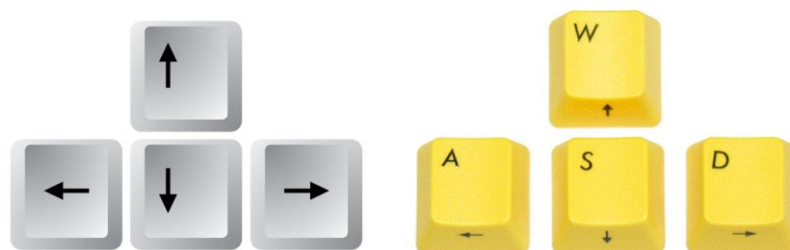
**Figura 1 – Página Inicial.**

Na página de registo deve-se preencher obrigatoriamente os campos assinalados na figura 2. Depois do registo efetuado será encaminhado para a página principal onde poderá iniciar sessão com o seu *username* e palavra passe.

**Figura 2 – Página do Registo.**

## COMANDOS (INTERFACE DO UTILIZADOR)

- Nos exercícios efetuados no **ambiente 3D** o utilizador se deslocará no cenário através do uso das teclas setas direcionais do teclado ou como alternativas as teclas W,A,S,D como indica a figura 3.











**Figura 3 – Teclas de Navegação.**

- **Rato:**
  - Botão Esquerdo: usado para seleção.
  - Botão Central: usado para ativar menu de ajudas e/ou campo de escrita.

## AJUDAS

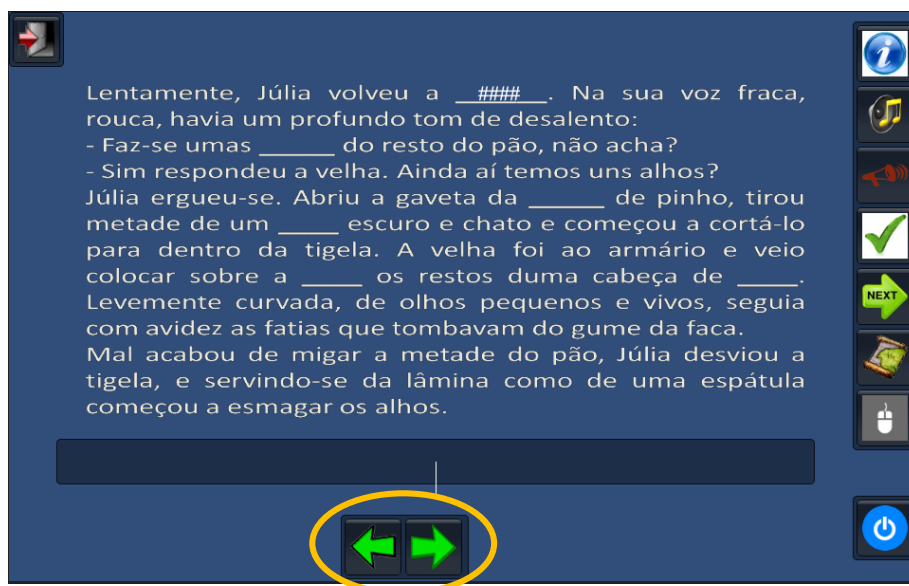
Em caso de dificuldade na execução dos exercícios será providenciado ao utilizar um leque de ajudas adaptadas ao exercício em questão. Uma breve descrição de cada ajuda está ilustrada na figura 4.

	Informação em áudio que esclarece qual é a tarefa a ser realizada.		Nos exercícios de compreensão auditiva, esta opção apresenta a solução escrita.
	Dependendo do exercício esta opção pode dar a resposta correta em áudio, ou então repete a instrução áudio.		Está opção permite que o utilizador após a conclusão do exercício, possa transportar-se diretamente para a divisão desejada.

	Dependendo do exercício esta opção pode sinalizar dentro da divisão o objeto procurado ou a resposta escrita ao exercício.		Uma frase em áudio é dada correspondente à instrução escrita apresentada.
	Uma fotografia do objeto é apresentada ao utilizador.		Permite ao utilizador regular a sensibilidade do rato para que se adeque à divisão em que se encontra.
	Ajuda presente nos exercícios de compreensão escrita, onde uma frase escrita com a instrução dada é apresentada.		Permite ao utilizador avançar para outro objetivo em caso de dificuldade.

**Figura 4 – Ajudas.**

Ainda existem botões adicionais específicos das tarefas de “Texto”, nomeadamente dois botões que permitem navegar pelos espaços em branco do texto (figura 5), deixando o botão NEXT (da figura 4) para mudança de texto.



**Figura 5 – Botões de avanço e recuo.**

## AMBIENTE 3D

Grande parte dos exercícios disponíveis nesta ferramenta estão integrados num ambiente a três dimensões, mais concretamente o cenário de uma casa. As divisões presentes na maioria dos exercícios são a sala, cozinha, casa de banho, hall, escritório e quarto, como mostra a planta na figura 6.

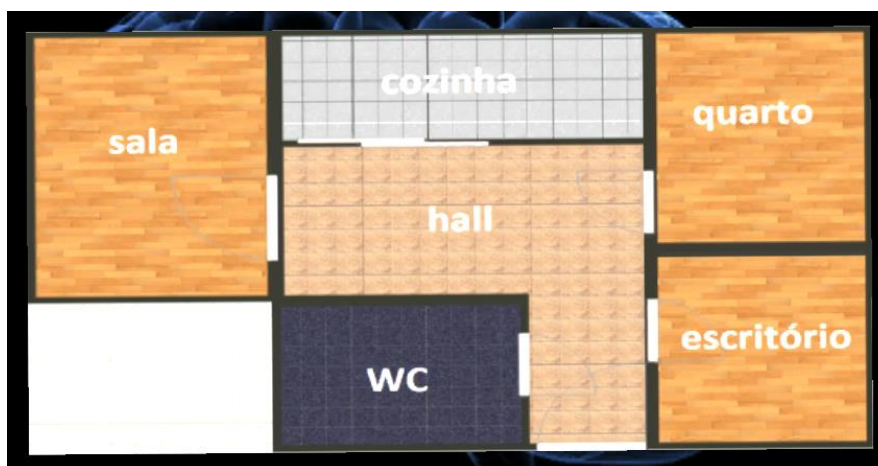


Figura 6 – Planta da casa.

O utilizador ao realizar um exercício dentro destes ambientes 3D terá de atingir o máximo de 5 objetivos propostos antes de proceder à mudança de divisão (podendo esta mudança ser manual ou automática). A forma manual consiste apenas na navegação através do cenário sendo as portas abertas através de um clique; e a forma automática através do botão de ajuda Mapa (figura 7) e depois deve-se selecionar o botão Automático (se escolher Manual volta ao cenário).



Figura 7 – Utilização do botão Mapa.

## REALIZAÇÃO DE TAREFAS

Realização de Tarefas ou Tarefas motoras é o tipo de exercício que exigirá uma maior coordenação motora por parte do utilizador, por isso o funcionamento deste será descrito de forma detalhada nesta secção.

Nesta tarefa será dada uma ordem através de estímulo áudio e o utilizador terá de interagir com os objetos presentes na divisão de forma a cumprir o objetivo.

- **Agarrar objetos** – através do clique do botão esquerdo do rato mantendo-o pressionado até o objeto estar sob a posição desejada (é preferível largar o objeto sem este estar em contato com qualquer superfície).
- **Luz sinalizadora de posição de pouso** – ao agarrar um objeto uma luz é sinalizada sob a superfície, marcando o local onde o objeto cairá caso este seja largado (figura 8).



Figura 8 – Luz sinalizadora de posição de pouso.


- A ajuda  nesta tarefa auxilia o utilizador com a localização dos objetos que se pretende agarrar (sinalizada com partículas verdes) e com local onde se deseja pousar estes (sinalizado com partículas vermelhas). Um exemplo está ilustrado na figura 9.



Figura 9 – Sinalização de objeto a agarrar (a verde) e sinalização de local de pouso (a vermelho).

## CONSULTA DE REGISTOS

Um utilizador com sessão iniciada poderá aceder aos registos estatísticos das tarefas e exercícios efetuados, para isso basta seleccionar o botão CONSULTAR REGISTOS na página pessoal como indica a figura 10.



Figura 10 – Página de sessão iniciada (ecrã pessoal).

Depois de efetuada a seleção do botão Consultar Registos será apresentado os registos gerais dos exercícios do utilizador em questão (figura 11).

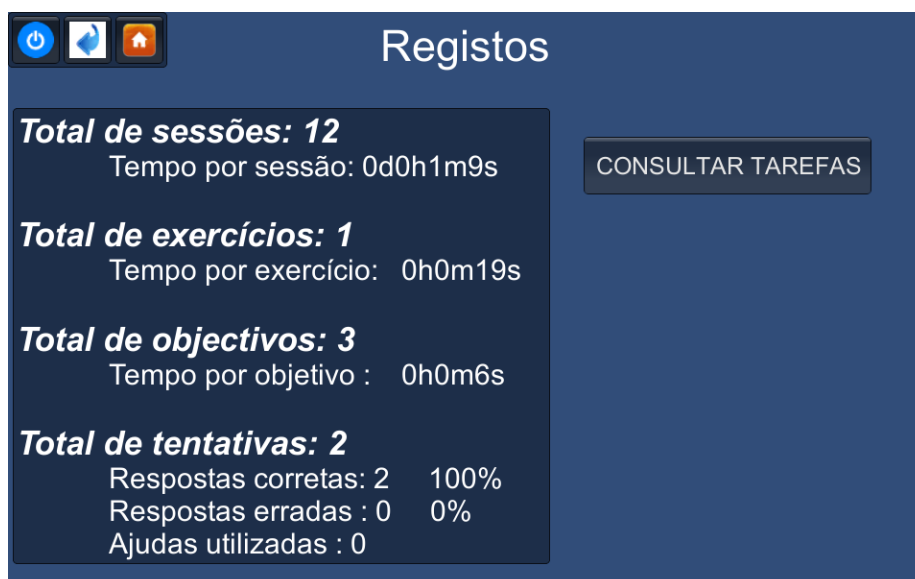


Figura 11 – Página de Registos gerais de utilização.

Para uma análise mais detalhada o utilizador deverá pressionar o botão CONSULTAR TAREFAS (figura 11) e escolher a tarefa e o exercício desejado. Um exemplo está ilustrado na figura 12, onde a tarefa escolhida é Compreensão Escrita e o exercício Frases - Sim/Não.

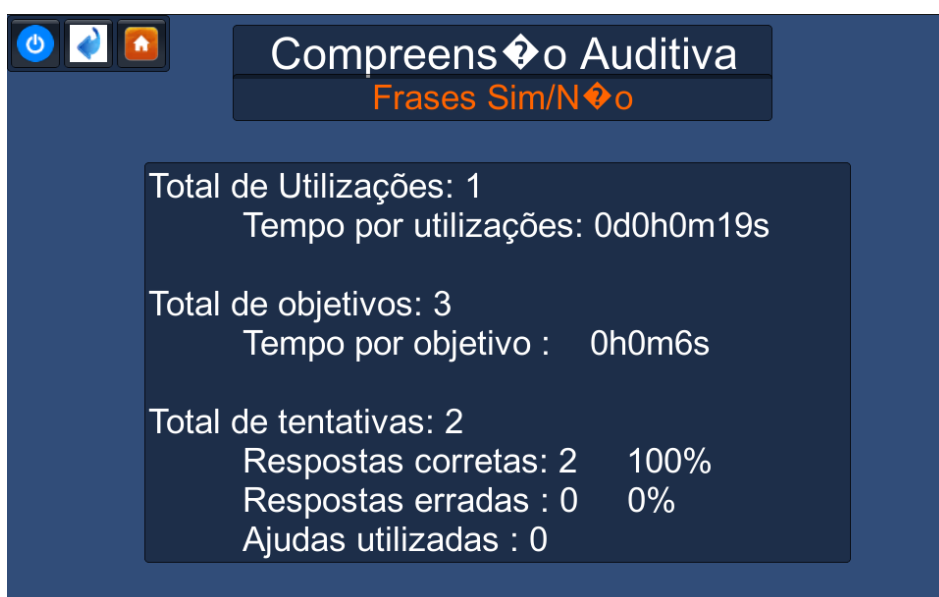


Figura 12 – Página de Registos- Compreensão Auditiva -> Frases Sim/Não.

## 10.2. Artigo: «On the use of IT for treating aphasic patients: a 3D web-based solution»

FILIPE TAVARES RODRIGUES<sup>1</sup>, YVES RYBARCZYK<sup>1</sup>, MARIA DE JESUS GONÇALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrotechnical Engineering  
Nova University of Lisbon  
Monte de Caparica  
PORTUGAL

<sup>2</sup>Speech and Hearing Pathology Department  
Federal University of Rio Grande do Norte  
Natal  
BRAZIL

filipe.tavares.rodrigues@gmail.com,y.rybarczyk@fct.unl.pt,mariadejesusfono@hotmail.com

*Abstract:* This software platform was designed to be a complementary aid in the process of rehabilitating aphasic Portuguese speaking patients. A variety of exercises are provided to the user, in order to train the different components of linguistic skills, such as: reading, speaking and writing. Most of the tasks are conducted in a three dimensional environment, where the user can interact with domestic objects with the aim of promoting a treatment as natural as possible. The platform main particularities lie in the fact that the application is hosted online, does not require an installation of any specific software and allows a remote monitoring by the patient's speech therapist.

*Key-Words:* 3D virtual environment, web-based application, serious game, stroke rehabilitation software, aphasia.

## 1 Introduction

### 1.1 Aphasia

Aphasia is a language and speech disorder resulting from a lesion in an area of the brain responsible for language processing. Depending on the severity, the patient may have a non-coherent speech (phonological errors) and very limited linguistic understanding of speech [1].

### 1.2 Rehabilitation

The process of rehabilitating aphasia can be time consuming, going through the traditional methods of treatment, in which the speech therapist asks to the patient to perform various types of speech and linguistic exercises according to the patient's condition. Repetition of the tasks is a key point in the rehabilitation process [2][3]. Another approach is to use IT (Information Technology) as a complement to the traditional treatment. Several studies have confirmed the effectiveness of such approach in the treatment of aphasia [3][5]. One of the great advantages of this method is its

flexibility, considering the fact that the patient can complete the exercises anywhere, anytime [4]. In this particular project the only requirement is a computer with an internet connection that provides an access to the web-based application.

## 2 System's Architecture

The system architecture is organized by interface, game engine, and online server (Fig.1).

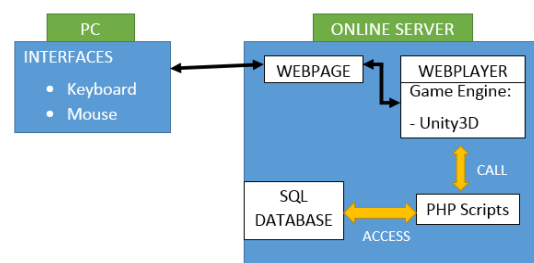


Fig. 1. System's architecture.

## 2.1 User Interfaces

The interfaces available for the tool use are those most commonly used when discussing the use of a computer, which means keyboard and mouse. In order to reach the largest spectrum of the population, it is important to keep the most usual types of user interface to interact with the system

## 2.2 Game Engine

The game engine used to develop this serious game is Unity3D. The freeware version enables us to create several 3D and 2D environments and program them, through the integrated development environment MonoDevelop, in a rather quick and intuitive way [7].

## 2.3 Online Server

The key point of the tool is based on the fact that it is hosted online (no local installation required) alongside with a server database that stores the performance of each patient. This architecture has the advantage of giving more freedom and autonomy to the user, who can carry out exercises whenever and wherever he/she wants, as long as the computer is connected to the internet. In addition, the centralization/distribution of the information on a server makes possible an almost real-time monitoring of the patient by the speech therapist, who can check the patient's progress and adapt his/her workload accordingly.

The data communication is done as follows: on the user side, a request is sent by JavaScript (read/write) and, on the server side, the request is executed through a PHP script (used for reading and writing, in SQL, into the database).

## 3 Description of the Application

The software used for developing this application is Unity3D for the game engine and 3DSMax Autodesk for modelling 3D objects. Due to the fact that Unity provides a Plug-in to run the application in an internet browser, it is easy to integrate it in the website, which is built in Joomla.

Tasks are designed by speech and language therapists and divided into four groups, as follows: written expression, listening comprehension, written comprehension and completion of motor

tasks (Fig.2). The whole task takes place in a virtual representation of a flat (Fig.3). Each task is composed of a set of specific exercises (Fig.5, Fig.7, Fig.8 and Fig.14).

The entire patient's information, from personal data to performance recording, is stored in a web-based database, which can be consulted by the speech therapist and the patient himself/herself.



Fig. 2. Four groups of tasks: written expression, listening comprehension, written comprehension and completion of motor tasks.

## 3.1 Home's Plan

After choosing an exercise, the home's plan is presented to the user, who has to select a room where the exercise will take place (Fig.3).

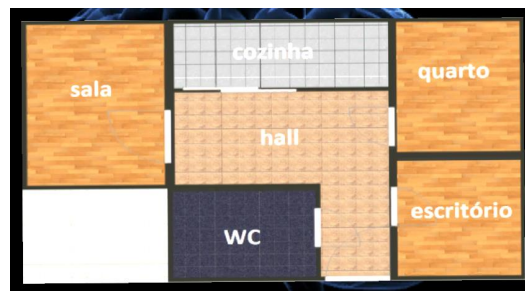








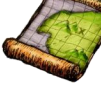


Fig. 3. House plan, where the user can choose a specific room to complete a exercise. The available rooms are: living-room, kitchen, bedroom, office and bathroom.

## 3.2 Help Items

Some helps are available to the patients in order to facilitate the execution of an exercise, when they face difficulties to complete it. Depending on the type of exercise these aids, which are represented in form of icons (Table 1), can be voiced, written or visual (photographs of objects and

emissions of particles that attract the attention of the user to the desired object). Each time a patient uses an aid, it is recorded in the database.

Table 1. Help icons and their functions.

	<b>Audio Info:</b> repeats the exercise audio instruction.
	<b>Hear Name:</b> provides the audio name of the object.
	<b>Signalize Object / Check Answer:</b> identifies the desired object in the scene / gives a written correct answer.
	<b>Object's Photo:</b> provides a photo of the desired object.
	<b>Sentence Help:</b> a written sentence is provided to aid the user (appears in the written comprehension exercises).
	<b>Written Word:</b> provides the written answer to the exercise (appears in the listening comprehension exercises).
	<b>Home's Plan:</b> provides a map that allows the user to move automatically to a room (after completing the exercise).
	<b>Audio Sentence:</b> provides an audio sentence corresponding to the written instruction presented on the screen.
	<b>Mouse Sensitivity:</b> allows the user to regulate the sensitivity of the mouse to suit the division in which it lies.

### 3.3 Word Processing

One of the main features of this therapeutic tool relates to text treatment, in which the user enters a character and the programmed algorithm checks if, in fact, it corresponds to the correct character. Flowchart, in figure 4,

exemplifies the whole process of character checking.

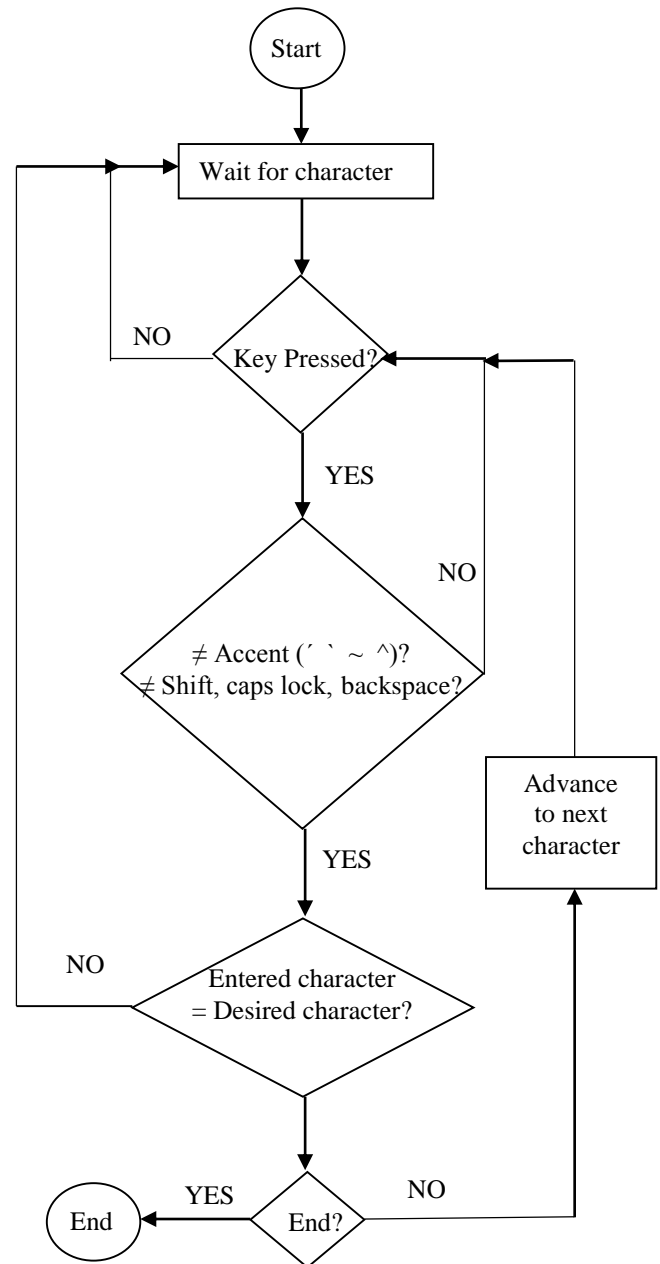


Fig. 4. Process of character verification.

### 3.4 Written Expression

The exercises (Fig.5) available in this task allow the user to practice different kind of writing skills. For example, in figure 6, it is asked to the patient to fill in a sentence, which is related to the 3D immersive environment in which the exercise takes place.



Fig. 5. Set of written expression exercises.



Fig. 6. Example of a written exercise. Here, the patient, who is located in the kitchen, has to insert a noun in a sentence. The question is always related to the room where the exercise takes place.

### 3.5 Listening Comprehension

In this task the stimuli are audio. There are three types of exercises: objects identification, yes/no sentences and simple order sentence (Fig.7).

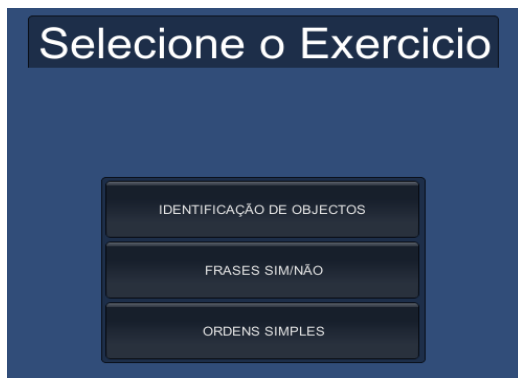


Fig. 7. Set of listening comprehension exercises.

#### 3.5.1 Objects Identification

In this exercise, an audio order with the name of an object is given to user, who has

to find the three-dimensional model of the object located somewhere in the room. The patients validate their answer by clicking on an object in the room. They receive an immediate feedback on their response (correct vs. incorrect).

#### 3.5.2 Yes/No Sentences

After listening to the audio stimulus, which is a declaration regarding an object present in the room, the user must choose between “Yes”, if the statement is true, and “No”, if it is false.

#### 3.5.3 Simple Order Sentence

A simple audio sentence, composed only of a subject, verb and complement, is heard and the user has to associate it with an object in the room. An example of one of these sentences is: “It is used to brush your hair” and the patient must point out to the hairbrush.

### 3.6 Written Comprehension

This task is designed to train different aspects of the written comprehension of aphasic patients (Fig.8). The exercises are divided into five groups, which are: partnering noun (Fig.9), partnering sentence (Fig.10), responsive naming (Fig.11), word intruder (Fig.12), yes/no sentences (Fig.13).



Fig. 8. Set of written comprehension exercises.

#### 3.6.1 Partnering Noun

The name of an object is written on the screen and the user has to walk around the room in order to find the object and submit his/her answer by clicking on the object’s 3D model.



Fig. 9. Example of a written comprehension exercise based on partening noun. The reading skills of the patients are trained by a test in which they have to identify a physical (e.g., perfume bottle) object from its name.

### 3.6.2 Partnering Sentence

This exercise is similar to partnering noun, except the fact that the stimulus is a definition of the object. The way of answering is exactly the same.



Fig. 10. Example of a written comprehension exercise based on partening sentence. The reading skills of the patients are trained by a test in which they have to locate a physical object from a sentence that defines it. (e.g., find the “painting” from the stimulus sentence: “a decorating that expresses art”).

### 3.6.3 Responsive Naming

In this exercise an incomplete sentence is displayed and four alternatives are given to the user in order to fill in correctly the phrase.



Fig. 11. Example of a written comprehension exercise based on responsive naming. The patients have to understand the meaning of the sentence in order to complete it with the right word (e.g., “pick up the... *phone*”).

### 3.6.4 Word Intruder

Five object’s names related to a specific room are presented on the screen. The user’s task is to select the word that does not belong, in terms of properties, to the rest of the set.

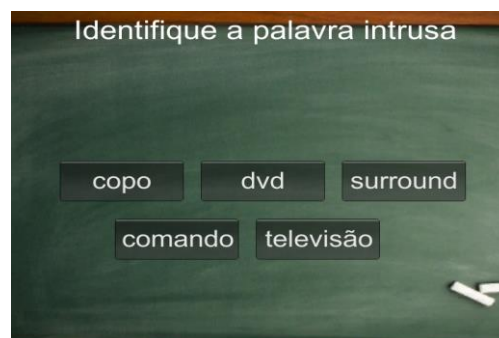


Fig. 12. Example of a written comprehension exercise based on word intruder. The patients have to choose the word that does not belong to the family of the other four. (e.g., “glass” vs “dvd, surround, remote control, TV”).

### 3.6.5 Yes/No Sentences

It is similar to the exercise yes/no sentences of listening comprehension, except the fact that the stimulus source is not spoken but written.



Fig. 13. Example of a written comprehension exercise based on yes/no sentence. Here, the patient has to discriminate between a true and false statement, which is related to an object in the living-room.

### 3.7 Motor Tasks

In this last task, the user has to carry out an action in the 3D environment in order to complete an exercise. There are two different types of exercises: simple tasks and compound tasks (Fig.14).

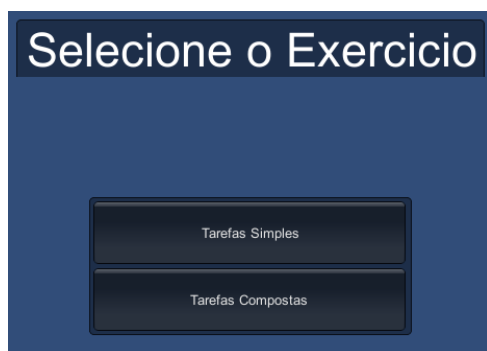


Fig. 14. The two kinds of motor tasks, which involves different levels of motor skill.

#### 3.7.1 Simple Tasks

In this exercise, the user is prompted to interact with the objects exposed in the room, following the order that is given to him/her (Fig.15). To do so, he/she has to click on the designated object, hold down the mouse button to grab it and release the button to drop the object over the final desired location.



Fig. 15. Example of a simple task: “Put the soap in its holder”.

#### 3.7.2 Compound Tasks

This motor task is similar to the previous one. The only difference is based on the fact that the patients have to understand a more complex order, in which they have to execute more than one action to complete the exercise. For instance, the order can be: “Open the door of a closet and put the shoes inside”.

## 4 Database’s modelling

A web-based database is used to store data on each user and their respective performance. This database is divided into six related tables, which are described below (Fig.16).

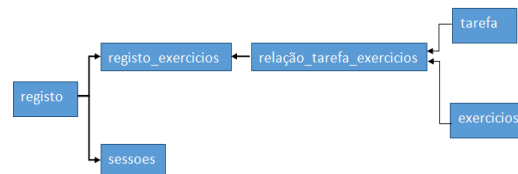


Fig. 16. Entity and relationship diagram.

#### 4.1 Table “registo”

This table is dedicated for storing all user personal account information, such as: name, email, username, password...

#### 4.2 Table “sessoes”

It is a simple table that stores the total number of sessions (“Total\_Sessoes”) and total time (“Tempo\_Sessoes”) spent on it.

#### 4.3 Table “registo\_exercicios”

In “registo\_exercicios” all the parameters of the patient’s performance are recorded, such as the amount of correct answers (“Resposta\_Corretas”), wrong answers (“Respostas\_Erradas”), kind (“Id\_ajuda”) and number (“Ajudas\_Utiliz”) of aids used

and the time span taken for each exercise (“Tempo\_Exe”).

#### 4.4 Relationship between tables “registo”, “registo\_exercicios” and “sessoes”

The relationship between these three tables revolves around the user id, which makes the account unique and enables the relationship between the exercises taken in “registo\_exercicios” and time and session parameters in “sessoes” (Fig.15).

#### 4.5 Tables “tarefa”, “exercicios” and “relacao\_tarefa\_exercicios”

The table “tarefa” refers to the four task groups of the application, which are identified by a specific id (Fig.17). Similarly, an individual id is associated to each exercise in the table “exercicios” (Fig.18). The relationship between these two tables (Fig.19) is made through the table “relacao\_tarefa\_exercicios”, which defines from which group belongs an exercise (Fig.20).

id_tarefa	Nome_Tarefa
1	Expressao Escrita
2	Compreensao Auditiva
3	Compreensao Escrita
4	Realizacao de Tarefas

Fig. 17. Structure of the “tarefa” table.

id_exe	Nome_Exe
1	Substantivos
2	Verbos
3	Frases - Inserir Nomes
4	Frases - Inserir Verbos Presente
5	Frases- Inserir Particulas
6	Erros Fonologicos
7	Palavras Desordenadas
8	Inserir Nomes
9	Inserir Verbos
10	Inserir Palavras Funcao
11	Inserir Palavras
12	Emparceirar Nome
13	Emparceirar Frase
14	Responding Naming
15	Palavra Intrusa
16	Frases Sim/Nao

Fig. 18. Structure of the “exercicios” table.

id_tarefa	id_exe
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
1	7
1	8
1	9
1	10
1	11
3	12
3	13
3	14
3	15
3	16

Fig. 19. Structure of the “relacao\_tarefa\_exercicios” table.

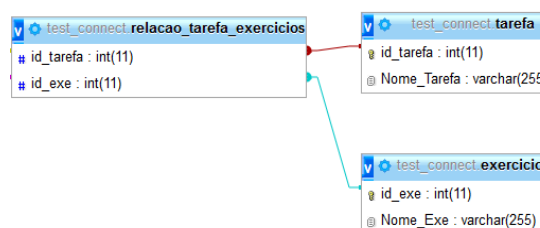


Fig. 20. Table “relacao\_tarefa\_exercicios”.

## 5 Results

At the moment no tests have been made with aphasic patients, because the tool is still a prototype in development. Nevertheless, some preliminary results based on regular users are already available for consulting on the application data interface.

Analysing the performance data through the “consult records” (“consultar registos” – Fig.21), it is possible to verify how well the user is taking the exercises.

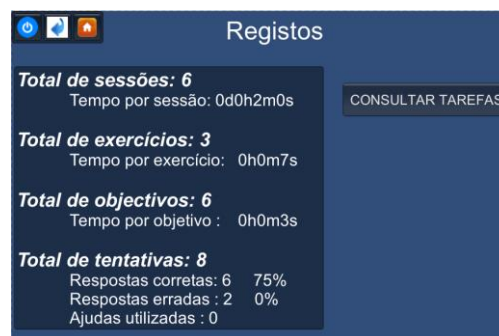


Fig. 21. Global records.

For a deeper analysis, it is also possible to consult each exercise individually. For instance, in figure 22, the user has 75 % of correct answers for the written comprehension exercises and only 37.5% in written expression (Fig.23). From such results, the speech therapist can easily conclude that a high amount of workload should be done to improve the written expression skills of this individual.

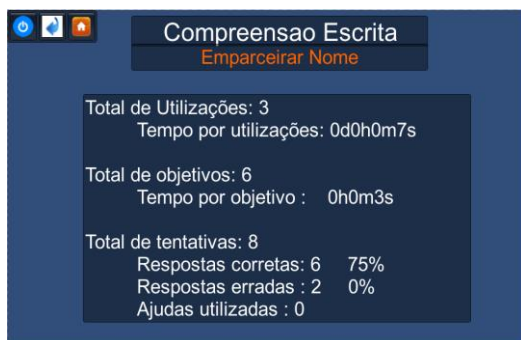


Fig. 22. Written Comprehension records.

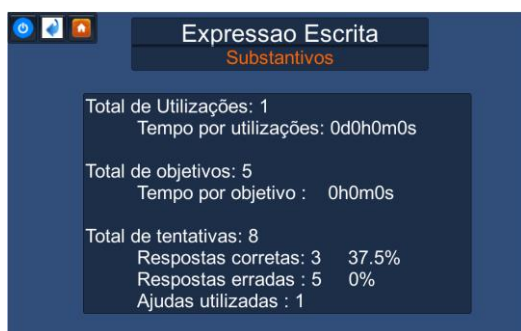


Fig. 23. Written Expression records.

## 6 Conclusion

According to the previous projects in the field [8][9], this last generation of IT to support linguistic impairments is expected to be a relevant aid in the treatment of Portuguese speaking aphasic patients. The most significant features of this application is to provide the user (i) a wide range of linguistic exercises immersed in a realistic virtual representation of a three dimensional flat and (ii) an easy web-based access to perform exercises and consult data.

To highlight the fact that the tool allows the patients a greater autonomy and freedom, considering the fact that they can execute tasks with high frequency (they only need a computer with an internet connection). Last but not least, the treatment exposure based on the concept of

serious game is another motivational factor for the patients to continually outperform their past results. All these aspects are key points in the recovery process from the disease.

### Acknowledgements:

This project is supported in part by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

### References:

- [1] Randolph, S., Marshal, M.D., Ronald, M., Lazar, J.P., Mohr, MD., Aphasia, *Medical Update for Psychiatrists*, vol.3, issue 5, 1998, pp.132-138.
- [2] Bhogal, S.K., Teasell, R., Speechley, M., Intensity of aphasia therapy, impact on recovery, *Stroke*, vol.34, 2003, pp.987-993.
- [3] Rybarczyk, Y., Fonseca, J., Tangible interface for a rehabilitation of comprehension in aphasic patients, in *Proc. 11th conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe*, 2011, Maastricht, The Netherlands.
- [4] Lindeløv, J., Does Computerized Cognitive Rehabilitation Generalize?, *Replace, Repair, Restore, Relieve – Bridging Clinical and Engineering Solutions in Neurorehabilitation*, W. Jensen et al. (eds.), 2014, pp.61-62. Switzerland: Springer.
- [5] Robertson, I., Does computerized cognitive rehabilitation work?, *Aphasiology*, vol.4, issue 4, 1990, pp.381-405.
- [6] Sik Lányi, C., Geiszt, Z., Magyar, V., Using IT to inform and rehabilitate aphasic patients, *Informing Science Journal*, vol.9, 2006, pp.163-179.
- [7] [www.unity3d.com/unity](http://www.unity3d.com/unity).
- [8] Rybarczyk, Y., Fonseca J., Martins R., Lising 3D: a serious game for the treatment of portuguese aphasic patients. In *Proc. 12th conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe*, 2013, Vilamoura, Portugal.
- [9] Rybarczyk, Y., Martins R., Fonseca J., Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics, *Experiment@ International Conference'11*, 2011, Lisbon, Portugal.