

DM

# Uma Ferramenta Interativa Baseada em Jogos para Aprendizagem Colaborativa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**José Adriano Fernandes Faria**  
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

*A Nossa Universidade*

[www.uma.pt](http://www.uma.pt)

maio | 2017

# Uma Ferramenta Interativa Baseada em Jogos para Aprendizagem Colaborativa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**José Adriano Fernandes Faria**

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTADOR  
Sergi Bermúdez i Badia

CO-ORIENTADORA  
Dora Aguin Pombo



# Resumo

Já existe uma grande quantidade de jogos didáticos computacionais. Contudo a maior parte destes jogos só podem ser utilizados numa disciplina ou tema, e as tarefas que o compõem não podem ser alteradas sem a intervenção do programador. O que nós propomos é um jogo computacional em 3D que possa ser utilizado por mais do que um tema ou disciplina e cujas tarefas pedagógicas podem ser elaboradas pelo próprio educador

A execução deste projeto envolveu o Museu da Baleia da Madeira e Faculdade de Ciências da Vida. No museu realizam-se várias atividades pedagógicas sobre a temática dos cetáceos com as crianças do 1º e 2º ciclo que visitam este museu. A análise destas atividades serviu como ponto de partida para a elaboração das tarefas disponibilizadas pela nossa aplicação. A contextualização desta aplicação baseou-se nas metas curriculares do estudo do meio para o 3º e 4º ano de escolaridade e teve o apoio da regente da Unidade Curricular de Didática da Biologia, Professora Dora Pombo, docente da FCA.

O resultado do nosso projeto é uma aplicação pedagógica na qual são executadas as tarefas, e uma aplicação de apoio disponibilizada aos educadores para a criação de conteúdos. São disponibilizadas 3 tarefas pedagógicas aos alunos: selecionar, agrupar e etiquetar, (cronometradas ou não) que são aplicadas ao tema escolhido: Locomoção, Alimentação, Revestimento, etc. ou qualquer outro tema que o educador pretenda, apenas ficando dependente do conteúdo inserido por ele.

Os dos dois testes de usabilidade efetuados revelaram que a aplicação desenvolvida dá resposta ao problema proposto. Ao mesmo tempo que cativa os alunos com a sua interface amigável e a dinâmica do jogo, promove a transmissão de conhecimento através da resolução das tarefas pedagógicas que propõe. Tal como se pretendia a ferramenta desenvolvida é multidisciplinar e o seu conteúdo, pode ser criado e alterado a qualquer momento, sem necessidade de interromper a execução das tarefas.



# Abstract

## Abstract

Most of the available educational computer games can be employed only in one discipline (subject) and the intervention of the programmer is crucial for modification of the game tasks. Here we suggest a 3D computer game which can be used in more than one subject where the pedagogical tasks can be modified by the educator.

The project was conducted in collaboration with “Museu da Baleia da Madeira” and the Faculty of Life Science. Different educational activities related to Cetaceous were performed by the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year school children that visited the Museum during the execution of the project. The analysis of these activities served as starting point to elaborate various tasks available in our application. The contextualization of the application was based on curricular objectives of Ambiental Studies for 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> year primary school in collaboration with Dr. Dora Pombo, responsible for CU (curricular Unite) of Didactics of Biology.

The outcomes of this project are: (1) an application for students to perform the pedagogical tasks, and (2) a support application that allows the teacher to create the content of the educational programme. The application allows the student to perform tasks related to identification, grouping and tagging on the selected topic, which can be related to locomotion, feeding, coating etc. Further, the teacher can add any topic of interest through the support application.

The two conducted experiments demonstrated that the developed application fulfilled the proposed goal and successfully addressed the targeted problem. This application attracts the students’ attention, supports a friendly interaction with the game, and promotes their knowledge by solving the included pedagogical tasks. The developed tool is multidisciplinary and its content can be created and/or changed at any instant without interfering with the performance of the tasks.



# Índice

Resumo .....	3
Lista de Figuras .....	11
Lista de Tabelas .....	13
Acrónimos .....	15
Agradecimentos .....	17
1 - Introdução .....	19
1.1 - Objetivo .....	19
1.2 - Estrutura da dissertação .....	19
1.3 - Parcerias .....	19
1.3.1 - O museu .....	20
1.3.2 - Faculdade de Ciências da Vida .....	20
2 - Estado da Arte .....	21
2.1 - A aprendizagem .....	21
2.1.1 - Teoria da aprendizagem significativa .....	21
2.1.2 - A aprendizagem no ensino formal e informal .....	22
2.1.3 - Taxonomia na educação .....	23
2.2 - Tecnologias da Educação .....	26
2.2.1 - O Papel do Quadro Iterativo (QI) na Inovação do Ensino em Portugal .....	26
2.3 - O jogo no ensino .....	27
2.3.1 - Jogo didático ou pedagógico .....	29
2.2.3 - Jogos didáticos computacionais .....	29
2.3.3 - Conclusão .....	34
3 - Metodologia .....	37
3.1 - Recursos Disponíveis .....	37
3.1.2 - Quadro Iterativo .....	38
3.1.3 - Plataforma .....	38
3.2 - Tecnologias utilizadas .....	39
3.2.1 - 3dMax .....	39
3.2.2 - Unity .....	39
3.2.3 - Csharp e JavaScript .....	40
4 - Implementação .....	43
4.1 - Desenho do Sistema .....	43
4.1.1 - Requisitos do Sistema .....	43
4.1.2 - Casos de uso .....	45
4.1.3 - Dinâmica do jogo .....	46
4.1.4 - Protótipos .....	48
4.2 - Arquitetura do sistema .....	50
4.3 - Diagrama de Classes .....	51

4.4 - Fluxogramas .....	53
4.4.1 - Selecionar objetos.....	53
4.5 - Implementação da estante e dos elementos do jogo.....	53
4.5.1 - Construção dos prefabs.....	55
4.5.2 - Definição da estante .....	56
4.6 - Interface .....	60
4.6.1 - Menu Principal .....	60
4.6.2 - Menu jogos versão inicial.....	62
4.6.3 - Menu jogos versão Final .....	62
4.6.4 - Menu settings .....	63
4.7 - Feedback.....	63
4.7.1 - Sonoro .....	63
4.7.2 - Visual .....	64
4.7.3 - Pontos e Nível .....	65
4.7.4 - Sucesso .....	65
4.7.5 - Mensagens de Alerta .....	65
4.8 - Aplicação de Apoio .....	66
4.8.1 - Modelo de dados produzido pela aplicação.....	67
5 - Testes de usabilidade .....	69
5.1 - Metodologia.....	69
5.3 - 1ª Sessão de testes.....	70
5.3.1 - Escala de usabilidade da aplicação – SUS.....	70
5.3.2 - Interface.....	71
5.3.3 - Grelha de Observação.....	72
5.3.4 - Discussão.....	73
5.3.5 - Alterações resultantes.....	74
5.4 - 2ª Sessão de testes.....	75
5.4.1 - Escala de usabilidade.....	75
5.4.2 - Grelha de observação .....	76
5.4.3 - Testes aos pares .....	77
5.4.4 - Discussão.....	79
5.4.5 - Alterações resultantes.....	79
5.5 - Considerações finais .....	79
6 - Conclusão .....	81
Bibliografia.....	83
8 - Anexos.....	85
8.1 - Anexo 1: Questionário sobre a usabilidade.....	86
8.2 - Anexo2: Questionário sobre a interface.....	87
8.3 - Anexo 3: Questionário verbal.....	88
8.4 - Anexo 4: Histogramas resultantes da 1ª sessão de testes à interface.....	89
8.5 - Anexo 5: Histogramas resultantes da 1ª sessão de testes à usabilidade.....	91

8.6 - Anexo 6: Histogramas resultantes da 2ª sessão de testes à usabilidade. ....93



# Lista de Figuras

Figura 1: Categorias da taxonomia de Bloom. Domínio cognitivo. ....	24
Figura 2: Jogo didático para o ensino dos sentidos .....	31
Figura 3: Jogo didático sobre a classificação de animais .....	31
Figura 4: Jogo Sistema respiratório .....	32
Figura 5: Zonix – Jogo para identificar a classe taxonómica.....	33
Figura 6: Zonix - Jogo para identificar as várias fases do ciclo da água .....	33
Figura 7: Zonix – Jogo para identificação de alguns elementos geológicos.....	34
Figura 8: Modelo de QI existente no MBM .....	38
Figura 9: Exportação de um modelo do 3dsMax.....	39
Figura 10: Importação de modelos no UNITY .....	40
Figura 11: Editor do Visual Studio.....	41
Figura 12: Diagrama de uso – Criança .....	45
Figura 13: Caso de uso - Opções do educador .....	46
Figura 14: Fluxograma de uma jogada .....	47
Figura 15: Protótipo inicial.....	48
Figura 16: Protótipo da estante com os compartimentos .....	49
Figura 17: Protótipo dos cubos usados para representar os animais .....	49
Figura 18: Fluxo de dados entre os vários componentes do sistema .....	50
Figura 19: Diagrama de classes .....	51
Figura 20: Fluxograma seleciona .....	54
Figura 21: Modelação do cubo e do compartimento .....	55
Figura 22: Construção dos prefabs .....	55
Figura 23: Medidas disponíveis para desenhar a estante .....	56
Figura 24: Estante 3x4 – Limitação do crescimento da estante pela altura de cenário.....	57
Figura 25: Estante 5X10 - Podemos observar o crescimento para a direita.....	57
Figura 26: Unity Assets Store.....	58
Figura 27: Cenário Marinho .....	58
Figura 28: Animação da água.....	59
Figura 29: Cenário Marinho com shader toon .....	59
Figura 30: Cenário Bosque.....	60
Figura 31: Menu básico para facilitar navegação entre as várias cenas do jogo.....	60
Figura 32: Primeira implementação do menu inicial .....	61
Figura 33: Segunda implementação do menu inicial.....	61
Figura 34: Versão final do menu inicial .....	62
Figura 35: Menu básico com as opções disponíveis.....	62
Figura 36: Menu Jogos versão final .....	63
Figura 37: Feedback sonoro .....	64
Figura 38: Feedback visual.....	64
Figura 39: Final do jogo .....	65
Figura 40: Aviso de elementos insuficientes .....	65
Figura 41: Aplicação de apoio - opções disponíveis .....	66
Figura 42: Formulário para inserir categorias .....	66
Figura 43: Formulário para inserir propriedades .....	67
Figura 44: Formulário para criar os vários elementos de jogo .....	67
Figura 45: Esquema da estrutura dos dados .....	68
Figura 46: Alterações resultantes dos 1 <sup>os</sup> testes .....	74
Figura 47: Colaboração entre jogadores .....	78
Figura 48: Festejando o sucesso .....	78
Figura 49: Alterações resultantes da 2 <sup>a</sup> sessão de testes .....	79



# Lista de Tabelas

Tabela 1: Quadro com os programas de apoio à tecnologia iterativa ao abrigo do QREN .....	28
Tabela 2: Algumas imagens e ilustrações utilizadas no projeto .....	37
Tabela 3: Lista de requisitos da aplicação .....	44
Tabela 4: Serviços disponibilizados pelas várias classes.....	52
Tabela 5: Resultados SUS da 1ª sessão .....	71
Tabela 6: Resultados interface da 1ª sessão.....	72
Tabela 7: Resultados/grelha de observação 1ª sessão.....	73
Tabela 8: Resultados SUS da 2ª sessão .....	76
Tabela 9: Resultados grelha de observação da 2ª sessão .....	77



# Acrónimos

CCCV - centro de competências Ciências da Vida.

FCV - Faculdade de Ciências da Vida.

XML - EXtensible Markup Language.

MBM - Museu da Baleia da Madeira.

QI - Quadro Interativo.

QREN - Quadro de referência estratégico nacional.

FBX - Formato de ficheiro desenvolvido pela empresa canadiana Kaydara's Filmbox.

FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional.

GUI - Gráfico User Interface.

SUS - System Usability Scale.



# Agradecimentos

Aos meus orientadores Sergi Bermudez e Dora Pombo que estiveram presentes ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Aos meus filhos Pedro e Sara pelo carinho que me deram mesmo nos dias que estava menos presente para eles.

A minha mulher pela compreensão e pelo incentivo.

Ao diretor do Museu da Baleia da Madeira e à Professora Sílvia Mateus dos Serviços educativos do referido museu pela colaboração e cedência do espaço para testar e implementar a aplicação.

Aos colegas César David, Thanos Vourvopoulos e Teresa Paulino pelo apoio e amizade.

Aos Profs. Doutores Miguel Sequeira, António Bhrem e Manuela Gouveia da Faculdade de Ciências da Vida, sem os quais não seria possível conciliar o trabalho com o estudo.



# 1 - Introdução

## 1.1 - Objetivo

A aplicação desenvolvida no âmbito desta dissertação de mestrado teve como objetivo principal a criação de uma ferramenta pedagógica para motivar as crianças que normalmente frequentam o museu da Baleia da Madeira na aprendizagem das ciências naturais, com especial incidência para o tema dos cetáceos.

## 1.2 - Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos, os quais descrevem todo o seu processo de desenvolvimento, desde a contextualização até a sua adoção:

Capítulo 1 – Introdução: neste capítulo descrevemos a estrutura e organização da dissertação, assim como apresentamos os nossos parceiros.

Capítulo 2 - Estado da Arte: neste capítulo descreveremos o estado da arte e, conseqüentemente, faremos uma breve e superficial incursão no processo de aquisição de conhecimentos, nomeadamente nas teorias da aprendizagem, com especial relevo para a taxonomia de Bloom. Ainda neste capítulo descreveremos o resultado da investigação realizada sobre a importância da tecnologia no ensino e sintetizaremos aquilo que se tem feito nesse sentido.

Capítulo 3 – Metodologia: neste capítulo faremos uma apresentação da tecnologia utilizada no nosso projeto.

Capítulo 4 – Implementação: neste capítulo descreveremos como se processou o levantamento e a classificação dos requisitos funcionais e não funcionais da aplicação, a identificação dos vários casos de uso, a descrição da dinâmica da aplicação e a prototipagem, procederemos igualmente, à demonstração do modo como se implementou o diagrama de classes que compõe a estrutura da aplicação segundo o paradigma da programação orientada para os objetos, a construção dos modelos e dos cenários em 3D e, por fim, demonstraremos os passos realizados para implementar a interface da aplicação.

Capítulo 5 – Testes de usabilidade: neste capítulo descreveremos as duas sessões de testes de usabilidade realizadas para testar a funcionalidade, a interface e a aceitação da aplicação, assim como as melhorias efetuadas com base nos erros e as dificuldades transmitidas pelos utilizadores que participaram nos testes.

Capítulo 6 – Conclusão: neste capítulo analisamos os resultados obtidos tendo em conta os objetivos que nos propusemos alcançar.

## 1.3 - Parcerias

Neste projeto estiveram envolvidos, desde o início, o Museu da Baleia da Madeira, representado pela Professora Doutora Sílvia, a Faculdade de Ciências da Vida, na pessoa da Professora Doutora Dora Pombo, o Professor Doutor Sergi Bermúdez, como orientador, e o mestrando Adriano Faria, como autor do projeto.

### 1.3.1 - O museu

O Museu da Baleia da Madeira (MBM), localizado na Vila do Caniçal, é uma instituição pertencente ao Município de Machico direcionada para a conservação da memória cultural da caça à baleia na Região Autónoma da Madeira (RAM), para a investigação científica e para a educação.

A componente educativa do Museu é da responsabilidade da unidade orgânica dos Serviços Educativos e tem como objetivo principal desenvolver atividades que contribuam para a aprendizagem dos envolvidos. Neste âmbito, foi desenvolvido o programa educativo da instituição que aborda temáticas como as condições físico-químicas do meio marinho, a biodiversidade de cetáceos e o desenvolvimento sustentável. Este mesmo programa especifica as temáticas a abordar para cada ano de escolaridade, complementando as visitas de estudo com as orientações curriculares desse mesmo ano. Além do acompanhamento de visitas de estudo ao Museu, os Serviços Educativos desenvolvem palestras nas escolas, ATL e desafios escolares realizando, também, ações de formação para professores. Frequentemente o Museu da Baleia recebe a visita de alunos das várias escolas da Região Autónoma da Madeira, sendo que muitos desses alunos frequentam o 1º ciclo do ensino básico.

É ainda preocupação dos Serviços Educativos do MBM acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, a colaboração com a Universidade da Madeira é uma mais-valia para a instituição.

As salas de exposição permanente do MBM têm 3 exemplares embalsamados de lobos-marinhos e modelos à escala de 8 espécies de cetáceos da RAM. Além desta referência explícita aos animais, o Museu tem em exposição vários crânios e alguns esqueletos completos de cetáceos que se encontram quer nas salas de exposição quer na coleção de referência do Museu.

Nas atividades pedagógicas desenvolvidas pelos Serviços Educativos são abordados preferencialmente os cetáceos, mas são também referidas outras espécies, marinhas ou não, cuja menção se torna relevante para a temática em desenvolvimento.

### 1.3.2 - Faculdade de Ciências da Vida

Desde 1995 que desempenho funções de técnico de laboratório na Universidade da Madeira, primeiro no Departamento de Biologia, mais tarde no CCV e agora na Faculdade de Ciências da Vida. O gosto pelas atividades que se desenvolvem nesta área científica e a sua envolvência revelaram-se aspetos fundamentais na escolha do meu tema de projeto.

A utilização de animais para o ensino da Biologia nas salas de aulas nem sempre é possível ou aconselhada, porque o animal pretendido nem sempre se encontra disponível no meio natural próximo da escola ou, existindo, a sua utilização poderá acarretar perigo para os alunos (no caso dos animais selvagens) ou para os animais, podendo provocar-lhes *stress* e dor, aspetos porventura suscetíveis de causa de morte. Assim, o uso de animais nas salas deve ser reduzido ao estritamente necessário para evitar os constrangimentos atrás mencionados. A utilização de *software* educativo que permita o estudo da fauna poderá, então, constituir uma boa alternativa.

## 2 - Estado da Arte

### 2.1 - A aprendizagem

A aprendizagem é um processo de aquisição de conhecimentos e habilidades muito complexo e o seu estudo originou várias teorias que influenciaram o sistema de ensino a nível nacional e internacional. Assim, qualquer projeto informático que vise facilitar o processo de aquisição de conhecimentos deve partir de pressupostos cientificamente comprovados. Torna-se, pois, pertinente um estudo prévio, mesmo que ténue, destas teorias.

#### 2.1.1 - Teoria da aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa tem um especial significado para o nosso projeto, uma vez que defende o estabelecimento de relações entre os materiais de instrução (Ausubel, 2000). De igual modo, pretendemos, com a nossa ferramenta pedagógica, que os alunos estabeleçam esse tipo de relações.

Proposta por David Ausubel em 1963, a teoria da aprendizagem significativa defende que o processo de aquisição e retenção de conhecimento é o resultado de uma relação constante entre o material de instrução e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aluno, em contraposição à teoria prevalecente na altura, que defendia uma aprendizagem verbal por memorização. (Ausubel, 2000) refere que o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento é a aprendizagem significativa. Segundo Moreira (Moreira, Caballero, & Rodriguez, 1977) este tipo de aprendizagem “é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) com a estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito.”

Esta teoria defende a valorização dos conhecimentos já adquiridos pelo aluno. Este, através da realização de mapas conceituais, ou seja, diagramas que representam relações entre vários conceitos ou entre as palavras que os representam, consegue descobrir novos conhecimentos. Desta forma, o processo de aprendizagem deverá relacionar os conceitos novos com os conceitos anteriormente adquiridos, aprofundando-os, decorrendo a aquisição de novos conhecimentos de forma gradual e facilitando a aprendizagem. Os mapas conceituais (Moreira M. A., 1982) devem ser usados preferencialmente quando os alunos já têm algum conhecimento, porque desta forma estamos a promover uma intensificação da sua compreensão. Assim, o seu impacto em termos de integração e diferenciação dos significados dos conceitos é intensificado.

Numa abordagem significativa, a aprendizagem deve valorizar a compreensão dos conceitos em vez do apelo único à memorização. Desta forma, os conceitos permanecem mais tempo na estrutura cognitiva e podem ser relacionados com outros novos, adicionando-lhes significado.

Em suma, qualquer atividade que rompa com a memorização como principal processo de aquisição de conhecimentos e que intensifique as relações entre os vários conceitos adquiridos valorizando a compreensão contribui para uma maior permanência desses conceitos na estrutura cognitiva do aluno. É

neste âmbito que se enquadra a nossa aplicação, visto que concede ao educador uma ferramenta para criar essas relações.

A aprendizagem significativa pode ser integrada no ensino formal através da experimentação, assim como no ensino informal através de atividades lúdicas desenvolvidas pelos museus. No subcapítulo seguinte faremos uma breve abordagem destes dois tipos de ensino.

### 2.1.2 - A aprendizagem no ensino formal e informal.

A transmissão de conhecimentos não se restringe aos estabelecimentos de ensino. Com efeito, apesar de as escolas serem, tradicionalmente, os espaços vocacionados para o ensino-aprendizagem, a aquisição de conhecimentos pode ocorrer em qualquer ambiente - um museu, um jardim público ou mesmo uma simples brincadeira entre crianças podem constituir momentos de aprendizagem significativos.

Assim sendo, é importante perceber as várias formas como a aquisição de saberes pode efetivamente acontecer, de maneira a definir a forma como a nossa aplicação pode ser implementada nos ambientes educativos.

Tratando-se o nosso projeto de um jogo, afigura-se fundamental compreender o modo como as crianças aprendem brincando, sem deixar de ter em conta os programas oficialmente estipulados no ensino formal.

## I - Ensino Formal

O termo aprendizagem está geralmente associado à escola, já que é a esta que cabe o papel principal de ensinar. Contudo, qualquer assimilação de conhecimento está contemplada neste conceito. Quando a aprendizagem é feita em estabelecimentos oficiais de ensino e é composta por disciplinas que obedecem a regras e programas pré-estabelecidos, estamos perante uma aprendizagem formal (Gaspar, 1992).

A primeira conceção de aprendizagem que podemos considerar formal surgiu no Século XI, na China. Neste país, nessa altura, a aprendizagem já se efetuava em salas próprias nas quais os alunos adquiriam os conhecimentos transmitidos por um professor que seguia rigidamente um programa estabelecido. O programa era redigido segundo as obras literárias e filosóficas canónicas.

Considera-se que o aparecimento das escolas nas sociedades desenvolvidas europeias se deveu à necessidade de preservar o património cultural que se foi acumulando ao longo dos anos por essas civilizações (Gaspar, 1992). Posteriormente, devido ao constante crescimento do património cultural, houve necessidade de organizar esse património cultural em disciplinas cujo nome remetia para a sua área do saber. A dimensão do conhecimento contido nessas disciplinas levou a que a sua lecionação ficasse a cargo de um professor especializado. O incremento dos níveis de escolaridade foi acompanhado também por uma maior especialização do professor. Nos últimos anos, assistimos a uma especialização cada vez maior, mesmo no Ensino Básico, passando o professor titular da turma a ser responsável por lecionar apenas algumas áreas do saber, quando anteriormente lecionava todas as áreas. A nossa aplicação pode ser usada em ambiente de sala de aula como complemento ao ensino Formal.

### II - Ensino informal

A aprendizagem realizada fora do contexto formal da escola, promovida por instituições culturais tais como museus, centros da ciência, associações culturais, etc. é considerada informal. Segundo (Gaspar, 1992), embora a tarefa de ensinar pertença à escola, o processo educacional é complexo e desenvolve-se tanto na escola como fora dela, numa multiplicidade de meios e formas. O autor defende que este tipo de ensino, ao contrário do formal, não se encontra inserido num sistema estruturado e organizado. Esta aprendizagem chega ao aluno através das suas experiências do dia a dia, nomeadamente através da leitura de revistas e jornais, ou quando museus e centros de ciências. A aprendizagem informal é uma aprendizagem menos rígida, sem horários nem programas, que ocorre muitas vezes de uma forma inconsciente, isto é, o aluno aprende sem se aperceber de que está aprendendo. Ao visitar um museu ou um centro de ciências e participando nas atividades propostas, o conhecimento é transmitido ao visitante de forma descontraída.

Segundo (Gaspar, 1992), nem todos os pedagogos defendem este tipo de ensino, principalmente quando falamos na aprendizagem de conceitos científicos, porque neste tipo de aprendizagem os alunos não conseguem atingir a concentração necessária que a aquisição destes conceitos mais complexos exige. O exemplo referido por Alberto Gaspar é o de uma visita a um museu. Nestas visitas, geralmente as crianças andam de um lado para outro, olham para aqui e para ali, num rodopio inquietante. Assim, nestas situações é muito difícil transmitir qualquer conteúdo de forma eficaz, visto que as crianças não estão suficientemente focadas para que lhes possa ser transmitido qualquer conteúdo com garantia de que seja adequadamente assimilado pela sua estrutura cognitiva. No MBM a aprendizagem é desenvolvida num ambiente informal.

#### 2.1.3 - Taxonomia na educação

Qualquer ferramenta pedagógica deve falar uma linguagem comum a todos os intervenientes no processo educativo, de modo a facilitar a sua utilização na definição de tarefas pedagógicas. A taxonomia de Bloom fornece a linguagem que permite definir os objetivos de um curso que servem os propósitos da nossa aplicação.

A taxonomia de Bloom é um sistema de classificação de objetivos educativos que surgiu como resultado de um trabalho realizado pela equipa constituída por Benjamim S. Bloom e um grupo de investigadores dos Estados Unidos. Entre 1949 e 1956, esta equipa reuniu-se duas vezes por ano, com o propósito de encontrar um quadro que facilitasse e otimizasse o processo de avaliação, reduzindo o fardo anual que é a conceção de exames. Bloom não via esta ferramenta apenas como um instrumento de avaliação, mas igualmente como uma linguagem comum para atingir os objetivos educativos pretendidos (Bloom, Krathwohl, Engelhart, Furts, & Hill, 1956). Considerava ainda que esta ferramenta era capaz de facilitar a comunicação entre os intervenientes no processo educativo no que respeita à temática abordada e aos níveis de ensino a lecionar. Acreditava, igualmente, que poderia ser uma ferramenta eficaz para ajudar a definir os objetivos de um curso de acordo com as metas curriculares oficiais (Krathwohl, 2002)

A taxonomia de Bloom, ou taxonomia dos objetivos educativos, abrange o domínio cognitivo, o afetivo e o psicomotor. Cada um destes domínios contém um conjunto de categorias de objetivos educativos organizados de forma hierárquica, do mais simples para o mais complexo, portanto do menos para o mais abstrato. O educador só deverá transmitir os conceitos e ideias de uma categoria quando o aluno comprovar

que já apreendeu com sucesso os conceitos e ideias do nível anterior. A taxonomia de Bloom fornece uma ferramenta pedagógica para ajudar o docente nessa tarefa, facilitando a organização e escolha dos objetivos educativos. Segundo (Ferraz, A. P. C. M.; Belhot, R. V., 2010), a taxonomia de Bloom é um instrumento “para apoiar o planejamento didático-pedagógico, a estruturação, a organização, a definição dos objetivos e a escolha dos objetivos instrucionais”. A nossa aplicação implementa objetivos pedagógicos pertencentes às categorias do conhecimento e da compreensão.

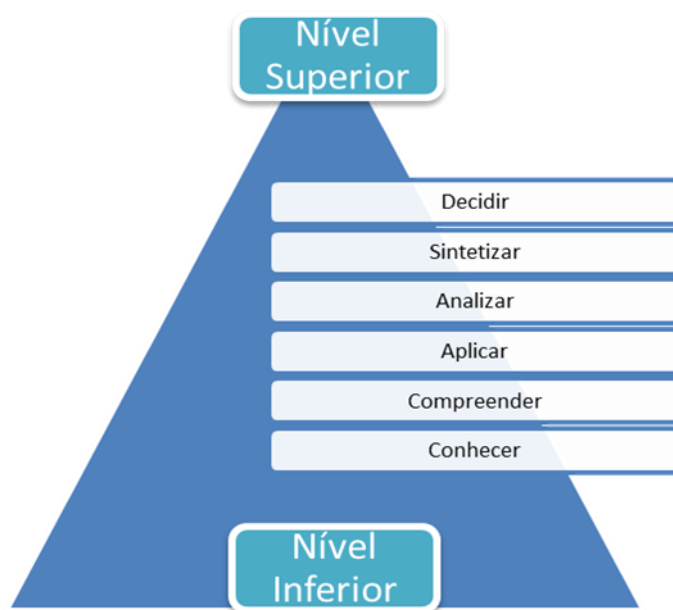


Figura 1: Categorias da taxonomia de Bloom. Domínio cognitivo.

## I - Objetivos Educativos

Objetivos educativos são as competências cognitivas, psicomotoras e afetivas que o aluno deverá ter adquirido após a frequência de uma disciplina ou curso, ou seja, são os conhecimentos, habilidades e comportamentos novos que o educador espera que o aluno obtenha no final de um ciclo de estudos.

*“Entendemos por objetivos educacionais formulações explícitas das mudanças que, se espera, ocorram nos alunos mediante o processo educacional; isto é, dos modos como os alunos modificam seu pensamento”* (Bloom, Krathwohl, Engelhart, Furts, & Hill, 1956). A definição dos objetivos educativos a atingir pelos alunos no final de cada ciclo de aprendizagem é da competência do professor. Estes devem ser elaborados antes do início da leção da disciplina, de forma clara e objetiva, para não gerar interpretações ambíguas que possam adular o processo de avaliação. Os objetivos educativos específicos devem estar sempre em concordância com o objetivo geral da disciplina ou curso.

Entende-se por domínio cognitivo o conhecimento relacionado com a capacidade intelectual e mental (saber saber), ou seja, a capacidade de adquirir informações sobre um determinado tema e de promover estratégias cognitivas para resolver novas situações. Neste domínio insere-se o conhecimento teórico e literário e as habilidades do pensamento. Seguindo a hierarquia de Bloom (Bloom, Krathwohl,

Engelhart, Furts, & Hill, 1956), o domínio cognitivo pode ser subdividido em seis categorias: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.

### I.I - Conhecimento

Esta categoria refere-se à capacidade de memorizar informação da mesma forma ou de forma similar ao modo como foi ensinada. Corresponde, por exemplo, à capacidade listar alguns ou todos os mamíferos referidos pelo professor ou ainda reproduzir a definição de um conceito previamente transmitido numa aula. Pretende-se, nesta categoria, que o aluno tenha consciência dos conceitos que memorizou. Alguns verbos que podem ser utilizados para avaliar se o aluno atingiu, com sucesso, os objetivos educativos desta categoria são listar, nomear, indicar, dizer, definir ou escrever.

### I.II – Compreensão

Nesta categoria pretende-se que o aluno vá além da simples memorização dos factos que lhe foram transmitidos, isto é, que compreenda, traduza e explique. Uma forma de inquirir se um aluno atingiu os conhecimentos que eram esperados para este nível é, por exemplo, solicitar que resuma um pequeno texto ou que descreva uma ideia. Alguns verbos que podem ser utilizados para avaliar se o aluno atingiu com sucesso os objetivos educativos desta categoria são explicar, resumir, parafrasear, descrever ou ilustrar.

### I.III - Aplicação

Quando o aluno atinge este nível pretende-se que seja capaz de usar a informação e os dados adquiridos para resolver uma tarefa de forma minimamente autónoma. A aquisição de capacidades cognitivas nesta categoria pode ser testada, por exemplo, solicitando ao aluno que resolva um problema. Alguns dos verbos mais aplicados para definir estes objetivos educativos são usar, computar, resolver, demonstrar ou aplicar.

### I.IV - Análise

Neste nível, o aluno deverá ser capaz de dividir uma ideia em partes, de forma a que cada uma delas lhe pareça mais perceptível, distinguindo-as, relacionando-as e classificando-as. Poderá, por exemplo, analisar o ponto de vista do autor de uma obra política ou opinar sobre uma descrição de um facto histórico em particular. Alguns dos verbos mais aplicados para definir estes objetivos educativos são analisar, categorizar, comparar, contrastar ou separar.

### I.V - Síntese

Nesta categoria, o aluno deverá ser capaz de usar conceitos adquiridos e combiná-los formando novos conceitos desconhecidos; deverá ser igualmente capaz de formular as suas próprias hipóteses sobre determinados acontecimentos. Assim, por exemplo, deverá ser capaz de resumir um determinado texto de uma dada obra. Podemos definir os objetivos desta categoria utilizando os seguintes verbos: criar, planejar, elaborar hipóteses, inventar, desenvolver, etc.

### I.VI - Avaliação

Este nível é o último do domínio cognitivo e quando o aluno o alcança deve ser capaz de estabelecer juízos com base em critérios específicos, isto é, deverá ser capaz de avaliar, julgar e criticar. Por exemplo escrever uma crítica a um artigo científico. Para a definição dos objetivos educativos alguns verbos possíveis são: julgar, recomendar, criticar e justificar.

O estudo dos objetivos educativos é fundamental para averiguar a sua aplicabilidade em termos informáticos, ou seja, para aferir se é possível disponibilizar na nossa aplicação tarefas pedagógicas que implementam estes objetivos.

## 2.2 - Tecnologias da Educação

De modo a traçar horizontes para a nossa aplicação e antever a sua aceitação junto do público-alvo, importa perceber a importância do papel desenvolvido pela tecnologia na educação e o comportamento dos jovens em relação às inovações tecnológicas.

Os jovens ocupam a maior do tempo das suas vidas a lidar com a tecnologia, seja ela telemóveis, videojogos, *musicplayers* ou outros dispositivos tecnológicos (Prensky, 2001). Esta geração amplamente familiarizada com a tecnologia é denominada, por Prensky, como *digital native* ou nativo digital. Por outro lado, aqueles que não nasceram na era tecnológica, mas que por motivos pessoais ou profissionais tiveram que lidar com a tecnologia, são designados, pelo mesmo autor, como *digital immigrants* ou imigrantes digitais.

Segundo Prensky, os nativos digitais aprendem de uma maneira completamente diferente dos imigrantes digitais, preferindo os conteúdos apresentados de forma aleatória e dinâmica aos sequenciais. Enquanto os imigrantes digitais dão importância aos manuais e às instruções passo a passo para lidar com qualquer problema, seja ele informático ou não, em se tratando de uma aplicação informática os nativos digitais procuram ajuda na própria aplicação. Ou seja, sempre que surge um problema inesperado quando estão a utilizar uma aplicação, navegam com frenesim entre os *links* e menus à procura de uma luz que os oriente na resolução desse problema.

No apoio à atividade letiva, hoje em dia, é utilizada uma grande multiplicidade de recursos tecnológicos, como computadores, vídeos, projetores, quadros interativos, equipamento áudio, etc. A existência de um QI no museu da Baleia catapulta este recurso tecnológico, em termos de relevância para o nosso projeto. O fato de a Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC) incentivar a sua utilização, faz-nos pensar que estamos na direção certa.

### 2.2.1 - O Papel do Quadro Iterativo (QI) na Inovação do Ensino em Portugal.

O desenvolvimento da nossa aplicação pretende explorar as potencialidades interativas do Quadro Iterativo existente no MBM. Por essa razão e também pelo fato do Quadro Iterativo ser cada vez mais utilizado nas escolas do 1º Ciclo portuguesas como recurso tecnológico de apoio a atividade pedagógica, faremos aqui uma breve exposição do que tem sido concretizado, de forma a fomentar a utilização do QI nas escolas do nosso país.

O seu interesse é tão pertinente que a Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC) lançou uma versão portuguesa da publicação resultante do trabalho realizado no âmbito do

projeto EuSCRIBE e da participação do Ministério da Educação e Ciência Português, através da Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE/DGIDC), no Grupo de trabalho sobre Quadros Interativos da European Schoolnet. Este estudo consistiu num ensaio realizado em vários países europeus e culminou na elaboração de várias indicações para uma boa introdução e aproveitamento do QI em ambiente de sala de aula.

Entre 2007 e 2013, ao abrigo do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN) (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2016), nasceram vários projetos que visaram fornecer às escolas equipamentos informáticos e interativos. A Tabela 1 extraída do *site* da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência mostra-nos uma lista desses projetos e os montantes gastos. Na qual podemos constatar que os montantes envolvidos em projetos que visam incrementar o uso dos recursos tecnológicos nas escolas do nosso país, são da grandeza dos milhões. Foram atribuídos aos 6 projetos mencionados um total de 72 092 184,55 de euros, dos quais 50 747 357,16 euros foram comparticipados pela comunidade europeia ao abrigo do FEDER.

Este tipo de recurso é utilizado para a realização de várias atividades pedagógicas com as crianças que frequentemente visitam o Museu da Baleia. A importância do quadro interativo é assumida pela Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia da Universidade da Madeira e pelo MITI, nomeadamente como objeto de inspiração de desenvolvimento de *software* no âmbito dos projetos de mestrado dos cursos ministrados nestas instituições.

### 2.3 - O jogo no ensino

“De uma forma geral, os jogos fazem parte da nossa vida desde os tempos mais remotos, estando presentes não só na infância, mas como em outros momentos. Os jogos podem ser ferramentas instrucionais eficientes, pois eles divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador.” (Tarouco, Roland, Fabre, & Konrath, 2004).

Antes de iniciar o desenvolvimento de um jogo que visa complementar a transmissão e consolidação dos conhecimentos, interessa conhecer as várias definições e utilizações do jogo enquanto ferramenta pedagógica, assim como a sua importância como vetor de transmissão de conhecimentos. De igual forma, é pertinente saber que outras aplicações oferecem atividades educativas e que mais-valias trazem à aprendizagem.

Para podermos enquadrar o jogo no ensino, temos primeiramente que analisar o jogo na sua essência, ou seja, entender a sua definição e as suas características. Porém, tentar definir o jogo não é tarefa fácil. Quando se diz a palavra jogo cada um pode entendê-la de modo diferente. Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, de crianças, de animais ou de amarelinha, de xadrez, de adivinhas, de contar histórias, de brincar de "mamãe e filhinha", de dominó, de quebra-cabeça, de construir barquinho e uma infinidade de outros (Kishimoto, 1994).

Estes jogos diferem nas suas características e nas suas exigências: enquanto alguns se caracterizam como jogos de imitação ou de simulação, em que o jogador tenta imitar, num ambiente lúdico, uma situação real, havendo um forte apelo à imaginação (jogos de faz-de-conta), outros há que exigem não só a capacidade de representar mentalmente objetos, como também capacidades motoras (habilidade) para materializar essa representação - como a construção de um barquinho, por exemplo (Kishimoto, 1994).

Programa	Operação	Fundo	Custo total elegível (euros)	Comparticipação Comunitária (euros)
	Computadores na sala de aula	FEDER	14.378.218,91	12.221.486,07
	Computadores na sala de aula	FEDER	6.230.805,88	5.296.185,00
	Computadores na sala de aula	FEDER	2.314.013,04	1.996.911,08
	Escola interativa	FEDER	6.473.123,44	2.589.249,38
	Kit tecnológico nas escolas secundárias	FEDER	24.873.813,25	16.167.978,61
	Escola interativa Norte Escola interativa Centro Escola interativa Alentejo	FSE	17.822.210,03	12.475.547,02

Tabela 1: Quadro com os programas de apoio à tecnologia interativa ao abrigo do QREN

Uma consulta ao vocábulo jogo, no Dicionário Online da Porto Editora (Infopédia, 2003-2006), reforçou a ideia de que existe uma dificuldade em estabelecer um conceito sólido para este termo. Esta consulta devolveu inúmeras definições para a palavra jogo. Com efeito, no seu todo começámos por obter 28 resultados com possíveis definições, tendo optado por transcrever os 4 primeiros resultados que, na nossa opinião, correspondem àqueles que melhor se enquadram no contexto do nosso projeto:

- Atividade lúdica executada por prazer ou recreio, divertimento, distração;
- Atividade lúdica ou competitiva em que há regras estabelecidas e em que os praticantes se opõem, pretendendo cada um ganhar ou conseguir melhor resultado que o outro; partida;
- Série de regras a cumprir numa atividade lúdica ou competitiva;
- Conjunto de peças que permitem a realização de uma atividade lúdica.

Os jogos e as atividades recreativas não são um fenómeno recente. Efetivamente, já “Nos primeiros tempos do cristianismo, gregos e romanos participavam em diversos tipos de recreações,

condenados por este pela sua corrupção e violência, respetivamente” (Rosamilha, 1979). Presentemente, a igreja católica olha para o jogo e para as atividades lúdicas de outra maneira, utilizando frequentemente jogos e outras atividades para transmitir a sua mensagem.

O jogo, seja ele físico ou mental, é uma atividade captativa da atenção das crianças, devido ao seu carácter lúdico e à sua vertente competitiva. A vontade de querer superar os adversários incute no jogador o desejo de querer superar-se. Desta forma, nasce um processo de aprendizagem baseado na repetição das jogadas.

Alguns jogos apresentam apenas uma vertente lúdica, desprovida de intenções pedagógicas; outros há que, para além dessa vertente, contemplam uma função pedagógica. Estes últimos assumem maior relevância para o nosso projeto, tendo em conta o público-alvo e o objetivo traçado para a nossa dissertação.

### 2.3.1 - Jogo didático ou pedagógico

Um jogo didático ou educativo é um jogo cuja finalidade não se restringe ao domínio do lazer e da diversão, já que contempla igualmente uma vertente pedagógica cujo objetivo é a transmissão de conhecimentos. A sua contextualização pode incidir sobre conhecimentos do âmbito cognitivo, psicomotor ou social que o aluno deve adquirir, quer seja no ensino formal quer no informal. Segundo Celso Antunes, a utilização de um jogo na sala de aula deve reger-se por critérios específicos e rigorosos, pois não basta que o jogo escolhido pelo educador seja cativante para o aluno em termos lúdicos, mas acima de tudo, deverá possuir a capacidade de estimular o intelecto do aluno (Antunes, 2008).

Os jogos educativos com a sua simbologia própria podem contribuir de forma positiva para a aprendizagem significativa, ajudando o aluno a estabelecer uma ponte entre a sua estrutura cognitiva e os novos conceitos que se pretendem transmitir ao aluno.

O processo de aprendizagem não apresenta o mesmo grau de dificuldade para todos os alunos. Assim, enquanto alguns conseguem adquirir os conhecimentos através do método expositivo utilizado normalmente nas salas de aulas, outros existem que revelam dificuldades cognitivas, nomeadamente no que concerne à memorização e compreensão dos factos. Para estes alunos é necessário utilizar métodos alternativos, designadamente ferramentas pedagógicas que permitam colmatar as suas dificuldades, promovendo uma aprendizagem mais eficaz. Os jogos educativos com a sua simbologia própria podem contribuir de forma positiva para a aprendizagem significativa, ajudando o aluno a estabelecer uma ponte entre a sua estrutura cognitiva e os novos conceitos que se pretendem transmitir ao aluno. Este tipo de jogos, pelo carácter lúdico e pela vertente competitiva que os caracteriza, suscita nos alunos, de forma descontraída e divertida, o interesse pelos objetivos educativos intrínsecos na atividade.

### 2.2.3 - Jogos didáticos computacionais

O incomensurável desenvolvimento ocorrido nos últimos anos no campo da informática ocasionou o aparecimento de muitos jogos computacionais vocacionados para a aprendizagem, tanto no ensino formal como no informal. Como resultado desse enorme desenvolvimento, os jogos digitais são atualmente uma ferramenta de aprendizagem viável, em grande parte devido ao facto de proporcionarem aos alunos recreação, um sentimento de vitória, *feedback* e motivação (Fu, Su, & Yu, 2009). Segundo (Kebritchi & Hirumi, 2008), os jogos computacionais e os videojogos são ferramentas verdadeiramente eficazes para o ensino de problemas complicados porque permitem a substituição da explicação teórica pela ação,

promovem a motivação pessoal do aluno, permitem a utilização de vários estilos e formas de aprendizagem, reforçam as habilidades de domínio e fornecem contexto interativo e de tomada de decisão.

### I - Alguns jogos didáticos computacionais

Existe, atualmente, uma infinidade de *software* educativo com perspectiva lúdica que chega até nós de diversas formas. Algum deste *software* apresenta-se sob a forma de aplicações *web*, oferecidas por sítios com propósito educativo - escolas, editoras, associações, etc. Muitos outros nascem fruto de projetos de alunos, de mestrands e de doutorandos das Universidades e Institutos Tecnológicos.

Para a concretização deste projeto, foi levada a cabo uma pesquisa com a intenção de analisar alguns jogos existentes no contexto do ensino do Estudo do Meio. Esta pesquisa foi efetuada através da leitura de artigos e trabalhos de natureza académica, cujo assunto remete para o tema dos jogos na educação, e através de uma pesquisa efetuada pelo motor de busca da Google.

(Ferreira & Pereira, 2013) realizaram um estudo à margem do Simpósio de Tecnologias Digitais e Sociabilidade, que decorreu a 10 e 11 de outubro de 2013, em Salvador, no qual se analisa os jogos digitais no ensino formal em escolas da rede pública. Neste estudo, referem-se quatro jogos que se considera terem alguma aplicabilidade no ensino da Biologia (*Marine Life*, *The Sims*, *Remission* e *Food Force*). Um contributo que podemos retirar deste artigo são as vantagens da utilização da interatividade, repetição, e facilidade de uso dos recursos informáticos como complemento ao ensino tradicional.

Tarouco assume a importância dos jogos educativos na educação, referindo que “Eles começaram a ser utilizados no contexto educativo a partir do rompimento com o paradigma tradicional e surgimento do construtivismo [...]” e analisa alguns jogos educativos, nomeadamente: *Betty goes to preschool* e *Supermercado* (Tarouco, Roland, Fabre, & Konrath, 2004). Um jogo educativo deve utilizar como cenário um ambiente lúdico e familiar ao aluno, onde eles possam aplicar os conhecimentos adquiridos em situações quotidianas.

Além dos jogos existentes nos artigos referidos, efetuamos uma análise a alguns jogos encontrados, após uma pesquisa no motor de busca Google para as palavras “jogos educativos” e “jogos didáticos”. Esta pesquisa levou-nos a vários sítios e *blogs* com temáticas educativas. A nossa análise incidiu na seleção de jogos que a seguir se menciona.

#### I.1 – Jogo dos sentidos

Exemplo de jogo didático para o ensino dos sentidos. Este jogo, cujas informações e instruções estão em língua inglesa, consiste na identificação do sentido associado a um par (imagem, pista). Por exemplo, quando o jogador agarra no açúcar, depara-se com a pista “Sugar has a sweet taste”, o que lhe permite associar o açúcar ao sentido do paladar. Para terminar a jogada com sucesso, o jogador deverá colocar o açúcar na linha do paladar representada por uma boca aberta com a língua de fora (Figura 2).



Figura 2: Jogo didático para o ensino dos sentidos

### I.2 - Jogo da classificação

Este jogo didático tem como finalidade pedagógica a classificação dos animais em vertebrados ou invertebrados, de acordo com as suas características. O jogo começa por apresentar algumas informações respeitantes a características destes dois grupos de animais para, no passo seguinte, colocar uma questão ao jogador, fornecendo-lhe várias hipóteses de resposta e permitindo a validação imediata da resposta escolhida (Figura 3).



Figura 3: Jogo didático sobre a classificação de animais

### I.3 - Jogo sistema - Sistema respiratório

Neste jogo, cuja temática consiste em etiquetar um tronco humano com o sistema respiratório em destaque, o jogador tem de arrastar as etiquetas que se encontram no quadro da esquerda para os espaços amarelos conectados aos vários órgãos, de forma, a identificá-los corretamente. A sua análise demonstrou que tem falhas de usabilidade graves, uma vez que, ao colocar a etiqueta no lugar correto, a aplicação não devolve nenhum *feedback* sonoro ou visual. A Figura 4 exemplifica a colocação de duas etiquetas, uma correta e outra incorreta. Podemos reparar que as cores de fundo e das letras são idênticas, o que torna impossível ao jogador distinguir as associações certas das erradas.

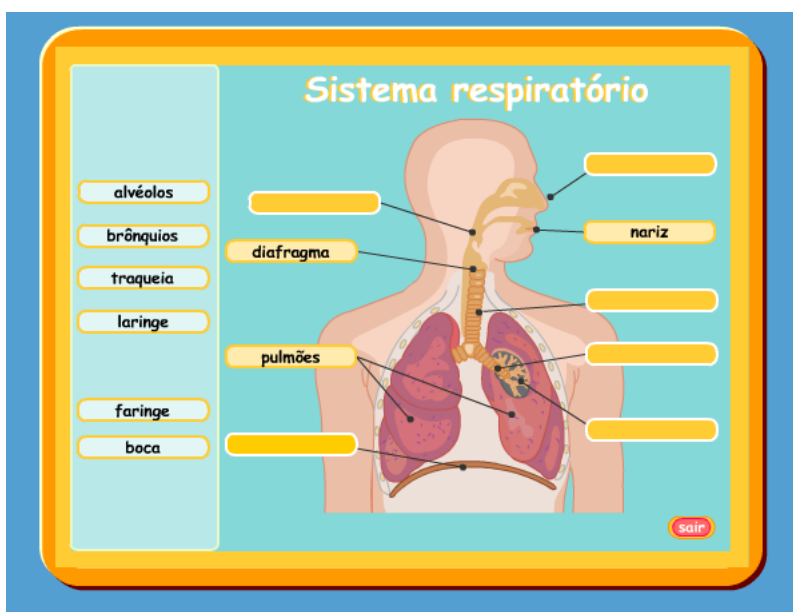


Figura 4: Jogo Sistema respiratório

### I.4 – Aplicação *web* ZONIX

Esta aplicação consiste num conjunto de atividades didáticas que abrangem à área do estudo do meio, da matemática e da língua portuguesa. Alguns destes jogos consistem em colocar uma etiqueta com uma descrição ou propriedade de forma a identificar, corretamente, animais, locais, rios, definições, etc. A pontuação do jogo é apresentada num quadro, cujo *layout* é comum a todas as atividades, sendo incrementada sempre que colocamos a etiqueta corretamente, transitando de uma atividade para outra; ou seja, a pontuação não reinicia em cada atividade. Além da pontuação, recebemos um *feedback* sonoro quando uma tarefa é executada, que pode ser sob a forma de uma mensagem de parabéns ou de um incentivo para tentar novamente, consoante se acerte ou falhe.

Seguidamente, faremos uma breve análise de algumas das atividades cuja temática é o estudo do meio.

A primeira atividade (Figura 5) é um jogo cujo objetivo é identificar a classe taxonómica a que os 6 animais apresentados pertencem. Para completarmos esta atividade, temos que colocar uma das etiquetas com os nomes das classes no retângulo que se encontra por baixo de cada animal. Existem 6 animais (rã, ave, tartaruga, peixe, esquilo e borboleta) e 6 classes (batráquios, aves, peixes, répteis, insetos e mamíferos).



Figura 5: Zonix – Jogo para identificar a classe taxonómica

A segunda atividade (Figura 6) pedagógica analisada tem como finalidade pedagógica identificar as várias fases do ciclo da água. A forma de completar esta atividade é idêntica à usada para a atividade anterior - movem-se as etiquetas com a designação das fases para os respetivos retângulos.



Figura 6: Zonix - Jogo para identificar as várias fases do ciclo da água

A terceira atividade (Figura 7) diz respeito aos aspetos físicos do meio local, e consiste na identificação de alguns elementos geológicos representados numa paisagem. É jogada tal como as anteriores - movem-se as etiquetas de forma a identificar corretamente cada um dos elementos geológicos representados.



Figura 7: Zonix – Jogo para identificação de alguns elementos geológicos

Este conjunto de atividades didáticas apresenta algumas situações que comprometem a sua utilização de forma eficiente:

- Quando nos enganamos na colocação de uma etiqueta, não podemos retirá-la de forma a corrigir a jogada.
- Quando se faz a verificação, mesmo que não tenhamos terminado a tarefa com sucesso, não nos é dada a possibilidade de repetir a atividade e a aplicação *web* carrega a atividade seguinte.
- Apresenta conteúdos estáticos, isto é, não permite que se altere os seus conteúdos de forma a serem utilizadas para outras temáticas, sem intervenção do programador.
- Não apresenta nenhum menu de atividades que permita escolher a atividade que se pretende realizar.
- As atividades pedagógicas são apresentadas de forma sequencial e sem botões de navegação para voltar à atividade anterior ou avançar para a atividade seguinte.
- O utilizador não tem conhecimento da sua pontuação na atividade atual, porque apenas existe um *display* para a pontuação acumulada.

As atividades educativas do Zonix estão integradas num projeto de sala de estudo virtual, coordenadas por Vasco Fernandes, com apoio do PRODEP III e da União Europeia.

### 2.3.3 - Conclusão

A abundância de jogos poderá incutir a ideia de que a tecnologia está bem implementada no ensino. Contudo, tal perceção poderá não corresponder à realidade, visto que os professores nem sempre se encontram motivados para a utilização deste tipo de recursos e visto que muitas vezes as escolas não possuem computadores, ou se os têm, a má “qualidade dos computadores, impossibilita o uso de jogos mais desenvolvidos, devido à falta da placa de vídeo e à dificuldade com a linguagem em que o jogo geralmente é desenvolvido em outro País [...]” (Ferreira & Pereira, 2013). Muitos dos jogos analisados são de conteúdos estáticos e só se aplicam a uma determinada temática. A título de exemplo, podemos citar o caso de um jogo desenvolvido para facilitar a aprendizagem do sistema reprodutor, que não pode ser configurado pelo

## METODOLOGIA

---

professor ou educador de forma a ser usado para o sistema urinário. A análise destes jogos e artigos cuja temática é o jogo permitiu perceber a importância da utilização de uma linguagem familiar ao público alvo, assim como da utilização de sons (feedback sonoro para o sucesso e insucesso), cores (apelativas e alegres) e fontes (geralmente utilizadas nos cartons) apropriadas às suas idades. Também a inserção de uma moldura com a pontuação que o jogador vai obtendo é importante para que o jogador tenha conhecimento dos seus avanços e sinta-se motivado a progredir.

A ferramenta pedagógica que propomos é um jogo cujos conteúdos são inseridos pelos professores e educadores, de acordo com a temática que pretendam lecionar - desta forma, o mesmo jogo serve vários propósitos.



### 3 - Metodologia

#### 3.1 - Recursos Disponíveis

A elaboração do jogo educativo contou com imagens e ilustrações de animais fornecidas pela Casa das Ciências e pelo Museu da Baleia da Madeira: as primeiras, disponibilizadas na página Web da Casa das Ciências para utilização com licença *creative common*; as segundas, gentilmente cedidas pelos Serviços Educativos do Museu da Baleia da Madeira. Estas ilustrações e imagens foram analisadas e classificadas de acordo com o grupo taxonómico dos animais representados e ainda de acordo com seu tipo de *habitat*, alimentação, reprodução e locomoção. A Tabela 2 contém alguns exemplos dessa análise e classificação






Imagens	Propriedades	Classificação Taxonómica
	<p>Nome Vulgar: Rã                      Alimentação: Insetívoro                      Reprodução: Ovíparos                      Locomoção: Nada                      Revestimento: Pele Nua                      Habitat: Aquático de água doce</p>	<p>Filo: Chordata                      Classe: Anphibia                      Ordem: Anura                      Família: Ranidae                      Género: Pelophylax                      Espécie: <i>Pelophylax perezi</i></p>
	<p>Nome Vulgar: Pisco-de-peito-ruivo                      Alimentação: Insetívoro                      Reprodução: Ovíparo                      Locomoção: Voa                      Revestimento: Penas                      Habitat: Aéreo</p>	<p>Filo: Chordata                      Classe: Aves                      Ordem: Passeriformes                      Família: Muscicapidae                      Género: Erithacus                      Espécie: <i>Erithacus rubecula</i></p>
	<p>Nome Vulgar: Baleia Azul                      Alimentação: Carnívoro                      Reprodução: Vivíparo                      Locomoção: Nada                      Revestimento: Pelo                      Habitat: Aquático marinho</p>	<p>Filo: Chordata                      Classe: Mammalia                      Ordem: Cetacea                      Família: Balaenopteridae                      Género: Balaenoptera                      Espécie: <i>Balaenoptera musculus</i></p>
	<p>Nome Vulgar: Truta Marron                      Alimentação: Carnívoro                      Reprodução: Ovíparo                      Locomoção: Nada                      Habitat: Aquático de água doce</p>	<p>Filo: Chordata                      Classe: Actinopterygii                      Ordem: Salmoniformes                      Família: Salmonidae                      Género: Salmo                      Espécie: <i>Salmo trutta</i></p>
	<p>Nome Vulgar: Baleia anã                      Alimentação: Carnívoro                      Reprodução: Vivíparos                      Locomoção: Nada                      Revestimento: Pelo                      Habitat: Aquático marinho</p>	<p>Filo: Chordata                      Classe: Mammalia                      Ordem: Cetacea                      Família: Balaenopteridae                      Género: Balaenoptera                      Espécie: <i>Balaenoptera acutorostrata</i></p>

Tabela 2: Algumas imagens e ilustrações utilizadas no projeto

### 3.1.2 - Quadro Interativo

No Museu da Baleia existe um quadro interativo ActivBoard da empresa Promethean (modelo idêntico ao da Figura 8), com projetor Epson EMP400W com resolução de 1280x800 acoplado. Este quadro possui uma área útil de 1.61 m por 1.16 m e encontra-se enquadrado numa estrutura ajustável em altura, adaptando-se à altura de qualquer utilizador. A interação é realizada através da utilização de canetas digitais e conecta-se ao pc através de um cabo usb (quadro interativo) e de um cabo RGB (projetor).

Para que o sistema funcione corretamente é necessário fazer o *download*, instalar os *drivers* fornecidos pela Promethean e calibrar o ecrã do quadro. Existem duas alternativas de calibração, uma com menor exatidão e mais rápida, de 5 pontos, e outra de maior exatidão, mas em 21 pontos. Neste projeto foi utilizado o segundo método de calibração.



Figura 8: Modelo de QI existente no MBM

### 3.1.3 - Plataforma

A ferramenta pedagógica foi implementada e testada num computador portátil Toshiba com 8GB de RAM, Disco Rígido de 750G, placa gráfica da NVIDIA GEFORCE GT 740M, processador Intel i5 4200U CPU @ 1.6 GHz 2.5 GHz. A aplicação foi testada em dois sistemas operativos: o Windows 8.1 e o Windows 10.

## 3.2 - Tecnologias utilizadas

### 3.2.1 - 3dMax

O 3dsMax é um *software* de renderização, modelação e animação, propriedade da Autodesk. É um produto comercial e, como tal, a sua instalação e utilização é paga; no entanto, a Autodesk disponibiliza uma versão *student* gratuita com algumas limitações. Foi esta a versão utilizada na elaboração dos nossos modelos. Esta ferramenta permite construir rapidamente modelos 3D e exportá-los em formato FBX compatível com o Unity 3D. Na Figura 9 é observável o modelo do compartimento e a pasta de exportações na qual o mesmo é gravado em formato FBX.

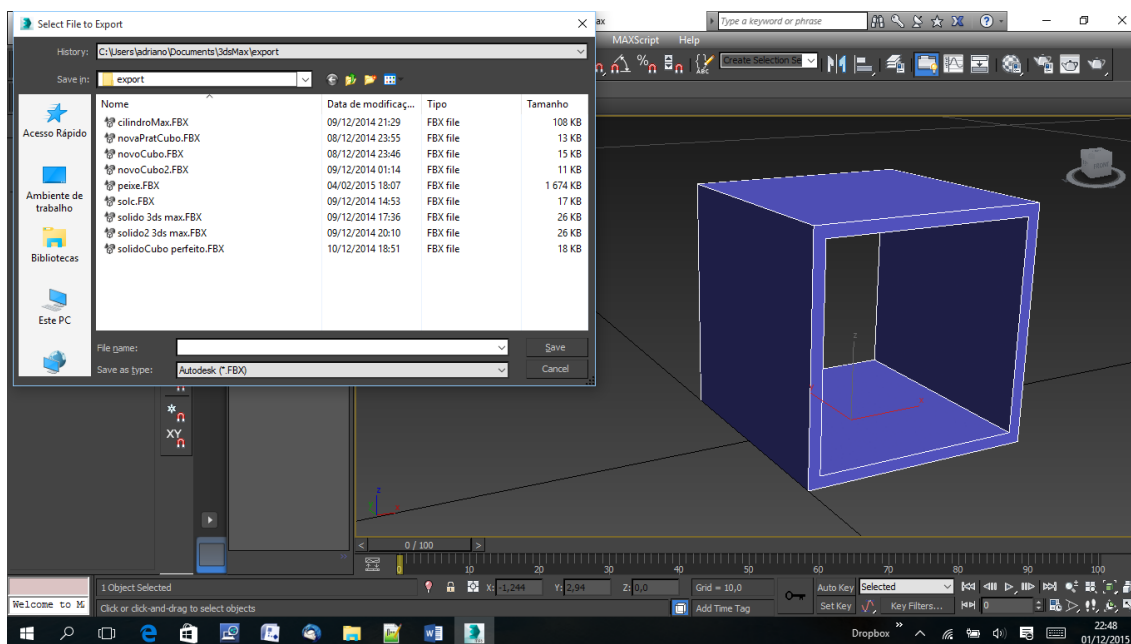


Figura 9: Exportação de um modelo do 3dsMax

### 3.2.2 - Unity

O Unity 3D é uma das plataformas para desenvolvimento de jogos em ambiente 3D e 2D nas plataformas Windows, IOS, Android e Web. A sua utilização mostrou-se fácil e intuitiva, com um excelente suporte que é dado aos programadores através dos seus fóruns e manuais, disponibilizando igualmente uma grande quantidade de *scripts*, tanto em JavaScript como em C#, que se revelam excelentes para resolução de problemas básicos tais como tratamento de eventos, colisões e renderização. Esta plataforma dispõe de um repositório de recursos denominado *asset store*, no qual é possível encontrar uma infinidade de módulos preconcebidos, nomeadamente texturas, *shaders*, menus, animações, entre outros. Estes fatores pesaram na escolha desta plataforma para o desenvolvimento da nossa ferramenta pedagógica.

O Unity 3D é atualmente o motor de jogos mais utilizado no mundo, detendo uma conta de 45% do mercado mundial de jogos e contando com mais de 600M de utilizadores e mais de 4,5M de desenvolvedores registados, segundo dados da Unity Technologies, empresa proprietária do Unity 3D.

O desenvolvimento da nossa aplicação começou por ser realizado na versão 4.2, mas as excelentes melhorias em termos de UI apresentadas na versão 5 mostraram-se uma mais-valia para a elaboração de menus mais apelativos e intuitivos. Assim, dadas as circunstâncias, migramos para esta versão.

A importação no Unity é um dos recursos mais importantes desta *framework*, permitindo a importação de ficheiros em vários formatos: imagens, áudio, vídeo, documentos de texto e FBX. Este último formato apresenta interesse redobrado para o nosso projeto, porque é neste tipo de documentos que estão guardados os modelos 3D dos compartimentos e cubos exportados do 3ds Max.

Para importar um recurso para o Unity clica-se no botão direito do rato sobre a janela exploração **project**. No menu que aparece escolhe-se a opção **insert new asset** (Figura 10- A). A seguir abre-se o explorador de ficheiros do Windows, onde procuramos o ficheiro que contém o recurso pretendido (Figura 10- B). O recurso importado é adicionado à pasta do projeto aberta no explorador do Unity.

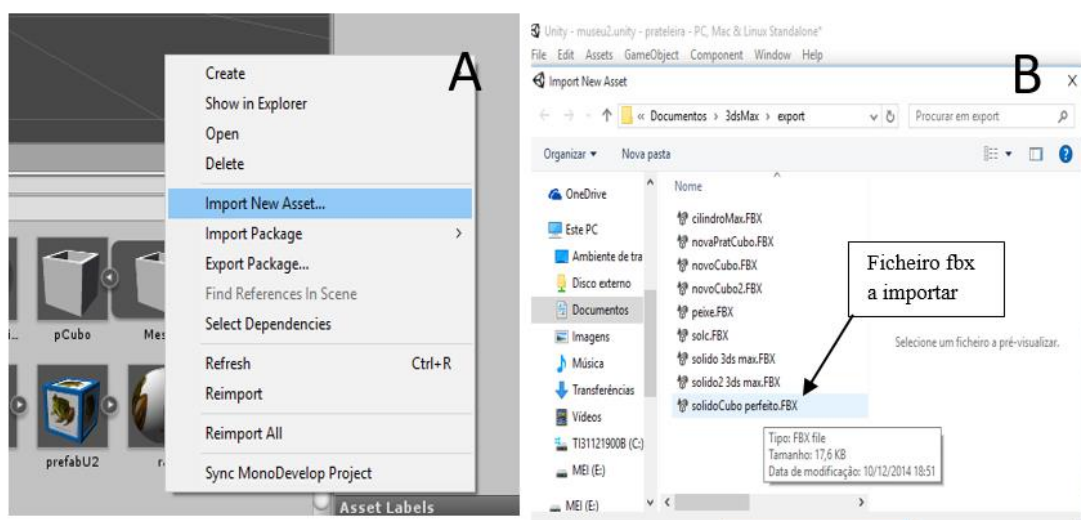


Figura 10: Importação de modelos no UNITY

### 3.2.3 - Csharp e JavaScript

A programação da aplicação foi feita em C# e em JavaScript. A implementação do modelo de classes e a maior parte dos *scripts* foram desenvolvidos em C# por ser esta a linguagem com que o autor do projeto está mais familiarizado. Contudo, alguns *scripts* em JavaScript, oferecidos pela plataforma nas suas bibliotecas, foram utilizados principalmente para a implementação de eventos.

O editor utilizado para a edição dos *scripts* e implementação das classes em C# foi o Visual Studio (Figura 11). Além de ser o editor com que estou mais habituado a trabalhar, este revelou-se mais eficaz na identificação dos erros de sintaxe do que o MonoDevelop, editor disponibilizado pela Unity a partir da versão 3

# METODOLOGIA

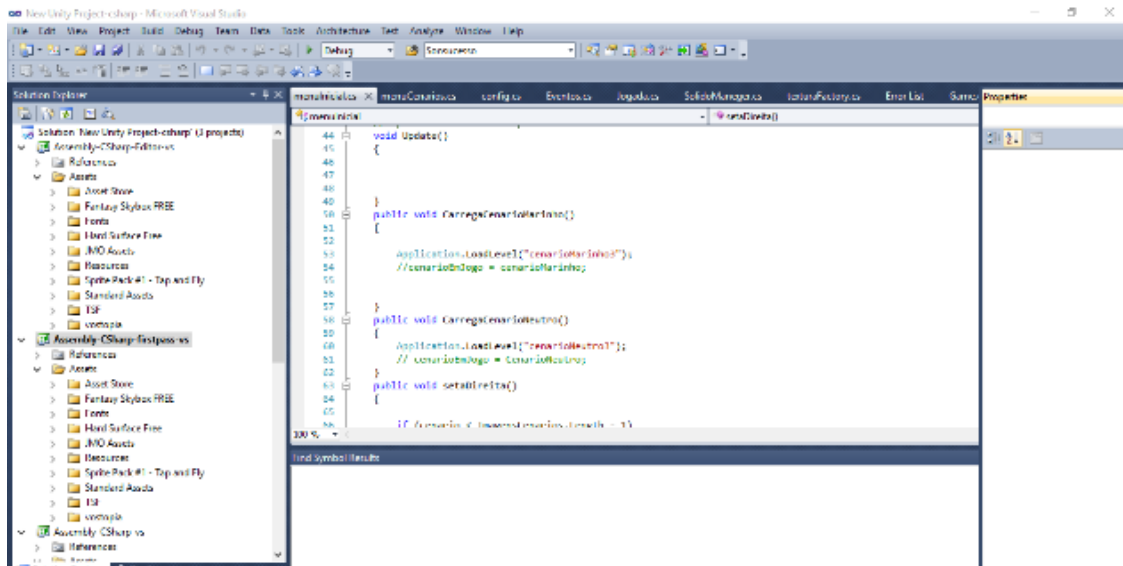


Figura 11: Editor do Visual Studio



## 4 - Implementação

### 4.1 - Desenho do Sistema

Para o desenho do sistema, tivemos em consideração a investigação sobre a aprendizagem significativa, isto é, desenhamos uma ferramenta que permite relacionar novos conhecimentos com os conhecimentos adquiridos pelas crianças, no ensino formal, através das metas curriculares estabelecidas para o 3º e 4º ano do 1º ciclo de escolaridade. Utilizaremos os verbos da taxonomia de Bloom, vulgarmente usados na elaboração de perguntas para averiguação de conhecimentos e faremos uma correspondência com as tarefas que terão de ser resolvidas com a nossa aplicação.

#### 4.1.1 - Requisitos do Sistema

O levantamento de requisitos é uma das fases mais importantes nos processos de engenharia de *software*; é nesta fase que são inquiridas as necessidades das pessoas interessadas no desenvolvimento e entrega da aplicação. Os requisitos foram obtidos através das várias reuniões mantidas com todas as partes envolvidas e com interesse no projeto. Estas reuniões realizaram-se na sala de reuniões da Faculdade de Ciências Exatas e desenvolveram-se segundo a metodologia de *brainstorming* e apresentação de *slides*. As questões analisadas nestes encontros, as respetivas conclusões e a investigação realizada no estado da arte originaram um conjunto de ilações, cuja síntese consiste na lista seguinte:

1. Público-Alvo: a aplicação deverá ser adaptável às várias idades e níveis de escolaridade; no entanto, o caso de estudo terá como público-alvo crianças a frequentar o 3º e 4º anos de escolaridade, com idades entre os 8 e os 10 anos, uma vez que as crianças que frequentam as atividades recreativas e educativas do Museu da Baleia se enquadram nestes parâmetros.
2. Recursos Tecnológicos: a aplicação deveria ser projetada de forma a correr no quadro interativo no MBM; contudo, não poderia limitar-se a essa situação, devendo correr em qualquer computador com sistema operativo Windows, de modo a que possa ser utilizada em qualquer ambiente educativo.
3. Ferramenta pedagógica: a aplicação deverá ser um instrumento didático que ajude os alunos a atingir os objetivos educativos, segundo a taxonomia de Bloom, nomeadamente os objetivos pertencentes à categoria do domínio cognitivo.
4. Cenários e animação: pelo menos uma das cenas do jogo deverá ter um tema relacionado com o ambiente marinho.
5. Partilha de conteúdos: o conteúdo criado por um dado docente ou educador para atingir um objetivo educativo deverá ficar gravado em ficheiros para futura utilização por outros docentes ou educadores que também pretendam utilizar a aplicação.
6. Contextualização: a aplicação deverá permitir a criação de tarefas pedagógicas sobre qualquer tema; no entanto, no caso particular do MBM deverá incidir sobre as metas curriculares de Estudo do Meio para o 3º e 4º anos de escolaridade, com especial incidência nos vertebrados marinhos.
7. Usabilidade: a aplicação deverá permitir que os alunos joguem sem intervenção de um professor ou educador.

## I - Requisitos Funcionais e Não Funcionais

A partir das conclusões das reuniões acima mencionadas foi elaborada a Tabela 3 com os requisitos, os quais foram classificados segundo as normas da engenharia de requisitos em funcionais e não funcionais (Sommerville & Sawyer, 2006).

Requisitos Funcionais	Requisitos não funcionais
RF1 - a aplicação deverá ser aplicável a qualquer contexto educativo.	<p>RNF1 - Usabilidade</p> <p>Os botões devem ser grandes, de forma a facilitar a sua utilização.</p> <p>As fontes dos textos devem ser consistentes, legíveis e adequadas ao público-alvo.</p>
RF2 – a aplicação deverá permitir alterar e adicionar conteúdo sem haver necessidade de recorrer à reprogramação da mesma.	
RF3 - a aplicação deverá permitir a variação do nível de dificuldade	
RF4 - a aplicação deverá permitir a troca de conteúdo entre educadores e professores através de ficheiros.	<p>RNF2 – Produto</p> <p>A aplicação deverá correr no quadro interativo existente no Museu da Baleia.</p> <p>Pelo menos um dos cenários deverá ter um tema alusivo ao Museu da Baleia.</p> <p>Os cenários devem recriar um ambiente de animação próprio para o público-alvo.</p> <p>O conteúdo das tarefas a desempenhar pela aplicação deve estar guardado em ficheiros de formato XML.</p>
RF5 – a aplicação não deverá permitir iniciar o jogo num nível para o qual não existem dados suficientes.	
RF6 - caso não existam dados suficientes para iniciar o nível selecionado, a aplicação deverá informar que não é possível jogar esse nível e sugerir ao utilizador que jogue o nível máximo permitido.	
RF7 - a aplicação deverá manter o jogador informado, dando feedback sobre o sucesso das jogadas e dos prémios conquistados.	<p>RNF3 - Portabilidade</p> <p>A aplicação deverá correr em qualquer computador com o sistema operativo Windows 7, 8 ou 10.</p> <p>O conteúdo criado deve poder ser partilhado por outro utilizador.</p>
RF8 - a aplicação deverá permitir desligar os sons do sistema.	
RF9 - a aplicação deverá implementar alguns verbos do nível do conhecimento da taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo.	

Tabela 3: Lista de requisitos da aplicação

## 4.1.2 - Casos de uso

Após o processo de identificação dos requisitos da aplicação e consequente listagem e classificação, passamos à fase de identificação dos casos de uso, técnica utilizada no levantamento de requisitos baseados em cenários de grande importância para a descrição de sistemas orientados para os objetos.

Para melhor entender os diagramas que se seguem, interessa saber o significado de algumas funcionalidades. Assim, entende-se por cenário o ambiente onde se desenrola a cena, por categoria o tema do jogo didático e por tarefa o verbo da taxonomia de Bloom associada.

Caso de uso 1: A criança tem à sua disposição a funcionalidade de escolher Cenário, Categoria, Tarefa e Nível, assim como a funcionalidade de começar o jogo.

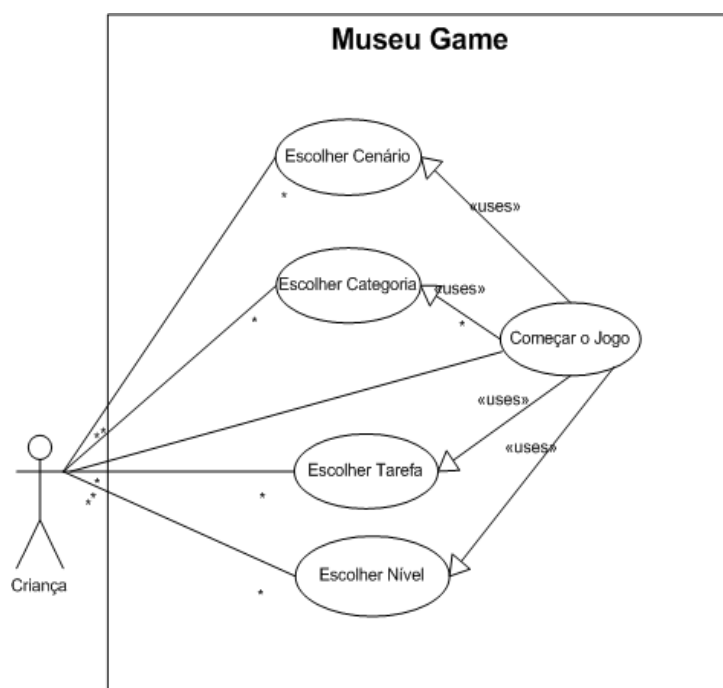


Figura 12: Diagrama de uso – Criança

Caso de uso 2: O educador pode escolher o cenário em que deseja que a criança jogue, pode mudar ou interromper o jogo, pode desligar ou ligar os sons da aplicação e, finalmente, pode encerrar a aplicação. Além destas funcionalidades, o educador tem acesso a todas as funcionalidades colocadas à disposição da criança.

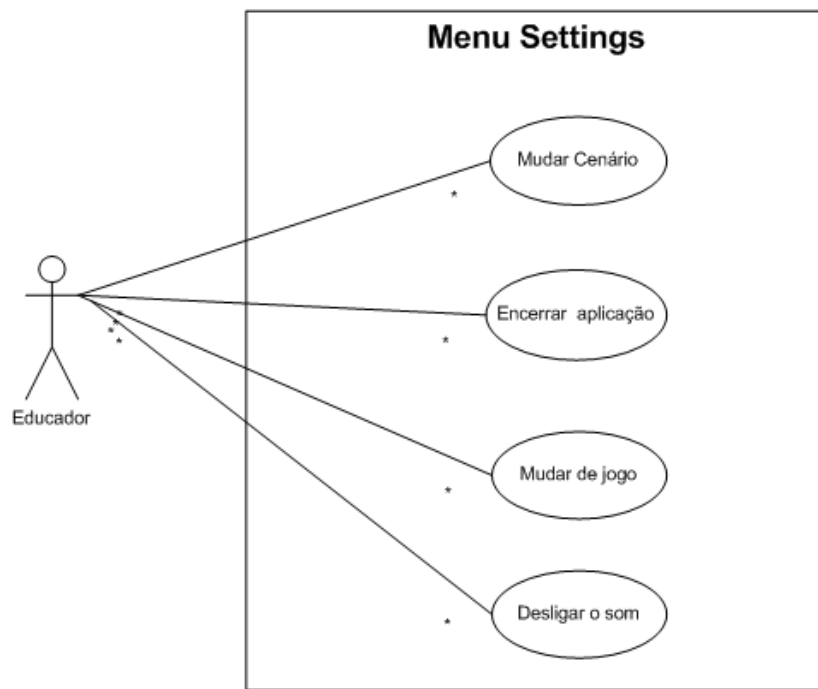


Figura 13: Caso de uso - Opções do educador

### 4.1.3 - Dinâmica do jogo

O jogador pega num cubo que pode representar um elemento (no caso particular do jogo do Museu, um animal) ou uma propriedade desse elemento.

Vejamos então o que acontece se o jogador agarrou um animal. Ao movê-lo para um compartimento vazio, caso este não pertença à 1ª linha, o cubo é colocado nesse compartimento. Caso exista uma propriedade nessa coluna que pertença ao elemento, a pontuação é incrementada.

No caso de o jogador agarrar uma propriedade e colocar a propriedade na linha superior, por cada um dos elementos que estejam na coluna e que tenham a propriedade colocada, a pontuação é incrementada.

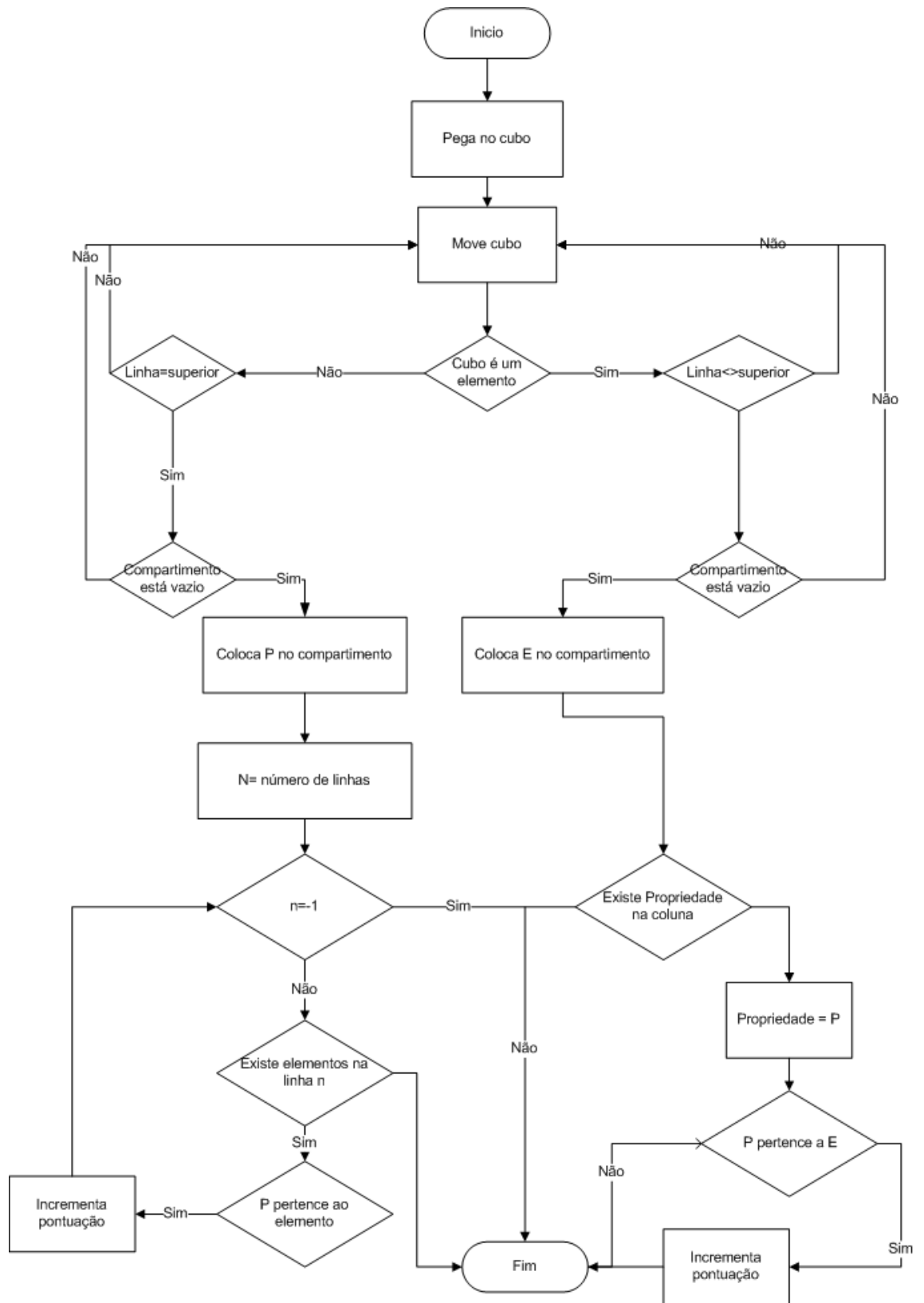


Figura 14: Fluxograma de uma jogada

## 4.1.4 - Protótipos

### I - 1º Protótipo: Abordagem inicial

A primeira abordagem ao proposto nas reuniões foi este protótipo cujo cenário é um quarto com duas prateleiras, uma para os mamíferos e outra para peixes (Figura 15). O jogo seria jogado em terceira pessoa e o objetivo é a colocação dos cubos, pela personagem, nas prateleiras corretas consoante representam mamíferos ou peixes.



Figura 15: Protótipo inicial

O jogo começa numa sala, na qual existem duas prateleiras identificadas (uma correspondente aos mamíferos e a outra aos peixes), vários cubos com animais nas faces e um boneco (*player*). O jogador move o boneco pela sala e quando encontra um cubo usa a tecla **E** para o apanhar; seguidamente desloca-se para a prateleira desejada e larga-o pressionado a tecla **F**. Se o cubo colocado representar, por exemplo, um animal pertencente aos mamíferos e a prateleira onde foi colocado corresponder à dos mamíferos, significa que a jogada foi concluída com sucesso e o jogador recebe pontos. Nesse caso, a pontuação que está localizada no canto superior direito é incrementada.

Este protótipo apresenta algumas limitações importantes. A primeira refere-se ao facto de apenas servir o propósito de uma tarefa (verbo) da taxonomia de Bloom, a tarefa agrupar; a segunda seria que limita o número de grupos a dois; por fim, acrescenta uma dificuldade alheia à pedagogia, a dificuldade que o jogador pode ter em manobrar o *player*, tendo em conta que se vai utilizar o quadro interativo.

### II - 2º Protótipo: A estante

A partir da ideia de prateleiras chegou-se à ideia da estante com compartimentos em forma cúbica cujas colunas correspondiam a uma propriedade (Figura 16)

Desta forma resolvemos o problema da limitação do número de grupos, dado que se fosse necessário mais um grupo bastava acrescentar uma coluna à estante. Construindo cubos que, além de animais, representariam propriedades, e deixando a primeira linha da estante reservada para as propriedades, em vez de apenas uma tarefa (agrupar) passávamos a ter mais tarefas, como por exemplo etiquetar e selecionar.

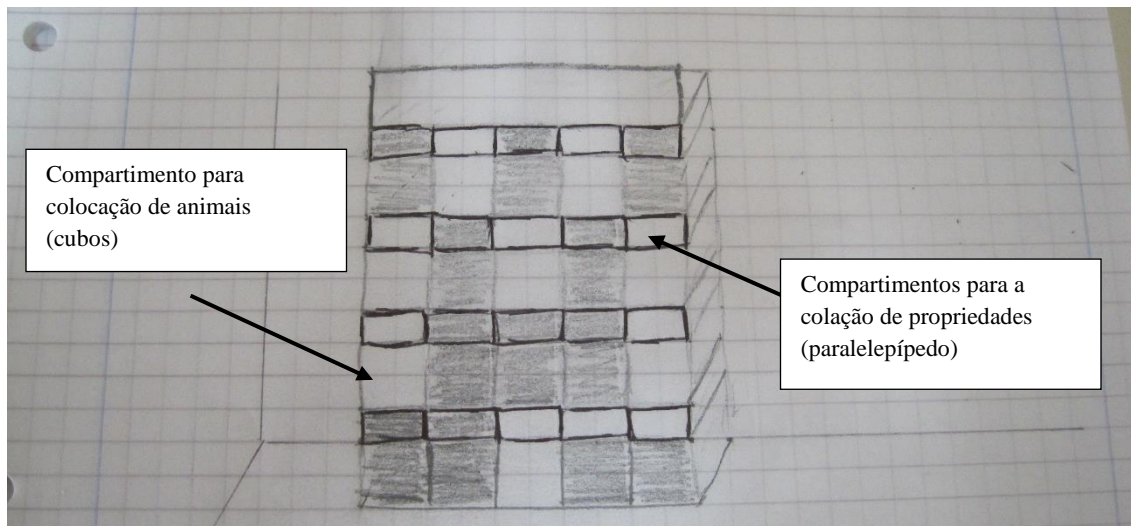


Figura 16: Protótipo da estante com os compartimentos

Na Figura 17 podemos observar os cubos, que são os elementos jogáveis. Estes podem representar animais ou propriedades desses animais num determinado contexto (por exemplo, locomoção – anda, nada e voa, etc.). Quando um cubo propriedade é inserido na estante pelo jogador, associa-se a coluna onde está inserido à propriedade correspondente. A associação dos animais com as respectivas propriedades é efetuada colocando o animal na coluna correspondente à sua propriedade.



Figura 17: Protótipo dos cubos usados para representar os animais

## 4.2 - Arquitetura do sistema

O educador ou professor utiliza a aplicação de apoio para criar o conteúdo e guardá-lo numa estrutura de diretorias intitulada MuseuGameXML. Quando a criança utiliza a ferramenta pedagógica, a aplicação conhece o caminho e a estrutura onde estão guardados os dados e carrega-os no seu sistema para disponibilizar as tarefas pedagógicas à criança (Figura 18).

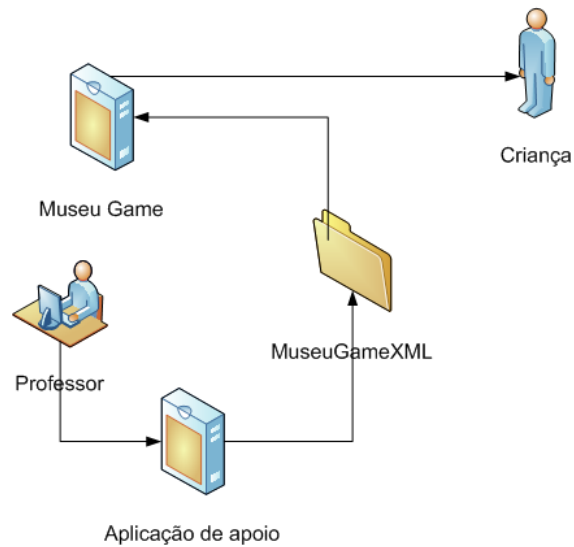


Figura 18: Fluxo de dados entre os vários componentes do sistema

### 4.3 - Diagrama de Classes

A implementação deste projeto em termos de programação seguiu o paradigma da Programação Orientada a Objetos, de forma a obter proveito da re-usabilidade e da oferta de um modelo mais próximo da realidade que este tipo de programação oferece. A elaboração do diagrama de classes não foi um processo estático - tratou-se de um processo dinâmico sujeito a alterações, as quais resultavam das discussões e trocas de ideias nas várias reuniões.

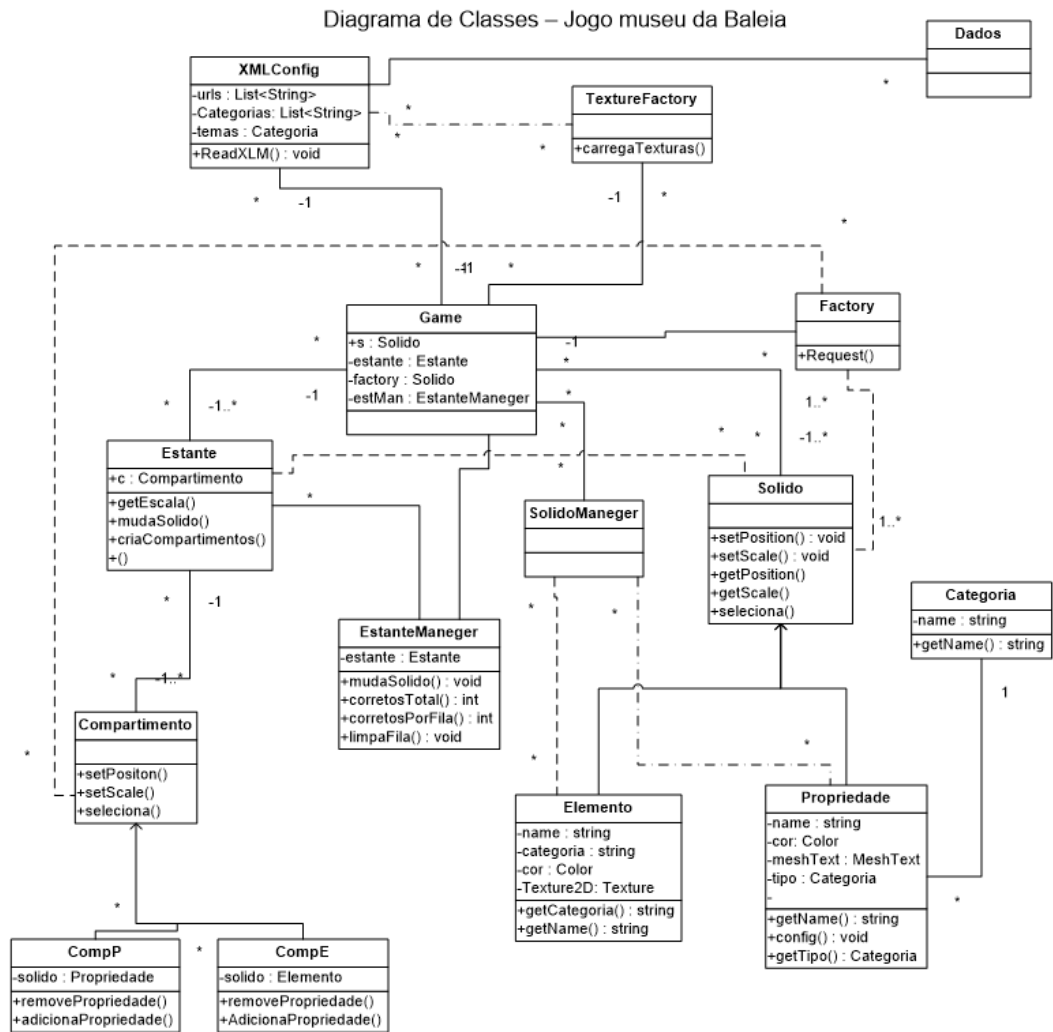


Figura 19: Diagrama de classes

## IMPLEMENTAÇÃO

As várias classes que constituem o diagrama de classes (Fig 18) são responsáveis por disponibilizar os serviços necessários para a correta execução do jogo e para a criação dos objetos, segundo o paradigma da programação orientada a objetos, a (tabela 4) contém a descrição dos serviços e objetos disponibilizados.

Classe	Serviços disponibilizados/ Objetos criados
Game	Ligação ao Unity Engine Criação dos objetos Estante, SolidoManager, EstanteManager, Factory e TextureFactory.
Estante	Criação dos objetos compartimentos, Criação da representação gráfica da estante e Guardar a escala dos objetos
Compartimento	Definição do compartimento que compõe a estrutura da estante.
CompP	Especificação do compartimento que receberá uma Propriedade
CompE	Especificação do compartimento que receberá um Elemento
EstanteManager	Mediador que oferece várias opções de gestão da estante, tais como: contabilização do número de compartimentos ocupados corretamente, mudança de um sólido de um compartimento para outro, desocupação de uma fila e destruição dos <i>gameobject</i>
SolidoManager	Mediador que oferece várias opções de gestão dos sólidos, tais como mudança de um sólido de um compartimento para outro, contagem do número total de elementos corretamente colocado
Solido	Definição da superclasse Sólido
Elemento	Especificação do sólido do tipo elemento
Propriedade	Especificação do sólido do tipo Propriedade
Categoria	Classe que define a categoria (Temas dos Jogos)
Factory	Um objeto deste tipo produz um clone de um <i>gameobject</i>
TextureFactory	Um objeto deste tipo produz uma textura a partir de uma imagem localizada num <i>url</i> .

Tabela 4: Serviços disponibilizados pelas várias classes

## 4.4 - Fluxogramas

### 4.4.1 - Selecionar objetos

Para a criança poder executar uma tarefa tem de selecionar vários cubos e colocá-los na estante. De modo a que este conjunto de movimentos seja executado com sucesso, o sistema deve entender o que a criança está a fazer em cada uma das tarefas e acionar a resposta correta.

No fluxograma representado na Figura 20 descrevemos a lógica que permite ao sistema responder de forma adequada às várias ações executadas pela criança. Um objeto selecionado pode ser um elemento, propriedade ou compartimento e as ações que são espoletadas pelo sistema nesse objeto, após o clique, variam consoante o seu tipo. Quando uma criança clica num objeto, o sistema imediatamente deteta se é um elemento, propriedade ou compartimento. Caso seja um elemento, verifica se este já está selecionado - não estando, seleciona-o; caso contrário retira a seleção, ou seja, coloca o objeto no estado normal. Se se tratar de uma propriedade, o sistema procede como procedeu para o caso anterior. Na eventualidade de o objeto clicado ser um compartimento da estante, o sistema verifica se o mesmo está desocupado - em caso afirmativo, e havendo um objeto (elemento ou propriedade) selecionado, move-o para o compartimento.

## 4.5 - Implementação da estante e dos elementos do jogo

A implementação da nossa aplicação começou com a conceção da estante. Trata-se de uma estrutura dinâmica criada em *run time* a partir da replicação de um compartimento  $n$  vezes, sendo  $n$  obtido a partir do produto do número linhas com o número de colunas. Quase em simultâneo deu-se início à conceção do cubo (Figura 21) que servirá de base à criação dos elementos e propriedades do jogo. Estes cubos são os objetos que serão manuseados pelos jogadores e sobre eles incidirá toda a dinâmica do jogo.

A tecnologia empregue na construção destes objetos de jogo (GameObject) foi o *software* de modelação e renderização em 3D -3dmax. Uma breve descrição desta ferramenta pode ser consultada na secção tecnologias.

Em termos gráficos, o cubo é um sólido geométrico com a dimensão (1X1X1) formado por duas componentes: um cubo interno e uma moldura que cobre as arestas do cubo. Estas duas componentes podem ser acedidas de forma independente, isto é, a alteração do valor de uma propriedade como, por exemplo, a cor na moldura não altera o valor dessa propriedade no cubo interno.

Definindo o compartimento em termos gráficos e de forma simplificada, podemos dizer que se trata de um cubo com as dimensões (1X1X1) ao qual foi retirado o interior. Na realidade, foi essa a sequência adotada. A partir da forma cúbica base foi construído o cubo do jogo e o compartimento (Figura 21). Os sólidos construídos no 3dmax foram depois exportados para o Unity 3D.

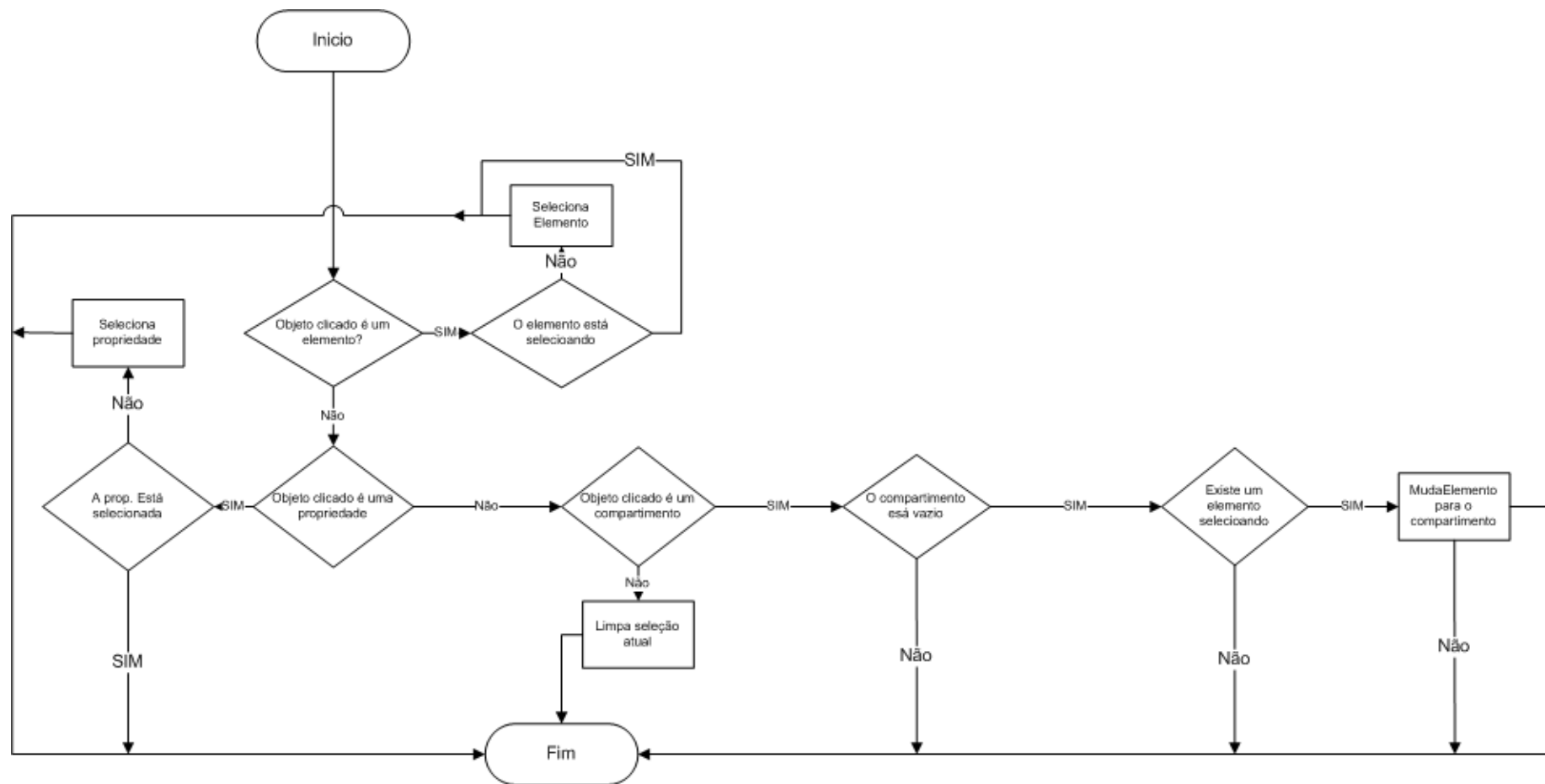


Figura 20: Fluxograma seleciona

# IMPLEMENTAÇÃO

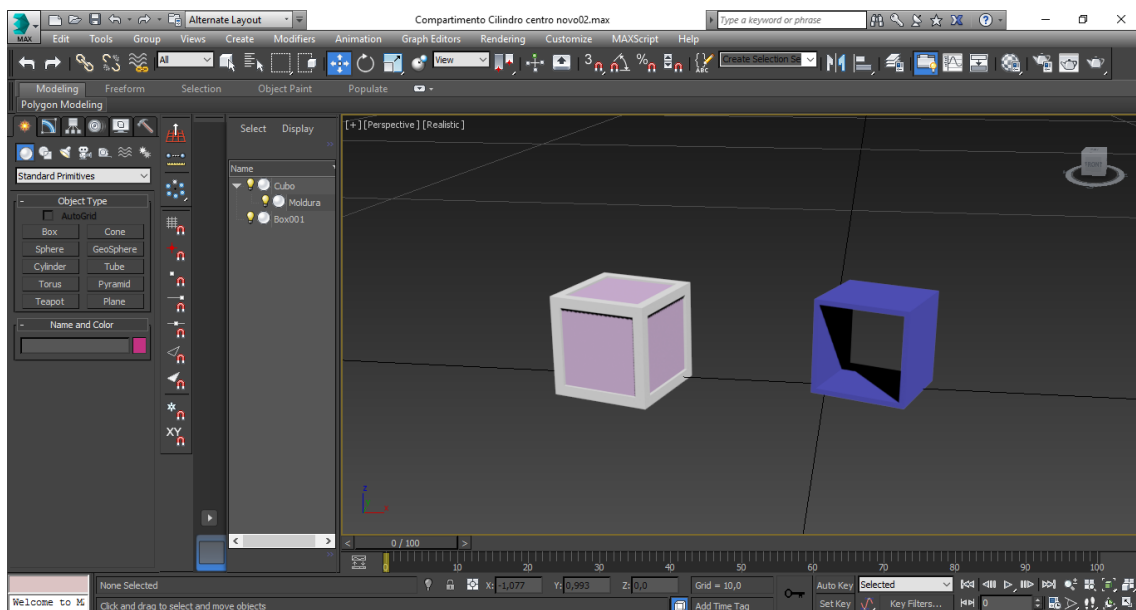


Figura 21: Modelação do cubo e do compartimento

## 4.5.1 - Construção dos *prefabs*

Os *prefabs* são modelos de objetos de jogo (gameObjet). Estes podem ser clonados sempre que o desenvolvedor de jogos quiser, bastando para tal pegar e arrastar (*drag and drop*) o modelo para a *Scene* (em português, cena); o *frame* que representa o cenário do jogo em modo de edição.

Para a criação dos *prefabs*, arrastamos o modelo para dentro da cena e largamo-lo aí. A seguir caracterizamo-lo com as texturas, materiais e cores pretendidas para os nossos cubos e compartimentos. Na Figura 22 podemos observar 3 cubos em estados diferentes.

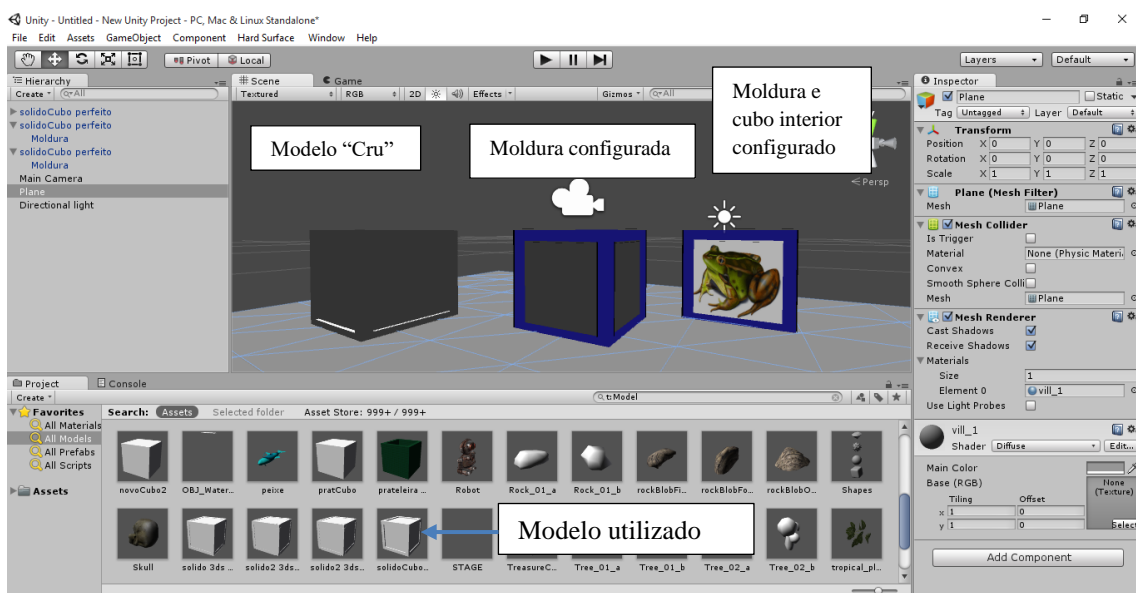


Figura 22: Construção dos *prefabs*

## IMPLEMENTAÇÃO

Para a nossa aplicação foram criados três *prefabs*, dois para os cubos (cubos propriedades e cubos elementos) e outro para os compartimentos que irão formar a estante. Todos os *gameobject* podem ser também clonados em modo *run time*, utilizando a seguinte instrução:

```
clone = (GameObject)Instantiate (Resources.Load ("prefabCubo"));
```

Durante a execução da aplicação são criados vários clones destes *prefabs*, dependendo a quantidade dos clones da dimensão da estante. Esta, por sua vez, é obtida de forma dinâmica consoante o nível que o jogador escolheu. Por exemplo, para uma estante de dimensão 4X4 são construídos 4 compartimentos e 16 cubos (4 propriedades e 12 elementos).

### 4.5.2 - Definição da estante

Como a estante é variável em linhas e colunas, surgiu, com as escalas dos objetos, um problema que foi necessário solucionar para que a implementação prosseguisse com sucesso. Com efeito, se as escalas dos compartimentos fossem fixas, a estante não caberia no ecrã a partir de um dado número de linhas ou colunas. A solução encontrada foi fazer um algoritmo que calculasse a escala dos compartimentos relacionando a área disponível do ecrã com o número de linhas e colunas necessárias. Depois de fixar a câmara, reservamos 70% da largura disponível para o *display* da tabela (Figura 23).

Para solucionar essa questão usou-se o seguinte algoritmo:

```
dx = scren.width*70/100 // dx é a largura máxima
```

```
dy = scren.heigth // dy é a altura máxima
```

```
tamX = dx/Colunas // tamX é a largura máxima do compartimento.
```

```
tamY = dy/nLinhas // tamY é a altura máxima do compartimento.
```

```
tamMaximo = Maximo( tamY, tamX) // tamMaximo é a escala obtida para o compartimento.
```

Desta forma, qualquer que seja o número de linhas ou colunas necessárias para a realização da tarefa, a estante adequada é produzida sem pôr em risco a consistência gráfica da aplicação.

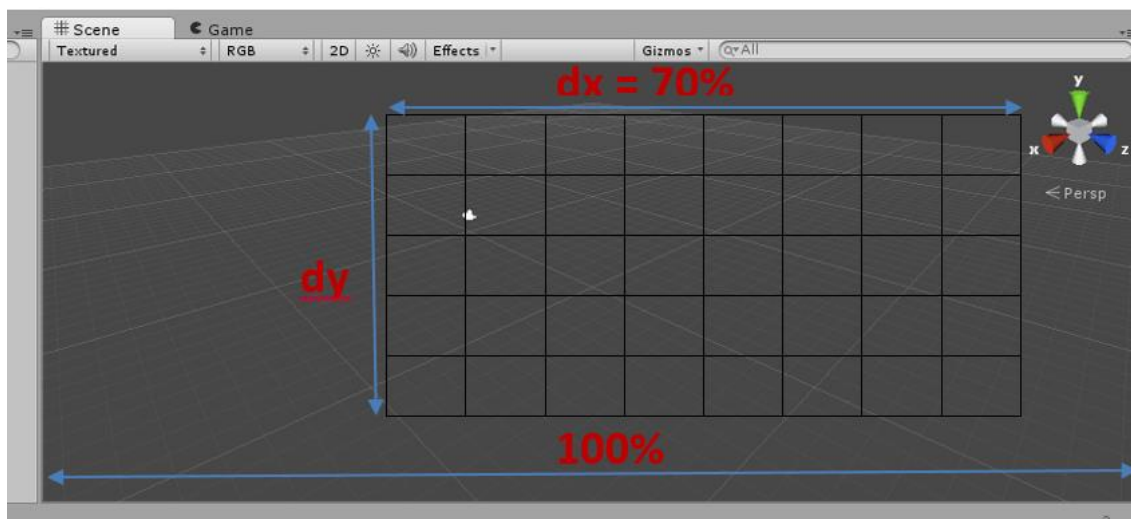


Figura 23: Medidas disponíveis para desenhar a estante

## IMPLEMENTAÇÃO

A Figura 24 apresenta-nos uma estante com três linhas e quatro colunas. Apesar de existir a possibilidade da estante crescer para a direita, esse crescimento teria que ser à custa da destruição da forma cúbica do compartimento ou ultrapassando os limites da cena e, conseqüentemente, a consistência gráfica da aplicação. Observando a Figura 25, podemos verificar que o ponto de origem se mantém inalterado e que a estante cresce da esquerda para a direita.

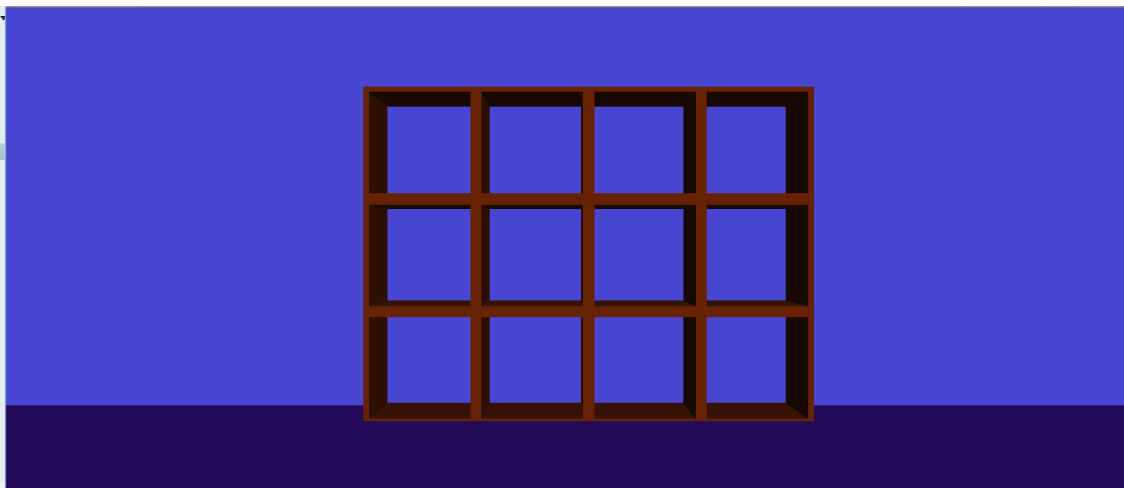


Figura 24: Estante 3x4 – Limitação do crescimento da estante pela altura de cenário



Figura 25: Estante 5X10 - Podemos observar o crescimento para a direita

### I - Montagem do Cenário

Indo ao encontro da lista de requisitos apresentada na secção Requisitos, montamos dois cenários para a execução das tarefas: um cenário marinho para utilizar no Museu da Baleia e um cenário neutro para utilizar numa sala de aula ou noutros locais.

Para tornar o cenário mais atrativo para as crianças, o público-alvo desta aplicação, inserimos no cenário vários artefactos tais como árvores, rochas, plantas, peixes, baleias, arcas, etc. Estes artefactos foram importados da “Asset Store”, loja de *assets* do Unity, que funciona como um repositório de recursos, disponibilizados pelos desenvolvedores desta plataforma (Figura 26). Alguns são disponibilizados com fins

# IMPLEMENTAÇÃO

comerciais e, como tal, têm um custo associado, mas existem muitos que são disponibilizados de forma gratuita. Para a nossa aplicação apenas foram utilizados recursos gratuitos.

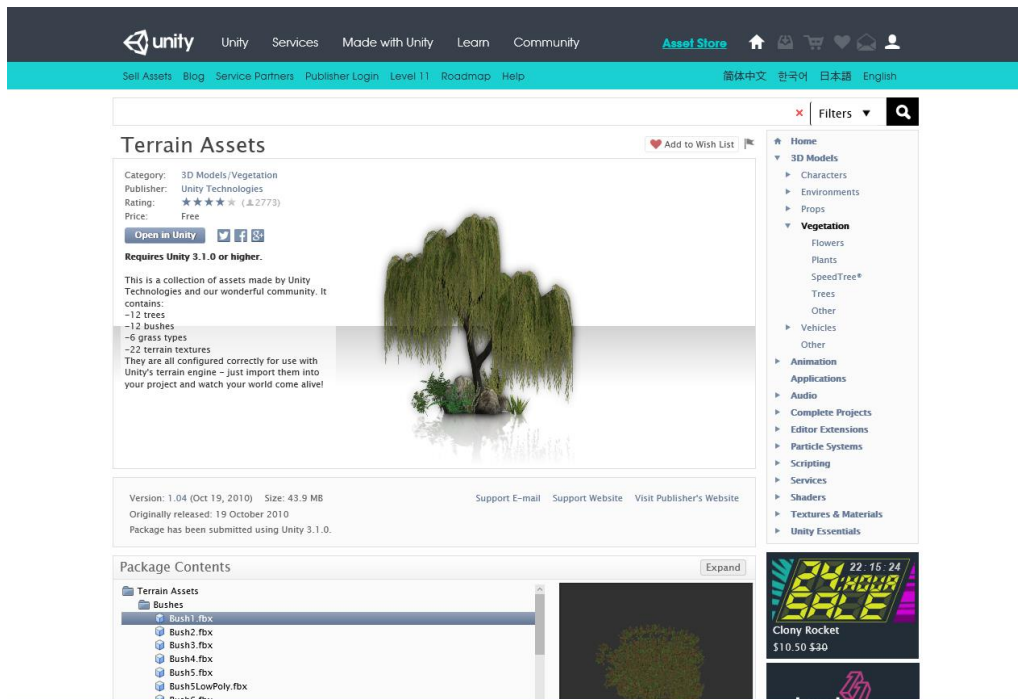


Figura 26: Unity Assets Store

## I.I - Cenário Marinho

O cenário Marinho é uma recriação do fundo do oceano e da vida que lá existe. Na Figura 27, encontramos alguns peixes, uma baleia, algumas rochas e plantas, um baú, 3 caixas e um pote de barro. Desta forma pretendíamos recriar a fauna e a flora oceânica, bem como alguns objetos caídos de um barco.

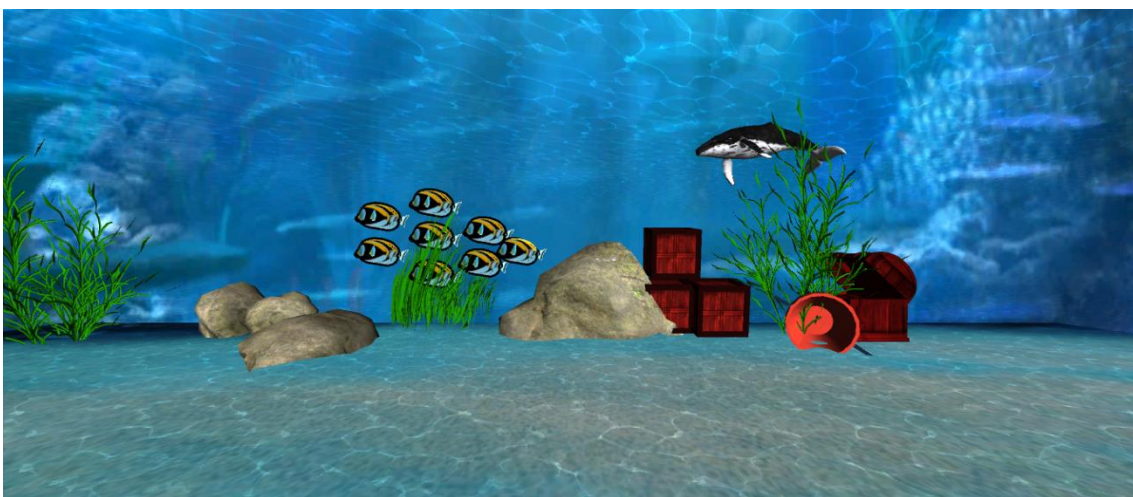


Figura 27: Cenário Marinho

## IMPLEMENTAÇÃO

Os peixes estão animados de forma a simular a vida marinha e a tornar o ambiente mais dinâmico; de igual forma, a água surge animada de forma a simular o movimento das ondas. Esta animação foi conseguida através da projeção de 100 texturas a uma velocidade de 30 FPS (Figura 28).

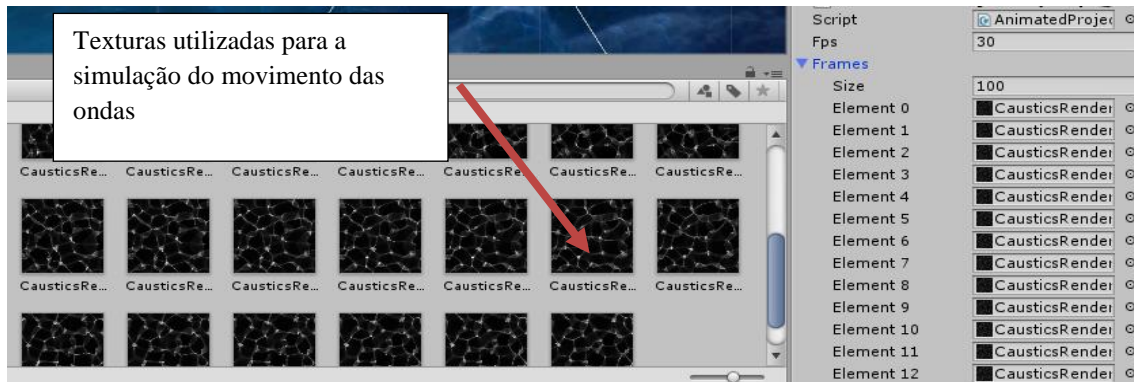


Figura 28: Animação da água

Para dar um ar menos realista ao cenário, aplicamos um *shader toon*. O cenário ficou assim mais parecido com um ambiente de *cartoons*, bem familiar das crianças. Um dos pormenores que permitem identificar um *shader* deste tipo é o contorno que se aplica às formas (note-se, por exemplo, o contorno das rochas – Figura 29).

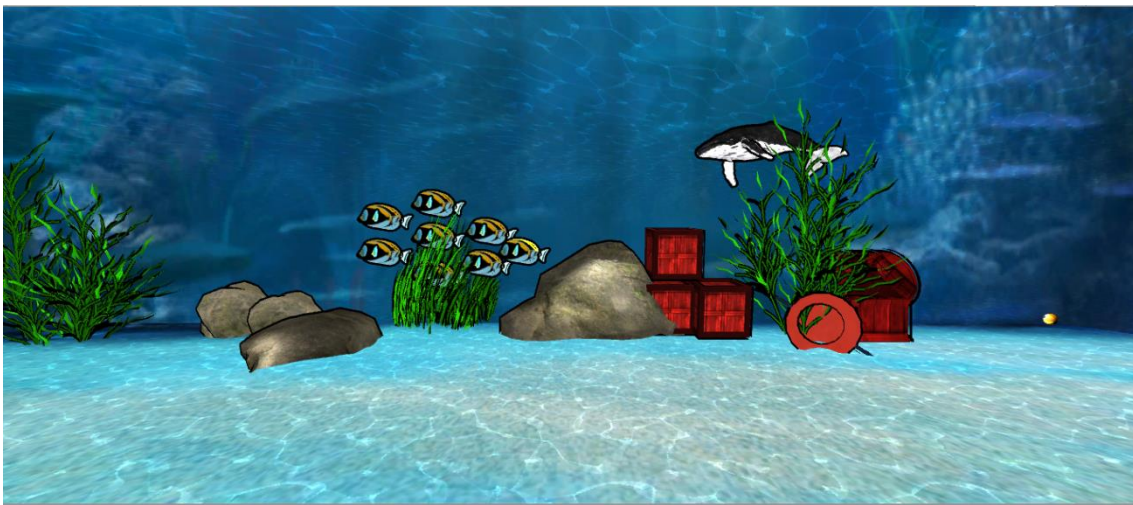


Figura 29: Cenário Marinho com shader toon

### I.II - Cenário Terreste

O cenário terrestre (Figura 30) é uma recriação de um pequeno bosque com uma pequena elevação ao fundo, onde podemos encontrar alguns arbustos e cogumelos. Tal como fizemos com o cenário marinho, também neste aplicamos um *shader toon* para criar um ambiente mais divertido e adequado à faixa etária do público-alvo.



Figura 30: Cenário Bosque

## 4.6 - Interface

Sendo o público-alvo deste jogo as crianças, a interface é uma das partes mais importantes deste projeto. Assim, esta tem de ser apelativa e fácil de utilizar, de forma a despertar no utilizador a vontade de jogar e voltar a jogar.

### 4.6.1 - Menu Principal

A interface inicial é muito simples e os menus serviram, inicialmente, sobretudo como apoio à parte funcional do jogo. Eram apenas exibidas as opções necessárias para correr as funcionalidades já implementadas e a apresentação não assumia nenhum papel relevante (Figura 31).

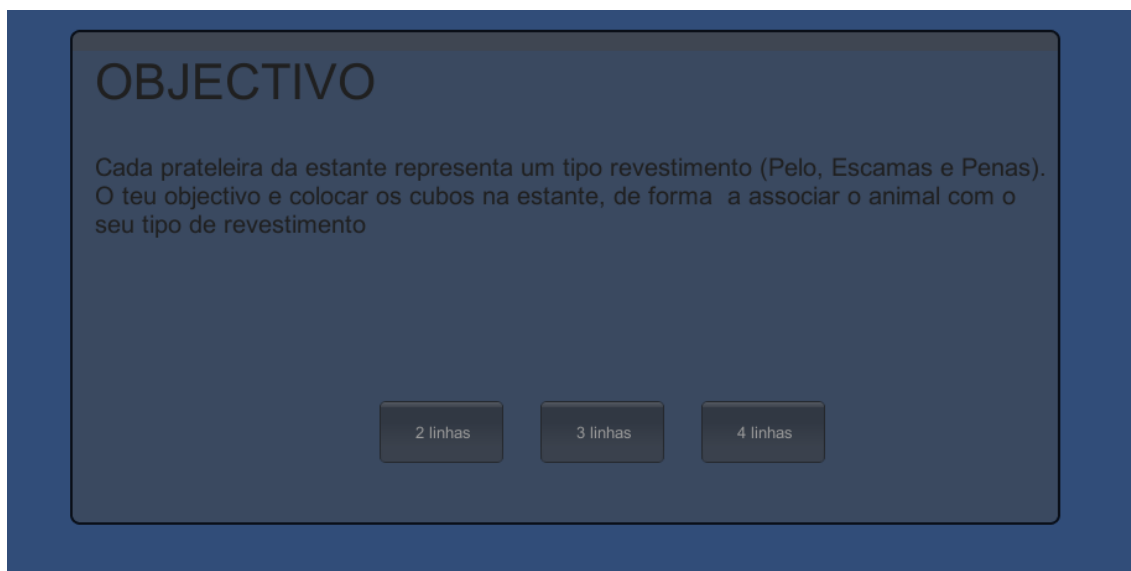


Figura 31: Menu básico para facilitar navegação entre as várias cenas do jogo

## IMPLEMENTAÇÃO

Após o apuramento da parte funcional do projeto, começamos a pensar na interface numa perspetiva de usabilidade e de agradabilidade, com a utilização de temas, tipos de letra, botões e cores adequadas à idade. A primeira abordagem (Figura 32) era constituída por um fundo vermelho, um botão central com uma imagem do cenário selecionado como fundo e dois botões para selecionar o cenário desejado.



Figura 32: Primeira implementação do menu inicial

Na segunda abordagem, apostamos num tema mais infantil e os botões ganharam uma forma mais arredondada e com um grafismo mais adequado às crianças (Figura 33).

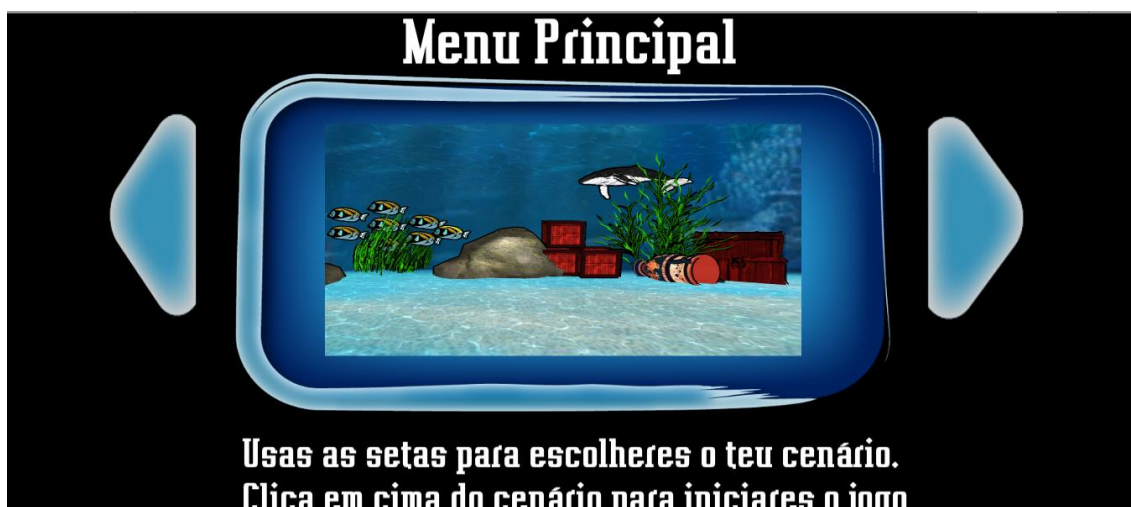


Figura 33: Segunda implementação do menu inicial

Na implementação final (Figura 34), a cor de fundo foi substituída por uma textura celeste de forma a aumentar o impacto visual e a recriar um cenário de animação. Registou-se ainda outra alteração no início do jogo que se fazia, primeiramente, clicando na imagem representativa do cenário; contudo, essa opção não se mostrou consistente com a opção escolhida para o menu dos jogos. Assim, a opção escolhida foi a introdução de um botão (Jogar). As legendas foram otimizadas ao máximo de forma a eliminar redundâncias e a tornar a interface mais fácil de utilizar. Outra alteração implementada foi a opção de esconder a seta do lado direito e do lado esquerdo quando não há mais cenários à direita ou à esquerda,

respetivamente. Aachamos esta alternativa mais elegante quando comparada com a implementação de um menu rotativo, no qual a primeira opção sucedia à última.

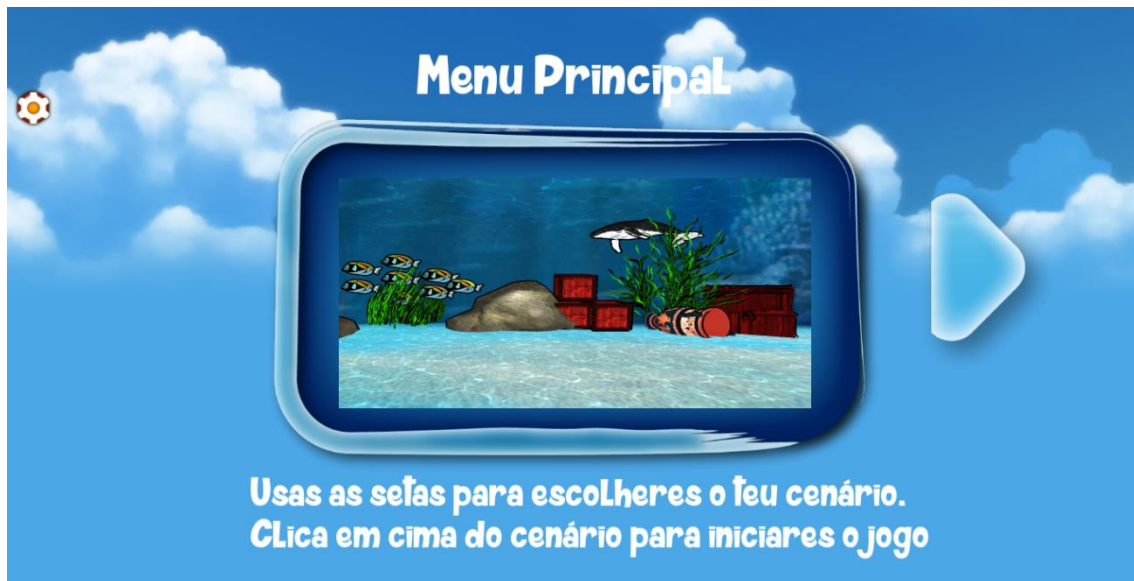


Figura 34: Versão final do menu inicial

### 4.6.2 - Menu jogos versão inicial

Tal como o menu anterior, este também começou por ser um simples conjunto de opções para testar as funcionalidades implementadas, sem qualquer preocupação de ordem estética.

A Figura 35 mostra-nos um menu triplo focado na ótica do programador, de forma a testar as funcionalidades implementadas. Este menu é constituído por três colunas: a primeira coluna permite escolher um dos vários jogos disponíveis; a segunda permite escolher a dimensão (linhas X colunas) da matriz que é possível fazer, sendo que o termo matriz no contexto da aplicação corresponde à estante produzida; por fim, a terceira coluna diz respeito ao menu das categorias (Temas)

MENU	MATRIZ	CATEGORIAS
JOGO 1	2X2	Revestimento
JOGO 2	2X3	Locomoção
JOGO 3	2X4	Alimentação
JOGO 4	3X2	Reprodução
JOGO 5	4X2	Habitat
JOGO 6	3X3	
	4X4	
	4X7	

Figura 35: Menu básico com as opções disponíveis

### 4.6.3 - Menu jogos versão Final

Depois das funcionalidades estarem implementadas passou-se à elaboração de menus mais agradáveis e com maior implementação de usabilidade. Para isso utilizamos temas e formas mais adequados

## IMPLEMENTAÇÃO

à classe etária a que se destina o jogo, modificamos o tipo de letra para um tipo utilizado em animações (Luckiest Guy, Skater Girls Rock) e aplicamos como fundo uma textura do céu pouco nublado e radiante, conforme se pode observar na Figura 36.



Figura 36: Menu Jogos versão final

Esta interface é composta por três painéis. Os painéis têm setas à direita e à esquerda. O painel superior contém a informação do tema do jogo, o painel central contém o nome e a descrição da Tarefa que será executada no jogo e o painel das estrelas permite escolher o nível do jogo. A alternância dos temas e das tarefas é concretizada com o auxílio das setas que ladeiam os respetivos painéis. O nível pode ser escolhido clicando diretamente na estrela ou utilizando as setas que ladeiam o painel. Ao clicar numa estrela, ela e todas as anteriores ficam selecionadas (cor dourada) O número de estrelas selecionadas (de cor dourada) indica o nível escolhido. No caso da utilização das setas, se usarmos a seta esquerda o nível é decrementado e se utilizarmos a da direita o nível é incrementado.

### 4.6.4 - Menu *settings*

O menu *settings* identificado com a letra A na (Figura 36) permite ao educador ou professor orientar as variáveis do jogo, dando-lhe o controlo total da aplicação. O menu é constituído por 6 botões. O primeiro botão destina-se a esconder ou mostrar o próprio menu. Os seguintes botões permitem executar várias ações, tais como controlar o som do sistema, mudar o jogo, mudar o cenário, obter informações e sair da aplicação.

## 4.7 - Feedback

### 4.7.1 - Sonoro

Os efeitos sonoros são importantes em qualquer aplicação infantil porque, tratando-se de sons agradáveis, cativam a atenção e estimulam as crianças. A nossa aplicação tem um **som ambiente**

## IMPLEMENTAÇÃO

relacionado com o cenário em que se desenrola o jogo. Assim, no caso do ambiente marinho, a tarefa executada é acompanhada pelo barulho característico das ondas do mar. Nos casos em que a tarefa é executada num cenário de bosque, são escutados sons característicos da natureza, tais como o barulho do vento, dos pássaros e da água a correr em cascatas e riachos. Além destes sons de ambiente, também existe som associado às jogadas de sucesso, o **feedback sonoro**. Sempre que um cubo representativo de um animal é associado corretamente a uma propriedade, um som de sucesso é ouvido.

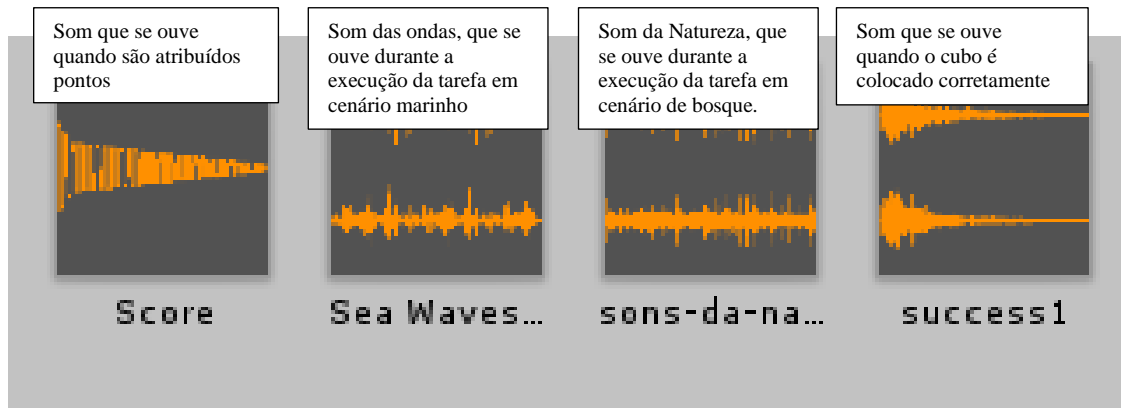


Figura 37: Feedback sonoro

### 4.7.2 - Visual

Para que a criança que está a executar a tarefa tenha sempre presente se efetua uma jogada válida ou inválida, a aplicação fornece um símbolo de correto e um símbolo de incorreto. Estes símbolos são adicionados ao canto inferior direito dos cubos, conforme podemos observar na Figura 38.

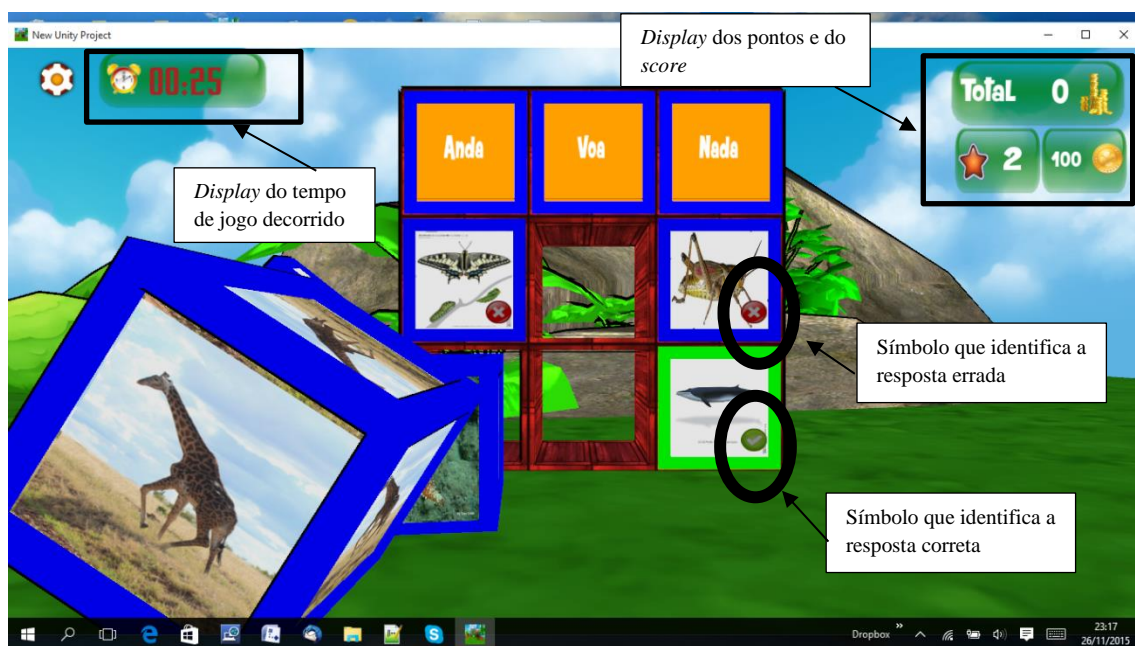


Figura 38: Feedback visual

### 4.7.3 - Pontos e Nível

A realização de uma jogada, ou seja, a colocação de um cubo na estante, com sucesso, é premiada com a atribuição de 100 pontos. A pontuação atribuída é acumulada de jogada para jogada, assim como de tarefa para tarefa. Na Figura 38 é possível observar, no canto superior direito, 3 painéis: o superior está reservado para o *display* da pontuação total acumulada em todas as tarefas, o inferior esquerdo mostra a informação do nível e, por fim, o inferior direito mostra os pontos conseguidos na tarefa em execução.

### 4.7.4 - Sucesso

Quando a criança termina uma tarefa com sucesso recebe uma mensagem de parabéns e, em simultâneo, tem início um festival de fogo-de-artifício acompanhado por uma música festiva (Figura 39).



Figura 39: Final do jogo

### 4.7.5 - Mensagens de Alerta

Quando a criança tenta executar uma tarefa num nível que requer mais propriedades e elementos do que aqueles que existem na categoria selecionada, a aplicação aciona um painel que informa a criança que não é possível satisfazer as suas escolhas. Ao mesmo tempo dá à criança a possibilidade de escolher entre regressar ao menu inicial das tarefas e jogar o nível máximo possível para aquela categoria (Figura 40).

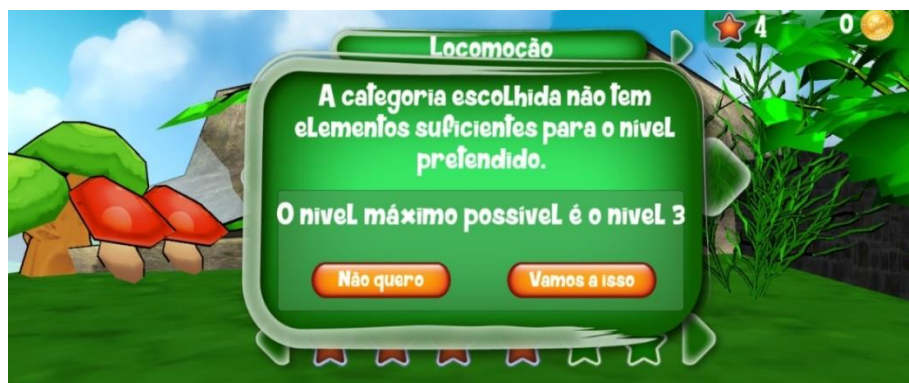


Figura 40: Aviso de elementos insuficientes

## 4.8 - Aplicação de Apoio

Para facilitar aos professores e educadores a utilização da ferramenta pedagógica desenvolvida no âmbito deste projeto, achamos útil o desenvolvimento de uma ferramenta “*back-end*” que facilitasse a criação e partilha de conteúdos. Desta forma não seria necessário o educador conhecer e criar a estrutura dos ficheiros *xml* necessários para executar as tarefas pedagógicas. Assim, o processo de criação das tarefas não só se torna mais eficaz como também mais rápido, libertando o educador para as tarefas relacionadas com a sua área de conhecimento. A aplicação desenvolvida com este propósito é bastante simples na sua conceção, assim como na sua utilização. A aplicação é composta por um menu horizontal (Figura 41) com 3 opções: inserir Categorias, inserir Propriedades e inserir os Elementos. A ordem para inserir conteúdo é

- ➔ Inserir Categoria (Contexto ou tema - por exemplo, reprodução, locomoção, etc.);
- ➔ Inserir Propriedades (por exemplo, anda, voa, nada, no contexto da locomoção);
- ➔ Inserir Elementos (objetos que têm determinadas propriedades num determinado contexto).

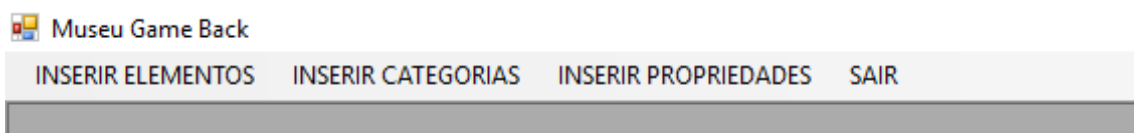


Figura 41: Aplicação de apoio - opções disponíveis

A inserção de categoria (Figura 41) é simples e consiste na introdução do nome da Categoria num formulário; à medida que o utilizador vai gravando as categorias introduzidas, elas são adicionadas a uma lista que está sempre visível. Assim, o utilizador está sempre consciente das categorias já inseridas. Caso seja introduzida uma categoria já existente, o sistema emite uma mensagem de aviso e bloqueia o botão de gravação (Figura 42).

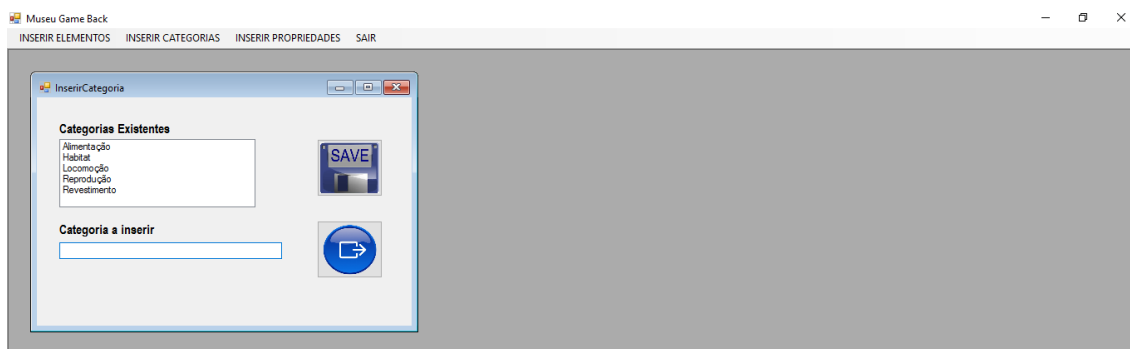


Figura 42: Formulário para inserir categorias

A inserção de propriedades é feita introduzindo o nome da propriedade num formulário e associando-lhe uma das categorias pré-inseridas (Figura 43).

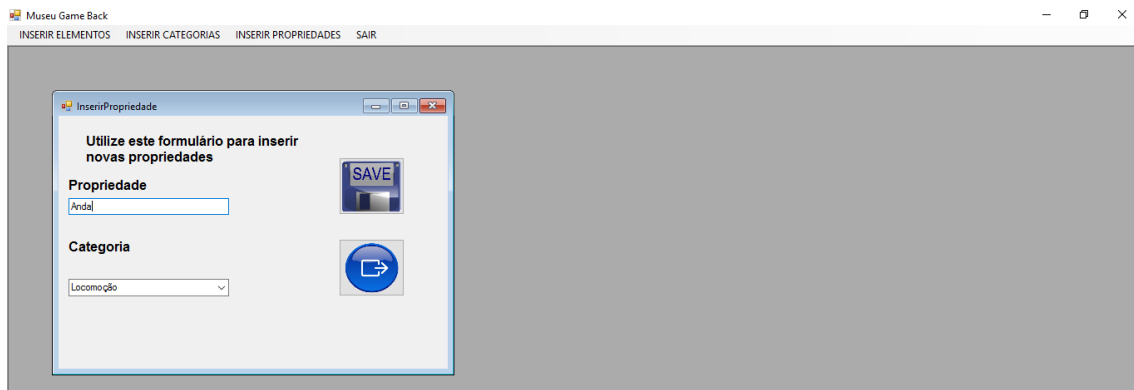


Figura 43: Formulário para inserir propriedades

A inserção dos elementos é realizada através do formulário ilustrado na Figura 44. O formulário permite inserir o nome do elemento (neste caso particular do animal) e adicionar uma imagem que o representa. Na janela do formulário existem duas listas, uma com todas as propriedades existentes no sistema e uma lista com as propriedades do elemento que inicialmente se encontra vazia. Ao clicar duas vezes numa propriedade da primeira lista, esta é adicionada à segunda lista; para remover uma propriedade associada ao elemento, basta clicar duas vezes na mesma.

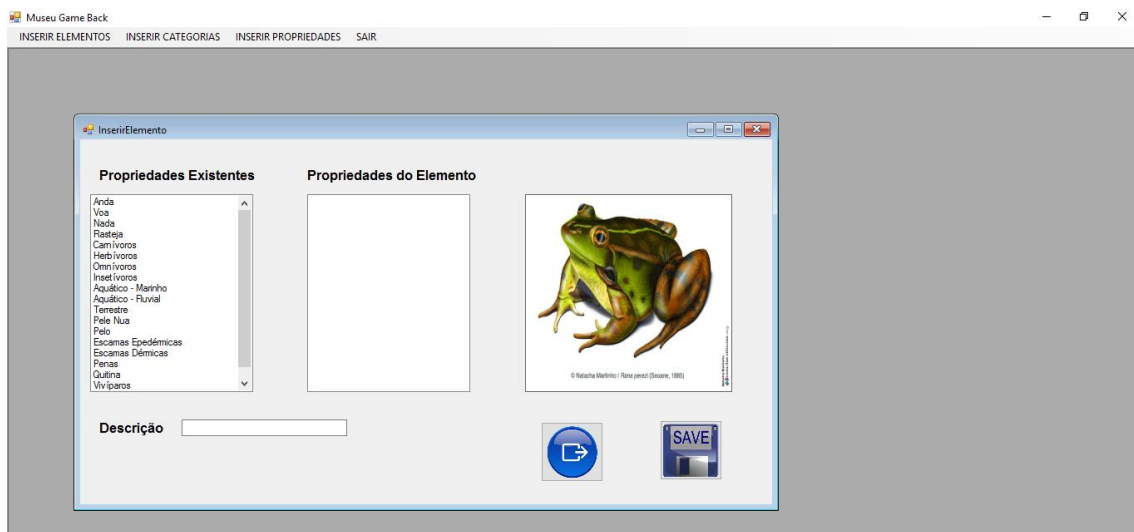


Figura 44: Formulário para criar os vários elementos de jogo

## 4.8.1 - Modelo de dados produzido pela aplicação

Na Figura 45 encontra-se a estrutura responsável por guardar o conteúdo gerado: quando a aplicação arranca, verifica se já existe esta estrutura; caso não exista, será criada. Toda a informação é guardada na pasta `museuGameXML`, dentro da qual vamos encontrar 4 ficheiros XML, que têm função semelhante a uma tabela. Numa base de dados relacional, são criados 3 ficheiros para guardar a informação dos elementos, propriedades e categorias e um para guardar as relações que existem entre os elementos e as propriedades.

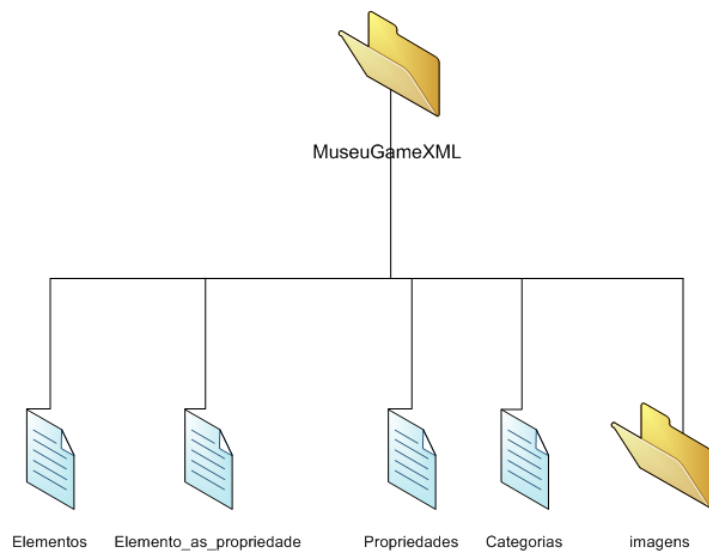


Figura 45: Esquema da estrutura dos dados

## 5 - Testes de usabilidade

A realização do teste de usabilidade teve como propósito testar o jogo didático através da utilização de um protótipo avançado da aplicação e incidiu sobre o aspeto visual da interface, a facilidade de uso e a funcionalidade da aplicação. Pretendíamos igualmente obter informação sobre as imagens, fontes e legendas utilizadas. Em termos de aspeto visual, pretendíamos saber até que ponto os utilizadores conseguiam reconhecer no desenho gráfico algo apelativo que os convidava a jogar e se as imagens, fontes e legendas eram adequadas à sua faixa etária. Queríamos inquirir se os utilizadores encontravam algo que, em sua opinião, não estava bem, podendo ser apresentadas sugestões de melhoria. Em termos de facilidade de uso, queríamos averiguar se o menu dos jogos é de fácil utilização e se os utilizadores conseguem alterar as categorias, as tarefas e o nível do jogo desejado de forma intuitiva e sem ajuda. Em termos de funcionalidade, procuramos averiguar se os utilizadores, depois de iniciarem o jogo, conseguem aperceber-se dos seguintes aspetos:

- Existência de duas formas distintas de colocar os cubos nas estantes: selecionado o cubo e depois o compartimento alvo ou pegando no cubo e arrastando-o para o compartimento pretendido (*drag and drop*);
- Perceção da diferença entre os elementos e as propriedades;
- Associação dos símbolos de errado e correto ao facto de terem associado o elemento à propriedade errada ou à propriedade correta, respetivamente;
- Associação da mudança de cor de um cubo ao facto de ele ter mudado de estado selecionado para o não selecionado ou vice-versa.

### 5.1 - Metodologia

Foram realizadas duas sessões de testes com a duração de 90 minutos cada. Cada sessão compreendia vários testes, cada um deles com uma criança diferente. Cada teste consistia em jogar o jogo de acordo com um dos seguintes cenários predefinidos escolhidos aleatoriamente:

- Cenário 1 – Jogar o **nível 2** da tarefa **agrupar** da categoria **revestimento**
- Cenário 2 – Jogar o **nível 2** da tarefa **agrupar** da categoria **locomoção**
- Cenário 3 – Jogar o **nível 3** da tarefa **etiquetar** da categoria **alimentação**
- Cenário 4 – Jogar o **nível 3** da tarefa **etiquetar** da categoria **revestimento**
- Cenário 5 – Jogar o **nível 2** da tarefa **selecionar** da categoria **alimentação**
- Cenário 6 – Jogar o **nível 2** da tarefa **selecionar** da categoria **locomoção**

Após a realização de cada teste, solicitamos aos alunos que respondessem a dois questionários: um sobre a interface da aplicação e outro para aferir a usabilidade da aplicação. A usabilidade da aplicação foi avaliada segundo o SUS (*system usability scale*), que avalia um conjunto de aspetos referentes ao sistema numa escala de 1 a 5, sendo 1 Discordo Muito e 5 Concordo Muito. O SUS é uma ferramenta *standard* para avaliar a usabilidade das tecnologias (Brooke, 1996). A taxa de aprovação para cada questão é obtida através da forma  $(\frac{n^{\circ} \text{ de quatros} + n^{\circ} \text{ de cincos}}{n^{\circ} \text{ de utilizadores}} \times 100)$ . O segundo questionário foi elaborado especificamente com perguntas referentes ao GUI da nossa aplicação. Durante o cumprimento da tarefa

pela criança, o mestrando observava a sua execução e retirava notas sobre os erros cometidos e as dificuldades; os registos eram efetuados numa grelha de avaliação cujo modelo se encontra em anexo (anexo 3). Em conjunto, estes instrumentos permitem-nos avaliar as seguintes métricas:

- Métricas subjetivas sobre a experiência:
  - Facilidade de uso;
  - Interesse despertado;
  - Confiança na aplicação;
  - Facilidade com que se aprende a jogar.
- Métricas quantitativas sobre o comportamento:
  - Taxa de sucesso - número de tarefas completadas com sucesso;
  - Tempo gasto em cada tarefa;
  - Número de erros detetados – erros que não impediram que a tarefa fosse completada com sucesso;
  - Número de erros fatais – erros que impediram o utilizador de continuar a tarefa ou de a completar com sucesso.

### 5.3 - 1ª Sessão de testes

A primeira sessão foi realizada no portátil do mestrando e a segunda no quadro interativo existente na sala de atividades do MBM. Na primeira sessão, usamos o rato como input e por isso deu-se mais importância à GUI; na segunda sessão, após a correção das situações detetadas na primeira sessão, validou-se a interação com o QI. Para a 1ª sessão foram convidados 10 alunos, com idades entre os 13 e os 15 anos, cuja média é de  $14 \pm 0,81$  anos, pertencentes a uma turma do 6º ano de escolaridade da escola EB 123 do Caniçal, que habitualmente frequentam o museu em atividades de enriquecimento curricular. A cada aluno foi solicitado que tentasse resolver uma tarefa de acordo com um cenário aleatoriamente escolhido, entre 6 cenários pré-definidos. Após a escolha do cenário, solicitamos ao aluno que lesse as instruções em voz alta e seguidamente deixámo-lo jogar sem restrições.

A 1ª sessão de testes começou às 10 horas e 30 minutos e terminou às 12 horas e 30 minutos. Cada teste teve a duração de 10 minutos, repartida em 2 partes de 5 minutos cada. Entre cada teste fizemos um intervalo de 2 minutos para organizar os formulários e preparar o cenário para o teste seguinte.

Após a primeira sessão de testes, procedeu-se ao tratamento dos dados recolhidos, utilizando uma folha de cálculo do Microsoft Excel, em combinação com a aplicação para estatística Software R (R Core, T. E. A. M., 2013). A partir dos dados introduzidos, elaboramos tabelas e gráficos de forma a organizar a informação e a facilitar a sua interpretação.

#### 5.3.1 - Escala de usabilidade da aplicação – SUS

A Tabela 5 contém os valores obtidos para o teste de usabilidade em termos de média e de taxa de aprovação das respostas obtidas. A sua consulta permite-nos observar que as questões 1 (Gostava de jogar este jogo mais vezes), 1 (Achei o jogo simples de jogar), 5 (Achei as várias funcionalidades bem integradas), 7 (Imagino que a maior parte das pessoas aprenderá facilmente a jogar este jogo) e 9 (Senti-me

## TESTES DE USABILIDADE

muito confiante a jogar) obtiveram taxas de aprovação superiores ou iguais a 60%, com mediana de 5. Neste grupo de questões, destacam-se claramente as questões 5 (Achei as várias funcionalidades bem integradas) e 9 (Senti-me muito confiante a jogar), com aprovações na ordem dos 100% e 90%, respetivamente. As questões de 2 (Acho este jogo desnecessariamente complexo), 4 (Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo), 6 (Penso que havia demasiados problemas no jogo) e 8 (Achei que o jogo não era trivial de jogar) obtiveram taxas aprovação inferiores a 40%, cujas medianas são iguais ou inferiores a 2,5. Neste segundo grupo de questões, destaca-se a questão 8 (Achei que o jogo não era trivial de jogar), com uma taxa de aprovação de apenas 10% e mediana 1. O primeiro teste efetuado à usabilidades foi um teste válido visto que obtive uma taxa total de aprovação de 75%.

	Questão	Mediana	% Aprovação
1	Gostava de jogar este jogo mais vezes	5	60%
2	Acho este jogo desnecessariamente complexo	2	30%
3	Achei o jogo simples de jogar	5	70%
4	Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo	2,5	30%
5	Achei as várias funcionalidades bem integradas	5	100%
6	Penso que havia demasiados problemas no jogo	2	40%
7	Imagino que a maior parte das pessoas aprenderá facilmente a jogar este jogo	5	80%
8	Achei que o jogo não era trivial de jogar	1	10%
9	Senti-me muito confiante a jogar	5	90%
10	Preciso de aprender muito antes de jogar este jogo.	2	40%
Total SUS			75%

Tabela 5: Resultados SUS da 1ª sessão

### 5.3.2 - Interface

O procedimento efetuado para tratar os dados obtidos com os questionários sobre a GUI foi idêntico ao adotado para a escala de usabilidade da aplicação. A Tabela 6 contém os valores obtidos para o teste à interface em termos de mediana e de taxa de aprovação das respostas obtidas. A sua consulta permite-nos observar que todas as questões obtiveram taxas de aprovação superiores a 50%, com medianas superiores a 3. As questões 3 (Foi fácil mudar de nível), 8 (Foi fácil perceber para o que servem os cubos)

## TESTES DE USABILIDADE

e 10 (Achei os pontos muito úteis) destacam-se, com taxas de aprovação na ordem dos 90%. O resultado obtido para o teste ao GUI é aceitável, visto que obteve uma taxa de aprovação de 71%.

	Questão	Mediana	% Aprovação
1	Foi fácil mudar de categoria	4,5	60%
2	Foi fácil mudar de tarefa	4	60%
3	Foi fácil mudar de nível	4	90%
4	Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo	3,5	50%
5	Olhei para o menu e percebi logo como escolher as minhas opções	3	50%
6	Foi fácil perceber o que tinha de ser feito	4	60%
7	Foi fácil resolver o jogo	5	80%
8	Foi fácil perceber para o que servem os cubos.	4,5	90%
9	Foi fácil perceber como ganhava pontos	5	80%
10	Achei os pontos muito úteis	5	90%
Total			71%

Tabela 6: Resultados interface da 1ª sessão

### 5.3.3 - Grelha de Observação

Os erros cometidos pelos utilizadores enquanto realizavam os testes foram anotados numa grelha, pelo mestrando. Posteriormente, sofreram processamento informático, à semelhança dos outros instrumentos de avaliação. Como resultado, obtivemos a Tabela 7, cuja consulta permite observar que as tarefas *seleção de um cubo e colocação de um elemento ou propriedade na linha correta* foram aquelas em que os utilizadores cometeram mais erros, com totais de 15 e 17, respetivamente. Em ambas as tarefas a média de erros cometidos foi de 1,7 por utilizador.

As últimas duas linhas da tabela referem-se a erros cometidos pelo sistema e não pelos utilizadores - referimo-nos à saída do cubo de cena e à situação em que o cubo fica em cena, mas num ponto que impede a sua seleção. Cada uma destas situações ocorreu uma só vez e foi fatal, impedindo a progressão da tarefa.

		Erros cometidos ou detetados	
Tarefa executada/erro	Métrica	Total	Média ± desvio padrão
Mudança de categoria	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de categoria sem sucesso.	12	1,3±1,8
Mudança de tarefa	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de tarefa sem sucesso.	7	0,7±1,3
Mudança de nível	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de nível sem sucesso.	15	1,7±1,7
Seleção do cubo	Nº de vezes que o utilizador clicou num cubo, para seleccioná-lo quando este já estava selecionado.	14	1,4±1,5
Colocação de um cubo (elemento ou propriedade) na linha correta	Nº de vezes que o utilizador tentou colocar o cubo na estante sem sucesso.	17	1,7±3,1
Remoção o cubo (elemento ou propriedade) da estante	Nº de vezes que o utilizador tentou retirar o cubo da estante sem sucesso.	11	1,1±3,1
Iniciar o jogo	Nº de vezes que o utilizador tentou iniciar o jogo sem obter sucesso.	5	0,5±
Colocar o elemento na linha correta.	Nº de vezes que o utilizador colocou uma propriedade numa linha destinada aos elementos.	5	0,5±1,6
Cubo sai de cena	Nº de vezes que o símbolo não apareceu quando o cubo estava colocado incorretamente.	1	0,1±0,3
Cubo fica em cena, mas num ponto que impede a sua seleção.	Nº de vezes que o cubo saiu de cena.	1	0,1±0,3

Tabela 7: Resultados/grelha de observação 1ª sessão

Neste primeiro teste de usabilidade foram detetadas algumas situações problemáticas, na execução das tarefas propostas aos alunos, salientamos as tarefas **Mudança de categoria (12 erros)** **Mudança de tarefa (7 erros)** e **Mudança de nível (12)**, **seleção de um cubo (14)** que deviam ser as tarefas de execução mais fácil. Revelou-se igualmente problemático a saída de cena de um cubo invalidando a continuação do jogo.

### 5.3.4 - Discussão

As crianças que fizeram o primeiro teste à nossa aplicação revelaram algumas dificuldades no domínio cognitivo, que se manifestaram na dificuldade de perceberem o que lhes era pedido em cada tarefa, quer na escolha das opções, quer na resolução da tarefa pedagógica. Apesar dessa observação, 70% das crianças considerou a tarefa fácil e 90% afirmou que se sentiu confiante na sua realização. Contudo, a observação direta permitiu concluir que a maior parte das crianças só efetuou parte da tarefa que lhe era solicitada, limitando-se a colocar os cubos com os animais e com as propriedades na estante, sem os associar de forma correta.

Em termos de agradabilidade e interesse, a observação direta revelou que as crianças, em geral, se sentiram animadas com o jogo. Esta observação vai ao encontro das respostas dadas, já que a maior parte respondeu que gostava de repetir a experiência (60%). Em termos de grau de dificuldade, a grande maioria (70%) concorda que facilmente se aprende a jogar este jogo.

Verificou-se alguma dificuldade dos utilizadores na seleção das opções, nomeadamente na opção da categoria, da tarefa e do nível, em que ocorreram algumas tentativas falhadas, conforme registado na grelha de observação (Tabela 7). Estas falhas consistiram essencialmente em não acertar nas setas que permitiam visualizar as opções à direita ou à esquerda da opção visualizada. Foi ainda possível observar que alguns utilizadores não conseguiam reconhecer a categoria e a tarefa, confundindo, muitas vezes, estas duas designações.

Na execução das tarefas foi possível observar que a maioria das crianças não selecionava as opções que constavam do seu cenário, clicando diretamente na moldura central que continha a descrição da tarefa e que funcionava como um botão para iniciar o jogo.

Os erros cometidos com maior frequência foram a colocação do cubo na estante e a sua seleção, com 17 e 15 erros detetados, respetivamente. Estas falhas podem ser motivadas pela dificuldade que os participantes tiveram em relacionar a mudança de cor do cubo com o fato de estar ou não selecionado. Quando os questionamos se os cubos mudaram de cor apenas, dois utilizadores responderam que sim (anexo 5).

### 5.3.5 - Alterações resultantes

A partir da análise dos primeiros testes, chegou-se a conclusão que teríamos que efetuar alguns ajustes em termos de interface de forma a evitar alguns erros cometidos. Assim, começou-se por identificar os itens de menu com as etiquetas Categoria, Tarefa e Nível (Figura 46). Com esta inovação, pretendemos eliminar a dificuldade que as crianças envolvidas no primeiro teste sentiram em associar os itens de menu à categoria, à tarefa e ao nível, quando lhes era pedido que escolhessem determinada opção.



Figura 46: Alterações resultantes dos 1ºs testes

Seguidamente, optamos por inserir uma moldura em torno do menu, aumentando assim o contraste. Desta forma, aumentamos a visibilidade e facilitamos a identificação dos elementos do menu (botões, setas e textos).

Outra alteração efetuada, com base nos primeiros testes de usabilidade, foi a inserção de um botão de início de jogo para substituir o processo anterior, que consistia em clicar em cima da *frame* reservada à descrição da tarefa. Esta foi a solução encontrada para impedir que os utilizadores começassem o jogo sem observar as várias opções existentes em termos de categorias, tarefas e níveis

### 5.4 - 2ª Sessão de testes

Para a 2ª sessão, foram convidadas 11 crianças com idades compreendidas entre os 8 e os 12 anos, cuja média é de  $10 \pm 1,91$  anos que frequentavam atividades de verão no MBM. Tal como na 1ª sessão, solicitamos às crianças que resolvessem uma tarefa de acordo com um cenário aleatoriamente escolhido, entre 6 cenários pré-definidos. Após a definição do cenário, ao invés do 1º teste, em que o aluno leu as instruções, neste teste lemos nós as instruções, em voz alta, para evitar erros de interpretação. Seguidamente, deixamo-los jogar livremente no quadro interativo. Após concluir os testes, as crianças iam para outra divisão do MBM responder aos inquéritos usados na experiência anterior, sob a orientação da Profª Sílvia.

#### 5.4.1 - Escala de usabilidade

A Tabela 8 contém os valores obtidos para o teste de usabilidade em termos de mediana e de taxa de aprovação das respostas obtidas (consultar os histogramas em anexo para informação mais detalhada). A sua consulta permite-nos observar que as questões 1 (Gostava de jogar este jogo mais vezes), 2 (Acho este jogo desnecessariamente complexo), 3 (Achei o jogo simples de jogar), 4 (Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo), 5 (Achei as várias funcionalidades bem integradas), 7 (Imagino que a maior parte das pessoas aprende facilmente a jogar este jogo) e 9 (Senti-me muito confiante a jogar) obtiveram taxas de aprovação iguais ou superiores a 50%, com medianas iguais ou superiores a 3,5 na escala de usabilidade (concordo e concordo muito). Neste grupo de questões, destacam-se claramente as questões 3, 5, 7 e 9, com aprovações superiores a 90%, respetivamente, sendo que a mediana obtida nestes casos é igual ou superior a 4,5. As questões de 4 (Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo), 6 (Penso que havia demasiados problemas no jogo), 8 (Achei que o jogo não era trivial de jogar) e 10, cujas medianas são iguais ou inferiores a 3, obtiveram taxas aprovação inferiores a 40%. Neste segundo grupo de questões, destacam-se as questões 4 e 10 (preciso aprender muito antes de jogar este jogo), com uma taxa de aprovação de apenas 9%, sendo que a mediana obtida é somente de 1. O segundo teste efetuado à usabilidade teve uma taxa total de aprovação de 71%, podemos assim considerá-lo válido.

## TESTES DE USABILIDADE

	Questão	Mediana	% Aprovação
1	Gostava de jogar este jogo mais vezes	4	55%
2	Acho este jogo desnecessariamente complexo	4	55%
3	Achei o jogo simples de jogar	5	91%
4	Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo	1	55%
5	Achei as várias funcionalidades bem integradas	5	91%
6	Penso que havia demasiados problemas no jogo	3	27%
7	Imagino que a maior parte das pessoas aprende facilmente a jogar este jogo	5	91%
8	Achei que o jogo não era trivial de jogar	3	36%
9	Senti-me muito confiante a jogar	5	100%
10	Preciso de aprender muito antes de jogar este jogo.	1	9%
Total SUS			71%

Tabela 8: Resultados SUS da 2ª sessão

### 5.4.2 - Grelha de observação

Tal como sucedido na primeira sessão de testes, os erros cometidos pelos utilizadores enquanto faziam os testes foram anotados, numa grelha, pelo mestrando. Do tratamento dos dados obtidos na grelha de observação, obtivemos os resultados que constam na Tabela 9. A sua consulta permite-nos observar que as ações “seleção de um cubo” e “colocação de um elemento ou propriedade na linha correta”, tal como na 1ª sessão, são aquelas em que os utilizadores cometeram mais erros, com totais de 14 e 28 erros, respetivamente. Verificamos que, nesta sessão, os utilizadores cometeram mais erros do que na anterior. No nosso entender, tal aumento está relacionado com a mudança de interface. Em ambas as ações a média de erros cometidos foi de  $1,4 \pm 2,2$  e  $2,8 \pm 2,0$  erros por utilizador. No decorrer da execução das tarefas, o cubo saiu de cena 2 vezes e ficou 3 vezes numa posição impossível de ser selecionado. Estes erros revelaram-se fatais, tendo provocado o término da tarefa. Quanto ao tempo gasto para a execução das tarefas solicitadas, a média foi de  $1,85 \pm 1,22$  minutos.

## TESTES DE USABILIDADE

		Erros cometidos ou detetados	
Tarefa executada/erro	Métrica	Total	Média ± desvio padrão
Mudança de categoria	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de categoria sem sucesso	5	0,5±1,2
Mudança de tarefa	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de tarefa sem sucesso	2	0,2±0,6
Mudança de nível	Nº de vezes que o utilizador tentou mudar de nível sem sucesso	1	0,1±0,3
Seleção do cubo	Nº de vezes que o utilizador clicou num cubo, para o selecionar, quando este já estava selecionado.	14	1,4±2,3
Colocação de um cubo (elemento ou propriedade) na estante	Nº de vezes que o utilizador tentou colocar o cubo na estante sem sucesso.	28	2,8±2,0
Remoção do cubo (elemento ou propriedade) da estante	Nº de vezes que o utilizador tentou retirar o cubo da estante sem sucesso.	8	0,8±1,44
Início do jogo	Nº de vezes que o utilizador tentou dar início ao jogo sem obter sucesso)	0	0
Colocação do elemento na linha correta	Nº de vezes que o utilizador colocou uma propriedade numa linha destinada aos elementos.	0	0
Cubo sai de cena	Nº de vezes que o símbolo não apareceu quando o cubo estava colocado incorretamente.	2	0,2±0,3
Cubo fica em cena, mas numa posição que não é passível de seleção	Nº de vezes que o cubo sai de cena	3	0,3±0,5

Tabela 9: Resultados grelha de observação da 2ª sessão

Em relação ao primeiro teste de usabilidade observamos melhorias consideráveis nas tarefas **mudança de categoria, mudança de tarefa, mudança de nível e Remoção de um cubo da estante** (menos 7,5,13 e 2 erros respetivamente) Não foram detetados erros nas tarefas **iniciar o jogo e Colocação de um cubo na linha correta**, quando no primeiro teste e nestas mesmas tarefas detetou-se 5 erros em cada uma destas tarefas.

### 5.4.3 - Testes aos pares

Nesta sessão de testes, além dos testes individuais, foram realizados 4 testes aos pares, nos quais foi dada liberdade de escolha para selecionar a categoria, a tarefa e o nível. Todos os quatro testes terminaram com sucesso e não foram detetados erros do sistema que impedissem ou dificultassem a finalização da tarefa. O tempo médio de execução da tarefa foi de 2,97 minutos, com um desvio padrão de 0,74 minutos. Este tempo obteve médias superiores aos tempos obtidos nos testes individuais (1,85 minutos,

## TESTES DE USABILIDADE

com um desvio padrão de 1,22 minutos). Uma possível explicação poderá ser o facto de a maior parte dos pares ter escolhido tarefas pedagógicas sem tempo limite, executando a tarefa de uma forma mais descontraída e sem preocupações de tempo.

Durante os testes em pares, os jogadores colaboraram de várias formas. Por exemplo, na escolha das opções: enquanto um elemento escolhia a categoria, o outro elemento escolhia o nível ou a tarefa. Quando um jogador estava em dificuldade para colocar o cubo na estante, o parceiro indicava a posição correta. Quando um cubo era colocado no compartimento errado, o outro jogador retirava o cubo e tentava colocá-lo no compartimento correto. Quando um jogador seleccionava um cubo, imediatamente depois o outro clicava no compartimento, encaixando aí o cubo (Figura 47). O término do jogo com sucesso foi festejado de forma efusiva, própria da faixa etária dos jogadores (Figura 48).



Figura 47: Colaboração entre jogadores



Figura 48: festejando o sucesso

### 5.4.4 - Discussão

Nesta sessão, as crianças foram colaborativas e perceberam com facilidade o que se pretendia e o que lhes era solicitado em cada tarefa. A aplicação, tal como foi apresentada nesta segunda sessão de testes, revelou-se intuitiva e de fácil utilização. Esta observação é apoiada pela confiança revelada pelos utilizadores na utilização da aplicação. De facto, a observação direta, os 100% de aprovação obtidos na questão “senti-me muito confiante a jogar” e os escassos erros cometidos na utilização do menu reforçam esta ideia.

As crianças envolvidas nestes últimos testes identificaram claramente onde seleccionar as categorias, as tarefas e os níveis. Supomos que essa facilidade é consequência da introdução das legendas dos respetivos itens de menu. Contudo, verificamos que experienciaram alguma dificuldade em acertar nas setas que permitiam mudar as várias opções. Associamos esta dificuldade ao tamanho das referidas setas.

### 5.4.5 - Alterações resultantes

Para solucionar um problema surgido na realização da segunda sessão de testes, nomeadamente a saída de cubos do cenário, optamos por colocar *mesh coliders* (Figura 49) por cima, à frente, atrás e aos lados do cenário. Estas malhas invisíveis fazem o cubo voltar ao cenário quando salta nessa direção e com elas colide

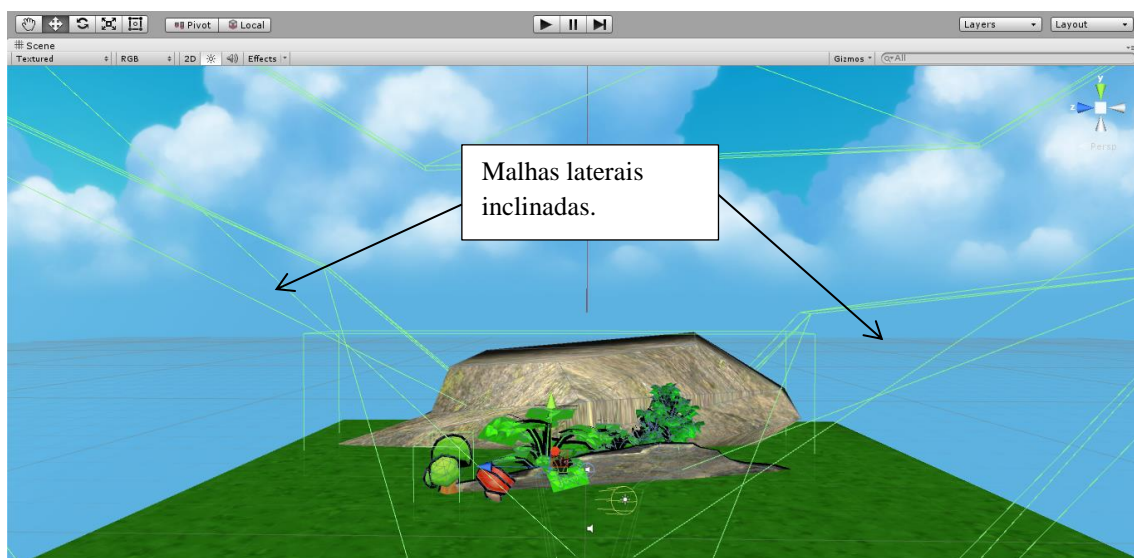


Figura 49: Alterações resultantes da 2ª sessão de testes

Aumentamos também o tamanho das setas que permitiam navegar entre as várias opções para reduzir as dificuldades surgidas nos testes, quando os utilizadores tentavam acertá-las.

## 5.5 - Considerações finais

Os testes de usabilidade permitiram detetar algumas falhas que dificultavam a execução das tarefas pedidas aos alunos. No primeiro teste os alunos tiveram dificuldades em acionar os botões que permitiam navegar entre as várias opções, igualmente tiveram dificuldade em identificar e distinguir as categorias das tarefas. O problema dos botões foi resolvido aumentando o seu tamanho, a dificuldade em identificar as

## TESTES DE USABILIDADE

---

tarefas e as categorias foi resolvido colocando as etiquetas **Categorias** e **Tarefas** ao lado das caixas de opções das respectivas categorias e tarefas. Tanto no primeiro teste como no segundo teste alguns cubos saíram da cena ficando ocultos, para solucionar esse problema foram colocadas malhas transparentes em posição inclinada obrigando os cubos que saltavam para os lados a voltar à cena.

A realização dos testes de usabilidade foi uma mais-valia, porque permitiu detetar erros e obter o *feedback* dos utilizadores sobre a interface e o nível de aceitação da aplicação. Os erros detetados nas duas sessões resultaram na implementação de melhorias na interface, de forma a tornar a sua utilização mais intuitiva e aumentar o seu grau de usabilidade.

A aceitação e o grau de satisfação dos utilizadores foram um dos pontos positivos destes testes, pois tanto no primeiro como no segundo existiu uma boa aceitação, atendendo a que a maior parte dos utilizadores gostaria de jogar de novo. Em termos de usabilidade, a aplicação apresentou-se claramente bem conseguida, tendo obtido uma pontuação média de 75 pontos, um valor que se situa acima da média do System Usability Score, que é de 68 pontos. A sua utilização revelou-se intuitiva, apresentando uma curva de aprendizagem acentuada. Os utilizadores mostraram-se mais interessados e interagiram mais no segundo teste, o que poderá ser explicado pela utilização do QI em substituição do computador, aumentando o grau de iteratividade e fazendo sobressair a dinâmica dos jogos em 3D, permitindo igualmente a utilização por mais de um jogador em simultâneo.

# 6 - Conclusão

Este projeto resultou de uma parceria entre a Universidade da Madeira, a Faculdade de Ciências da Vida, o museu da Baleia e a Faculdade de Ciências Exatas e da necessidade de desenvolver uma dissertação de mestrado. As partes reuniram-se várias vezes com o objetivo de definir os parâmetros da aplicação a desenvolver. O resultado consistiu numa aplicação em 3D para facilitar a aprendizagem do estudo do meio, quer no contexto das atividades do museu da Baleia quer no contexto do programa curricular do estudo do meio.

A investigação realizada sobre as teorias da aprendizagem foi muito importante porque permitiu aplicar o relacionamento dos vários significados aprendidos para formar novos significados, defendida pela teoria significativa para implementar as relações entre os objetos e as suas propriedades que constitui a dinâmica da nossa ferramenta pedagógica. O estudo da taxonomia de Bloom revelou-nos a importância de organizar a avaliação do conhecimento de acordo com objetivos educativos, os quais foram implementados através das tarefas pedagógicas que a nossa aplicação coloca a disposição dos alunos. O estudo sobre o ensino formal e informal mostrou-nos que estes se complementam e que se a rigidez de horários e a pressão para cumprir os programas oficiais existente no primeiro deixam pouco espaço para a utilização de ferramentas pedagógicas. Pelo contrário o ensino informal pela sua natureza menos rígida é o campo ideal para a utilização deste tipo de ferramentas. No MBM através das atividades educativas desenvolvidas com as crianças que o visitam encontramos o ambiente propício à utilização da nossa aplicação.

Existem uma infinidade de jogos que se aplicam aos vários campos do saber, entre os quais se incluem os jogos computacionais, contudo nem todos podem ser considerados jogos pedagógicos porque apenas tem uma componente lúdica, outros apesar de ter uma componente pedagógica só se aplicam a uma disciplina ou a um tema. Neste projeto elaboramos uma ferramenta pedagógica transversal a todas as disciplinas e temas. Desta forma um educador não tem que utilizar ferramentas diferentes para temas diferentes, poupando assim recursos. Outra particularidade da nossa ferramenta que não encontramos nos jogos analisados é a possibilidade que o educador tem de criar os próprios conteúdos e partilhá-los com os colegas.

A utilização de tecnologias 3D para a criação da nossa ferramenta pedagógica permitiu criar ambientes alegres, amigáveis e modernos constituindo assim uma inovação aos jogos pedagógicos construídos em ambiente 2D. Esta inovação introduzida no nosso projeto apela à vontade intrínseca nas crianças de experimentar coisas e sensações novas para fomentar a aprendizagem num ambiente descontraído.

A conceção de uma aplicação de apoio revelou-se uma mais-valia porque veio facilitar a criação de conteúdo pelos educadores, proporcionando-lhes uma forma simples e rápida de criar os conteúdos para as atividades pedagógicas que pretendam desenvolver para os seus alunos. Os conteúdos produzidos podem ser disponibilizados a outro educador que também utilize a nossa ferramenta pedagógica.

Os dois testes de usabilidade efetuados à nossa aplicação permitiram antever e corrigir alguns erros, algumas dessas melhorias foram realizadas entre as duas sessões e revelaram-se eficazes porque, impediram que os alunos cometessem tantos erros. Outro aspeto positivo dos testes de usabilidade foi a possibilidade de antever a boa aceitação em termos lúdicos porque as crianças demonstraram boa disposição

## CONCLUSÃO

---

e vontade de jogar mais do que uma vez, principalmente nos jogos realizados aos pares, onde também foi possível visualizar interação e entreaajuda entre os jogadores.

No futuro seria interessante fazer uma avaliação dos conhecimentos dos utilizadores antes e depois de resolverem as tarefas pedagógicas disponibilizadas pela nossa ferramenta pedagógica durante um determinado período de tempo e, comparar os resultados para analisar o impacto que teve na aquisição de conhecimentos por parte dos alunos. Os testes seriam realizados em várias escolas da Região Autónoma da Madeira de forma a obter uma amostra da população estudantil aceitável em termos estatísticos. Nesse sentido já existem alguns contactos com algumas escolas e também com professores do 1º ciclo, formados na Universidade da Madeira, cujas Unidades Curriculares da área do estudo do Meio, foram lecionadas pela Professora Doutora Dora Pombo, da Faculdade de Ciências da Vida.

## Bibliografia

- Alistar, C. (2001). *Writing effective use cases*. Addison-Wesley.
- Antunes, C. (2008). *Diário de um Educador* (2ª ed.). Papirus Editora.
- Ausubel, P. D. (2000). *Aquisição e retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva*. (L. Teopisto, Trad.) Plátano Editora.
- Bloom, B. S., Krathwohl, D. R., Engelhart, D. M., Furst, J. E., & Hill, H. W. (1956). *Taxonomia de objetivos educacionais* (8 ed.). (F. M. Sant'ana, Trad.) Porto Alegre - Rio de Janeiro: Editora Globo.
- Brooke, J. (1996). *SUS-A quick and dirty usability scale*. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Castoldi, R., & Polinarski, C. A. (2009). A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia, Anais... Paraná: UTFPR, 684-692. (s.d.). 1356-1369.
- Crowe, A., Clarissa, D., & Wenderoth, M. P. (2008). Biology in Bloom: Implementing Bloom's Taxonomy to Enhance Student Learning in Biology. *CBE—Life Sciences Education*, 7(4), pp. 368-381.
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência*. Obtido em 16 de 6 de 2016 de Computadores, Quadros Interativos e Videoprojetores na sala de Aula: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/cqv.html>
- Distilled*, U. M. L. (2004). *A brief guide to the standard object modeling language*. by Martin Fowler  
Publisher: Addison-Wesley Professional, 3. (s.d.).
- dos Santos, S. C. (2001). O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior”. *Caderno de pesquisas em administração*, 8(1), 69-82.
- Fernandes, V. (s.d.). *Atividades Educativas*. Obtido em 05 de 06 de 2016, de Zonix Atividades: [http://clientes.netvisao.pt/mcharrao/sala\\_de\\_estudo\\_virtual/atividadeseducativas.html](http://clientes.netvisao.pt/mcharrao/sala_de_estudo_virtual/atividadeseducativas.html)
- Ferraz, A. P. C. M.; Belhot, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod., São Carlos*, 17, pp. 421-431.
- Ferreira, G. R., & Pereira, S. L. (2013). Jogos digitais no ensino formal em escolas da rede pública. *Sociabilidade, novas tecnologias e práticas interacionais(Performances Interacionais e Mediações Sociotécnicas)*. Salvador.
- Fu, F. L., Su, R. C., & Yu, C. S. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), pp. 101-112.
- Gaspar, A. (1992). O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. *Caderno brasileiro do ensino da Física*, 9(2), pp. 157-163.
- Gaspar, A. (2002). A educação formal e a educação informal em ciências. Massarani (Luisa), Moreira (Ildeu de Castro), Brito (Fátima). *Ciência e público*, pp. 171-183. Obtido de <http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/terraincognita/index.html>.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Infopédia. (2003-2006). *Língua Portuguesa*. (Porto Editora) Obtido em 16 de 12 de 2014, de Infopédia: <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/jogo>
- Jesus, E. A., & Raabe, A. L. (2009, Novembro). Interpretações da Taxonomia de Bloom no Contexto da Programação Introdutória. *XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - (SBIE)*, vol 1 n° 1.
- Kebritchi, M., & Hirumi, A. (2008). Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games. *Computers & Education*, 51 (4), pp. 1729–1743.
- Kishimoto, T. M. (1994). *O Jogo e a Educação Infantil*. Thomson Pioneira.
- Kishimoto, T. M. (1994). *O Jogo e a Educação Infantil*. *Perspectiva* 12(22), 105-128.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview Theory into Practice. The Ohio State University.
- Moreira, M. A. (1982). Mapas conceituais e aprendizagem significativa1 (concept maps and meaningful learning). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas ve unidades de ensino potencialmente significativas1, 41.
- Moreira, M. A. (s.d.). Mapas conceituais e aprendizagem significativa.
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodriguez, M. L. (1977). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. . *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, 19,44.
- Paula, F. V. D. (2009). Um presente para a Psicologia da Aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 13(2), 351-352. (s.d.). 13.
- R Core, T. E. A. M. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. Online: <http://www.R-project.org>. Vienna, Austria.
- Rosamilha, N. (1979). *Psicologia do Jogo e aprendizagem Infantil*. Livraria Pioneira Editora.
- Schneider, G., & Winters, J. P. (1999). *Applying Use Cases - A practical Guide*. Addison Wesley.
- Shepherd, D., & Moore, B. (2001). *SAMS Teach Yourself XML in 21 Days*. Sams.
- Sommerville, I. (2004). *Software Engineering 7*. Addison Wesley.
- Sommerville, I., & Sawyer, P. (2006). *Requirements Engineering, A Good Practice Guide*. John Wiley & Sons Ltd.
- Tarouco, L. M., Roland, L. C., Fabre, M.-C. J., & Konrath, L. M. (2004). Jogos educacionais. *CINTED, UFRGS*.
- Tüzün, H., Soylu, M., Karakus, T., Inal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education* 52(1) 68-77.

## 8 - Anexos

## 8.1 - Anexo 1: Questionário sobre a usabilidade

	Discordo Muito				Concordo Muito
1. Gostava de Jogar este jogo mais vezes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
2. Acho este jogo desnecessariamente complexo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
3. Achei o jogo simples de Jogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
4. Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
5. Achei as várias funcionalidades do jogo bem integradas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
6. Penso que havia demasiados problemas no jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
7. Imagino que a maior parte das pessoas aprenda facilmente a jogar este jogo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
8. Achei que o jogo não era trivial de jogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
9. Senti-me muito confiante a jogar o jogo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
10. Preciso aprender muito antes de jogar este jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5

## 8.2 - Anexo2: Questionário sobre a interface

	Discordo Muito				Concordo Muito
1. Foi fácil mudar de categoria.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
2. Foi fácil mudar de Tarefa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
3. Foi fácil mudar de Nível.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
4. Penso que ia precisar de apoio para jogar este jogo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
5. Olhei para o menú e percebi logo como escolher as minhas opções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
6. Foi fácil perceber o que tinha de ser feito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
7. Foi facil resolver o jogo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
8. Foi fácil perceber para que servem os cubos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
9. Foi facil perceber como ganhavas pontos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
10. Achei os pontos muito úteis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5

### 8.3 - Anexo 3: Questionário verbal.

Utilizador	Os Cubos mudaram de cor?		
	SIM	Não	Não sabe
Utilizador 1			
Utilizador 2			
Utilizador 3			
Utilizador 4			
Utilizador 5			
Utilizador 6			
Utilizador 7			
Utilizador 8			
Utilizador 9			
Utilizador 10			
Média			

## 8.4 - Anexo 4: Histogramas resultantes da 1ª sessão de testes à interface.

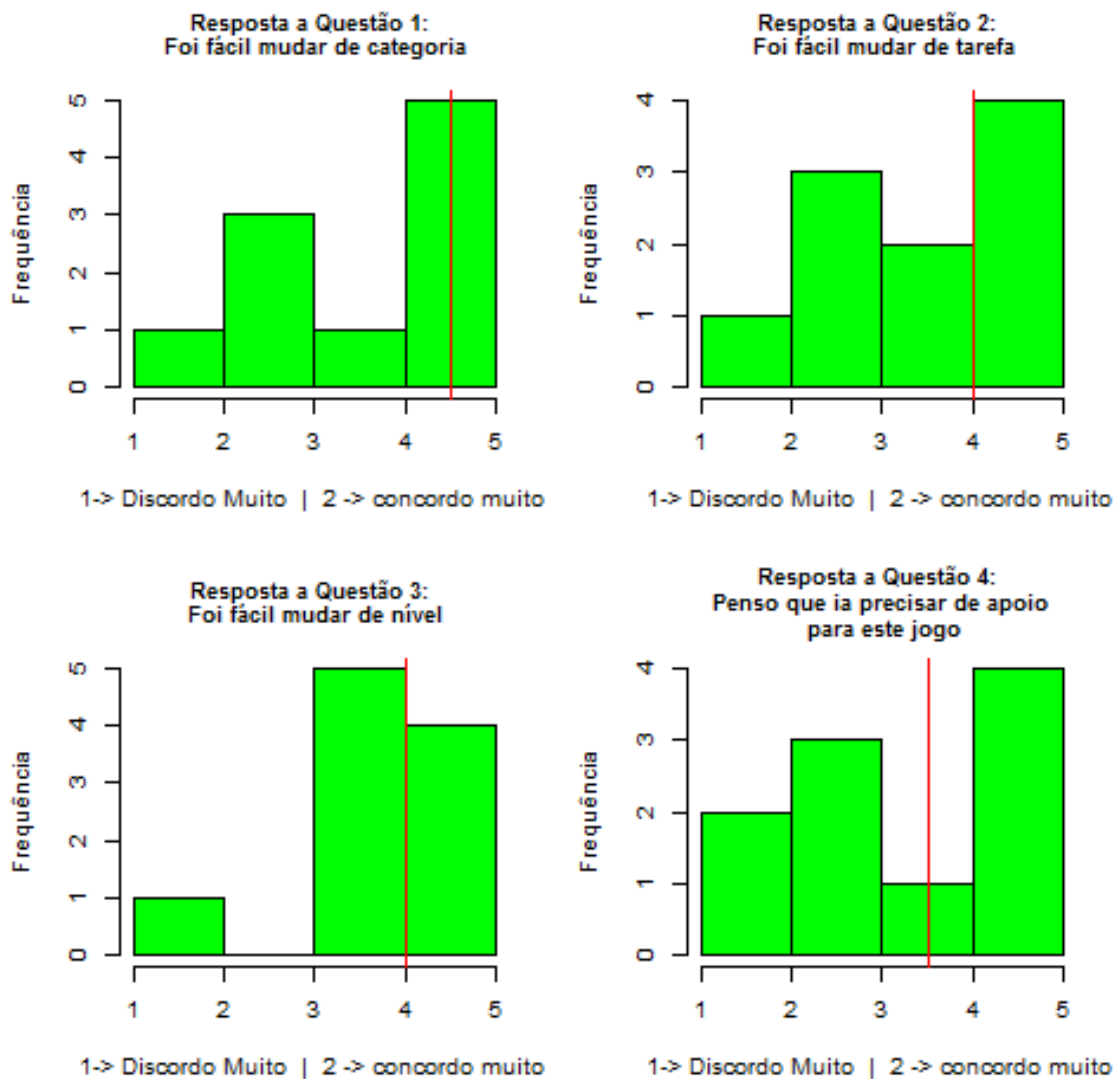


Diagrama 1: Histogramas resultantes dos questionários sobre a interface na 1ª sessão - questões 1 a 4

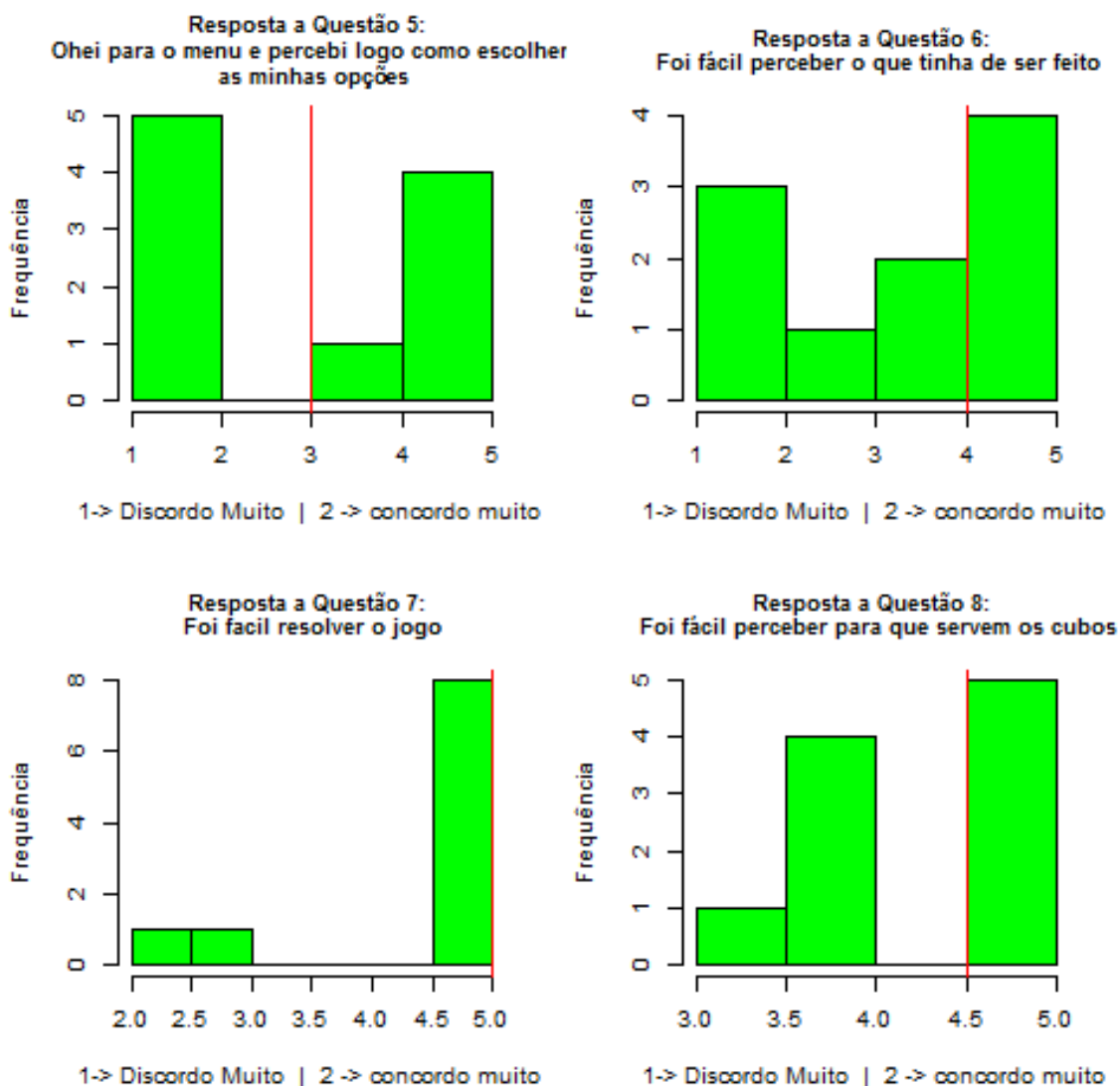


Diagrama 2: Histogramas resultantes dos questionários sobre a interface na 1ª sessão - questões 5 a 8

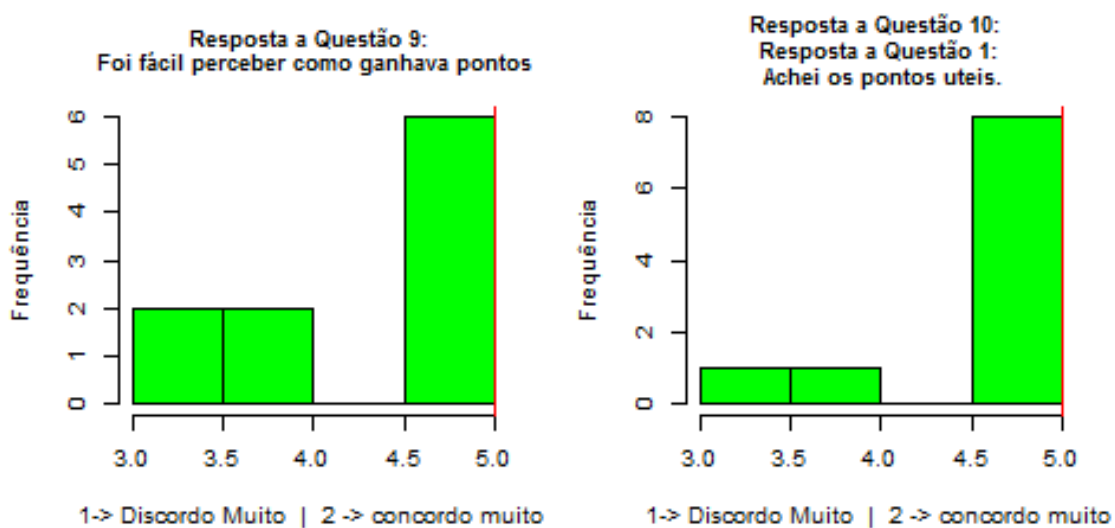


Diagrama 3: Histogramas resultantes dos questionários sobre a interface na 1ª sessão - questões 8 a 10

## 8.5 - Anexo 5: Histogramas resultantes da 1ª sessão de testes à usabilidade.

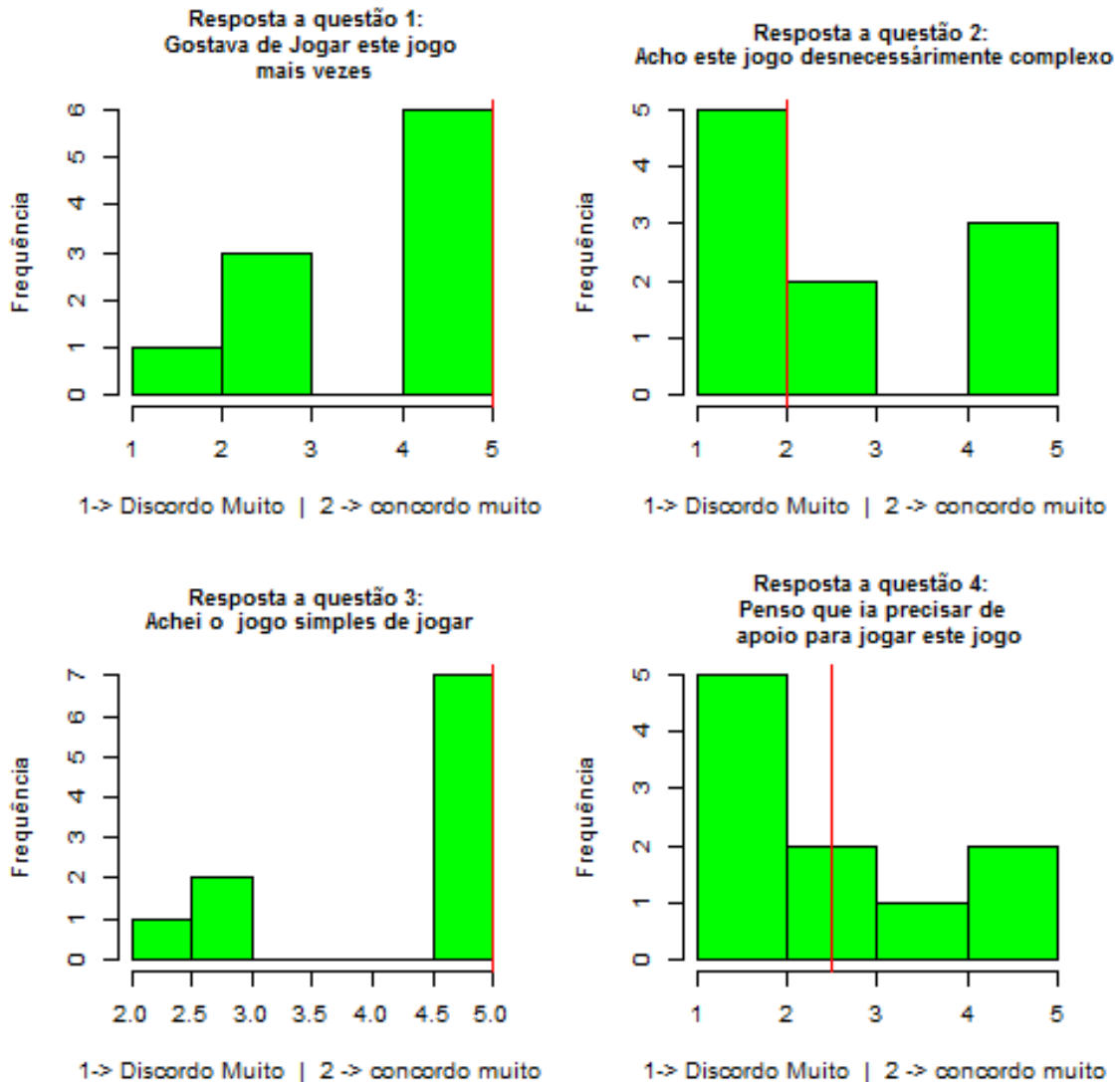


Diagrama 4: Histogramas resultantes dos questionários sobre a usabilidade na 1ª sessão - questões 1 a 4

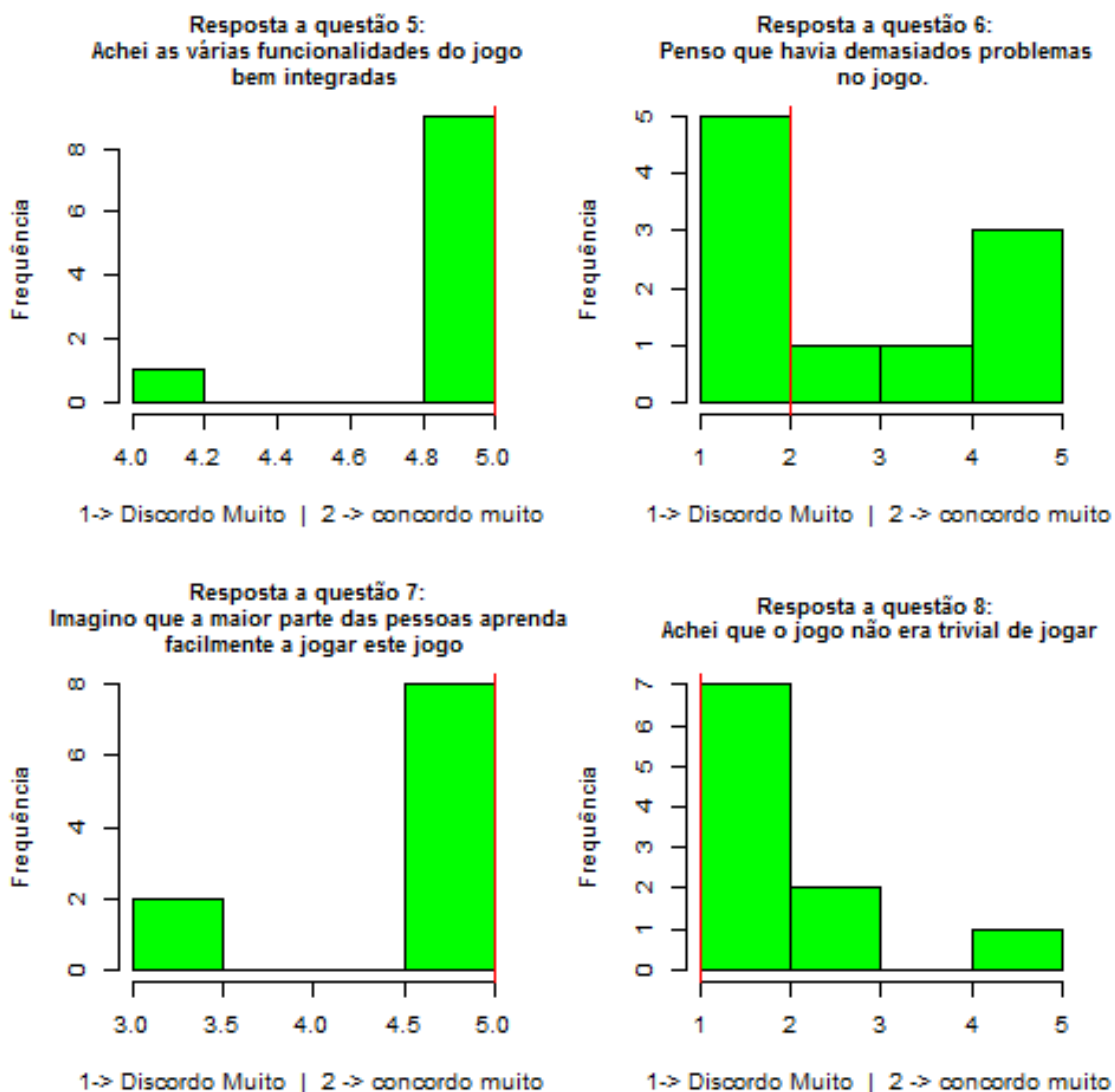


Diagrama 5: Histogramas resultantes dos questionários sobre a usabilidade na 1ª sessão questão 4 a 8.

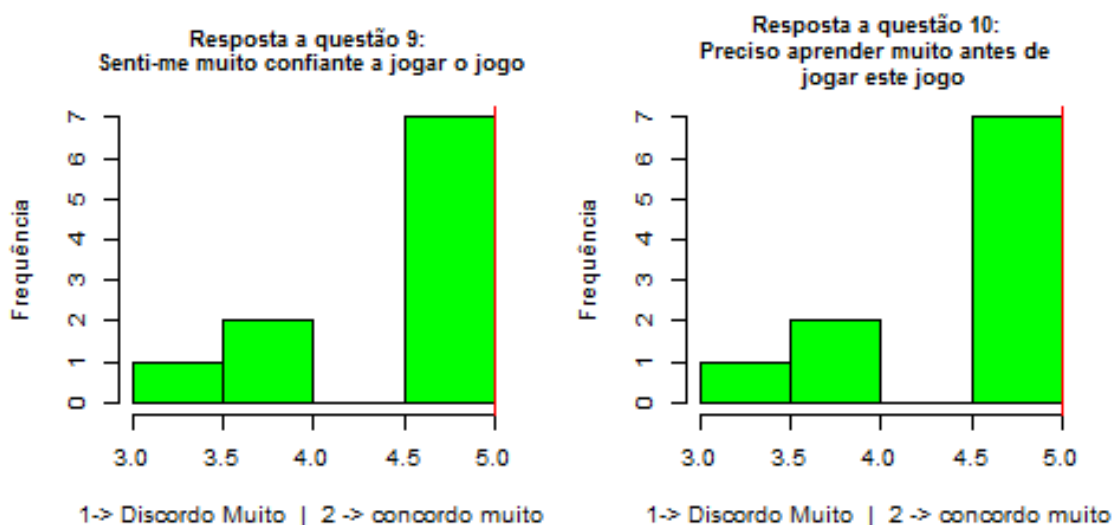


Diagrama 6: Histogramas resultantes dos questionários sobre a interface na 1ª sessão – questões 9 e 10.

## 8.6 - Anexo 6: Histogramas resultantes da 2ª sessão de testes à usabilidade.

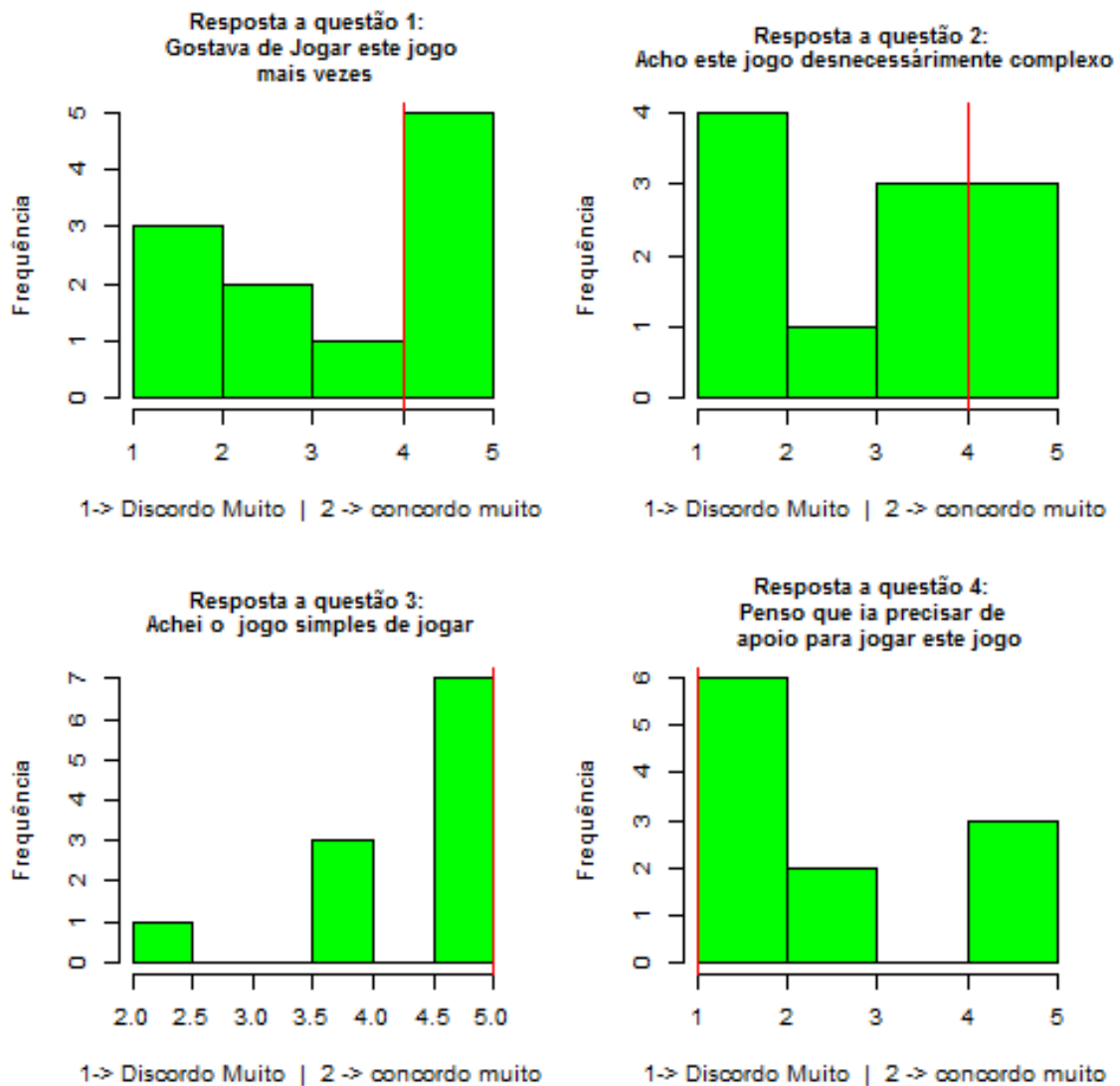


Diagrama 7: Histogramas resultantes dos questionários sobre a usabilidade na 2ª sessão - questões 1 a 4

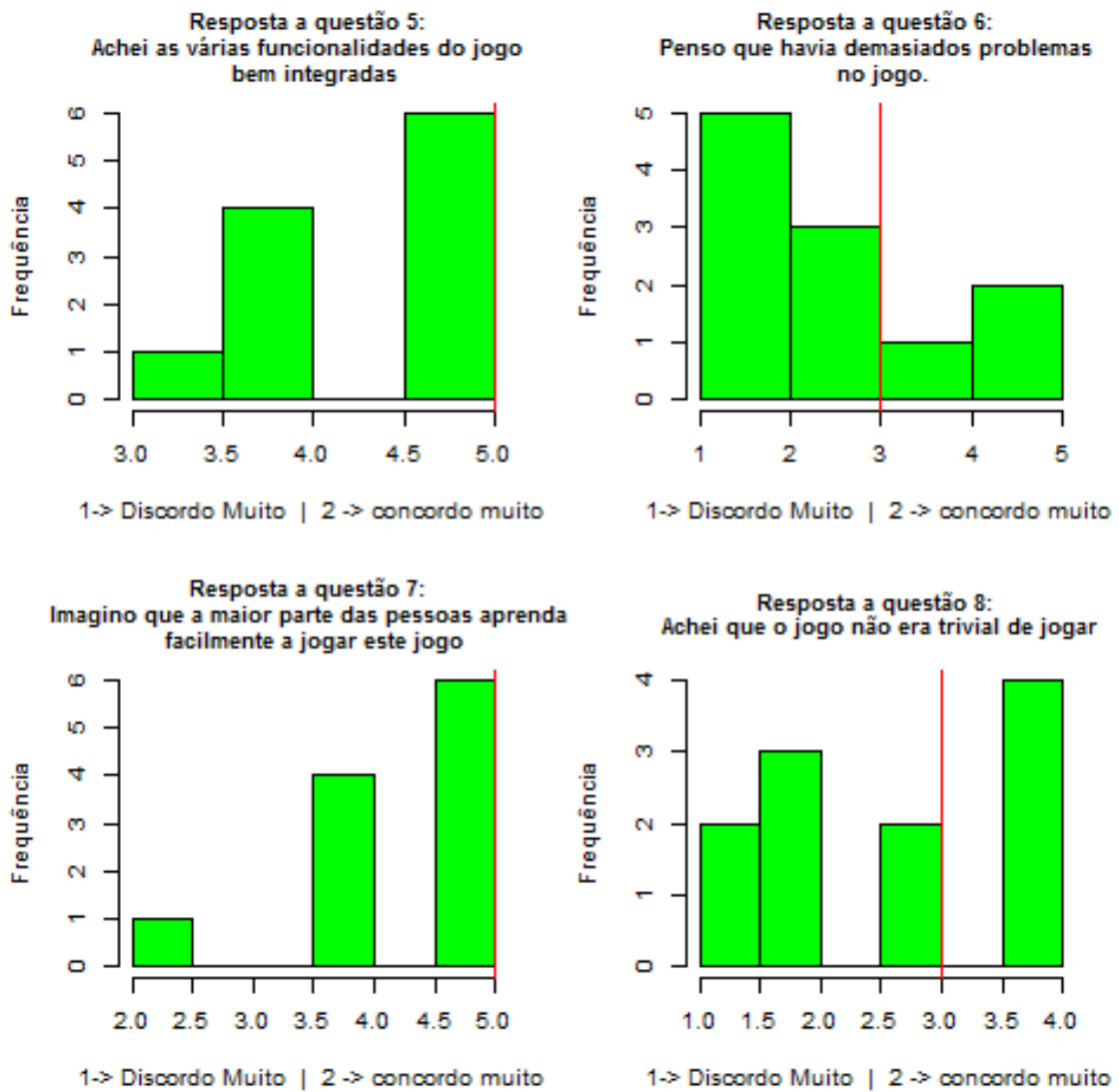


Diagrama 8: Histogramas resultantes dos questionários sobre a usabilidade na 2ª sessão - questões 5 a 10

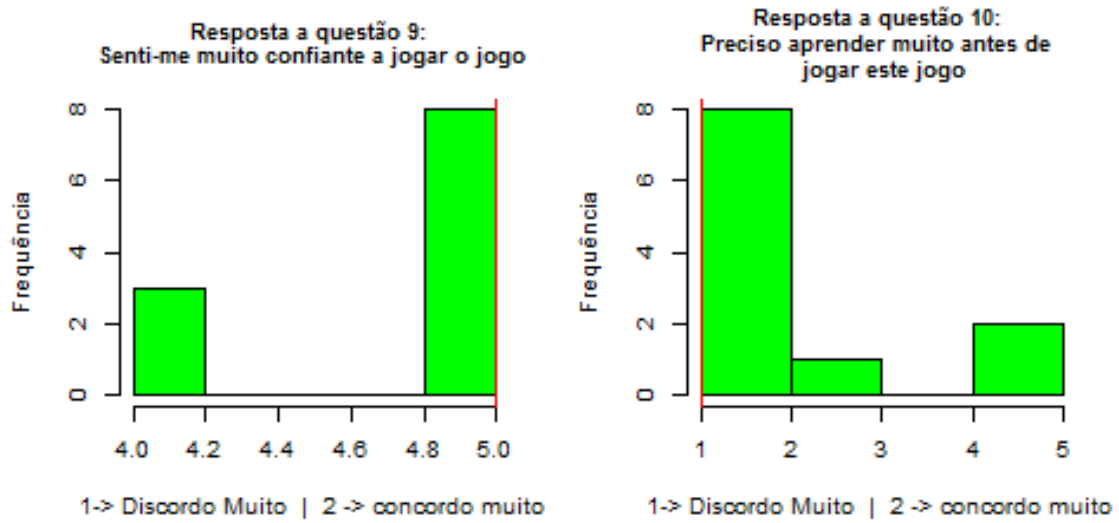


Diagrama 9: Histogramas resultantes dos questionários sobre a usabilidade na 2ª sessão - questões 9 e 10.