

Desenvolvimento de uma Solução de Aprendizagem Interativa Orientada às Necessidades das Crianças com Trissomia 21

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cátia Raquel Faria de Afonseca
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA
A Nossa Universidade
www.uma.pt

novembro | 2012

**Desenvolvimento de uma Solução de
Aprendizagem
Interativa Orientada às Necessidades
das Crianças com Trissomia 21**
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cátia Raquel Faria de Afonseca
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTAÇÃO
Sergi Bermúdez i Badia

Í Em todas as coisas, o sucesso depende de preparação prévia+

(Confucio)

ABSTRACT

Trisomy 21 or Down Syndrome is one of the most common diseases that causes learning difficulties, comprising about 18% of mental disorders, with an incidence of ~ 1/600-1000 live births. Although they have difficulty learning, does not mean that in a certain age they cannot acquire it, because generally they learn more slowly. One way to encourage these children in the learning process is the use of computer games. Unfortunately, currently there are few educational software with the aimed at solving this cognitive needs.

This project was partner of the Whaling Museum. The museum receives students from pre-school to secondary with the aim to build knowledge on cetaceans and sea. Some of these visitors are students with special needs, such trisomy 21. It was proposed the development of educational software that allows those children to learn some concepts about the museum.

So, this Master's thesis in Computer Science aims to develop an interactive learning solution targeted to the needs of children with trisomy 21 to be used in recreational activities that exist in the Whaling Museum.

KEYWORDS

Trisomy 21

Whaling Museum

Learning

RESUMO

A trissomia 21 ou Síndrome de Down é uma das doenças existentes mais comuns que causam dificuldades a nível de aprendizagem, compreendendo cerca de 18 % das doenças mentais, com uma incidência de ~1/600-1000 nascidos vivos. Embora possuam dificuldades na aprendizagem, não implica que a uma determinada idade estas não consigam adquiri-la, apenas aprendem, geralmente, mais lentamente. Uma forma de estimular estas crianças na aprendizagem é com a utilização de jogos computacionais. Infelizmente, atualmente ainda existem poucos *softwares* educativos orientados às necessidades cognitivas que apresentam.

Este projeto teve como parceiro o Museu da Baleia. O museu recebe alunos desde o ensino pré-escolar ao secundário com o objetivo de construir conhecimento sobre os cetáceos e o mar. Alguns desses visitantes são alunos com necessidades especiais, tais como portadores de trissomia 21. Como tal, foi proposto o desenvolvimento de um *software* educativo que fosse de encontro com a temática do Museu da Baleia e ao mesmo tempo ensinasse conceitos sobre o mesmo.

Assim, esta dissertação de Mestrado em Engenharia Informática visa ao desenvolvimento de uma solução de aprendizagem interativa orientada às necessidades das crianças com trissomia 21 para ser utilizada nas atividades lúdicas existentes no Museu da Baleia.

PALAVRAS-CHAVE

Trissomia 21

Museu da Baleia

Aprendizagem

ACRÓNIMOS

RNF- Requisito não funcional

RF - Requisito funcional

GUI . Graphic user interface

AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado a todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para que esta dissertação fosse realizada.

À minha família, em especial aos meus pais por todo o apoio que me deram ao longo da realização da mesma, assim como ao longo do percurso académico.

Aos meus amigos que sempre estiveram do meu lado ao longo destes anos, principalmente ao Válter, Vanessa e Vanda que partilharam estes últimos tempos de desenvolvimento da dissertação comigo. Um muito obrigado à Patrícia, por todo o companheirismo, amizade e força.

Agradeço em especial ao meu orientador, Sergi Bermudez i Badia, por estar sempre disponível, pelo encorajamento, ensinamento e todas as sugestões.

Agradeço ao diretor do Museu da Baleia e às professoras, Sílvia e Ana por esta oportunidade de desenvolver um projeto que me deu muito prazer e por todo o apoio, disponibilidade e ajuda que prestaram sempre que foi necessário.

Índice

I. Introdução	11
I.1. Contextualização.....	11
I.2. Motivação.....	11
I.3. Objetivos	11
I.4. Organização da Dissertação.....	12
1. Estado de Arte.....	13
1.1. Doença e Necessidades Especiais	13
1.1.1. Estatísticas.....	14
1.1.2. Impacto Social	15
I. Educação Especial.....	15
II. Custos com portadores de trissomia 21	16
1.2. Métodos Tradicionais de Aprendizagem	16
1.2.1. Atividades e Necessidades Educativas Especiais	17
1.3. Novas Abordagens.....	20
1.3.1. Aprendizagem.....	21
I. Navegação/Exploração	21
II. Associação/Composição	21
III. Feedback	24
1.3.2. Acessibilidade	24
I. Utilização de quadros interativos.....	24
2. Métodos	25
2.1. Análise das necessidades.....	25
2.1.1. Crianças com trissomia 21.....	25
2.1.2. Museu da baleia	26
2.1.3. Conclusões.....	27
2.2. Tarefas escolhidas	28
2.2.1. Fluxos de energia e ciclos de matéria	28
2.2.2. Morfologia do fundo oceânico e a distribuição de espécies.....	29
2.2.3. Conclusões.....	30
3. Desenvolvimento do Sistema.....	32
3.1. Requisitos	33
3.1.1. Requisitos Funcionais.....	33
3.1.2. Requisitos não Funcionais.....	35
3.2. Casos de Uso.....	35
3.3. Diagrama de atividades.....	37
3.4. Escolha de Hardware	41

3.5. Protótipo inicial	43
3.6. Implementação	44
3.6.1. <i>Software</i>	44
3.7. Iterações do Projeto	62
4. Casos de Estudo	80
4.1. Protocolo Utilizado	80
4.2. Descrição Questionários Realizados	81
4.3. Análise dos Formulários de Teste	82
4.3.1. Professoras e Assistente Técnica.....	82
4.3.2. Crianças portadoras de trissomia 21	84
4.3.3. Observações.....	84
4.4. Conclusão	86
5. Conclusões Finais	88
5.1. Perspetivas Futuras	90
6. Referências	91

Lista de figuras

Figura 1: Valores existentes da educação especial de Michigan em 1995	16
Figura 2: Puzzles artesanais realizados sobre pranchas de madeira pintadas e envernizadas para utilização de crianças com trissomia 21 (Troncoso & Cerro, 2004)	18
Figura 3: Jogos de memória comerciais e artesanais (Troncoso & Cerro, 2004)	19
Figura 4: Jogos de encaixe comerciais compostos por baldes para enfiar volumes pelos buracos da tampa; pirâmides de cores para enfiar anéis e bolas por tamanhos; cilindros para classificar por cores e altura, podendo ser deitados para classificar pelo comprimento; copos de diversos tamanhos para empilhar ou encaixar; tabuleiro de buracos para colocar tachas de tamanhos, formas e cores variadas (Troncoso & Cerro, 2004).....	19
Figura 5: Representação esquemática de uma cadeia alimentar marinha (reimpresso com permissão Museu da Baleia).	28
Figura 6: Representação esquemática de uma pirâmide ecológica marinha (reimpresso com permissão Museu da Baleia).	29
Figura 7: Representação esquemática do fundo marinho do arquipélago da Madeira: A . Ilha da Madeira, B . Ilha do porto santo, C . Ilhas desertas; D- zona de profundidade (reimpresso com permissão Museu da Baleia).....	30
Figura 8: Diagrama de Casos de Uso do jogo final	36
Figura 9: Diagrama de atividades para o caso escolher elemento da cadeia alimentar.....	37
Figura 10: Diagrama de atividades para o caso escolher nível trófico	38
Figura 11: Diagrama de atividades para o caso escolher nível trófico	38
Figura 12: Diagrama de atividades para o caso escolher opções	40
Figura 13: Medições do quadro interativo e projetor do Museu da Baleia.....	42
Figura 14: Protótipo que demonstra a organização da interface visualizando a divisão das cinco partes constituintes	43
Figura 15: Modelos 3D utilizados para aplicação de todo o processo de animação.....	45
Figura 16: Hierarquia dos ossos (<i>bones</i>) criados para o atum, formando o esqueleto.....	46

Figura 17: <i>Keyframes</i> realizados para a animação do movimento do tubarão numa duração de 2000 <i>frames</i> , ou seja, 1 minuto e 6 segundos.....	47
Figura 18: Vista de cima do 3ds Max do percurso do atum (linha verde) e do tubarão (linha vermelha).....	47
Figura 19: Interação entre o tubarão e o atum no momento em que o tubarão irá se alimentar do atum.....	48
Figura 20: Interface do editor de cena do Unity3D correspondente ao nível 6 (completude da pirâmide).....	50
Figura 21: Enumeração das oito cenas realizadas para o desenvolvimento do jogo.....	51
Figura 22: <i>Assets</i> utilizados para a realização do projeto organizadas por pastas, de acordo com o conteúdo.	52
Figura 23: Terreno com dimensão de 600X800 com duas texturas aplicadas para simular o fundo do mar, uma de areia e outra de rocha.....	53
Figura 24: Configuração do <i>shader</i> para criação do <i>skybox</i> para o ambiente do fundo marinho.	54
Figura 25: <i>Skybox</i> aplicado na cena com a utilização do <i>shader</i>	55
Figura 26: Câmera aplicada na cena 5 e sua correspondente pré-visualização	56
Figura 27: Janela de animação da câmara 2 que demonstra as <i>keyframes</i> utilizadas para a realização da mesma.	56
Figura 28: Colocação de uma <i>spotlight</i> para dar iluminação ao fitoplâncton....	57
Figura 29: <i>Directional light</i> direcionada para o terreno.....	58
Figura 30: Botões da cena de nomenclatura da segunda cadeia alimentar.	59
Figura 31: Feedback ao acertar uma resposta, mostra imagem do respetivo animal na certa.....	59
Figura 32: Captação da cena 6, onde mostra a legenda do zooplâncton e da sardinha.....	60
Figura 33: Protótipo de baixa fidelidade inicial correspondente ao nível 2 (completude da pirâmide).....	62
Figura 34: Protótipo de baixa fidelidade realizado em papel.....	64
Figura 35: Implementação no Unity3D da que permite resolução da pirâmide, de acordo com o protótipo da figura 34.....	65
Figura 36: Feedback ocorrido quando a opção escolhida é a correta.....	66

Lista de tabelas

Tabela 1: Vértices e bones de cada objeto animado	48
--	----

I. Introdução

I.1. Contextualização

Este projeto foi proposto pelo Museu da Baleia que possui diversos serviços educativos que desenvolvem um conjunto de atividades das quais resultam materiais didáticos que são disponibilizados à comunidade educativa. Alguns desses visitantes são alunos com necessidades educativas especiais, tais como portadores de trissomia 21.

Com a existência de uma parceria com o Museu da Baleia, foi proposto a realização de um projeto que visa auxiliar as crianças no processo de aprendizagem.

I.2. Motivação

Atualmente as descobertas de pesquisadores e novos conhecimentos têm transformado a vida de muitas pessoas ao redor do mundo. A realização de pesquisas na área de educação especial tem proporcionado avanços igualmente surpreendentes que levam a melhores práticas que melhoraram drasticamente a vida, aprendizagem e competências de pessoas com necessidades especiais.

Ora, ensinar uma criança com trissomia 21 não é uma tarefa fácil, contudo não nos devemos focar apenas nas suas limitações, mas sim nas estratégias que ultrapassem estas dificuldades, pois embora possuam uma aprendizagem mais lenta, não implica que não consigam aprender. Neste contexto realizou-se o desenvolvimento de uma estratégia que indo de acordo com as necessidades do Museu da Baleia, orientasse estas crianças a superar as suas limitações visando suas competências.

I.3. Objetivos

Os objetivos para esta dissertação são a realização de um estudo onde seja possível adquirir e analisar algumas das principais dificuldades das crianças com trissomia 21 e as que mais lhe afetam no seu dia-a-dia. Após a

realização desse estudo o objetivo é a desenvolver uma solução interativa orientada às necessidades destas crianças.

I.4. Organização da Dissertação

A elaboração desta dissertação segue uma linha temporal do desenvolvimento do projeto, desde o estudo inicial sobre as necessidades das crianças com trissomia 21 até ao produto final.

Nesse sentido, a estruturação desta dissertação passa por cinco capítulos. No primeiro capítulo está mostrado o estudo relativo à doença e necessidades especiais que possuem e a utilização de algumas atividades tradicionais e computacionais que são realizadas para ajudar na transmissão de conhecimento.

No segundo capítulo estão demonstrados os métodos utilizados para realização deste projeto, realizando uma análise tanto das necessidades das crianças com trissomia 21 como do Museu da Baleia. Ainda neste capítulo é demonstrado o estudo realizado das tarefas existentes até chegar ao conteúdo das tarefas escolhidas.

No terceiro capítulo é demonstrado todo o processo realizado para implementação do sistema, envolvendo a definição dos requisitos, casos de utilização, diagrama de atividades, escolha de *hardware*, protótipo inicial, implementação e todas as iterações do projeto até à versão final.

No quarto capítulo é demonstrado o caso de estudo realizado, mostrando os resultados e sua conclusão.

Por fim, o quinto capítulo possui as conclusões tiradas ao longo do projeto, assim como as perspectivas futuras.

1. Estado de Arte

1.1. Doença e Necessidades Especiais

Trissomia 21, também conhecida por Síndrome de Down é uma condição que modifica o desenvolvimento físico e mental de uma criança e foi descrito há mais de um século por *John Langdon Down*. É decorrente de uma alteração genética caracterizada pela presença a mais do autossomo 21, ou seja, em vez de apresentar dois cromossomas 21, possui três. Estas alterações genéticas alteram todo o desenvolvimento e maturação do organismo e inclusive alteram a cognição do indivíduo com trissomia 21. De uma forma geral um portador desta doença é calmo, afetivo, bem-humorado e com prejuízos intelectuais, contudo apresentam grandes variações no que se refere ao comportamento. A personalidade varia entre os portadores, podendo apresentar distúrbios do comportamento, desordens de conduta e ainda o seu comportamento pode variar quanto ao potencial genético e características culturais que são determinantes no comportamento. Contudo, no geral, não têm qualquer problema a nível de socialização (Silva, 2002).

Esta é uma das doenças mais comuns e mais facilmente reconhecidas e, talvez também, a mais pesquisada que causa dificuldades de aprendizagem (Carr & Carr, 1995). Embora possuam dificuldades na aprendizagem, não implica que a uma determinada idade estas não consigam adquiri-la, apenas aprendem, geralmente, mais lentamente (Silva, 2002). Esta imposição existente nas crianças leva-as a possuir uma idade cronológica diferente da funcional, o que não nos permite esperar por uma resposta semelhante a uma criança sem dificuldades, especialmente nos primeiros anos de vida (Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2000).

Estas crianças não desenvolvem estratégias espontâneas, o que faz com que a resolução de problemas e soluções por si mesmos se torne em uma tarefa imensamente complexa. Também apresentam grandes dificuldades em tomar decisões e iniciar uma ação, no desenvolvimento do pensamento abstrato, no cálculo, na seleção e eliminação de fontes de informação, e em certas funções perceptivas no bloqueio, fazendo com que tenham dificuldades em se concentrar e na percepção. Têm pouca memória auditiva sequencial, o que as impede de gravar e reter várias ordens seguidas, necessitando que

sejam dadas uma a uma, tendo a certeza que foi bem captada. Ainda apresentam dificuldades em seguir instruções dadas e não aceitam mudanças de tarefas rápidas e bruscas. No entanto, as crianças com trissomia 21 têm a oportunidade de desenvolver e executar atividades diárias e até mesmo adquirir uma formação com foco na linguagem de evolução, e atividades como leitura e escrita podem ser desenvolvidas a partir das experiências da criança (R. Silva, 2002). Consequentemente, as numerosas mudanças do sistema nervoso que estas crianças possuem podem transformar o desenvolvimento global da aprendizagem. Contudo, tanto a investigação biológica como a investigação psicológica demonstram a existência de uma grande variabilidade individual entre as pessoas com trissomia 21. Apesar de apresentarem inúmeras características comuns entre si, apresentam igualmente aspetos comuns a outras pessoas que possuem outras deficiências mentais, assim como aos que não possuem nenhuma deficiência (Troncoso & Cerro, 2004).

Além do atraso a nível de desenvolvimento de aprendizagem, podem demonstrar falta de afeto e emoção, não gostando de trabalhar sozinha, sem qualquer atenção direta e individual. Ainda podem ocorrer outros problemas de saúde, tais como: doença cardíaca congénita (40%), alterações na coluna cervical (1-10%), distúrbios neurológicos (5-10%), problemas de audição (50-70%), visão (15-50%), a obesidade e envelhecimento. É evidente que os problemas de visão e audição se refletem de forma negativa sobre os processos de entrada de informação e o seu posterior processamento cerebral, existindo sempre uma grande necessidade de estimulá-la (R. Silva, 2002).

1.1.1. Estatísticas

Esta doença é uma das causas mais frequentes de deficiência, compreendendo cerca de 18 % das doenças mentais, com uma incidência de ~1/600-1000 nascidos vivos (Hobbs et al., 2000). Os números de indivíduos portadores de trissomia 21 são preocupantes, pois existem cerca de 5.000.000 em todo o mundo (Rondal & Perera, 2006). De acordo com as estatísticas do centro de controlo e prevenção de doenças, entre 1979 e 2003 a prevalência (o número total de casos de uma doença em uma população em um tempo

específico) de trissomia 21 à nascença aumentou em 31%, de 9 para 12 por 10.000 nascimentos em 10 regiões dos Estados Unidos. Em 2002, esta doença estava presente em cerca de 1 em cada 1000 crianças e adolescentes dos 0 aos 19 anos, que vivem em 10 regiões escolhidas nos estados unidos, o que significa que durante esse ano, cerca de 83.000 crianças e adolescentes com trissomia 21 foram viver para os estados unidos. A prevalência de trissomia 21 por faixa etária foi a maior em 0-3 anos de idade com 11,1, caindo para 10,3 entre o 4-7 anos de idade, 9,8 entre os 8-11 anos de idade, 8,3 entre os 12-15 anos de idade e 6,0 entre os 16-19 anos (CDC Data & Statistics | Feature: Down Syndrome Cases at Birth Increased,+n.d.).

1.1.2. Impacto Social

I. Educação Especial

O sistema de ensino dos Estados Unidos é um dos mais equitativos do mundo, pois realizam esforços para atender às necessidades de todos os alunos em geral e com necessidades especiais. Um fato é que cada vez mais existem crianças que estão sendo classificadas como necessitando de educação especial, os custos de educação especial têm aumentado e representam uma maior percentagem de financiamento em cada ano. Em Michigan (como na maioria dos estados) não existem dados concretos dos valores gastos anuais, mas uma estimativa aproximada é de \$ 19.000, aproximadamente 14.700 euros, para alunos de educação especial e \$ 6.500, aproximadamente 5.000 euros para ensino normal (dados entre os anos 1994-95, excluindo custos de transporte). O fato do custo para educação especial ser mais elevado é devido à necessidade das turmas de educação especial possuírem menos alunos em cada turma o que implica a presença de mais professores e auxiliares.

Michigan Special Education Enrollment, by Disability, 1995

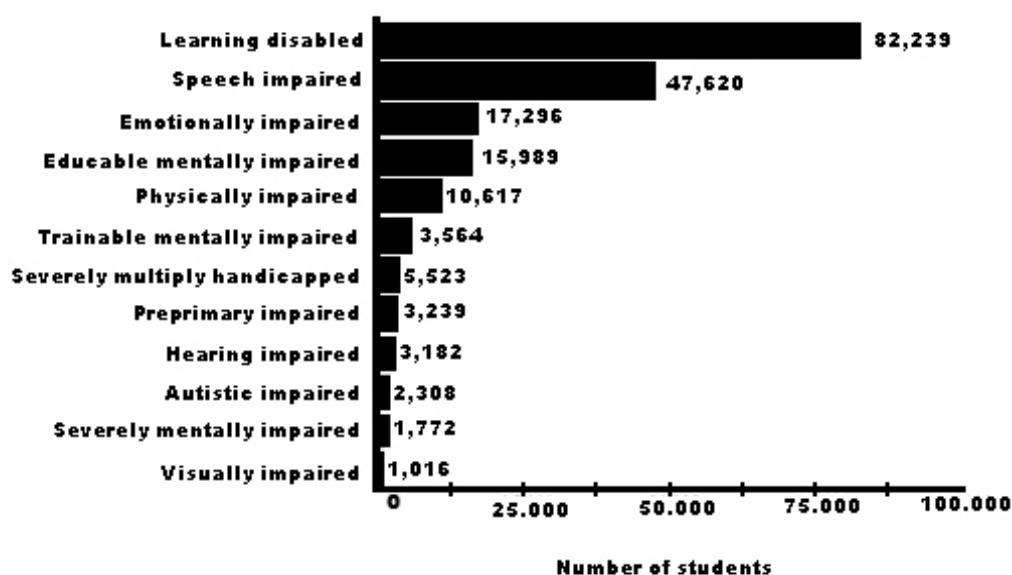


Figura 1: Valores existentes da educação especial de Michigan em 1995.

Pode-se constatar de acordo com o gráfico mostrado anteriormente que as deficiências variam de mental grave a dificuldades de aprendizagem. Os possuidores de dificuldades de aprendizagem representam cerca de 82,239 mil alunos, sendo a maior deficiência categórica que comprometem a capacidade de aprendizagem, incluído um transtorno de déficit de atenção (M. D. of Education, 1998).

II. Custos com portadores de trissomia 21

A trissomia 21 é uma doença que pode resultar em elevados custos médicos e custos a nível de educação especial, reabilitação, entre outros serviços. Nos estados Unidos o custo vida total de um portador desta doença é estimado 1.4 bilhões de euros (Down syndrome: Making a difference today,+ 2005).

1.2. Métodos Tradicionais de Aprendizagem

Ao longo dos anos, pesquisadores têm tentado verificar como podem ajudar estas crianças utilizando métodos tradicionais, tais programas de intervenção educativos que as possam auxiliar na aprendizagem.

Normalmente, os objetivos contemplados nestes programas são aquisições que as crianças sem dificuldade conseguem adquirir sozinhas, como resultado da evolução da sua maturidade, sem existir a necessidade de serem ensinadas. Um exemplo é que as crianças sem necessidades não precisam que as ensine a andar ou a falar, enquanto as crianças portadoras de trissomia 21 requerem de um processo de ensinamento para conseguirem obter estas mesmas competências. Os programas educativos são diferentes dos das crianças sem dificuldades, em termos de estruturação e sistematização, assim como na decomposição em maior número de passos intermédios ou objetivos parciais mais pequenos. Isto requer que sejam criados novos objetivos tanto a nível de conteúdo, reduzindo o mesmo apenas ao essencial, como no que diz respeito ao tipo de materiais e atividades a realizar. Os objetivos principais são ajudar de algum modo claro e determinante o desenvolvimento das suas capacidades mentais, entre elas, a atenção, a memória, pensamento lógico, compreensão da tarefa a realizar e perceção da mesma (Troncoso & Cerro, 2004).

O método multissensorial Montessori procura combinar diferentes modalidades sensoriais no ensino de aprendizagem às crianças. Ao usar modalidades visuais, auditivas, cinestésica e tátil facilita o estabelecimento da conexão entre aspetos visuais, auditivos e cinestésicos. Estes materiais são constituídos por objetos sólidos de diferentes tamanhos, formas e espessuras, fazendo com que a criança ao brincar vá adquirindo conhecimento (Thais, 2010)

1.2.1. Atividades e Necessidades Educativas Especiais

Nos últimos 100 anos, as descobertas de pesquisa e novos conhecimentos têm transformado a vida de muitas pessoas ao redor do mundo. A realização de pesquisas na área de educação especial tem proporcionado avanços igualmente surpreendentes que levam a melhores práticas que melhoraram drasticamente a vida, aprendizagem e competências de pessoas com deficiência (Greenwood & Abbott, 2001). Obras recentes sobre a inclusão do aluno têm mostrado que ele traz uma melhoria significativa para o desenvolvimento social e cognitivo para a maior parte dos alunos com

necessidades educacionais especiais, incluindo portadores de trissomia 21 (Pereira, 2007). Estes alunos apenas necessitam de mais atenção e de um ensino mais direcionado, pois conseguem fazer o mesmo que uma criança sem necessidades faz, apenas de forma mais lenta. Isto está fazendo com que cresça o número destas crianças em salas de aula regulares e é evidente a felicidade em seus rostos e os benefícios em termos de aprendizagem que lhes trouxe (Gilmore, 2003).

As atividades realizadas com crianças com trissomia 21 visam despertar a sua concentração, o interesse, além de ir desenvolvendo a sua inteligência e imaginação. Além disso auxilia no processo de ensinamento de estabelecimentos de relações de graduação e de proporções, auxiliando nas suas maiores limitações, tais como, percepção da associação, seleção, classificação e nomeação. A associação implica que o aluno perceba e discrimine visualmente e mentalmente que objetos iguais devem ser colocados juntos porque são iguais. As atividades de associação devem ser realizadas de diferentes modos, utilizando sempre linguagem precisa que ajude a criança a compreender outros conceitos (Troncoso & Cerro, 2004).



Figura 2: Puzzles artesanais realizados sobre pranchas de madeira pintadas e envernizadas para utilização de crianças com trissomia 21 (Troncoso & Cerro, 2004)

Os puzzles (figura 2) permitem estimular a atenção, percepção e memória visual das crianças, compondo imagens a fim de obter um resultado final. Os jogos de memória (figura 3) são também boas formas de estimular a criança a ultrapassar a dificuldade na associação (Troncoso & Cerro, 2004).



Figura 3: Jogos de memória comerciais e artesanais (Troncoso & Cerro, 2004)

Os jogos de memória auxiliam o desenvolvimento da memória visual dentro de um espaço delimitado e permite trabalhar com a atenção concentrada. A tarefa de seleção pode ser realizada ao mesmo tempo que a tarefa de associação. Uma criança que faça muitas atividades de associação e que diga sempre o nome do objeto ou do desenho que associa vai aprendendo também muito vocabulário. A criança com esta atividade realiza uma classificação mental quando abstrai a qualidade comum partilhada por diversos objetos que são diferentes entre si e realiza uma classificação de acordo com as formas, cores, tamanhos, necessitando de estimular as suas capacidades de atenção, observação e percepção (Medeiros, 2010).

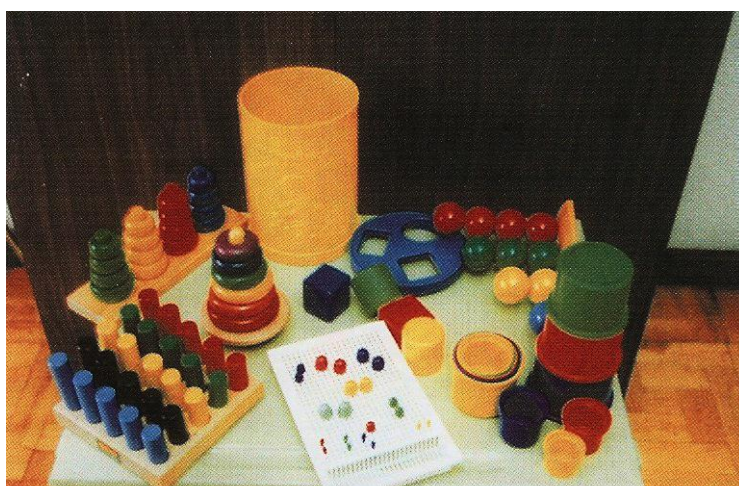


Figura 4: Jogos de encaixe comerciais compostos por baldes para enfiar volumes pelos buracos da tampa; pirâmides de cores para enfiar anéis e bolas por tamanhos; cilindros para classificar por cores e altura, podendo ser deitados para classificar pelo comprimento; copos de diversos tamanhos para empilhar ou encaixar; tabuleiro de buracos para colocar tachas de tamanhos, formas e cores variadas (Troncoso & Cerro, 2004).

Os jogos de encaixe (figura 4) fazem com que seja despertado o interesse da criança a conseguir colocar objetos no sítio correto, onde se encaixem perfeitamente. Para conseguirem realizar estas atividades, as crianças necessitam de ter atenção relativamente às figuras geométricas, estimulando a sua capacidade perceptiva, fazendo com que a sua memória trabalhe mais intensamente associando cada um dos objetos com o que sítio que lhes corresponde. O uso de jogos de seleção é muito importante para estas crianças, pois faz uso de muitas capacidades mentais e de destrezas sociais, não só aprendendo a organizar-se como também automatiza condutas necessárias para um objetivo concreto, ganhando em eficácia e tempo, e exercita as suas capacidades mentais, selecionando e agrupando os objetos necessários, eliminando ou prescindindo daqueles que não são necessários (Troncoso & Cerro, 2004).

Este tipo de atividades se torna útil no contexto de uma aprendizagem que não se esquece e que pode ser realizada em outros contextos. Todos os conhecimentos adquiridos com as atividades devem ser aplicados no seu ambiente natural e normal, permitindo que sejam capazes de associar, selecionar e até explicar o porquê da associação no seu dia-a-dia. A dificuldade de transferir e de generalizar conhecimentos para contextos diferentes é comum em quase todas as pessoas com dificuldades de aprendizagem e com défice intelectual, necessitando de ser sempre despertadas (Silva, 2002) .

1.3. Novas Abordagens

Cada vez mais se torna importante o desenvolvimento de procedimentos de multimédia, realidade virtual, processamento de imagem com o intuito de estimular as crianças com trissomia 21. Ao comparar atividades realizadas com jogos tradicionais com jogos computacionais é possível verificar a diferença de entusiasmo quando estas crianças estão realizando atividades no computador, visualizando o seu grau de satisfação e motivação. Estudos comprovam que as crianças ao realizar as mesmas atividades tradicionais no computador conseguem se manter atentas durante mais tempo, devido ao alto nível de motivação que apresentam (Sena & Carvalho, 2007).

1.3.1. Aprendizagem

I. Navegação/Exploração

As crianças com trissomia 21 possuem algumas dificuldades em prestar atenção, o que traz consequências a nível de memória. Estudos indicam que ao navegar em um ambiente de realidade virtual, uma pessoa com esta doença pode ser estimulada na atenção e desenvolver alguma capacidade de memória, de forma a aprender mais sobre leitura e escrita. Um fato é que o uso de tecnologias de informação e comunicação utilizando um meio ambiente com base em realidade virtual visa superar suas deficiências neste domínio e tornar possível o desenvolvimento das suas capacidades. Foi realizado um estudo com um grupo de seis alunos com diferentes deficiências intelectuais, em idades que variam de 15 a 28 anos. Para ajudar estes alunos a superar as suas necessidades, foi proposta a utilização de recursos tecnológicos que proporcionavam o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita. Foi sugerido a utilização de um ambiente interativo, baseado em realidade virtual, que simulava situações em que podiam desenvolver as suas capacidades de representação e compreensão de ideias e conceitos abstratos linguísticos, e também a realização de atividades de comunicação oral e escrita de modo colaborativo e interativo, usando ferramentas de comunicação tais como o *e-mail*, chat, internet, entre outros, para promover a produção de conhecimento por meio de uma aprendizagem independente e criativa. As conclusões tiradas deste estudo foram que as produções realizadas por estes adolescentes relevam criatividade e um pouco de personalidade individual, possibilitando observar suas capacidades de atenção, memória, imaginação e organização de ideias e a utilização de ambientes virtuais permitem aos mesmos aprender ao mesmo tempo que estão a explorar conceitos mais próximos da realidade (Alonso & Medina, 2002).

II. Associação/Composição

As crianças com trissomia 21 possuem dificuldades na associação e composição de tarefas. Têm sido implementados alguns jogos que estimulam

esta dificuldade. O projeto descrito seguidamente é composto por pesquisas de técnicas computacionais com alto poder de interatividade (imagens, sons, cores e formas) que possibilitam à criança portadora de trissomia 21 executar tarefas que tenham fundamentação pedagógica e que sejam essenciais ao seu desenvolvimento psico-motor e, sobretudo que contribuam para sua integração na sociedade. Desenvolvido por alunos da Universidade Federal Fluminense (UFF) e vencedor do Prêmio de Cultura do Estado do Rio de Janeiro, o Jogo de Estímulo a Crianças com Síndrome de Down em Idade Pré-Escolar (Jecripe), foi criado com o objetivo de auxiliar a terapia de crianças trissomia 21, especialmente, entre três e sete anos de idade. O objetivo do jogo criado é estimular algumas habilidades cognitivas, tais como a imitação, percepção e capacidade de associação, memória curto prazo, utilizando atividades especificamente projetadas para as crianças. Inicialmente o jogo ajuda a promover um primeiro contato entre a criança e o computador através de estímulos, isto é, a criança primeiro é estimulada por meio de uma atividade a apenas movimentar o rato do computador e seguidamente é incentivada a mover o rato e a clicar, e assim sucessivamente. Este jogo possui diversos cenários diferentes realizados em 3D, cada um elaborado para estimular as habilidades cognitivas acima descritas, isto é, possui tarefas de clicar e arrastar+objetos, mover elementos, imitar gestos entre outros. As observações que retiraram ao efetuar testes com uma criança portadora de trissomia 21 de cinco anos é que não conseguiu imitar todos os movimentos sugeridos pela atividade, devido aos movimentos serem muito complexos, contudo o feedback positivo. Efetuaram um teste com uma criança de 5 anos e verificou-se que possuía algumas dificuldades na realização do mesmo, principalmente na cena de imitação, pois estava demasiado complexa. As conclusões tiradas com os testes realizados foram que não se pode realizar jogos de imitação com gestos demasiados complexos, pois a criança não consegue acompanhar. Outra conclusão foi que a criança ao efetuar o jogo seguia as instruções dadas pela voz informatizada, fazendo com que esta se tornasse uma ferramenta importante. A utilização de repetição foi também muito benéfica, pois a criança ao ouvir sistematicamente as instruções acabava por tentar realizar por si própria (Semiotic Inspection of a game for children with Down syndrome,+ 2010).

A mesa educacional *E-Blocks* destaca-se como uma tecnologia para a educação, que através de uma abordagem multissensorial promove o desenvolvimento de aprendizagens significativas. A mesa educacional *E-Blocks* foi desenvolvida para enriquecer e aumentar a experiência de aprendizagem de crianças entre os 4 e os 10 anos, sendo composta por um módulo eletrónico que contém blocos com letras, palavras, números e figuras. Esta aplicação encontra-se ligada a um computador que executa o *software* de atividades de diversos conteúdos (inglês, português, matemática, etc), o qual contém imagens, músicas, animações e jogos que incentivam a participação da criança em atividades lúdicas e interativas. Esta mesa é utilizada com sucesso em vários países, sendo eleita em 2005 como a melhor solução de *e-learning* pela ONU (Organização das Nações Unidas). Este recurso tecnológico estimula a aprendizagem através da interação e da cooperação em grupo, promovendo o contato direto e interativo com os seus conteúdos e por conseguinte, incentivando os alunos a desenvolverem as suas competências.

Realizaram-se testes deste *software* com uma criança de 8 anos de idade portadora de trissomia 21. A criança apresentava limitações ao nível da atividade e da participação em vários domínios da sua vida decorrentes das alterações funcionais e estruturais, de carácter permanente, o que resulta em dificuldades ao nível da comunicação, aprendizagem, autonomia, relacionamento interpessoal e participação social. A autora considera que as tecnologias de informação e comunicação utilizadas motivaram a aluna para o processo de ensino e de aprendizagem, proporcionando-lhe ainda um desenvolvimento progressivo em várias áreas. Uma vez que a mesa educacional *E-Blocks* se baseia numa aprendizagem multissensorial, através da associação de imagem, som e grafismo, esta revelou-se de grande importância para uma melhor compreensão e sistematização dos conteúdos e dos exercícios. Assim sendo, a autora indica que a referida mesa educacional consegue proporcionar um ambiente de aprendizagem atrativo e diversificado, motivando a aluna com trissomia 21 sobretudo para a realização de aprendizagens significativas e para a integração entre as competências físicas, emocionais, afetivas e cognitivas (Isabel & Lopes, 2010).

III. Feedback

Uma área bastante específica onde a tecnologia tem permitido a melhoria é a ativação de voz, ou seja, a possibilidade de um *software* por meio da vocalização. Para algumas crianças a oportunidade de recompensar através de uma voz ou a simples produção de sons de voz pode ser muito encorajador, principalmente para crianças com trissomia 21 (Black, 2006).

1.3.2. Acessibilidade

I. Utilização de quadros interativos

Os quadros interativos para apoiar salas de aula inclusivas oferecem aos alunos diversas formas de aprender informações, expressar ideias e demonstrar compreensão, permitindo de igual forma ao professor lidar com diferentes estilos de aprendizagem, visual, auditivo e cinestésico. A utilização desta tecnologia envolve todos os tipos de estudantes e facilita o ensino diferenciado, ajudando na colaboração de um grupo. Para os alunos com necessidades especiais, a utilização dos quadros interativos possibilita a oportunidade de participar na aprendizagem, interagindo com o conteúdo (B. H. Education, 2012).

2. Métodos

As crianças com trissomia 21 têm um processo de desenvolvimento cognitivo mais lento do que as crianças sem dificuldades, levando a que todo o seu processo educacional seja direcionado a estimulá-la. Neste capítulo serão descritos e analisados todos os princípios em que o projeto foi baseado, tanto a nível de necessidades dos portadores de trissomia 21 como também por parte da parceria existente com o museu da baleia. Vamos demonstrar como os jogos educativos poderão ser uma técnica imensamente eficaz, pois podem fazer com que as crianças se divirtam aprendendo, aumentando o seu interesse pelo conteúdo.

2.1. Análise das necessidades

2.1.1. Crianças com trissomia 21

O desenvolvimento da aprendizagem nos portadores com trissomia 21 reflete-se em limitações nas suas atividades, tanto a nível educacional como no seu quotidiano (Laws, Byrne, & Buckley, 2000). Devido às dificuldades apresentadas a nível intelectual, torna-se complexo a tarefa de desenvolver estratégias espontâneas, dificultando a resolução de problemas e soluções por si mesmos. Também poderão apresentar alterações auditivas e visuais; e grandes dificuldades em associar e organizar sequências. Por fim, apresentam grandes dificuldades na fala, produção e memória auditiva de curto prazo na infância, mas menos problemas de comportamento adaptável do que os indivíduos com outras deficiências cognitivas (Silva, 2002).

Instruir uma criança com deficiência mental pode ser uma tarefa complexa, contudo não nos devemos focar nas limitações que apresentam, mas sim solucioná-las, encontrando estratégias que as auxiliem na aprendizagem, mesmo que esta seja mais lenta. Como os portadores de trissomia 21 cansam-se muito facilmente e a sua atenção e interesse pela atividade não existe ou dura pouco tempo, deve ser possibilitado um maior número de experiências variadas, retratando, se possível, situações concretas do mundo real e deve ser usado objetos ou imagens apelativas para motivá-

los, despertando o seu interesse pela atividade (Watson, 2012). As tarefas devem ser repetidas várias vezes e realizadas em passos menores e sequenciais, para que se consigam recordar como se faz e para que fazem. Estas crianças podem aprender melhor quando obtêm êxito nas atividades realizadas, pois quando vêm que obtiveram resultados positivos ficam interessados em continuar a colaborar. Daí que deve ser sempre possibilitado várias situações de felicitação pelo sucesso obtido, fazendo com que se interessem mais e tolerem o tempo de trabalho (Troncoso & Cerro, 2004).

Em suma, utilizando as soluções apresentadas anteriormente e utilizando uma linguagem simples e apropriada para facilitar a compreensão das tarefas é possível ajudar a garantir a aprendizagem máxima (Watson, 2012).

2.1.2. Museu da baleia

Este projeto teve como parceiro o museu da Baleia da Madeira, sendo este um testemunho de toda a história da caça à baleia e das atividades a ela associadas. O museu possui diversos serviços educativos que desenvolvem um conjunto de atividades das quais resultam materiais didáticos que são disponibilizados à comunidade educativa (Baleia, 2012). Neste âmbito, o museu recebe alunos desde o ensino pré-escolar ao secundário com o objetivo de construir conhecimento sobre os cetáceos e o mar. Alguns desses visitantes são alunos com necessidades especiais, tais como portadores de trissomia 21.

O museu da baleia facilitou um caderno pedagógico, elaborado pela professora Sílvia Mateus Carreira, Cláudia Correia da Solva Ribeiro e Luís António e Andrade Freitas, desenvolvido para o 3º Ciclo com diversas atividades experimentais e fichas de trabalho sobre a temática ecossistema marinho, biologia dos cetáceos e desenvolvimento sustentável. A primeira temática inclui as propriedades e características físico-químicas de ambientes marinhos e a ecologia do meio marinho, englobando conteúdos desde adaptações ao meio marinho, biodiversidade no planeta Terra, ecossistemas e fluxos de energia, ciclos de matéria, entre outros. Relativamente à biologia dos cetáceos, este é composto por dois subtópicos, nomeadamente as

características morfo-fisiológicas e a ecologia. Por fim, o desenvolvimento sustentável engloba quatro subtópicos, designadamente as energias renováveis, resíduos e a política dos 3 R's, conservação e proteção da natureza, e alterações climáticas.

2.1.3. Conclusões

Tendo em conta as necessidades e problemáticas dos portadores de trissomia 21 deduzo que as que mais lhe afetam diariamente são a associação e sequências, elaboração de tarefas e a dificuldade em reter informação e transferi-la. Para conseguirem efetuar a composição e decomposição de tarefas implica que consigam perceber e discriminar visualmente e mentalmente objetos e imagens, compreendendo, por exemplo, que os deve colocar juntos porque são iguais. Esta associação pode ser feita de diferentes formas agrupando fisicamente os objetos, fazendo uma linha que ligue as imagens correspondentes ou dando explicação verbalmente. Pode ser, no entanto, afirmado que a atenção, percepção e memórias visuais, se tiverem sido bem trabalhadas irão permitir um progresso nesta dificuldade (Troncoso & Cerro, 2004).

Ao efetuar uma análise ao caderno de atividades pedagógico disponibilizado pelo museu da baleia, o meu objetivo seria encontrar uma que permitisse realizar uma adaptação indo de encontro com as necessidades principais do aluno com trissomia 21. Portanto, após ver todas as atividades, as que mais se adaptam são:

- Fluxos de energia e ciclos da matéria;
- Morfologia do fundo oceânico e a distribuição de espécies;

Os objetivos da primeira atividade são possibilitar o conhecimento de cadeias alimentares marinhas e interpretação e realização de pirâmides ecológicas. Quanto à segunda atividade os objetivos são conhecer as unidades morfológicas do fundo marinho do arquipélago da Madeira e relacionar a morfologia do fundo marinho com a localização dos principais locais de alimentação.

Estas atividades foram escolhidas, pois estimulam a aprendizagem dos alunos, permitindo a realização de tarefas de forma sequencial, utilizando associações e sequências.

2.2. Tarefas escolhidas

2.2.1. Fluxos de energia e ciclos de matéria

O ecossistema marinho refere-se a um sistema de organismos vivos que interagem não só com o meio físico que os rodeia, mas também com a química ambiental e com o meio social e biológico em que estão inseridos. Isto implica que os organismos e o seu meio formem um todo, apesar de cada um ser um ser individual.

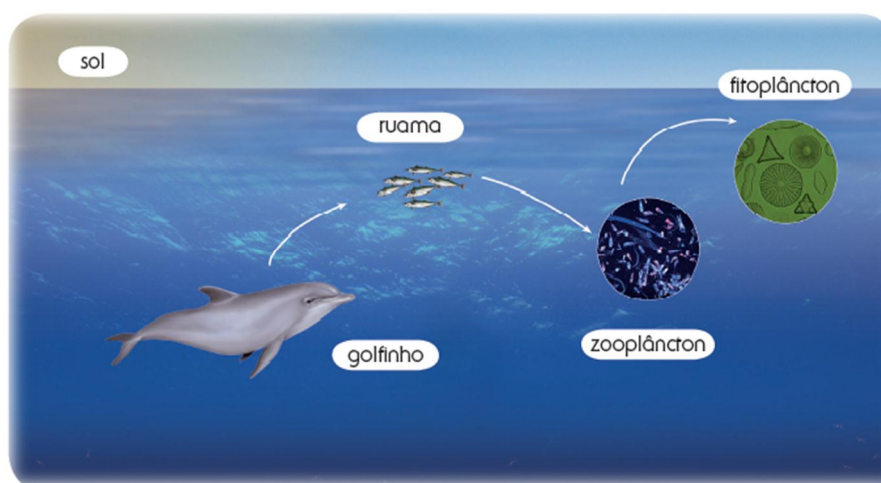


Figura 5: Representação esquemática de uma cadeia alimentar marinha (reimpresso com permissão Museu da Baleia).

A cadeia alimentar inicia-se com um produtor primário (fitoplâncton) que fornece alimento ao consumidor primário (zooplâncton) que é alimento para um consumidor secundário (ruama) e que é comido por um consumidor terciário (golfinho) (figura 5). Todos estes passos da cadeia alimentar são denominados por nível trófico (Porto Editora, 2012). Estas cadeias alimentares podem ser representadas por pirâmides ecológicas, onde o primeiro nível trófico determina sempre a sua base e assim sucessivamente até ao nível superior (figura 6).

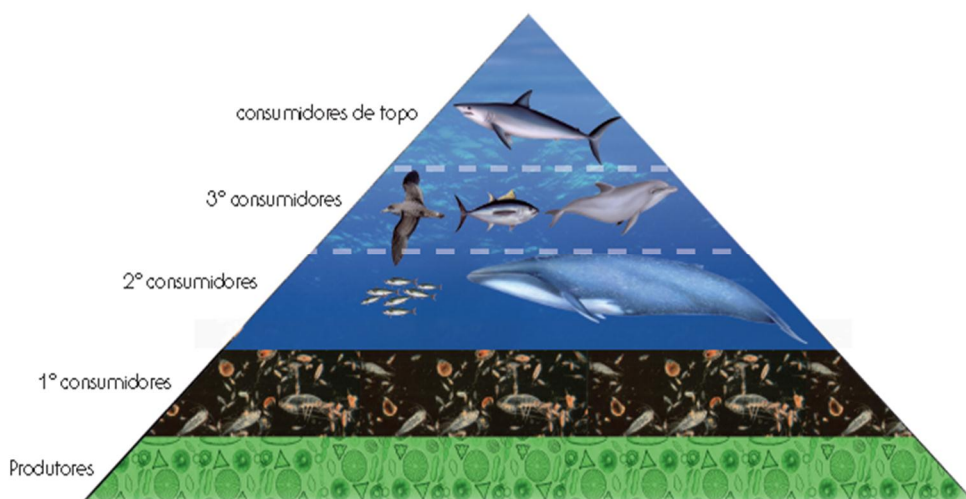


Figura 6: Representação esquemática de uma pirâmide ecológica marinha (reimpresso com permissão Museu da Baleia).

Ora como os objetivos desta atividade são conhecer cadeias alimentares e compreender a sua relação numa representação gráfica, mais concretamente, numa pirâmide ecológica, então o aluno deve conseguir interpretar as interações existentes e conseguir colocá-las os animais no sítio correto, formando a completude de uma pirâmide.

2.2.2. Morfologia do fundo oceânico e a distribuição de espécies

Esta atividade demonstra a razão da localização dos principais locais de alimentação com a morfologia do fundo marinho. Portanto, o habitat de muitas espécies marinhas é determinado por esta morfologia (figura 3). Por exemplo, a zona marinha mais profunda é localizada entre o Funchal e as ilhas Desertas, daí se encontrar mais abundantemente lulas, pois estas encontram-se com mais frequência numa zona profunda. Como as lulas são preferencialmente o alimento dos cachalotes, o seu local de alimentação coincide com a localização destas, aumentando aí a probabilidade de os encontrar (Carreira, Ribeiro, & Freitas, 2009).

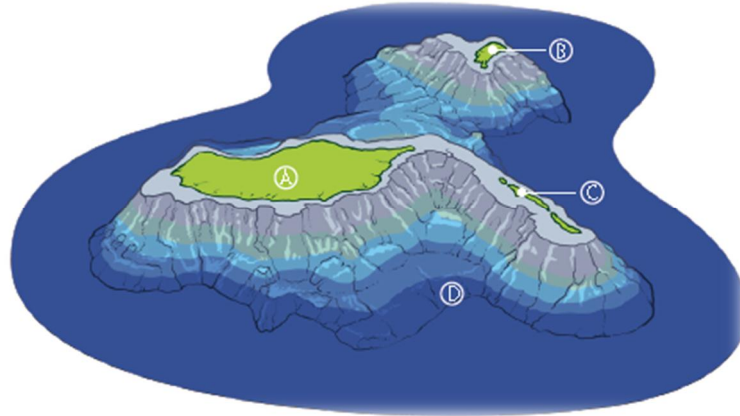


Figura 7: Representação esquemática do fundo marinho do arquipélago da Madeira: A É Ilha da Madeira, B É Ilha do porto santo, C É Ilhas desertas; D- zona de profundidade (reimpresso com permissão Museu da Baleia)

Esta atividade irá ser realizada após a conclusão das atividades anteriores. A criança já deverá entender como funciona uma cadeia alimentar e a sua razão. Portanto, após a conclusão da atividade anterior a criança deve ser capaz de entender que, por exemplo, se o atum existe em mais abundância numa determinada estrutura rochosa do arquipélago da Madeira, então nessa mesma zona deverá ser colocado o tubarão, para se poder alimentar. Logo, existirão pontos no mapa onde será possível selecionar, a fim de visualizar quais são as interações que lá existem e conseguirem colocar os animais que possivelmente fazem parte dessa cadeia.

2.2.3. Conclusões

De acordo com as tarefas descritas na seção anterior, decidiu-se a realização de dois níveis englobando os conceitos de completude da pirâmide alimentar marinha e localização geográfica das cadeias alimentares. Ao realizar estes níveis com sucesso consegue-se mostrar que as crianças são capazes de realizar associações em cada um dos níveis, ultrapassando as imensas dificuldades que têm neste tipo de atividade. Também será possível concluir que ao realizar os níveis sequencialmente é possível que consigam reter informação e transferi-la de nível para nível, chegando ao nosso objetivo, que é aprender algo. Para tal, necessitou-se definir quais as cadeias alimentares a serem implementadas, ficando decidido com os responsáveis do Museu da

Baleia a realização de duas cadeias alimentares que englobam os seguintes participantes:

- **Cadeia alimentar 1:** Baleia-sardinheira, zooplâncton e fitoplâncton;
- **Cadeia alimentar 2:** Tubarão, atum, sardinha, zooplâncton, fitoplâncton.

Após algumas reuniões com as responsáveis do museu da baleia foi decidido que seria importante representar todas as interações existentes nos diferentes níveis tróficos, facilitando assim a percepção das crianças e foi possível, através dos objetivos pretendidos, realizar a definição dos requisitos funcionais e não funcionais que a aplicação deverá conter.

3. Desenvolvimento do Sistema

Esta dissertação, apesar de ter como parceria o museu da baleia, será baseada em todos os princípios que foram definidos anteriormente e irá de encontro às limitações que os portadores de trissomia 21 possuem. Como tal, e independentemente da temática e conteúdo, acredita-se que o desenvolvimento de uma solução de aprendizagem interativa orientada às necessidades das crianças com trissomia 21 poderá ser muito útil para ultrapassar essas dificuldades. O desenvolvimento da aplicação será realizado utilizando uma abordagem global qualitativa assentando na técnica do estudo de caso, através da investigação das necessidades e limitações trissomia 21.

Ao desenvolver um projeto de *software* é importante o uso de modelos prescritivos de processo, de modo a fornecer estabilidade, controlo e organização a uma atividade. Neste projeto utilizou-se dois modelos prescritivos, o modelo cascata até à implementação e nesta fase utilizou-se o modelo iterativo. Utilizou-se estes dois modelos, devido se tratar de um projeto que tinha um público-alvo com necessidades especiais. Assim até à fase de implementação, realizou-se um fluir de todos os passos respetivos do modelo cascata, análise de requisitos, projeto e implementação. Na implementação sentiu-se a necessidade de realizar diversas iterações do modelo cascata, daí a utilização do modelo iterativo nesta fase. Portanto, o modelo incremental ou iterativo combina elementos do modelo em cascata de uma forma iterativa, ou seja, cada iteração passa pelas fases de análise de requisitos, projeto, implementação, testes (validação), integração e manutenção de *software*. Este modelo aplica sequências lineares à medida que o tempo passa e cada sequência linear produz iterações do *software* passíveis de ser entregues. A primeira iteração é frequentemente chamado de núcleo do produto, onde os requisitos básicos são satisfeitos, mas algumas características suplementares, conhecidas ou desconhecidas, não são elaboradas. Este núcleo do produto passa por uma revisão detalhada e um plano é desenvolvido para a próxima iteração como resultado do uso e/ou avaliação. Este plano visa à modificação do núcleo do produto para melhor satisfazer as necessidades do cliente e à elaboração de características e funcionalidades adicionais. Todo este processo é repetido após a realização de cada incremento até que o produto completo

seja produzido. É de notar que o fluxo de processo para qualquer iteração pode incorporar o paradigma de prototipagem. O protótipo pode servir como o primeiro sistema, servindo como um mecanismo de definição dos requisitos que será descartado, pelo menos em parte, e o *software* real será submetido à engenharia com um olho na qualidade (Pressman S., 2006).

Portanto, neste capítulo é descrito todo o processo de desenvolvimento dessa aplicação, onde de acordo com os objetivos pretendidos são enumeradas as primeiras funcionalidades, gerando os primeiros requisitos funcionais e não funcionais e as funcionalidades acrescentadas ao longo das iterações. Seguidamente são apresentados os casos de uso e diagramas de atividade criados a partir de todas as iterações. Também é mostrado o primeiro protótipo baseado nos requisitos iniciais, assim como toda a implementação realizada e a descrição pormenorizada das iterações realizadas.

3.1. Requisitos

A tarefa de levantamento de requisitos é uma das mais difíceis, pois é com base na análise dos mesmos que o sistema irá ser construído, daí ser importante que estes estejam bem definidos para ir de acordo com as necessidades pretendidas (Pressman S., 2006).

3.1.1. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais especificam funções ou serviços que o sistema deverá ser capaz de executar, sendo, em geral, processos que utilizam entradas para produzir saídas (Oberg, Probasco, & Ericsson, 2000).

Tal como foi descrito anteriormente, criou-se várias iterações do projeto até chegar ao produto final. Como tal, definiu-se os requisitos iniciais, de acordo com os objetivos pretendidos e ao longo das iterações realizadas encontrou-se a necessidade da introdução de novos requisitos, a fim de ir de encontro às necessidades das crianças. Seguidamente são enumerados todos os requisitos globais implementados no projeto final.

RF1: O sistema deve permitir a visualização das interações dos diferentes níveis tróficos (nível 2);

RF2: O sistema deve permitir a visualização de informações de cada nível trófico (nível 2);

RF3: O sistema deve permitir ao utilizador selecionar uma localização geográfica, permitindo a visualização da(s) cadeia(s) alimentar(es) correspondentes (nível 3);

RF4: O sistema deve permitir ao utilizador voltar ao início em qualquer altura;

RF5: O sistema deve permitir ao utilizador sair do jogo sempre que desejar;

RF6: O sistema deve permitir a visualização de instruções do jogo;

RF7: O sistema deve permitir a navegação entre os níveis (seção 3.7.2);

RF8: O sistema deve permitir a confirmação das opções efetuadas, apenas quando todas as opções estiverem preenchidas (seção 3.7.2);

RF9: O sistema deve permitir a eliminação das opções efetuadas (seção 4.7.2);

RF10: O sistema deve permitir ao utilizador aceder às opções existentes (seção 4.7.1);

RF11: O sistema deve permitir a alteração das opções efetuadas (seção 4.7.1);

RF12: O sistema deve permitir ao utilizador visualizar cada elemento da cadeia alimentar (nível 1) (seção 3.7.2);

RF13: O sistema deve permitir ao utilizador a visualização de informações sobre cada elemento (nível 1) (seção 3.7.2);

RF14: O sistema deve permitir a validação do feedback (seção 3.7.2).

RF15: O sistema deve possibilitar a visualização de legendas nas animações de cada elemento (nível 1) (seção 3.7.2);

RF16: O sistema deve possibilitar a alteração de cor das legendas dos objetos conforme a cor correspondente do nível trófico ao longo da resolução do jogo (seção 3.7.2);

RF17: O sistema deve suportar a utilização de sons ao selecionar botões (seção 3.7.2).

3.1.2. Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais são requisitos que descrevem a qualidade da performance do sistema para restringir o desenho da operação do sistema (Malan & Bredemeyer, 2001). Seguidamente enumera-se os requisitos não funcionais do projeto:

RNF1: O sistema deve ter fontes perceptíveis;

RNF2: O sistema deve ter uma fonte de tamanho grande e perceptível;

RNF3: O sistema deve possuir botões grandes;

RNF4: O sistema deve possibilitar um bom desempenho no processo de renderização;

RNF5: O sistema deve responder de forma rápida, não mais do que 2 segundos após selecionar um botão (performance);

RNF6: O sistema deverá ser fácil de interagir (usabilidade);

RNF7: O sistema deve servir para o aluno experimentar e aprender conceitos;

RNF8: O sistema deve ser suportado no sistema operativo Windows;

RNF9: O sistema deve servir para o professor ensinar conceitos.

3.2. Casos de Uso

Os diagramas de casos de uso são uma descrição narrativa de um processo do domínio da aplicação, cujo objetivo é prestar auxílio ao engenheiro de requisitos a identificar e descrever a maioria dos requisitos funcionais para um sistema a ser desenvolvido. Estes definem as ações que devem suceder quando um ator interage com o sistema e que permite ao mesmo atingir o seu objetivo (Cockburn, 2000). De seguida mostra-se os casos de uso da aplicação final (figura 8), um resultado do conjunto de todos os requisitos definidos inicialmente e ao longo da realização iterações (seção 3.1).

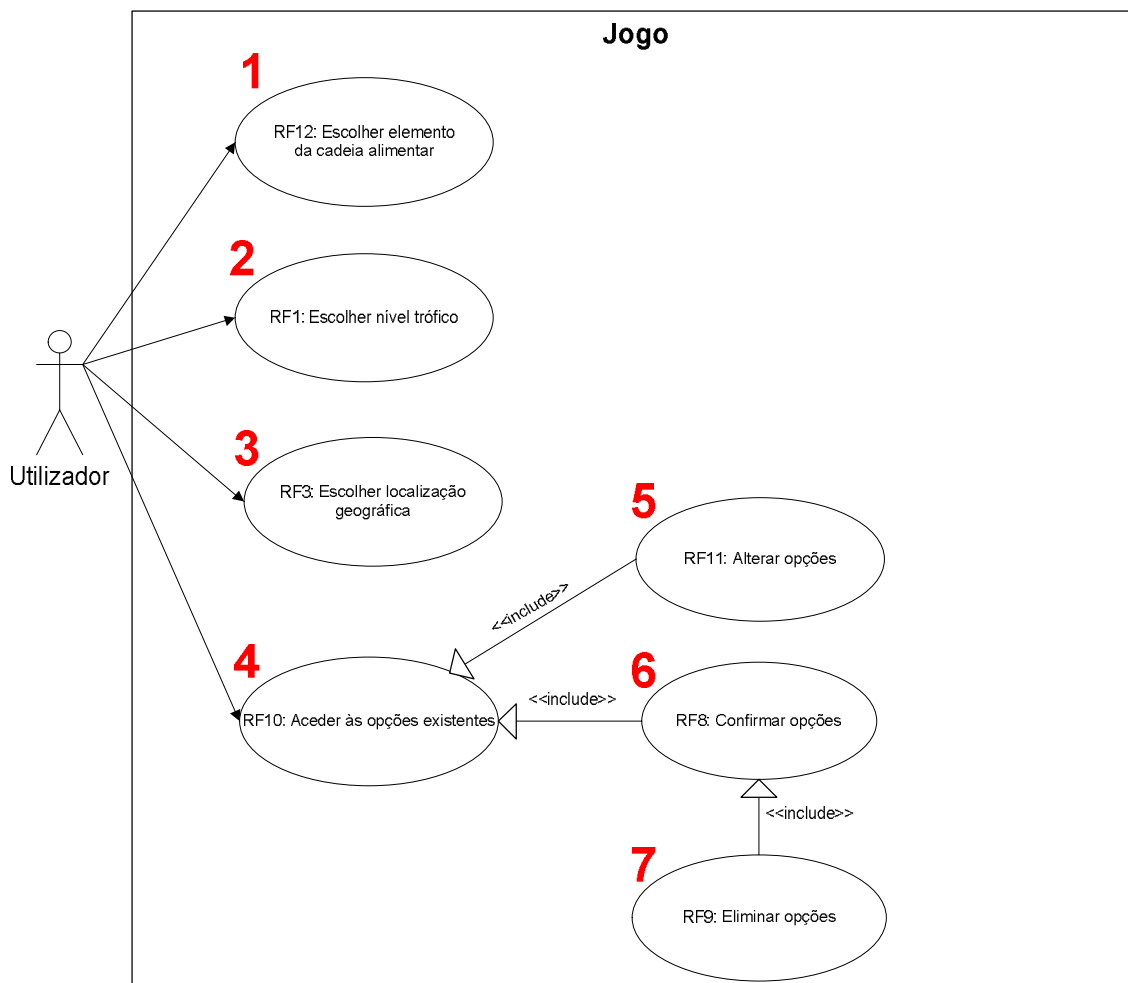


Figura 8: Diagrama de Casos de Uso do jogo final

Considerando cada caso de uso da figura 8, verifica-se que os três primeiros casos de uso, mais precisamente, escolher elemento da cadeia alimentar (figura 8, ponto 1), escolher nível trófico (figura 8, ponto 2) e escolher localização geográfica (figura 8, ponto 3), são relativos ao primeiro nível, segundo nível e terceiro nível do jogo, respetivamente. É de salientar que o caso de uso correspondente ao "aceder às opções existentes" (figura 8, ponto 4) corresponde efetivamente aos três níveis, ou seja, deverá funcionar exatamente da mesma forma. Este caso de uso inclui a utilização de outros casos de uso, tal como alteração das opções realizadas (figura 8, ponto 5) e a confirmação das opções existentes (figura 8, ponto 6). Por fim, o caso de uso que permite a eliminação das opções escolhidas (figura 8, ponto 7), apenas acontece quando o caso de uso anterior acontece (figura 8, ponto 6), isto é, apenas quando é pedido a confirmação ao utilizador é permitido ao mesmo a confirmação ou eliminação das mesmas.

3.3. Diagrama de atividades

O diagrama de atividades é um diagrama utilizado para modelar o aspecto comportamental de processos. Neste diagrama, uma atividade é modelada como uma sequência estruturada de ações, controladas potencialmente por nós de decisão e sincronismo (Software, 2003).

Os três primeiros diagramas descritos nesta seção são equivalentes e descrevem os três primeiros casos de uso definidos na seção 4.2. O diagrama de atividades para o primeiro caso de uso (seção 4.2, figura 8, ponto 1) é apresentado seguidamente.

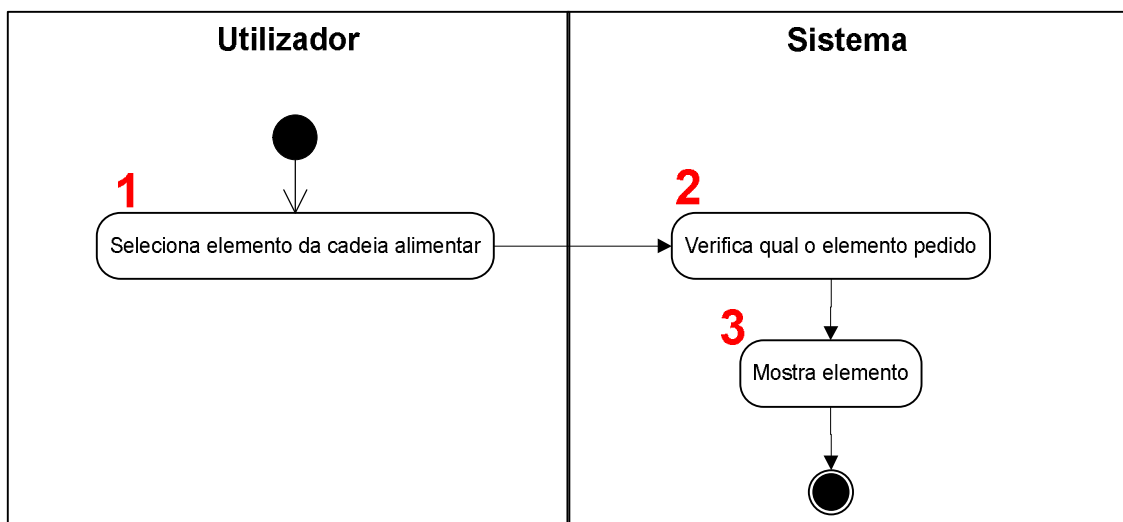


Figura 9: Diagrama de atividades para o caso escolher elemento da cadeia alimentar

Visualizando a figura 9, verifica-se que o utilizador tem a possibilidade de selecionar dos elementos existentes, o elemento que pretende visualizar (figura 9, ponto 1), devendo o sistema verificar qual o elemento pedido (figura 9, ponto 2) e mostrar o mesmo (figura 9, ponto 3).

O diagrama de atividades para o caso de uso %escolher nível trófico+ (seção 4.2, figura 8, ponto 2) pode ser visualizado na figura a.

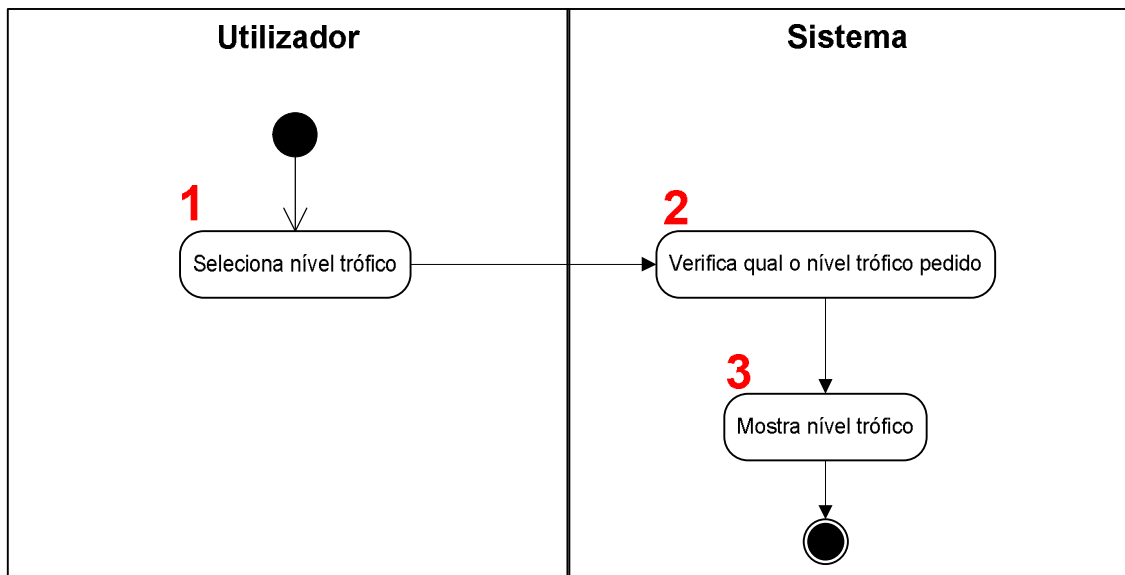


Figura 10: Diagrama de atividades para o caso escolher nível tráfego

Atendendo à figura 10, verifica-se que sistema permite ao utilizador escolher um dos níveis tróficos (figura 10, ponto 1), devendo o sistema verificar qual foi o nível tráfego pedido (figura 10, ponto 2), mostrando o pretendido (figura 10, ponto 3).

A figura 11 descreve o diagrama de atividades realizado para o caso de uso %escolher localização geográfica+(seção 4.2. figura 8, ponto 3).

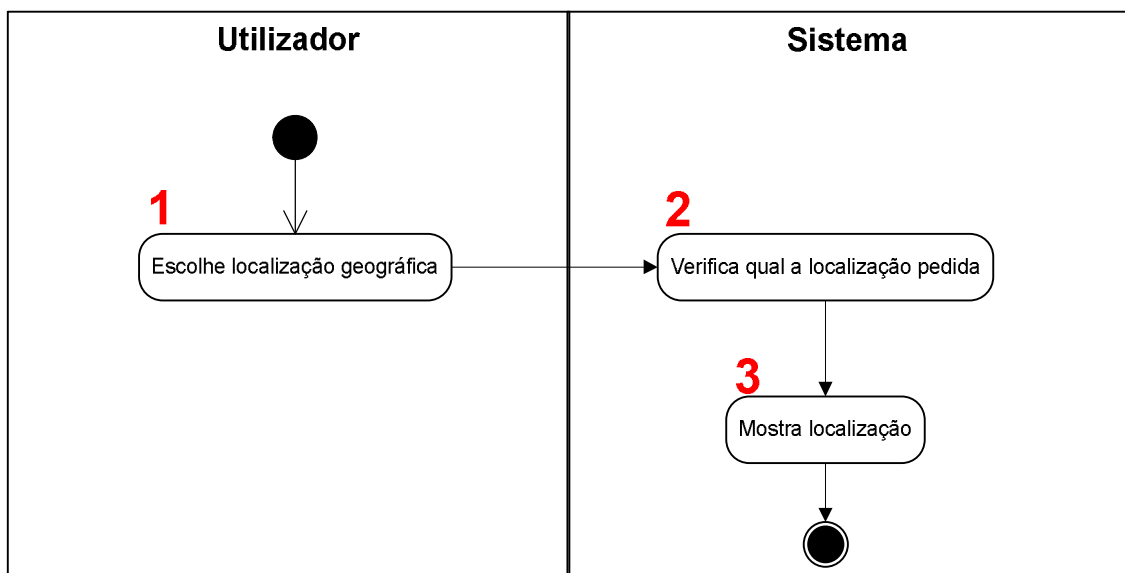


Figura 11: Diagrama de atividades para o caso escolher nível tráfego

Analisando a figura 11, verifica-se que o utilizador tem a possibilidade de escolher qual a localização geográfica que pretende visualizar (figura 11, ponto

1) e o sistema verifica este pedido (figura 11, ponto 2), permitindo ao utilizador visualizar a cadeia alimentar da localização escolhida (figura 11, ponto 3).

Por fim, o último caso de uso descrito na seção 4.2. (figura 8, ponto 4) inclui a utilização de outros três casos de uso (figura 8, pontos 5,6,7), sendo um diagrama mais complexo e mais importante, visto que se trata da posterior implementação da mecânica do jogo. É de voltar a referir que este diagrama é equivalente para os três níveis de jogo (figura 12).

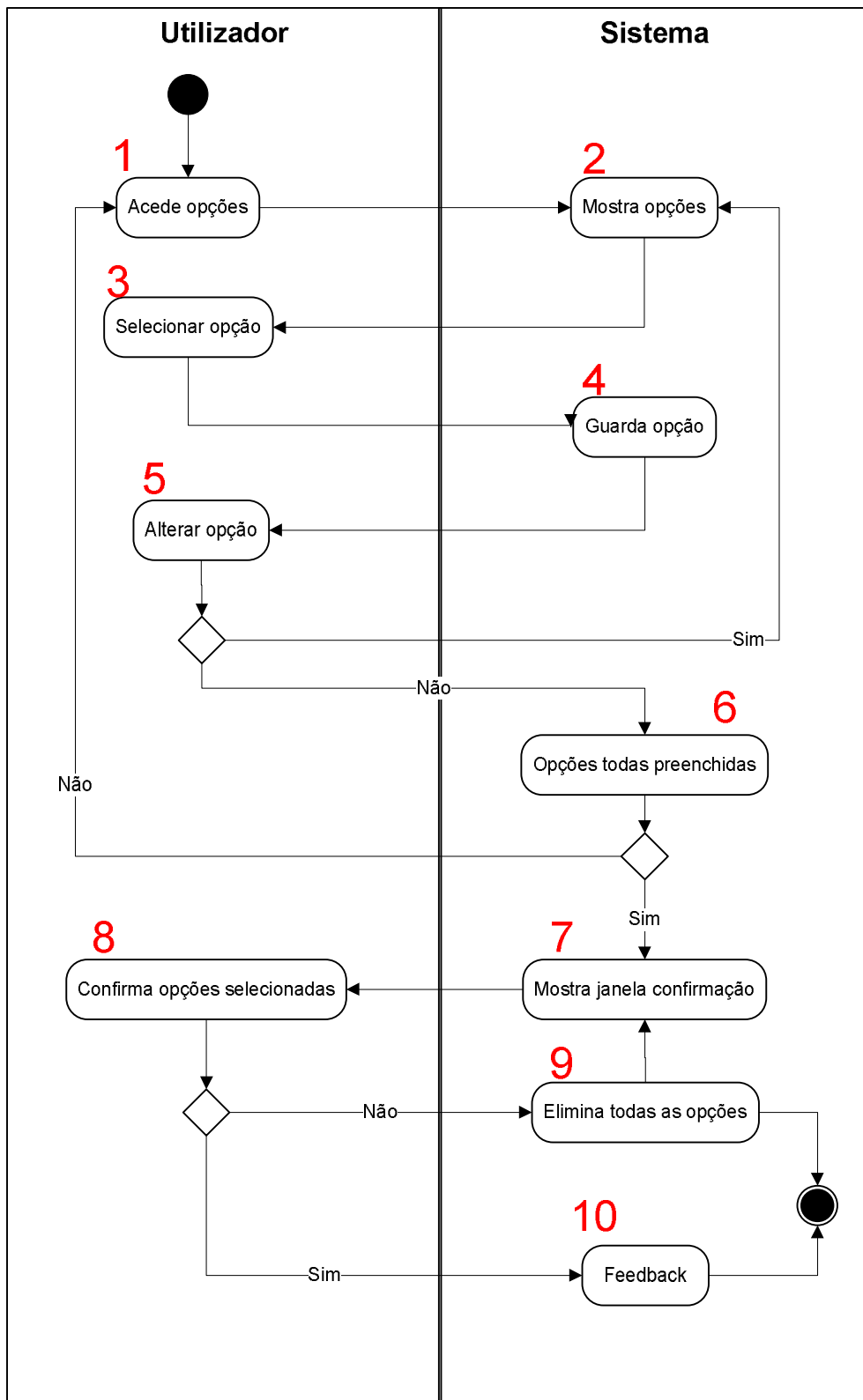


Figura 12: Diagrama de atividades para o caso escolher opções

Ora, como é possível verificar na figura 12, verifica-se que o utilizador pretende aceder às opções para efetuar a sua escolha (ponto 1). Assim, o sistema mostrará todas as opções possíveis (ponto 2), com a restrição do

utilizador escolher apenas uma (ponto 3), guardando imediatamente a escolha efetuada (ponto 4). Caso o utilizador pretenda alterar as opções (ponto 5), o sistema deverá novamente mostrar todas as opções possíveis, repetindo novamente o processo anterior (ponto 1). Contrariamente, se o utilizador não desejar alterar a opção, o sistema verifica se todas as opções já estão preenchidas (ponto 6), permitindo a confirmação das mesmas caso estejam todas escolhidas (ponto 7). Se existir confirmação (ponto 8) por parte do utilizador, o sistema devolve um feedback das opções selecionadas (ponto 10). Se, pelo contrário, o utilizador não proceder à confirmação das escolhas realizadas, todas as opções preenchidas anteriormente serão eliminadas (ponto 9).

3.4. Escolha de *Hardware*

Tendo em conta o *hardware* disponível no Museu da Baleia, a escolha seria entre a utilização de computadores *touchscreen* ligados em rede, projetores com a possibilidade de utilização do sistema *full-Body interaction* e um quadro interativo. Tendo em conta o estudo efetuado no estado de arte foi verificado que os quadros interativos são excelentes ferramentas para serem utilizados na educação especial. Estes possibilitam aos alunos diversas formas de aprender informações, expressar ideias e demonstrar compreensão, permitindo também ao professor lidar com diferentes estilos de aprendizagem a nível visual, auditivo e cinestésico (B. H. Education, 2012). Ora, o quadro interativo trata-se de um ecrã grande de computador ligado a um projetor, através de um computador, permitindo aos alunos uma maior visão da tarefa a realizar e possibilitar ao aluno estar no papel ativo do professor, assumindo a liderança (Technologies, 2011). Como os portadores de trissomia 21 são muito comunicativos e gostam de trabalhar em grupo, a utilização deste *hardware* possibilita a interação e socialização de todos os alunos entre si, motivando-os e levando-os ao sucesso (Black, 2006).

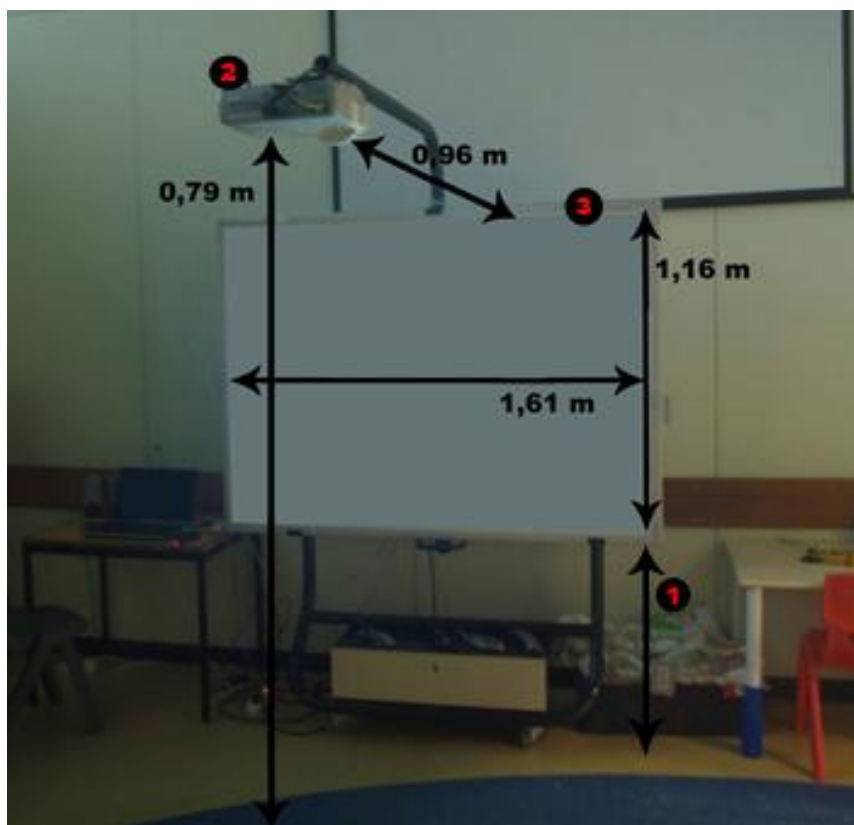


Figura 13: Medições do quadro interativo e projetor do Museu da Baleia

O quadro interativo existente no museu da baleia é o ActivBoard da Promethean (figura 13, ponto 3), possui um comprimento de tela de 1,61 metros e uma altura de 1,16 metros e funciona com uma caneta digital, necessitando de calibração. Este quadro interativo possui uma projeção de frente, ligado a um projetor da Epson EMP400W (figura 13, ponto 2) que se encontra a uma distância de 0,79 metros do chão e de 0,96 metros da tela do quadro interativo. Este projetor está ligado ao computador por um porto serial USB, permitindo que seja projetado exatamente o que está no ecrã do portátil, detetando automaticamente e ajustando a imagem, qualquer que seja o formato 4:3, 16:10 ou 16:9. Este quadro possui mobilidade (figura 13, ponto 1) fazendo com que seja possível descer ou subir a posição do quadro, para adaptar ao tamanho do utilizador.

Em suma, o desenvolvimento para este *hardware* é ainda compatível com os computadores *touchscreen* da *windows*, possibilitando o seu uso em vários meios no Museu da Baleia.

3.5. Protótipo inicial

No desenvolvimento de *software*, um protótipo é um modelo rudimentar de trabalho de um produto ou sistema de informação, usualmente construídos para fins de demonstração, ou como parte do processo de desenvolvimento. No ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas modelo de prototipagem, uma versão básica é construída, testada, e então retrabalhado conforme necessário, até que é obtido um protótipo aceitável a partir do qual o sistema completo ou o produto pode agora ser desenvolvido (What is prototype? - Definition, +2012). Visto que o nível 2 correspondente à completude da pirâmide é mais complexo do que o nível 3 e como o nível 1 estrutura-se de forma equivalente, iniciou-se com a prototipagem do mesmo, tendo em conta todos os requisitos definidos.

A figura que se segue ilustra o primeiro protótipo de algumas das diversas iterações constituintes ao longo do desenvolvimento do projeto. Os demais protótipos das interfaces podem ser encontradas na seção 4.7, onde é possível visualizar o processo evolutivo do projeto, ou seja, todas as iterações realizadas até atingir a versão final (4.7.3).

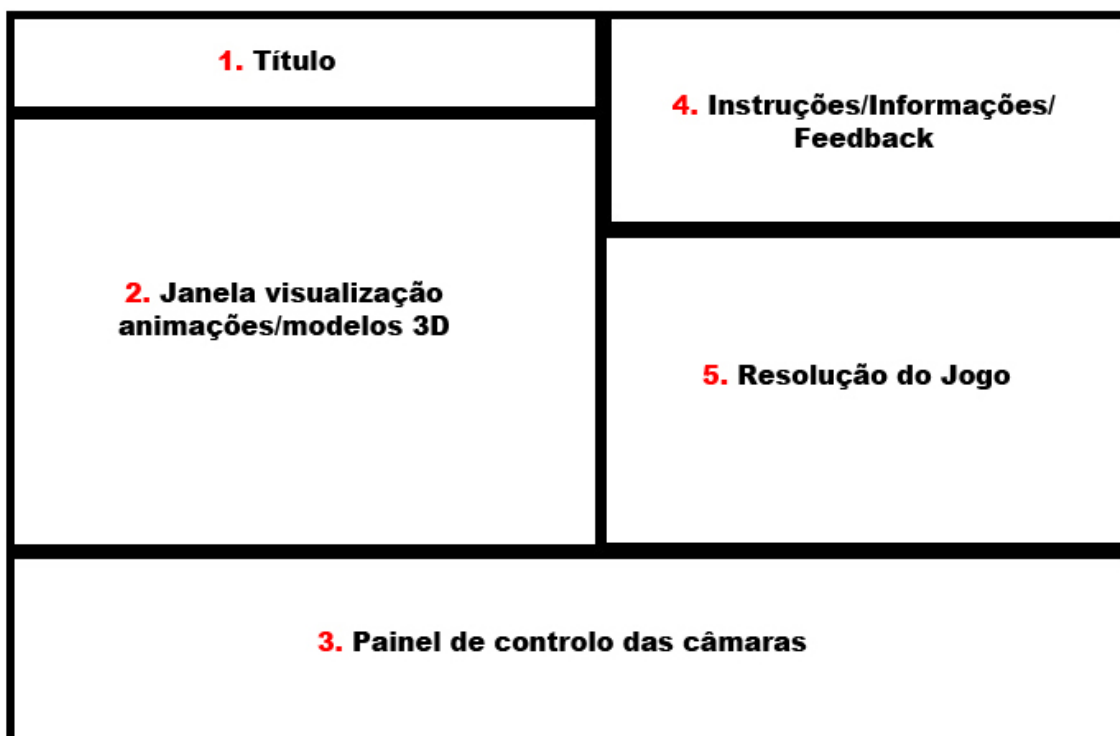


Figura 14: Protótipo que demonstra a organização da interface visualizando a divisão das cinco partes constituintes

Ora, atentando a figura 14, verifica-se que no lado superior esquerdo (figura 14, ponto 1) há um espaço para o título do jogo e em baixo encontra-se um espaço para a visualização das animações em 3D (figura 14, ponto 2) que serão geradas de acordo com a seleção efetuada no painel de controlo das câmaras (figura 14, ponto3). No lado direito superior (figura 14, ponto 4), estarão todas as mensagens relativas a cada nível trófico ou de cada elemento, assim como as instruções para o jogo e feedback. Por fim, no espaço de resolução do jogo é onde irá ocorrer a resolução da nomenclatura dos elementos e da completude da pirâmide (figura 14, ponto 5).

3.6. Implementação

3.6.1. Software

Os recursos de computação estão cada vez mais presentes na área da educação, com o objetivo de aprimorar e estimular o ensino e o desenvolvimento de crianças e adultos (Polonia, Anastácio, Silvia, Brandão, & Cerqueira, 2007). Visto que as crianças com Trissomia 21 precisam de estimulação para alcançar com sucesso no processo de aprendizagem pode se revelar importante a utilização dos mesmos (Troncoso & Cerro, 2004). A realidade virtual traz a possibilidade do uso da tecnologia para superar as estratégias tradicionais do ensino, favorecendo a construção do conhecimento pelo aprendiz, atendendo, ainda, as características individuais dos sujeitos na aprendizagem (Araujo, Machado, & Moraes, 2002). Uma das grandes vantagens da realidade virtual é a possibilidade em apresentar e representar, através de sons e/ou imagens, ideias abstratas e conceitos de difícil representação, traduzindo estas ideias e conceitos para sensações visuais, auditivas ou táteis, que depois de percebidas e processadas se transformam na informação que permitirá a compreensão dessas ideias e conceitos (Alonso & Medina, 2002). De acordo com as ideias anteriores, escolheu-se para a realização das interações entre os diferentes elementos da cadeia alimentar a utilização de simulações em 3D.

Portanto, para o desenvolvimento desta aplicação seria necessário efetuar a escolha do motor de jogo, tendo em conta que teria de funcionar no sistema operativo Windows e permitir o desenvolvimento de jogos em 3D. Assim, foram levantados alguns possíveis motores de jogos para realizar a sua implementação, de acordo com os requisitos pretendidos.

I. Autodesk 3ds Max

Para a realização da modelação, animações em 3D e exportação escolheu-se o 3ds Max (*Autodesk, Inc., San Rafael-Califórnia, United States*) pois é um programa de referência, praticamente indispensável para quem pretende criar imagens e animações 3D de qualidade foto-realista. Este *software* é uma ferramenta completa de modelação 3D, animação, renderização e efeitos visuais, utilizado para a produção de imagens e de animações, em arquitetura e engenharias dos jogos mais conhecidos, de filmes e conteúdos de vídeo premiados (Barata & Santos, 2010).

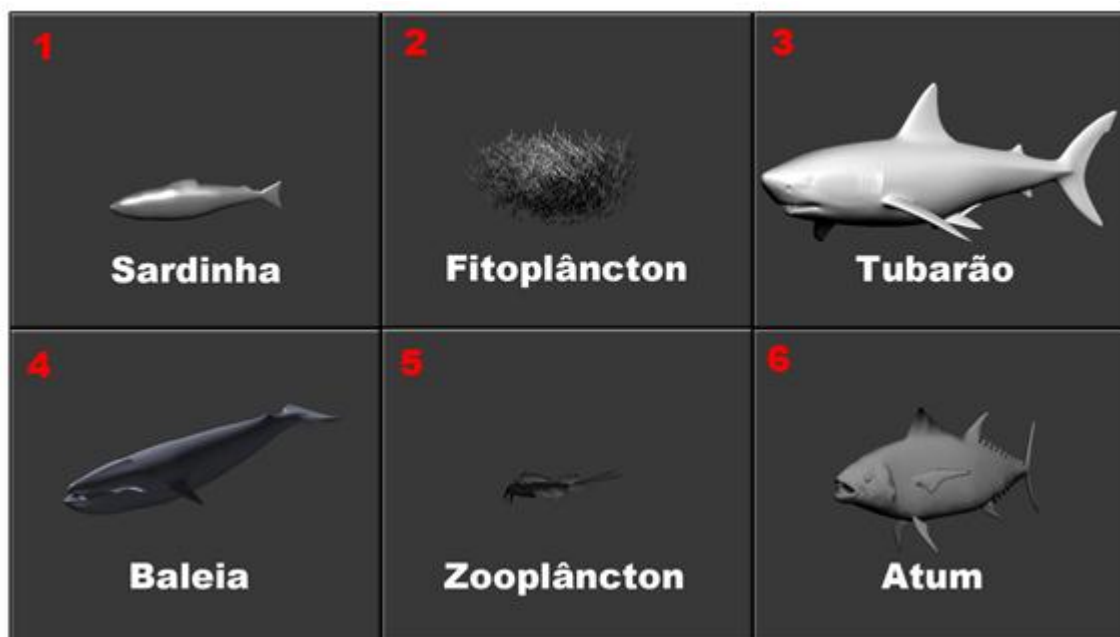


Figura 15: Modelos 3D utilizados para aplicação de todo o processo de animação

De acordo com as cadeias alimentares definidas na secção 3.2.3., fez-se a transferência dos modelos 3D da sardinha (figura 15, ponto 1), fitoplâncton (figura 15, ponto 2) e tubarão (figura 15, ponto 3) através do 3DXtras (3DXtras

- Download Absolutely Free 3D Models,+2009), a baleia-sardinheira (figura 15, ponto 4) e o atum (figura 15, ponto 6) do free3Dmodels (%Free 3D Models,+ 2012) e o zooplâncton (figura 15, ponto 5) do armazém 3D (%Armazém 3D,+ 2012). Estes três *sites* são repositórios online de modelos 3D e texturas, dando a qualquer utilizador a possibilidade de pesquisa e publicação dos seus próprios modelos ou texturas. É de salientar que todos os modelos 3D vinham com textura, com exceção do zooplâncton e do fitoplâncton.

Quando são utilizadas técnicas 3D para que os objetos se movam e interajam é necessário a criação de animações. A geração de uma animação requer a execução de modelação, animação e posterior exportação. Para poder criar uma animação é necessário a preparação dos controlos de animação que devem ser planeados, criados e ligados entre si para que possa ser animado. Portanto, para poder criar movimento é necessário criar o esqueleto, colocando ossos (*bones*) conectados entre si de forma a criar uma hierarquia, onde ao movimentar o osso que se encontra no topo interfere no movimento dos restantes, e assim sucessivamente.

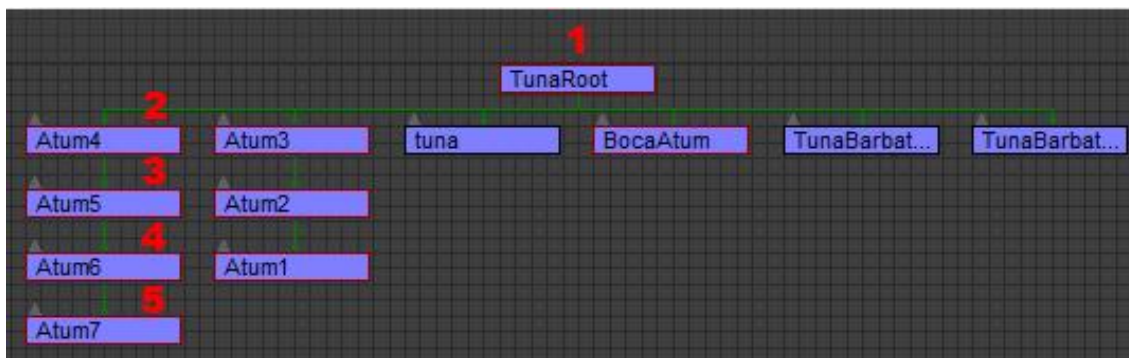


Figura 16: Hierarquia dos ossos (*bones*) criados para o atum, formando o esqueleto.

Considerando a figura 3, verifica-se que foram criados 11 ossos (*bones*) para formar o esqueleto do atum no âmbito do projeto, sendo o ponto 9 o objeto completo e não um *bone*. O objeto que se encontra no topo da hierarquia (figura 16, ponto 1) pode ser movido arbitrariamente, afetando a posição e orientação de todo o modelo. De igual forma, se existir movimento no ponto 2 (figura 16), afetará os pontos 3, 4 e 5 (figura 16). Após o esqueleto já estar formado e os ossos estarem ligados entre si é essencial associá-los à malha do objeto, garantindo que a deformação desse osso (*bone*) modifique também a malha do objeto, fazendo com que o objeto fique preparado para ser

animado. A animação por *keyframes* é utilizada para animar o objeto individualmente, especificando um conjunto de posições chave para os objetos a serem animados.

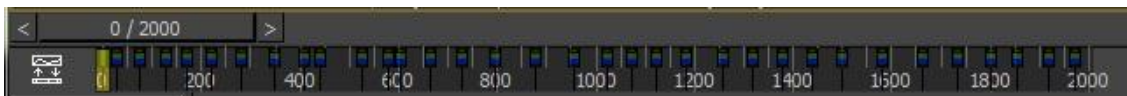


Figura 17: *Keyframes* realizados para a animação do movimento do tubarão numa duração de 2000 *frames*, ou seja, 1 minuto e 6 segundos.

Considerando a figura 17, verifica-se que a duração da animação para o movimento do tubarão foi de um minuto e seis segundos (2000 *frames*) e que ao longo das *frames* existem vários keyframes colocados, definindo assim as transições suaves de cada movimento, gerando no final o movimento completo que será visualizado.

De acordo com os requisitos definidos na seção 4.1.1. uma condição é permitir a visualização das interações dos diferentes níveis tróficos, requerendo a utilização de animações que interajam entre si, ou seja, o tubarão a se alimentar do atum, atum da sardinha e a sardinha a se alimentar do zooplâncton. Para simular interações entre dois ou mais objetos é possível definir uma trajetória que vai ser seguida pelos objetos. Visto que o processo de animação das interações é análogo, exemplifica-se utilizando o atum e o tubarão.



Figura 18: Vista de cima do 3ds Max do percurso do atum (linha verde) e do tubarão (linha vermelha)

Ora, considerando a figura 18, verifica-se que existem duas linhas traçadas, uma verde (figura 18, ponto 2) e uma vermelha (figura 18, ponto 1). A linha verde é o caminho que o atum percorrerá, visivelmente uma linha que não se une, e a linha vermelha, uma linha que se une e é correspondente ao trilho

do tubarão. A linha verde não se une (figura 18, ponto 3 e 4) para fazer com que quando acabe o tempo de animação e o tubarão se alimente deste, o atum volte ao seu ponto inicial (figura 18, ponto 3) e o tubarão continue o seu trajeto normalmente.

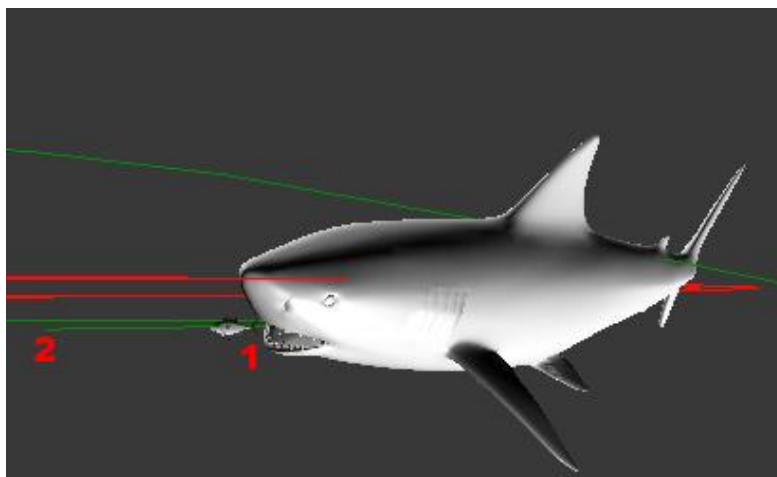


Figura 19: Interação entre o tubarão e o atum no momento em que o tubarão irá se alimentar do atum.

Para conseguir realizar a animação do tubarão a se alimentar do atum, é necessário definir a percentagem do caminho percorrido pelo objeto, permitindo colocá-lo no ponto do caminho que se pretende. Atentando a figura 19, verifica-se que o atum se posiciona perto do fim da sua linha (figura 19, ponto 2) e o tubarão imediatamente antes, permitindo que o atum entre na boca do tubarão (figura 19, ponto 1), simulando a interação pretendida dos dois níveis tróficos. Todo este processo foi realizado para todos os elementos ilustrados na tabela 1.

Objeto 3D	Número de vértices	Número de <i>bones</i>
Atum	2016	11
Baleia-Sardinheira	4641	18
Sardinha	587	6
Tubarão	21285	21
Zooplâncton	3043	5

Tabela 1: Vértices e bones de cada objeto animado

De acordo com a tabela 1, verifica-se o número de vértices de cada objeto 3D e o número de ossos (*bones*) criados para permitir a elaboração de

todo o processo descrito anteriormente. Após a sua concretização, procedeu-se à exportação das animações para um ficheiro *.fbx*, suportado pelo Unity3D.

II. Adobe Photoshop

O Photoshop CS4 permite fazer qualquer tipo de transformação e construção de imagens (Adobe Systems Incorporated, 2012). No projeto, utilizou-se esta ferramenta para a realização das imagens e dos botões que constroem toda a interface da aplicação.

III. Unity3D

Decidiu-se a utilização do Unity3D (*Unity Technologies, San Francisco, United States*) por ser um motor que para além de ser gratuito, cria jogos e ambientes 3D para Windows, Mac ou mesmo embutidos em uma página Web, permitindo de igual forma a criação de um jogo em boa qualidade. O *Unity3D* suporta uma série de formato de arquivos multimédia, entre eles estão *mp3, jpeg, gif, mov, avi, wav*, entre outros, que se torna ótimo para feedback sonoro e visual. Também é possível importar modelos e animações 3D nos formatos nativos de alguns programas de modelação, tais como *Blender, Maya, 3ds Max* e *Cheetah 3D*, tornando-se uma mais-valia visto que na seção 4.6.1. definiu-se a utilização de simulações em 3D para permitir a visualização das interações entre os diferentes objetos dos níveis tróficos. Uma das grandes vantagens é que qualquer editor de imagem, editor de som e *software* de criação 3D pode ser usado com o Unity3D em tempo real jogo (Passos, Silva, Ribeiro, & Mourão, 2010).

O motor de jogos Unity3D possui uma interface bastante simples, facilitando o desenvolvimento de jogos de diversos géneros e outros sistemas de visualização. A figura seguinte é uma captura de um nível do jogo realizado, contento uma representação esquemática e a identificação de cada uma dessas janelas de cenas do Unity3D.

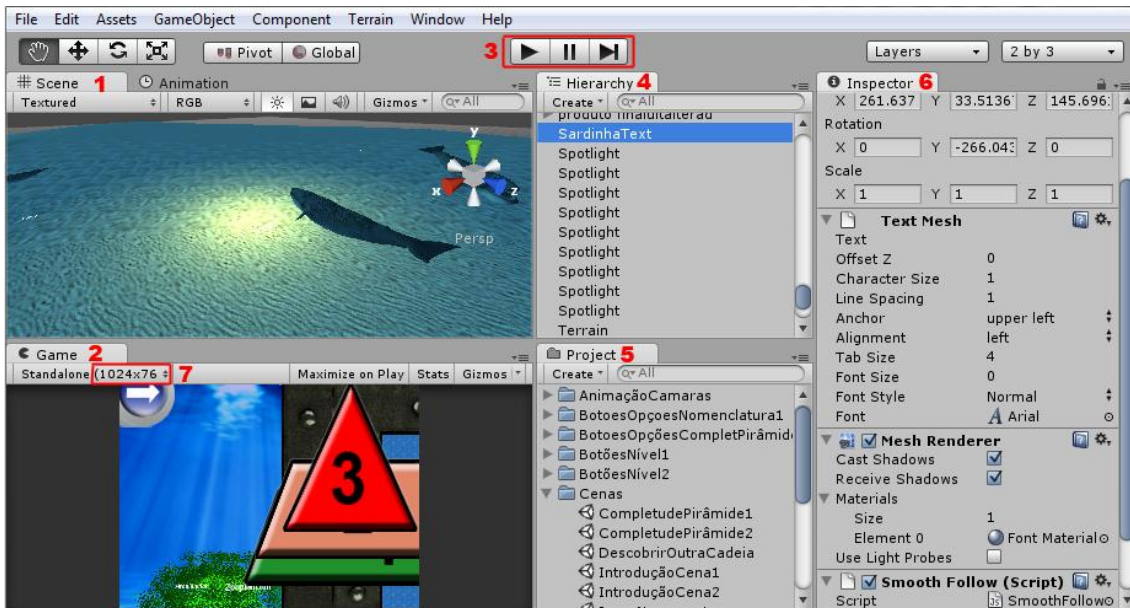


Figura 20: Interface do editor de cena do Unity3D correspondente ao nível 6 (completude da pirâmide)

A Unity3D funciona com um sistema de cenas, que representam cada cena/tela de um jogo, podendo representar um menu, o jogo, opções existentes, entre outros. Uma das grandes vantagens da utilização do editor do Unity3D é a de permitir a visualização da cena (figura 20, ponto 1) ao mesmo tempo que o mesmo está sendo desenvolvido (figura 20, ponto 2) ou até mesmo realizar execuções/pausas/encerrar reproduções do nível sempre que desejar (figura 20, ponto 3). Esta ainda permite a alteração das dimensões da tela. No âmbito do projeto foi utilizada o tamanho de 1024x768 (figura 20, ponto 7), visto ser um formato muito utilizado na distribuição para computadores e como o projetor descrito na seção 4.4. admite esta resolução.

Na unity3D toda a multimídia que for utilizada, como por exemplo, texturas (imagens 2D), modelos 3D, sons e/ou scripts são designados de *Assets*. Portanto, na criação de um projeto no Unity3D é produzido uma pasta contendo todas as *Assets* do projeto e tudo o que existe nessa pasta é mostrada na visão do projeto (figura 20, ponto 5), estando acessível para qualquer cena ou nível ao longo do desenvolvimento do jogo. A Unity também oferece a possibilidade da visualização em tempo real de qualquer alteração efetuada nos mesmos, ganhando a nível de produtividade, pois não se torna necessário voltar a importá-los. A unity verifica cada arquivo modificado e automaticamente atualiza o mesmo na cena. Quando é criado um objeto numa

cena, este passa a ser chamado de *Gameobject*, pois ele é agora um objeto do jogo e possui ao menos um componente associado a ele. A hierarquia (figura 20, ponto 4) mostra todos os elementos presentes na cena, cada *GameObject*, sendo alguns desses objetos instâncias diretas de *Assets*, tais como modelos e animações importados do *3ds Max*, e outros são *Prefabs*, por exemplo, objetos personalizados, uma mistura de modelos entre outras que compõem cada nível do jogo. Por fim, o inspetor (figura 20, ponto 6) mostra detalhadamente as informações sobre cada objeto do jogo selecionado, inclusive todos os componentes pertencentes ao projeto, permitindo a modificação de todas as propriedades mostradas.

III.1. Construção da cena

Para o desenvolvimento de um jogo no Unity3D pode-se utilizar cenas para representar a tela do jogo e representação dos vários níveis necessários para a construção do mesmo. De acordo com os requisitos definidos na seção 4.1.1., tornou-se necessário a realização de 8 cenas ilustradas na figura seguinte.

Scenes In Build	
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/IntroduçãoCena1.unity	0
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/NomenclaturaCadeia1.unity	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/IntroduçãoCena2.unity	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/CompleitudePirâmide1.unity	3
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/DescobrirOutraCadeia.unity	4
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/NomenclaturaCadeia2.unity	5
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/CompleitudePirâmide2.unity	6
<input checked="" type="checkbox"/> Cenas/JogarNovamente.unity	7

Figura 21: Enumeração das oito cenas realizadas para o desenvolvimento do jogo.

De seguida, mostra-se qual o intuito das oito cenas realizadas e ilustradas na figura 21:

- **Cena 0:** É uma introdução para o nível 1, servindo para o professor ensinar conceitos antes de a criança começar a jogar (seção 4.1.2.2, RNF9);
- **Cena 1:** Implementação do nível 1, correspondente à nomenclatura dos elementos das cadeias alimentares para a primeira cadeia alimentar definida na seção 3.2.3;

- **Cena 2:** É uma introdução para o nível 2, servindo para o professor ensinar conceitos antes de a criança começar a jogar (seção 4.1.2.2, RNF9);
- **Cena 3:** Implementação do nível 2 que permite a realização da completude da primeira pirâmide ecológica marinha;
- **Cena 4:** Menu que permite ao utilizador escolher se quer realizar mais uma cadeia alimentar;
- **Cena 5:** Implementação do nível 1 da segunda cadeia alimentar;
- **Cena 6:** Implementação do nível 2 da segunda cadeia alimentar;
- **Cena 7:** Menu que permite ao utilizador efetuar a escolha de jogar novamente ou terminar o jogo.

III.2. Importação de Assets

Para a construção das cenas é necessário a importação de *assets*. Grande parte do desenvolvimento de um jogo relaciona-se com a utilização e manipulação de *assets* que normalmente são desenvolvidos em ferramentas externas, especializadas na construção de cada um dos tipos.

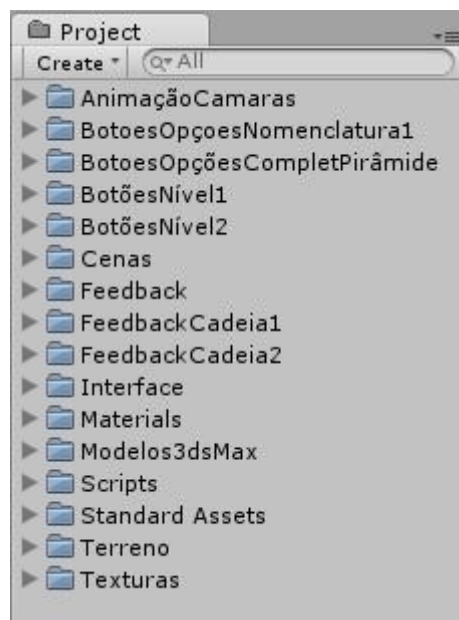


Figura 22: Assets utilizados para a realização do projeto organizadas por pastas, de acordo com o conteúdo.

Visualizando a figura 22, verifica-se que para o desenvolvimento do projeto, importou-se todos os modelos/animações 3D descritas na seção 4.6.1.1., suas correspondentes texturas e as imagens 2D realizadas no

Photoshop para a construção da GUI, que constituem no global a construção da interface necessária para elaboração do projeto. Todos estes *assets* vão sendo importados conforme são necessários e até podem ser modificados ao longo do desenvolvimento do jogo.

III.3. Definição do terreno

O unity3D possui um editor de terreno (figura 23) que permite criar terrenos complexos de uma forma rápida e fácil. Esta ferramenta foi ideal para este projeto porque permite ter terrenos muito interessantes e realistas sem perder muito tempo a realizá-los em modeladores externos.

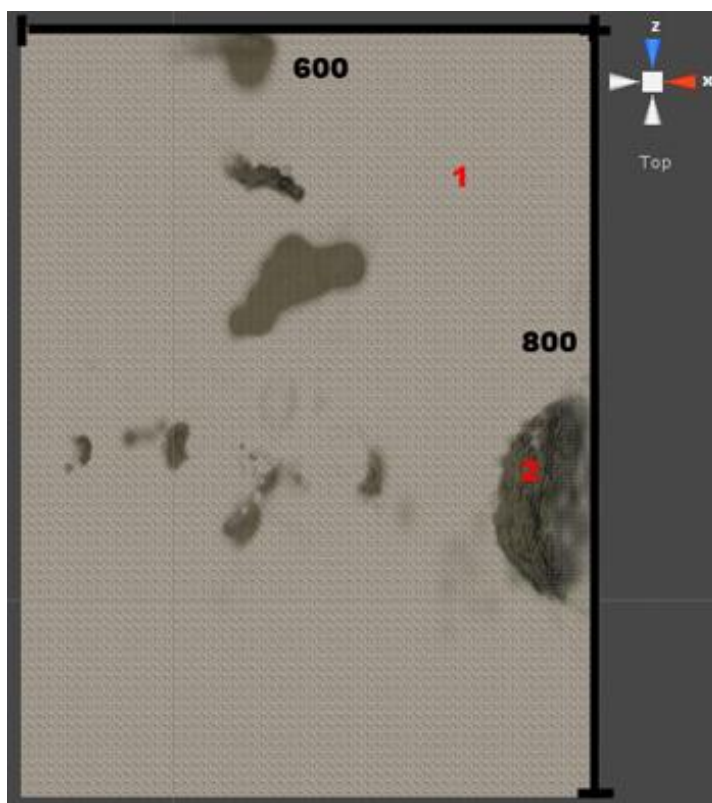


Figura 23: Terreno com dimensão de 600X800 com duas texturas aplicadas para simular o fundo do mar, uma de areia e outra de rocha.

Visualizando a figura 23, verifica-se que utilizando a ferramenta descrita anteriormente foi construído um terreno de dimensões de 600x800 e manipulou-se algumas zonas do terreno, a fim de criar elevações para simular rochas (figura 23, ponto 2). Este ainda permitiu a aplicação de diferentes texturas nas zonas pretendidas o que foi ótimo para aplicar a textura de rochas

nas zonas de maior elevação (figura 23, ponto 2) e areia nas restantes (figura 23, ponto 1).

III.4. Definição *Skybox*

Para criar um ambiente com maior realismo, há a necessidade de criar um céu para o ambiente (*skyboxes*), a fim de dar a sensação de profundidade e realismo do ambiente. O *skybox* é constituído, basicamente por um cubo gigante que rodeia todos os objetos pertencentes a um cenário virtual. O unity3D permite a criação de *shaders* que são constituídos por um conjunto de seis texturas que forma uma caixa, cada uma para uma direção primária, ou seja, +/-X (figura 24, ponto 1), +/-Y (figura 24, ponto 2) e +/-Z (figura 24, ponto 3). Para este projeto foi útil a criação de um *shader* para definir o fundo do mar e visto que todas as cenas possuem o mesmo ambiente, foi uma grande vantagem a possibilidade de configurar um *skybox* podendo ser partilhado com todas as câmaras.



Figura 24: Configuração do *shader* para criação do *skybox* para o ambiente do fundo marinho.

Ao visualizar a figura 24, verifica-se que foi associado uma imagem para cada direção, onde apenas uma imagem é diferente, sendo a textura da areia relacionada para o chão.



Figura 25: *Skybox* aplicado na cena com a utilização do *shader*

A figura 25 mostra o efeito criado com a utilização de um *shader* para criar um ambiente mais realista do fundo do mar.

III.5. Câmaras

Para a visualização de todos os efeitos criados é necessário a utilização de pelo menos uma câmara por cena. Estas são os olhos do jogo, tudo o que será visualizado na execução do jogo é através de uma ou mais câmaras e são através delas que são determinados quais os objetos que devem aparecer na tela e como devem ocorrer. Uma câmara é apenas um objeto do jogo (*gameobject*) com uma componente da câmara associada, permitindo que sejam posicionadas em qualquer espaço, possuindo uma direção e um campo de visão. Uma cena pode ter várias câmaras associadas a vários objetos e ao selecionar cada câmara é possível verificar uma pré-visualização da mesma (figura 26).

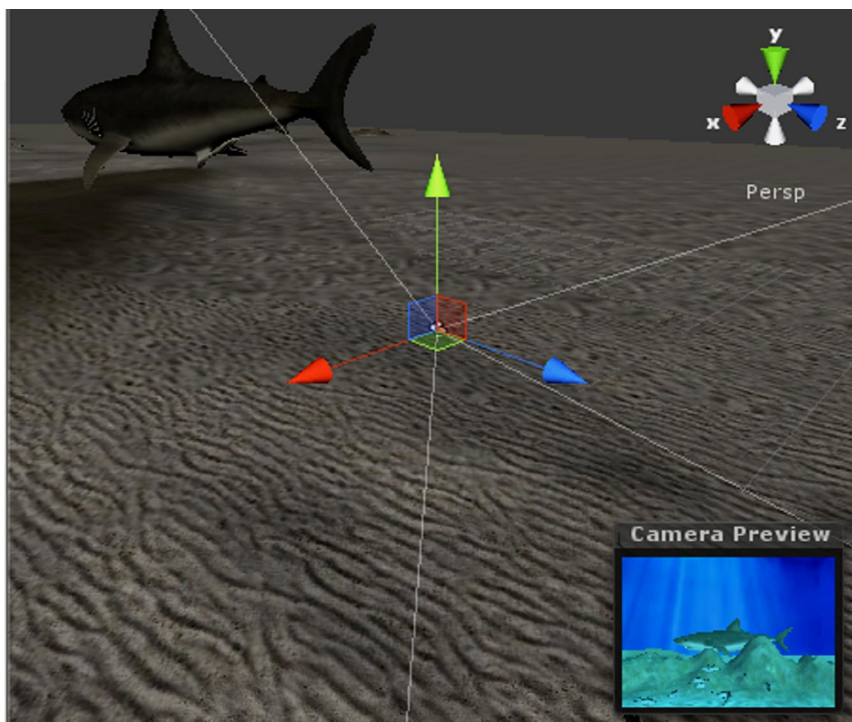


Figura 26: Câmera aplicada na cena 5 e sua correspondente pré-visualização

A figura anterior mostra um exemplo da colocação da câmera de modo a permitir o utilizador a visualização da animação do tubarão. Para a concretização dos requisitos funcionais 1 e 12 definidos na seção 4.1.1., necessitou-se de várias câmaras para permitir ao utilizador a visualização do d os elementos constituintes da cadeia alimentar e suas interações.

Estas ainda possuem a possibilidade de ser animadas (figura 27), o que se tornou uma mais-valia na execução do jogo, pois permitiu tornar mais dinâmico a visualização de alguns elementos do jogo.

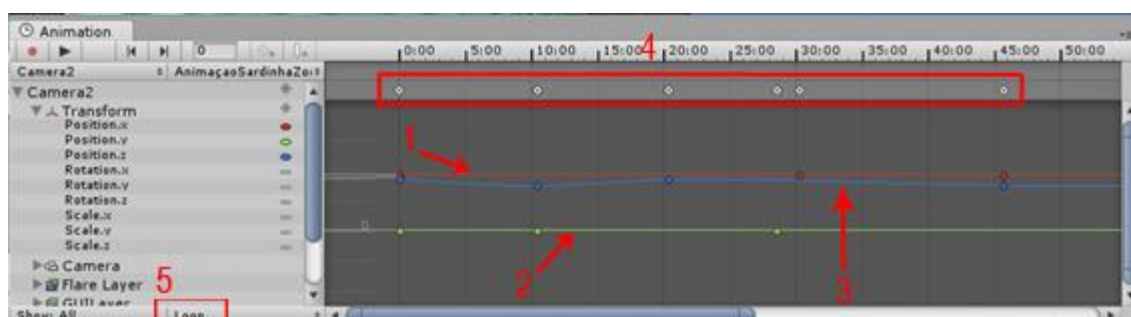


Figura 27: Janela de animação da câmera 2 que demonstra as keyframes utilizadas para a realização da mesma.

Visualizando a figura 27, verifica-se que existem três linhas, sendo que a linha vermelha mostra a animação da posição x (figura 27, ponto 1), a linha azul a posição z (figura 27, ponto 3) e a linha verde a posição y (figura 27,

ponto 2). Para criar a animação é necessário definir conjuntos de posições que engloba uma chave inicial e uma final que ao reproduzir gera toda a animação criada (figura 27, ponto 4). As linhas traçadas podem ser manipuladas nas *keyframes* para fazer com que as animações tenham movimentos suaves. Portanto quanto maior a curva de animação mais brusca será a animação. Pode-se ainda definir ciclos para as animações (figura 27, ponto 5), criando para este caso um *loop* que faz com que a animação seja sempre repetida.

III.6. Luzes

Para tornar o ambiente e os objetos ainda mais realistas é necessário a utilização de luzes. O unity3D permite a utilização de três tipos de luzes, as *spotligh*, *directional light* e *pointlight*.

As *spotlight* são luzes que apenas brilham em uma direção, tal como pode ser visualizado na figura seguinte.

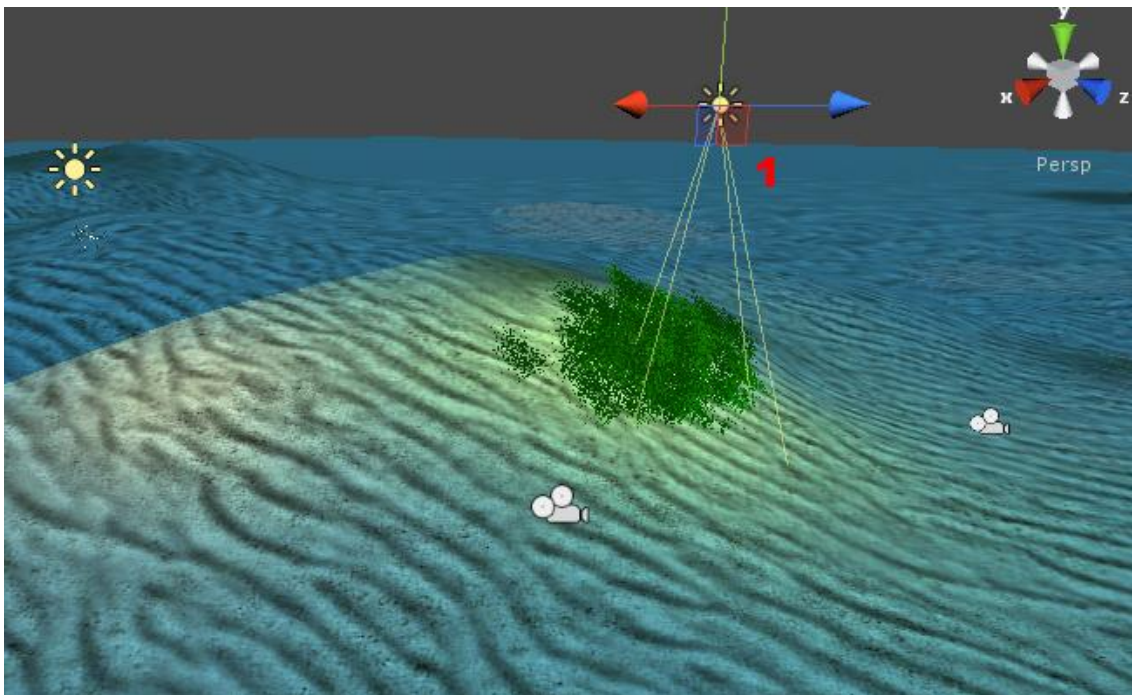


Figura 28: Colocação de uma *spotlight* para dar iluminação ao fitoplâncton

Observando a figura 28, é possível verificar a vantagem da utilização de uma *spotlight*, tornando o objeto mais perceptível e com mais brilho, fazendo com que fique mais próximo da realidade.

A *directional light* simula uma luz distante que aponta para a cena a partir de um certo ponto. Estas luzes quando são aplicadas servem para dar luz a todo o ambiente, podendo colocar a cor pretendida, de acordo com o efeito que queremos dar (figura 29).

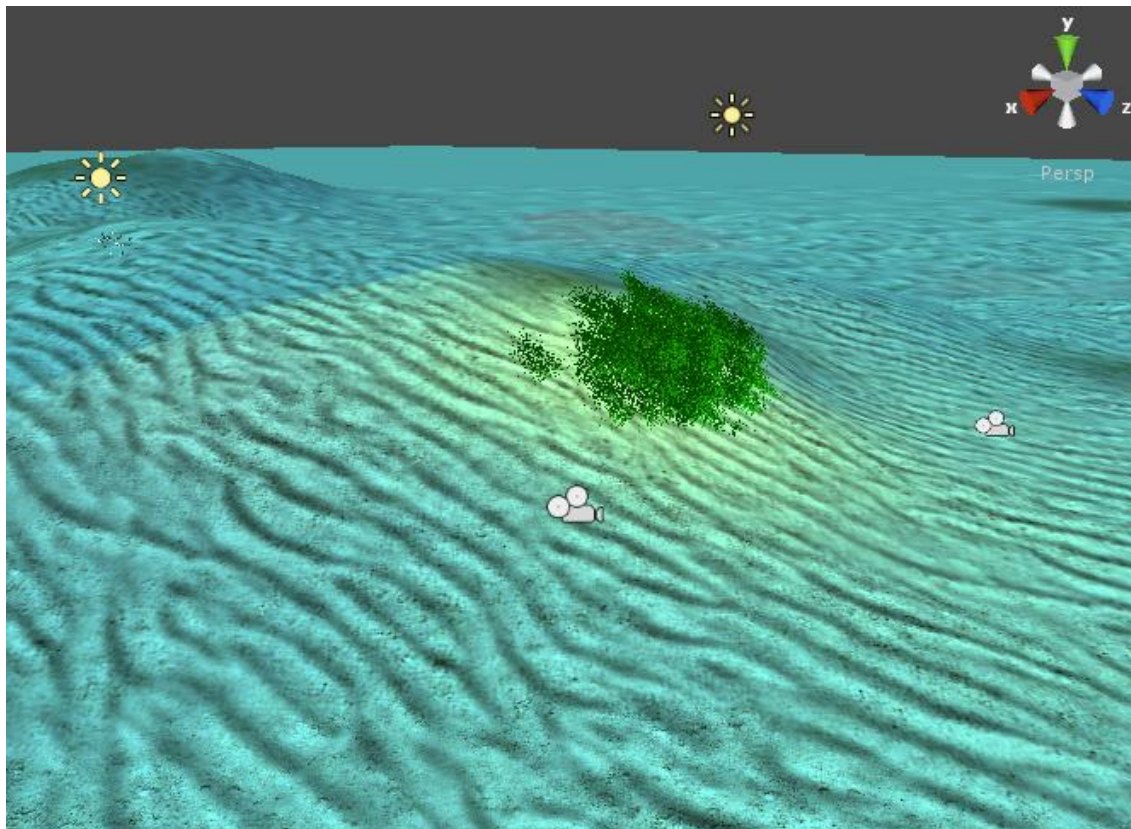


Figura 29: *Directional light* direcionada para o terreno

Nesta figura, verifica-se que o ambiente se encontra mais iluminado do que o anterior, derivado à colocação da *directional light*.

Por fim, as *pointlight* são as mais utilizadas para iluminar um objeto e emitem luz em todas as direções. Estas luzes podem ser colocadas conforme necessário e é possível modificar as cores, intensidade e alcance das mesmas.

III.7. Interface Gráfica do Utilizador

Numa cena é necessário ter botões e áreas para entrada e saída de dados. O Unity3D permite criá-los de uma forma gráfica, utilizando a *GUITexture* e *GUIText*. Após estar criada uma *GUITexture*, associa-se uma textura, permitindo definir as posições e medições da mesma e de modo semelhante é criado uma *GUIText* onde se introduz qual o texto que deve ser

visualizando, permitindo escolher a fonte, tamanho, material, estilo da fonte, entre outros.

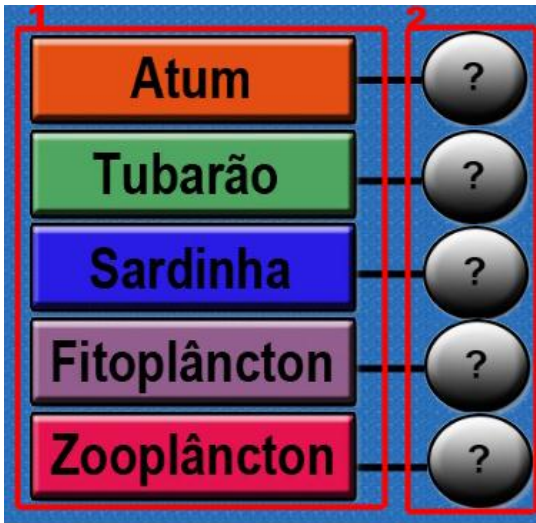


Figura 30: Botões da cena de nomenclatura da segunda cadeia alimentar.

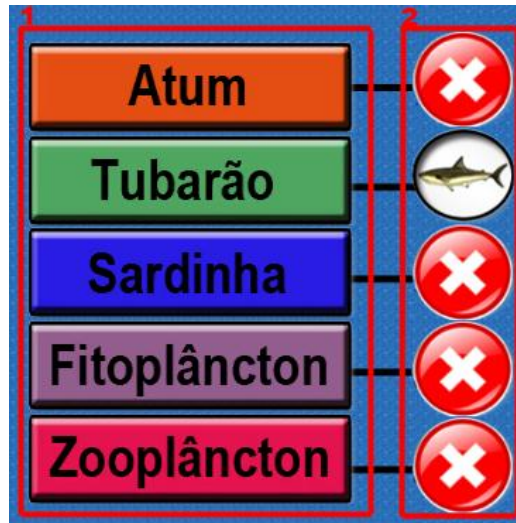


Figura 31: Feedback ao acertar uma resposta, mostra imagem do respetivo animal na certa.

Na figura 30, pode-se visualizar os botões da interface do utilizador que permitem o utilizador mudar de câmara (figura 30, ponto 1) ou aceder às opções existentes para efetuar a sua escolha (figura 30, ponto 2). Relativamente à imagem 31, pode-se visualizar um exemplo de quando o utilizador resolve a pirâmide e acerta apenas em uma. As opções erradas são mostradas visualmente (figura 31, ponto 1), através de uma imagem que elucida as opções erradas e para a opção certa é mostrado a foto do elemento (figura 31, ponto 2). Estes botões são realizados através de *GuiTextures* para definir o tamanho dos botões e através desta inserir a textura realizada no Photoshop e *GuiText* para criar os nomes que aparecem nos botões. Todos a interface ao longo dos níveis, como os botões foram realizados desta forma.

O Unity3D permite ainda a construção de textos 3D (*texto mesh*) que podem servir para criar legendas (*label*). Isto foi muito importante para conseguir concretizar o requisito definido na seção 4.1.1 (RF15).

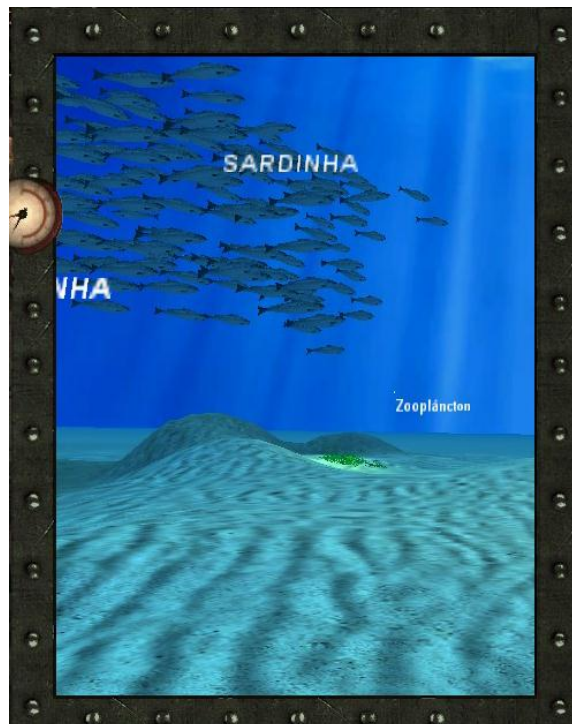


Figura 32: Captação da cena 6, onde mostra a legenda do zooplâncton e da sardinha.

A figura 32 demonstra a criação de um texto 3D que está associado a animações. Estes possuem parâmetros relativamente equivalentes a um *GUIText*, mas visto que é para estarem associados a uma animação os *3D text* funcionam melhor, permitindo uma melhor visualização ao utilizador.

III.8. Scripts

Tudo o que foi descrito anteriormente descreve, em geral, tudo que é necessário para criar uma cena. Contudo, sem a utilização de scripts é impossível desenvolver toda a mecânica do jogo. O Unity 3D possui um sistema de scripting abrangente e flexível e são executados através do MonoDevelop (MonoDevelop - MonoDevelop,+2011.), uma implementação de código aberto para o sistema .Net. Esta biblioteca permite que os *scripts* sejam implementados em *javascript*, *C#* ou *Boo* (extensão de Python), não existindo qualquer penalização por se optar por programar em uma ou outra linguagem, inclusive é possível utilizar mais do que uma linguagem em um mesmo. A

linguagem utilizada para programar foi *javascript*, por existir imensos recursos e tutoriais que utilizavam a mesma.

Ora, para permitir a interação dos botões criados anteriormente (figura 30 e 31), assim como permitir a associação dos nomes às animações (figura 32) é necessário criar *scripts* conectados ao objeto de jogo (*gameobject*) que implementam estas funcionalidades. Foi necessário a criação de *scripts* para permitir a interação dos botões de toda a interface assim como os respetivos direcionamentos, criação de toda a mecânica do jogo, a velocidade para as animações, e a elaboração de mudança de cores para os textos 3D.

Seguidamente estão descritos os *scripts* mais relevantes na elaboração do jogo e encontram-se no anexo I.

- **SelecionarCâmara.js:** Associado aos botões que permitem a visualização das animações 3D, este *script* ativa a respetiva câmara e as informações derivadas desse nível trófico ou elemento, isto é, neste *script* encontra-se programado o menu informativo, mostrando as respetivas mensagens do modelo 3D ou das interações a ser visualizado. Quando não está selecionado nenhum botão, por defeito no menu informativo é mostrado as instruções do jogo;
- **MecânicaJogo.js:** Neste *script* encontra-se toda a mecânica do jogo programada na cena 1,2, 5 e 6, desde o feedback, a visualização das escolhas existentes para resolução da nomenclatura e completude pirâmide. Também é neste *script* que se encontra programado o aparecimento dos textos associados quando o utilizador acerta na resposta, isto para o nível 1 e a mudança de cor para o caso do nível 2.

É de realçar que todos os *scripts* descritos anteriormente tiveram de ser adaptados para associar a cada *GameObject*, dependendo do seu direcionamento ou funcionalidade.

3.7. Iterações do Projeto

Nesta seção descreve-se as duas iterações realizadas com as responsáveis do Museu da Baleia ao longo do desenvolvimento do projeto de modo a ir de encontro às necessidades das crianças com trissomia 21. Por fim, a apresentação a versão final do projeto.

3.7.1. Iteração 1

Inicialmente começou-se com a criação do protótipo correspondente à completude da pirâmide, visto ser o mais complexo e de acordo com os requisitos definidos inicialmente, gerou-se o seguinte protótipo (figura 33).

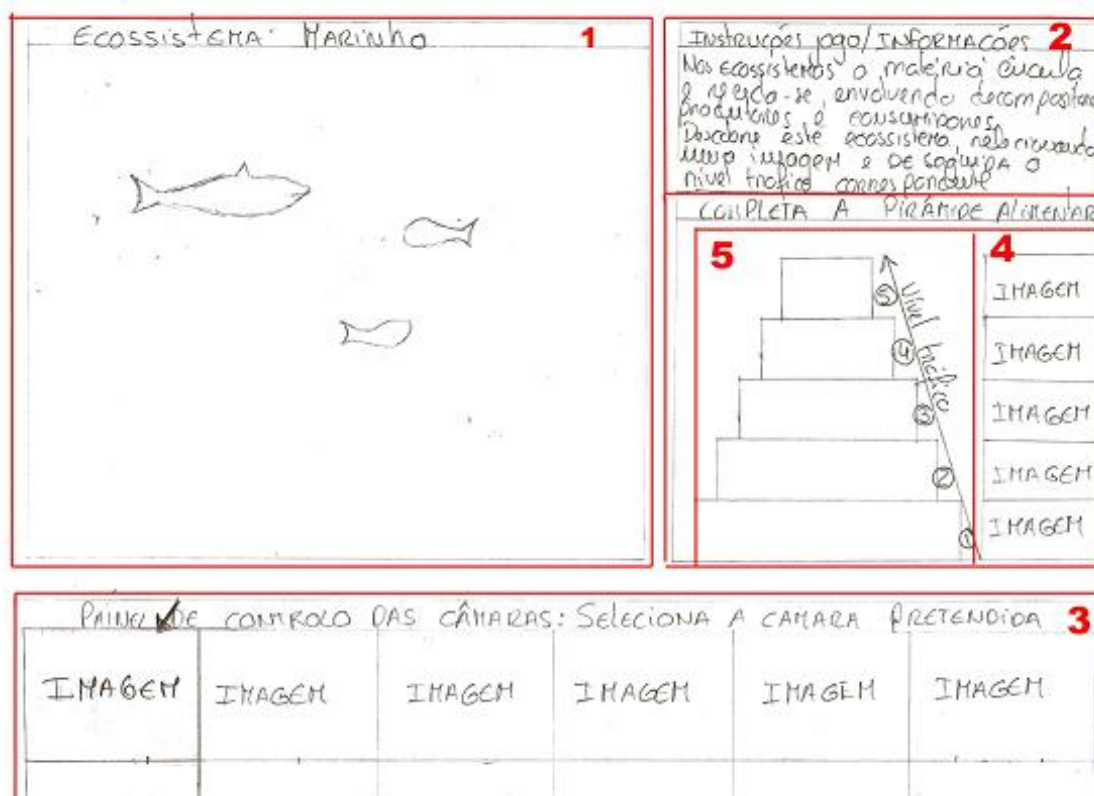


Figura 33: Protótipo de baixa fidelidade inicial correspondente ao nível 2 (completude da pirâmide)

Considerando a figura 33, verifica-se que no lado esquerdo superior (ponto 1) é onde deverão estar colocadas as animações das interações entre os diferentes níveis tróficos. Para a visualização destas é necessário selecionar uma câmara do painel de controlo (ponto 3) e ao selecionar a câmara,

aparecerá informações relativamente a esse nível trófico no ponto 2 da figura. Quando não estiver selecionada nenhuma câmara as informações anteriores serão atualizadas para as instruções do jogo. Para o utilizador completar a pirâmide, deverá associar as imagens da direita (ponto 4) com as camadas existentes na pirâmide ecológica (ponto 5) e à medida que for realizado, irá ser dado feedback visual através de cores e informações. Portanto, o utilizador ao selecionar uma imagem ativa as camadas da pirâmide, ficando o sistema à espera da seleção de uma das suas camadas. Decidiu-se a resolução a pirâmide desta forma, visto que esta aplicação será adaptada para o quadro interativo e computadores *touchscreen*, não funcionaria bem se fosse feita através de *drag and drop*.

Após realizar uma análise do protótipo, verificou-se que as imagens que se encontram ao lado da pirâmide que deverão ser associadas com os níveis, poderão trazer alguma confusão à criança com trissomia 21, pois poderá confundir estas imagens com as dos botões das câmaras, não sendo intuitivo qual deve associar. Outra verificação realizada é que a zona de resolução do jogo é demasiado pequena, necessitando de mais espaço, visto que é a parte onde será resolvido a pirâmide. Por fim, a informação existente na pirâmide poderá ser demasiado reduzida, devendo ser colocada dentro das camadas da mesma para se tornar mais perceptível. Tendo em conta as problemáticas existentes no protótipo anterior, redesenhou-se, criando o da figura 34.

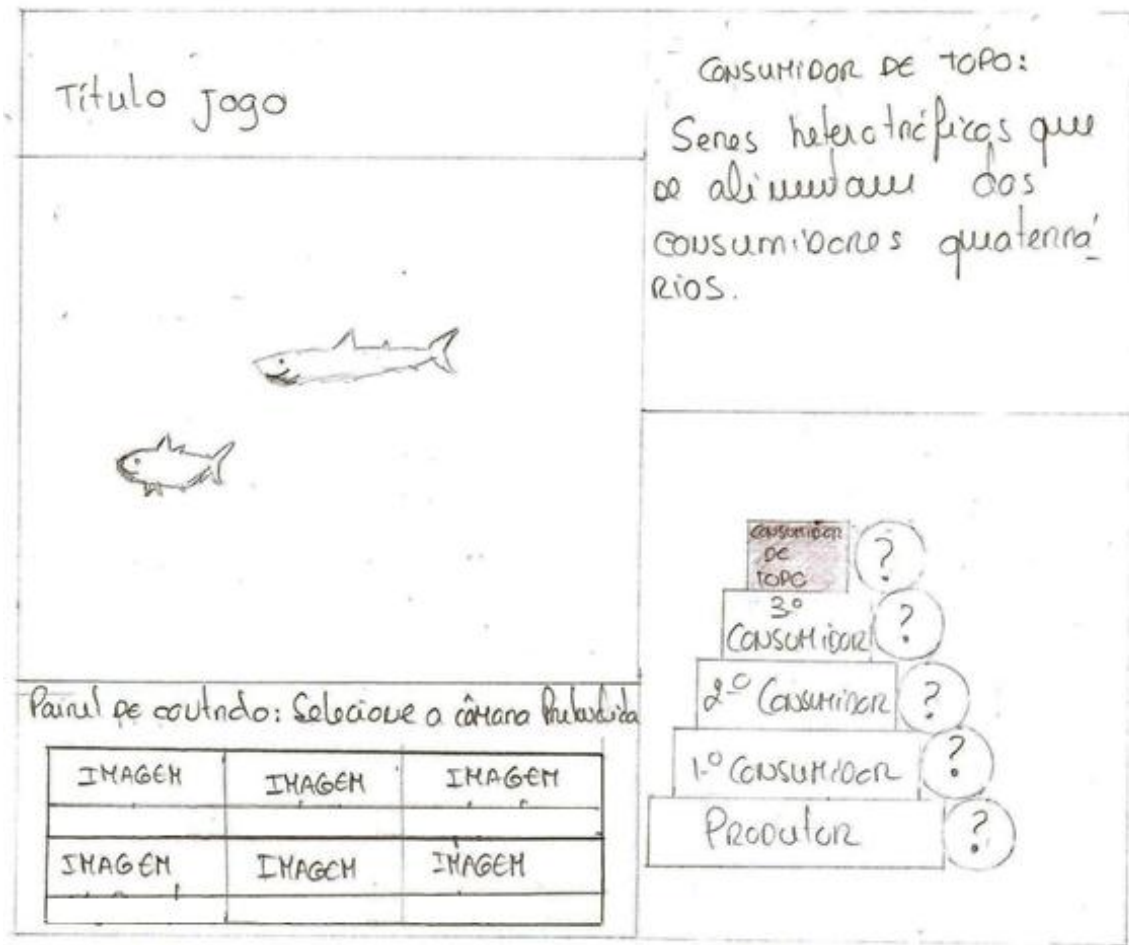


Figura 34: Protótipo de baixa fidelidade realizado em papel.

Na figura 34, pode-se visualizar o protótipo de baixa fidelidade realizado em papel, onde já se pode observar as alterações relativas ao protótipo inicial (figura 33). Após a realização deste protótipo, começou-se com a implementação do mesmo no Unity3D (figura 35).



Figura 35: Implementação no Unity3D do protótipo da figura 34.

Na figura 35 é possível visualizar que a interface já está minimamente realizada, tendo sido definido a temática do submarino para a realização da mesma, visto se tratar de um projeto para o contexto do Museu da Baleia. Esta primeira implementação foi realizada de acordo com o protótipo desenhado anteriormente (figura 34). A implementação já possui os botões colocados que permite a visualização das animações 3D. O utilizador ao selecionar um botão das câmaras (figura 34, ponto 1) ativa as camadas da pirâmide ecológica. Assim apenas é necessário, selecionar em que camada este se deve selecionar (figura 34, ponto 2). A cor das camadas da pirâmide inicialmente são vermelhas, fazendo com que quando a associação estiver correta, a cor passe para verde (figura 36, ponto 1) e no correspondente ponto de interrogação fique a imagem (figura 36, ponto 2).

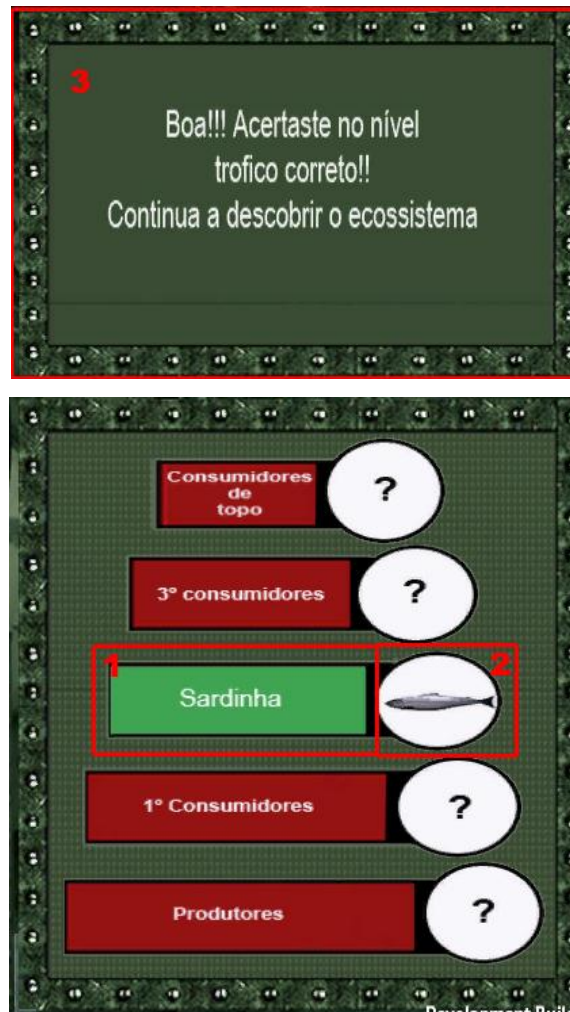


Figura 36: Feedback ocorrido quando a opção escolhida é a correta.

Na figura 36, pode-se observar o feedback dado quando é selecionado a câmara da sardinha e efetua-se a escolha da camada correta, pois passa de vermelho para verde (figura 36, ponto 1), permitindo a criança ter a noção do seu desempenho nessa escolha. Para melhor facilitar a percepção da mesma, altera-se o ponto de interrogação correspondente à camada para a imagem do elemento, neste caso, a sardinha (figura 36, ponto 2). Ao mesmo tempo que é dado este feedback, é também mostrado uma informação positiva (figura 36, ponto 3), incentivando a criança a continuar a sua interação e resolução da mesma. Os textos da camada também já são mais informativos do que os pretendidos do protótipo inicial.

Voltou-se a analisar a implementação realizada e verificou-se que existia pouca organização na interface e que continuava a não ser intuitivo, pois visto que o objetivo era utilizar este jogo para crianças com necessidades especiais, a ocorrência de dois espaços distintos de interação poderia não ser claro.

Verificou-se que era pouco perceptível e que a criança, mesmo com instruções repetitivas, deveria primeiramente selecionar a câmara e a sua posterior associação com a camada seria de acordo com a seleção anterior. Embora pudesse existir informações que auxiliassem a criança a efetuar esta sequência correta, poderia não ser de simples compreensão para a mesma.

Para a resolução dos problemas anteriores, criou-se um novo protótipo (figura 37) e modificou-se posteriormente a implementação no Unity3D (figura 38).

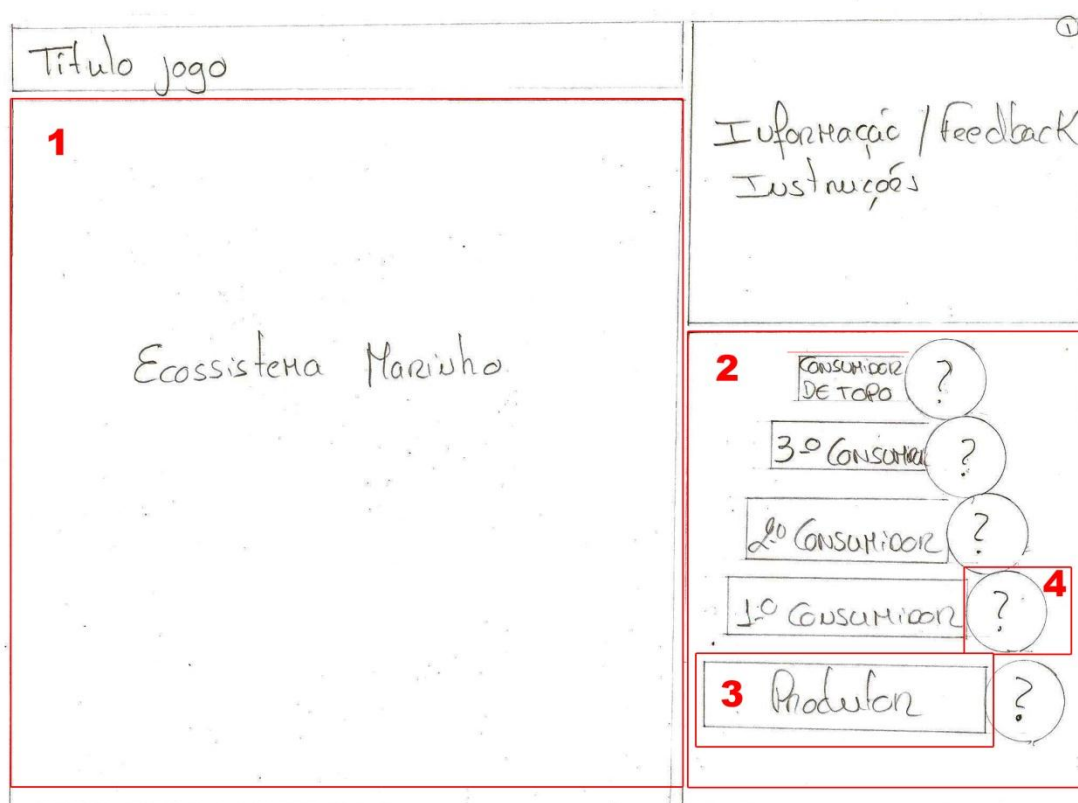


Figura 37: Protótipo de baixa fidelidade realizado em papel, apenas com uma zona que permite a interação do utilizador.

Desenhou-se este protótipo com base nas problemáticas existentes anteriormente. Verifica-se que a interface está melhor organizada, pois existe agora apenas um espaço de interação (figura 37, ponto 2), fazendo com que seja mais intuitivo e perceptível onde o utilizador interagir. Para visualizar as interações entre os animais, basta selecionar em cada camada da pirâmide para ativar a respetiva câmara (figura 37, ponto 3). Para completar a pirâmide o utilizador deverá selecionar o ponto de interrogação (ponto 37, ponto 4),

fazendo com que apareça uma nova janela para o utilizador seleccionar, entre as opções, a imagem correta da camada (figura 38).

Escolhe a opção correta

IMAGEM ATUM	IMAGEM ZOOPLÂNCTON	IMAGEM TUBARÃO	IMAGEM Fitoplâncton	IMAGEM SARDINHA
ATUM	ZOOPLÂNCTON	TUBARÃO	Fitoplâncton	SARDINHA

Figura 38: Menu de opções existentes quando o utilizador seleciona o ponto 4 da figura 37.

A figura 38 mostra uma janela que aparecerá quando o utilizador selecionar os pontos de interrogação (figura 37, ponto 4), permitindo ao utilizador selecionar uma opção para a camada correspondente. Seguidamente é possível visualizar como ficou este protótipo implementado no Unity3D com o menu de opções (figura 39).

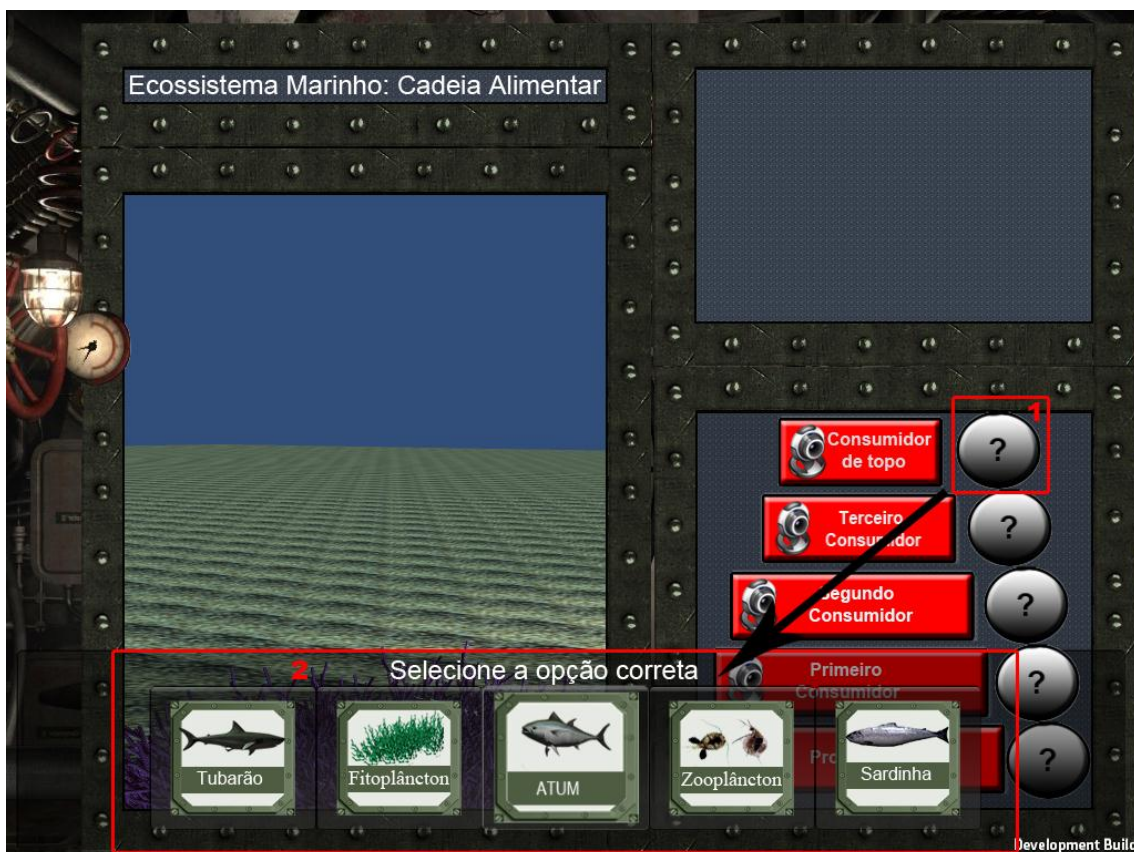


Figura 39: Implementação no Unity3D do protótipo da figura 37 e 38.

Ao visualizar a figura 39, verifica-se que o utilizador ao selecionar os pontos de interrogação (figura 39, ponto 1) é possibilitado a visualização das

opções existentes (figura 39, ponto 2). Em qualquer que seja o ponto de interrogação selecionado, quando efetuar a seleção no menu de opções, essa opção ficará guardada de acordo com o nível trófico correspondente ao ponto de interrogação escolhido.

Ao realizar estes desenhos e implementações e de acordo com todo o estudo realizado no estado de arte, decidiu-se realizar mais um nível (anterior a este), o de nomeação. Este nível visa facilitar a compreensão da tarefa por parte da criança na posterior completude da pirâmide, fazendo com que seja possível realizar a nomenclatura dos elementos constituintes da cadeia alimentar antes de realizar o nível seguinte, onde irá existir interações entre os mesmos. O objetivo com a realização deste nível é fazer com que os conceitos sejam aprendidos parcialmente, ou seja, primeiro conhece com que elementos da cadeia alimentar está a tratar e posteriormente realiza a completude da pirâmide. Assim definiu-se os requisitos funcionais (seção 3.1.1) a desenvolver e criou-se o seguinte protótipo (figura 40):

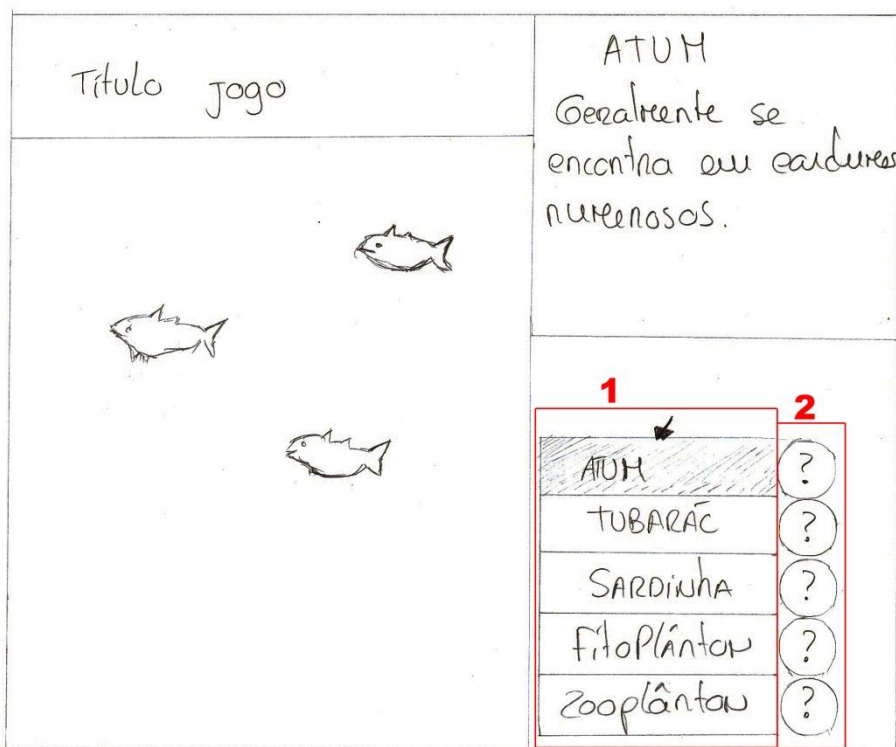


Figura 40: Protótipo de baixa fidelidade realizado em papel do nível de nomeação.

A funcionalidade deste protótipo é equivalente ao do protótipo da figura 37. Portanto, existirão camadas com os nomes dos elementos das cadeias alimentares (figura 40, ponto 1) e ao lado de cada camada existem os botões

redondos que permitem ao utilizador aceder à escolha das opções (figura 40, ponto 2). Ao seleccionar no atum, como ilustrado na figura 40, as informações são apresentadas no menu informativo.

Após ter os dois protótipos implementados no Unity3D (figura 35, 39) e ter o protótipo da nomeação realizado, marcou-se uma reunião com a professora responsável do museu da baleia na Universidade da Madeira. Nessa reunião foram apresentadas as duas implementações anteriores e explicado, a fim de verificar qual será o melhor dentro do contexto, o seu funcionamento e ainda apresentou-se o protótipo para o nível 1 de nomeação, a fim de tirar algumas conclusões. Em consequência desta reunião, ficou decidido que a implementação seguiria o percurso da implementação da figura 39, pois era muito mais vantajoso para a criança ter a interface organizada e ter um maior espaço para visualizar as simulações 3D. Relativamente à introdução do novo nível a responsável achou uma ideia interessante e que poderia ser muito útil visto que o público-alvo são crianças com necessidades. Devido à necessidade de criação deste novo nível que antecede ao nível da completude da pirâmide, a responsável do museu da baleia pediu que existisse a realização de um nível introdutório ao nível de nomenclatura e ao nível da completude da pirâmide, visto que este jogo é para ser apresentado pelas professoras. O objetivo destes níveis introdutórios é fazer com que a criança antes de iniciar o nível entenda o conceito geral que é pretendido passar e será apenas necessário existir um animal com o seu respetivo nome por baixo, e na segunda introdução uma pirâmide que exemplifique facilmente o conceito de cadeia alimentar que irá ser passado posteriormente.

Ainda na mesma reunião, tentou-se verificar se existiriam algumas sugestões ou críticas pela parte da responsável do museu da baleia, sobre a interface do utilizador, a representação dos animais ou funcionalidades. Em relação à interface do utilizador, a responsável achou a cor no geral escura e que a pirâmide deverá ter a estrutura de uma pirâmide real, sem a existência dos botões quadrados, como está representado anteriormente. O menu de opções deveria estar num fundo opaco, para não confundir a criança com os outros botões do lado (figura 39, ponto 2). Para facilitar a diferenciação dos níveis tróficos, devem ser utilizadas cores diferentes, sendo o verde obrigatoriamente correspondente ao primeiro nível trófico, para associar o

verde a produtores e a última camada deverá ser representada pela cor vermelha, ficando mais simples de perceber que é o maior predador da pirâmide alimentar. A cor para as restantes camadas torna-se indiferente. As informações situadas nas camadas da pirâmide devem ser mais simples, tendo sido sugerido a colocação de números que correspondem aos níveis tróficos, invés da utilização de palavras.

Após a análise das conclusões e recomendações provenientes da reunião com a responsável do Museu da Baleia, verificou-se a necessidade de alteração da forma como o feedback era dado anteriormente, pois como a cor das pirâmides deixariam de ser vermelhas, não faria sentido a utilização de cores como forma de feedback. Após uma análise, decidiu-se que apenas existirá feedback quando todas as escolhas estiverem completas e quando o utilizador confirmá-las. Isto trouxe a necessidade de criação de novos requisitos (seção 3.1.1), onde o utilizador poder ao confirmar, visualizar o seu feedback e, caso não confirme, apagar todas as escolhas realizadas anteriormente.

3.7.2. Iteração 2

Nesta segunda iteração foram implementadas todas as sugestões anteriores, assim como todos os requisitos definidos. Já ficou implementada a primeira cadeia alimentar e a segunda cadeia alimentar (seção 2.2.3) que pode ser visualizada seguidamente, assim como o resultado de todas as alterações. Na figura 40 é possível visualizar o nível introdutório ao nível da nomeação. Neste nível são mostradas imagens associadas com o seu nome para existir uma breve explicação do conteúdo por parte das professoras às crianças.



Figura 41: Nível introdutório ao nível da nomeação

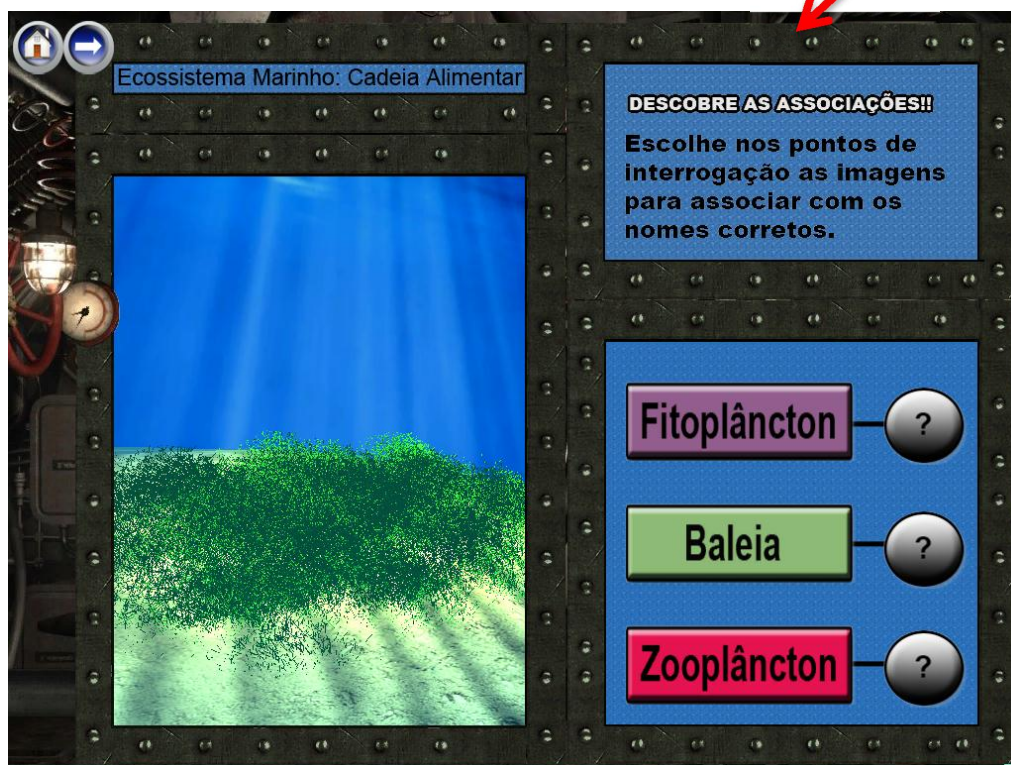


Figura 42: Nível de nomeação (1) relativo à primeira cadeia alimentar.

Após selecionar o direcionamento (figura 41, ponto 1), é possível a visualização do primeiro nível do jogo (figura 42) relativo à primeira cadeia alimentar. Visto que não está selecionado nenhum botão das câmaras, são

dadas instruções sobre como jogar. Ao selecionar a câmara dos elementos da cadeia alimentar, aparecerá informações sobre a mesma. As cores do título informativo correspondem às cores das camadas de cada um (figura 43).



Figura 43: Texto informativo relativos à primeira cadeia alimentar, no nível de nomeação.

Quando é selecionado um dos pontos de interrogação da figura 42, é possível aceder às opções existentes, sendo mostrada a seguinte janela (figura 44).



Figura 44: Menu de opções de escolha para completar a nomeação da primeira cadeia alimentar.

Nesta janela (figura 44) é permitido ao utilizador a escolha de uma imagem para associar ao nome do animal e respetiva visualização 3D. Após todas as opções estarem preenchidas é permitido ao utilizador confirmar ou eliminar todas as suas escolhas (figura 45).



Figura 45: Janela de confirmação do utilizador.

Na figura 45 está a janela de confirmação, caso o utilizador pretenda confirmar, o feedback dado é o da figura seguinte (figura 46).

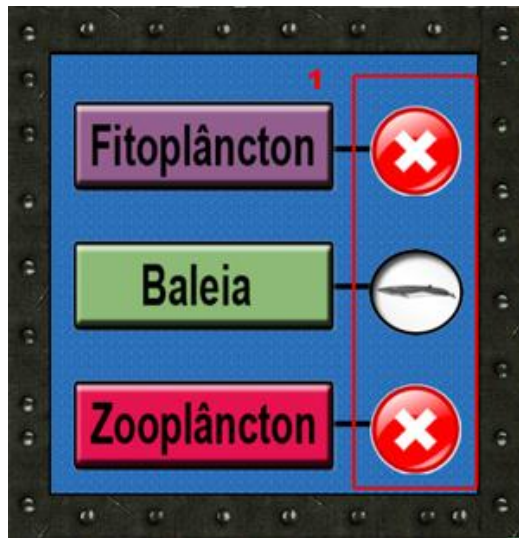


Figura 46: Feedback ao utilizador quando possui duas respostas erradas.

Após todas as respostas estarem certas o jogo passa para o nível introdutório seguinte (figura 47).



Figura 47: Nível introdutório ao nível da completude da pirâmide.

Este nível introdutório é estático, simplesmente tem o intuito de fazer com que as crianças ao olharem para a imagem entenda o conceito de uma cadeia alimentar. Após selecionar o direcionamento para a outra página, é introduzido o jogo para completar a pirâmide (figura 48).

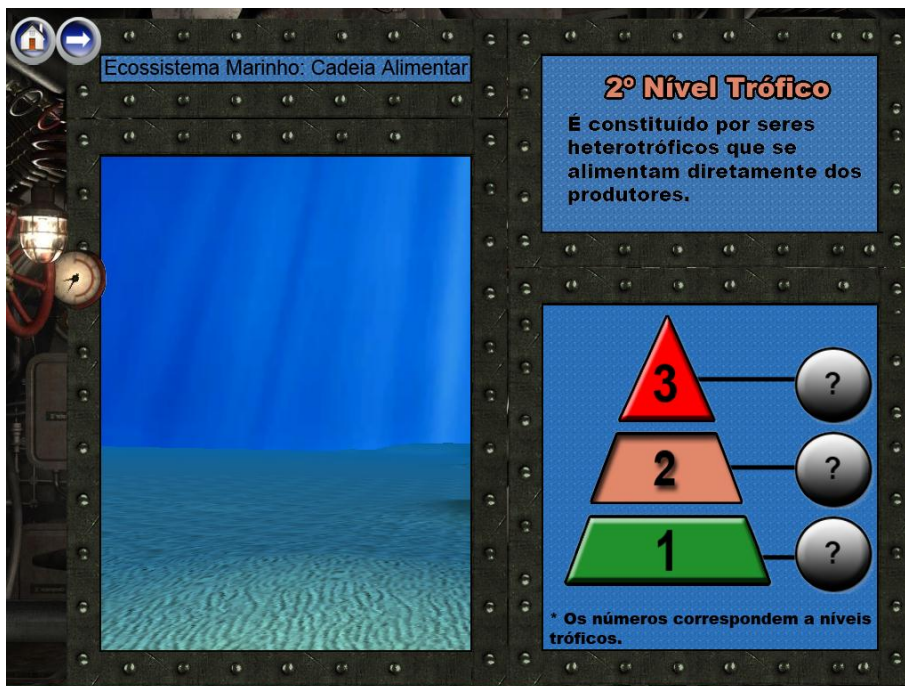


Figura 48: Nível 2 correspondente à completude da pirâmide.

Na figura 48 ao selecionar os pontos de interrogação aparece as opções de escolha exatamente como o da figura 44, apenas as imagens já contêm legenda.

Ao efetuar mais uma análise de toda a implementação, achou-se que poderia ser benéfico para as crianças a visualização de legenda nas animações 3D, conforme fossem ficando resolvidas as camadas. Portanto, definiu-se mais dois requisitos para a aplicação (seção 3.1.1) que descrevem que quando são confirmadas as opções a respectiva legenda surge associada à mesma (nível 1), enquanto no nível de completude da pirâmide (nível 2) essa legenda, ao confirmar as opções, passa para a cor da camada respectiva, caso acerte. Visto que foram acrescentados mais níveis, foi sugerido uma janela que permita à criança decidir se quer descobrir a segunda cadeia alimentar e da mesma forma decidir se após todo o jogo estar terminado, deseja jogar novamente.

Após as implementações anteriores e concretização das mudanças propostas pela iteração anterior, realizou-se uma nova reunião, desta vez no museu da baleia, com duas professoras do Museu da Baleia, para poder testar a aplicação no quadro interativo. Após uma apresentação da aplicação às duas professoras presentes, as responsáveis fizeram uma análise pormenorizada da aplicação, dando novamente umas sugestões. A nível da interface do utilizador e ambiente de animação 3D acharam que estava muito apelativo e que o ambiente marinho não estava confuso para a utilização das crianças portadoras de trissomia 21. Algumas sugestões realizadas foram a nível de terminologia, para se tornar cada vez mais simples. Também acharam que as animações do zooplâncton estavam demasiado pequenas, tornando-se pouco visíveis. Em relação ao feedback, acharam que a imagem que aparece quando está errada uma questão era perfeitamente visível e intuitiva, todavia estava a faltar o reforço positivo às crianças com a ajuda da utilização de *smiles*. Com esta reunião ainda concluiu-se que embora o quadro interativo possua mobilidade, o menu que permite a seleção das opções para os níveis estava demasiado situado na parte de baixo do quadro, sendo preferível colocá-la um pouco mais acima.

3.7.3. Versão final

Após todas as observações verificadas com a reunião com o museu da baleia, realizou-se as alterações que são correspondentes à versão final do projeto. Estas alterações são mostradas e brevemente explicadas seguidamente através de *screenshots* da aplicação.

Na figura seguinte visualiza-se o tipo de feedback dado, de acordo com as respostas acertadas (figura 51), utilizando *smiles*.



Figura 4849: Feedback para realização da cadeia alimentar 2, numerados de acordo com as respostas certas efetuadas.

Com a construção do feedback, criou-se um novo requisito funcional, fazendo com que seja garantida a leitura do feedback por parte da criança (seção 3.1). Visualizando a figura 48 verifica-se que é sempre dado um reforço positivo, mesmo que está não acerte em nenhuma resposta (ponto 1). Cada imagem corresponde ao feedback dado de acordo com o número de respostas corretas e de acordo que o número de respostas corretas, o tamanho do sorriso vai aumentando, para certificar que mesmo que a criança não saiba ler, consegue entender a mensagem. Esta janela de feedback aparece após a confirmação das respostas efetuadas e é direcionada para a página de jogo novamente, sendo possível verificar outro tipo de feedback visual (ver figura 50) através das imagens existentes nos pontos de interrogação.

A realização da legenda das animações e a posterior cor das mesmas pode ser visualizada seguidamente (figura 49 e 50).

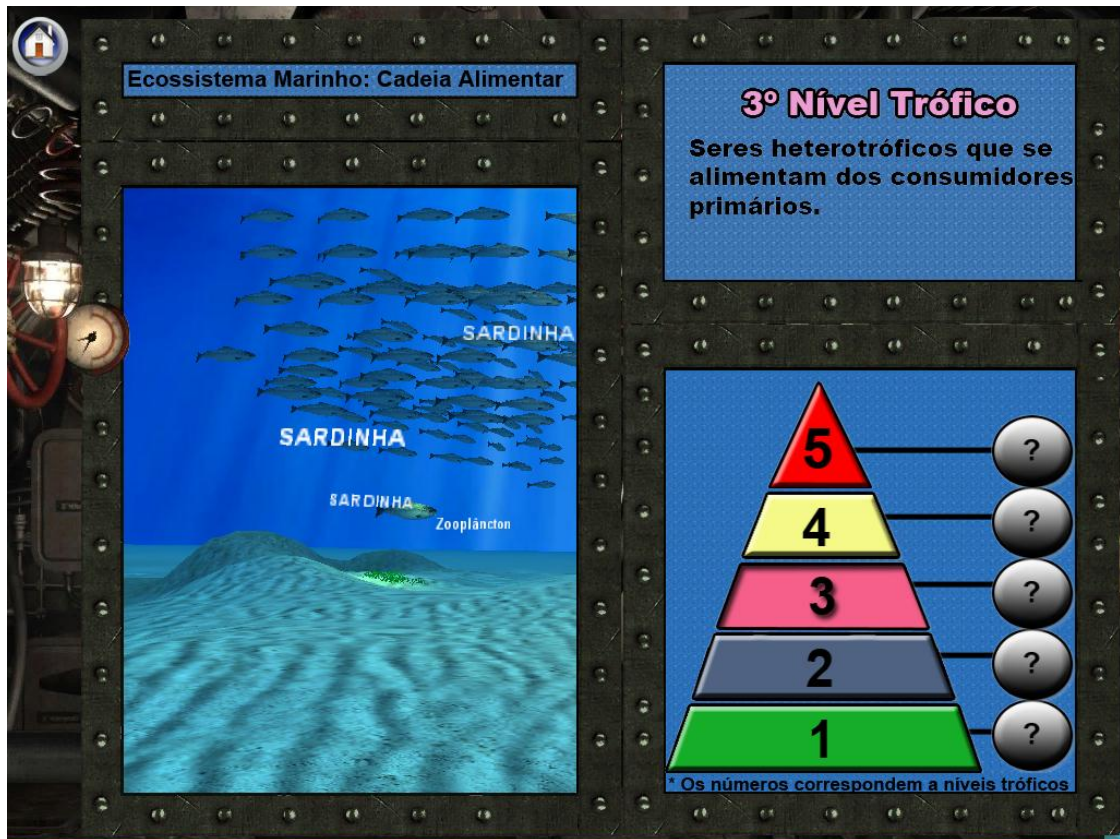


Figura 50: Nível 2 correspondente à completude da pirâmide, onde está a câmara do nível trófico 3 ativo e pode-se observar as animações com legenda.

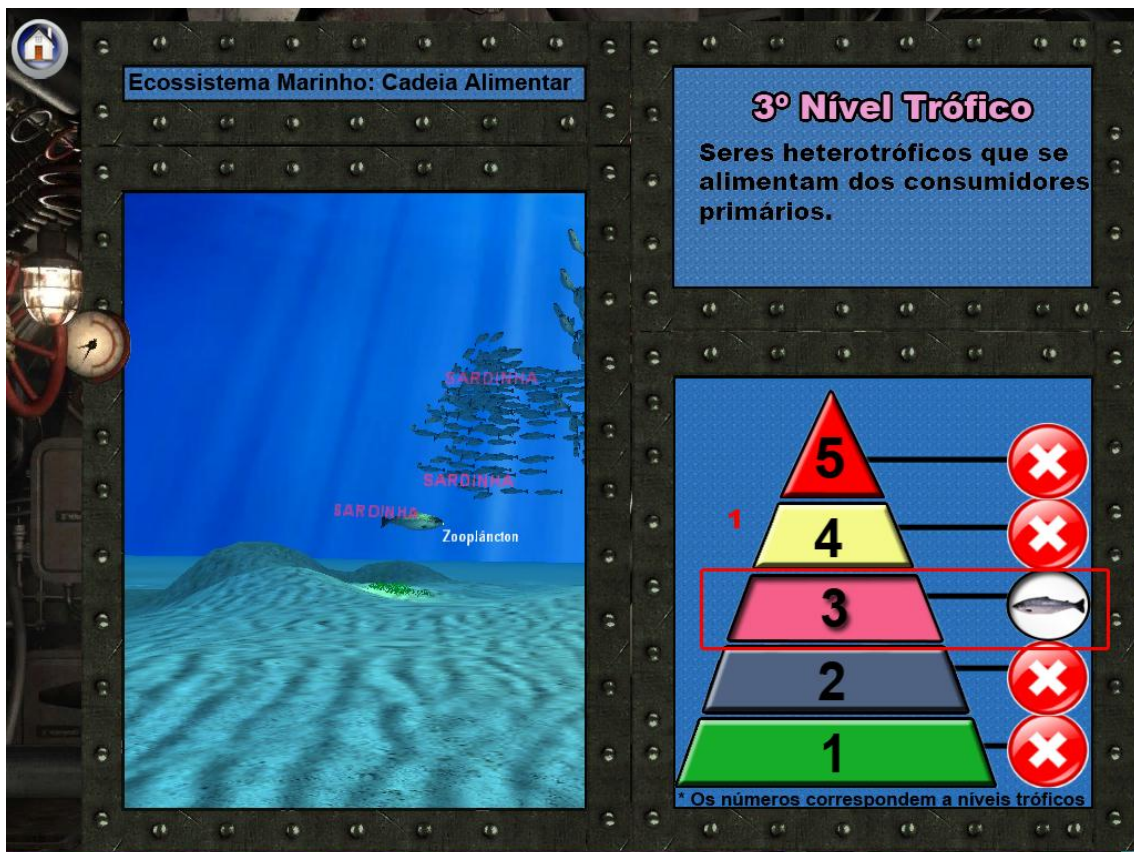


Figura 51: Legenda das animações da sardinha com cor equivalente à da sua camada.

Na figura 50 pode-se verificar que as legendas das animações já estão associadas às animações, pois já foi realizado o nível de nomenclatura e na figura 51 confirma-se que a cor das legendas já se encontra de acordo com a cor da sua camada, pois acertou na resposta (figura 51, ponto 1).

Por fim, as janelas que verificam se o utilizador pretende descobrir outra cadeia alimentar e a janela relativa à opção de jogar novamente todo o jogo podem ser visualizadas na figura seguinte.

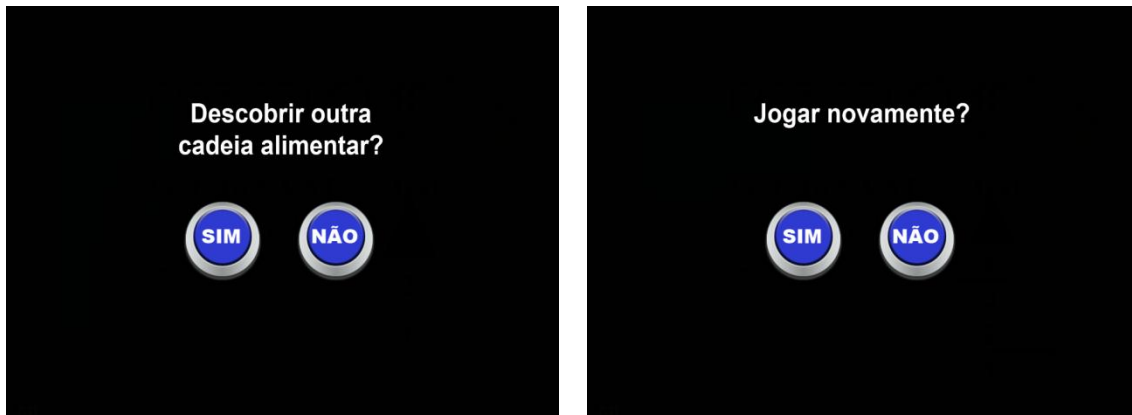


Figura 52: Janela que permite a decisão da realização de uma nova cadeia alimentar (imagem da esquerda) e janela de verificação se o utilizador deseja jogar novamente (imagem da direita).

Devido ao aumento de um nível de nomenclatura, criou-se uma janela (figura 52, imagem esquerda) que aparecerá após o utilizador tiver completado o nível 1 e o nível 2 relativo à primeira cadeia alimentar, se esta opção for positiva será encaminhado para o nível 1 da próxima cadeia alimentar. Quando o jogo é todo terminado uma janela que verifica se o utilizador deseja jogar tudo de novo é mostrada, caso deseje este é reencaminhado para a página inicial, caso contrário o jogo é encerrado.

4. Casos de Estudo

Após o desenvolvimento de todo o processo de implementação da aplicação, contactou-se os responsáveis do Museu da Baleia para o pedido de algumas crianças portadoras de Trissomia 21 para realização dos testes da aplicação. Infelizmente, apenas foi possível a realização dos testes com duas adolescentes portadoras de trissomia 21, Tânia de 22 anos e Sónia de 28 anos. Embora já possuam uma idade considerável, a nível de aprendizagem possuem imensas dificuldades e a sua idade cronológica não se adequa com a sua idade mental.

Através de observação do desempenho das crianças, tendo sido avaliado por uma grelha de avaliação construída previamente e preenchida ao longo do processo dos testes, foi possível verificar se a aplicação final foi de encontro com as necessidades dos portadores de trissomia 21 e das necessidades do Museu, de acordo com os requisitos definidos. Para a concretização de uma avaliação mais concreta, realizou-se inquéritos aos professores, às crianças e à assistente, a fim de averiguar a eficiência, a usabilidade e a exequibilidade da aplicação, isto é, se os resultados produzidos foram os esperados, se a aplicação é de fácil utilização, entre outros.

De seguida é apresentado o protocolo utilizado para a realização dos testes, seguido do resultado e análise tanto dos testes realizado, como avaliação dos questionários preenchidos pelas professoras, pela assistente técnica e pelas duas adolescentes.

4.1. Protocolo Utilizado

Os testes foram realizados no Museu da Baleia, na área lúdica existente. No momento de testar a aplicação, apenas esteve uma criança de cada vez na sala com o apoio da Professora Sílvia do Museu da Baleia e após efetuar os testes, realizou-se o questionário à criança. Só depois de este processo estar concluído é que a outra criança entrou na sala, evitando que a criança até ao momento de testar a aplicação visse algo da aplicação ou a reação da outra criança. O processo da segunda criança foi realizado exatamente da mesma forma, salientado que a professora também foi a mesma a dar o apoio, não

alterando assim o ambiente. Após as duas crianças todo o protocolo anteriormente descrito decidiu-se testar qual seria a reação e os resultados se as duas crianças realizassem o teste da aplicação conjuntamente.

Por fim, realizou-se os questionários às duas professoras do Museu da Baleia, Ana Silva e Sílvia Carreira, e à assistente técnica do Centro de Atividades Ocupacionais de Machico (C.A.O.), responsável pelas crianças.

4.2. Descrição Questionários Realizados

Foram criados dois questionários e uma grelha de avaliação tal como foi mencionado anteriormente. O inquérito para as professoras e assistente foi realizado de acordo com a escala *Likart* (JldP, 2009), pois para além de ser uma escala psicométrica das mais conhecidas, é utilizada quando se pretende medir quantitativamente o nível de concordância ou discordância de uma dada afirmação. Portanto, construiu-se 15 perguntas de resposta rápida, ajudando na perceção de satisfação das mesmas relativamente à aplicação final. Foi ainda possível averiguar se a aplicação possui uma interface simples e acessível, com boa qualidade visual, avaliando a sua usabilidade e performance. Outro aspeto ainda analisado foi a verificação da importância da tarefa de nomeação seguida da tarefa de ordenação, a fim de entender se a mesma facilitou a compreensão das crianças. Outro aspeto muito importante é o uso do feedback daí sentir-se a necessidade de saber a opinião relativamente ao mesmo, se este foi adequado a fim de motivar a criança. Por fim, visto que o objetivo da aplicação é ensinar as crianças o que é uma cadeia alimentar e qual é a associação entre as camadas dos níveis tróficos, verificou-se a opinião das professoras e da assistente das crianças, certificando se a mensagem pretendida foi passada com sucesso.

Relativamente aos questionários realizados às crianças, estes possuem algumas perguntas mais direcionadas à sua experiência com computadores e a sua familiarização com jogos e com o quadro interativo, podendo tirar conclusões mais profundas de acordo com o teste realizado ao jogo. Outro objetivo é saber qual a opinião da criança relativamente ao jogo no geral e se o achou de compreensão simples. Visto que o objetivo é ensinar as crianças,

tentou-se através do questionário perceber se este foi concretizado com sucesso.

Por fim, criou-se a grelha de avaliação a fim de se conseguir apurar o desempenho da criança ao longo da elaboração do jogo. Esta grelha permite avaliar a quantidade de vezes que erram na tarefa, a dificuldade aparente, compreensão tarefa e a motivação apresentada. Outro aspeto a avaliar é verificar a quantidade de vezes que utilizam o apoio das câmaras, a fim de visualizar tanto os objetos 3D para a tarefa de nomenclatura, como as interações entre os diferentes níveis tróficos para a realização da tarefa de completude da pirâmide. Ainda foi verificado o interesse demonstrado pela criança na resolução da segunda cadeia alimentar, assim como em jogar novamente.

4.3. Análise dos Formulários de Teste

De seguida são apresentados os principais resultados obtidos com a pesquisa de campo realizada junto das duas professoras e da assistente. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois a preocupação central passa por mensurar a satisfação das professoras e assistente face à utilização do jogo como uma solução no desenvolvimento de aprendizagem por parte das crianças com trissomia 21. Visto que o jogo será utilizado pelas professoras no Museu da Baleia, teve-se a necessidade de separar as respostas destas e da assistente. Posteriormente são ainda mostrados os principais resultados dos inquéritos elaborados às duas crianças com trissomia 21. No anexo II encontra-se um exemplo do inquérito preenchido pela professora Sílvia e um completado de acordo com as respostas de uma criança.

4.3.1. Professoras e Assistente Técnica

Para mais facilmente analisar as respostas dadas pelas professoras e pela assistente técnica converteu-se quantitativamente cada resposta para uma escala de 1 a 5, dependendo do nível de concordância. As respostas

seguidamente descritas são apenas relativas às perguntas que se achou mais relevantes.

Na primeira pergunta onde é questionado se a aplicação era simples de utilizar responderam com um valor médio de 4.33, podendo-se concluir que o sistema não oferece grandes dificuldades a nível de utilização. Relativamente à forma como o feedback foi dado obteve-se uma média de 5, podendo-se verificar que tanto as professoras como a assistente acharam que o feedback foi dado de forma adequado, inclusivamente a assistente achou interessante a utilização de *smiles*, permitindo a qualquer criança que saiba ou não ler ter a perceção do resultado. De igual modo achou que a necessidade de ter de existir uma validação do feedback para continuar fez com que as crianças tivessem o tempo necessário sem as colocar num ambiente de *stress*, de acordo com as limitações de cada uma. Relativamente à terceira pergunta obteve-se uma média de 5 também podendo observar que não acharam que o tipo de interação tenha trazido qualquer problema na perceção da criança. A pergunta que verifica a opinião das professoras acerca da facilidade que trouxe para as crianças a retratação das interações entre os animais obteve um valor médio de 4.66, permitindo dizer que foi uma boa escolha possibilitar às crianças a visualização das interações dos níveis tróficos. A média de concordância acerca da pergunta sobre a facilidade a nível de compreensão da realização da tarefa de nomeação seguida da tarefa de ordenação obteve um valor de 5, inclusivamente comentaram que foi uma boa forma de introduzir a construção das cadeias alimentares, fazendo com que as crianças já percebessem de quais elementos se tratavam. Relativamente à pergunta 10 onde é questionado se as informações no jogo eram suficientes teve um valor médio de 4.33. Contudo, uma das professoras achou que dependia do público-alvo, pois ambas as crianças com trissomia 21 que realizaram os testes não sabiam ler o que se tornou sem utilidade para as mesmas. Relativamente à verificação por parte das professoras e assistente sobre o objetivo da aplicação que era ensinar uma criança o que é uma cadeia alimentar e qual a associação entre as camadas dos níveis tróficos o valor médio foi de 4.33. Por fim, sobre a escolha de *hardware* efetuado o valor médio das respostas foi de 5, podendo-se concluir que foi um meio adequado.

4.3.2. Crianças portadoras de trissomia 21

Estes questionários foram realizados pela professora Sílvia do Museu da Baleia às crianças portadoras de trissomia 21, visto nenhuma das duas crianças sabia escrever ou ler. Com o auxílio dos inquéritos foi possível tirar algumas conclusões referentes apresentadas seguidamente.

Estas duas crianças possuem pouca experiência com computadores, visto que a Sónia nunca teve computador em casa e a Tânia possui computador há pouco tempo (menos de um ano). A utilização de computadores por parte da Sónia ocorre poucas vezes (1 vez por semana), enquanto a Tânia utiliza todos os dias. Ambas utilizaram o quadro interativo poucas vezes, entre um a cinco vezes. Relativamente às perguntas sobre se tinham gostado do jogo, as duas crianças disseram que tinham gostado muito do jogo em geral e o acharam fácil. Por fim, ao realizar a pergunta relativamente às cadeias alimentares (Anexo II, Questionário das Crianças, P8), apenas a Tânia soube responder acertadamente.

4.3.3. Observações

Ambas as crianças que realizaram os testes não sabiam ler nem escrever e demonstraram algumas dificuldades no início da realização do jogo, daí existir a necessidade da professora assumir o papel ativo. A Tânia foi a primeira criança a testar o jogo e mostrou interesse e motivação ao longo da realização do mesmo. Na primeira cadeia alimentar no nível 1 (nomenclatura) conseguiu realizar o jogo sem nenhuma opção errada, necessitou da utilização das câmaras como auxílio várias vezes, visto não conseguir ler a palavra existente nas camadas. Conseguiu entender a mecânica do jogo e ao realizar o nível 2 já sabia que ao clicar nos botões a câmara mudava de visão. Errou duas vezes para a realização do jogo e mostrava-se motivante com o feedback, entendendo-o de acordo com o tamanho do sorriso e percebendo as respostas erradas facilmente com o feedback visual dado. Após ter terminado a primeira cadeia alimentar quis realizar a segunda cadeia, mas apresentou mais dificuldades na execução desta por englobar mais elementos e mais níveis tróficos, embora já conseguisse perceber bem a interação do jogo, realizando sozinha.

Relativamente à Sónia, a segunda criança a executar o jogo, mostrou muito mais dificuldades do que a primeira, confundindo a imagem do atum com a imagem da sardinha, alguns animais das animações, principalmente o zooplâncton, por ser pequeno, e a sardinha. Consoante o feedback, esta entendia-o e percebia o que os *smiles* queriam transmitir, mostrando motivação com os mesmos. Errou muito mais vezes do que a primeira criança, mas não quis realizar a segunda cadeia alimentar. Contudo, a professora Sílvia tentou incentivá-la a continuar, passando a professora para o papel ativo e a Sónia começou a interagir com a professora dando instruções.

Quando realizaram o jogo em conjunto conseguiram fazê-lo sozinhas sem nenhuma intervenção da professora, discutindo entre as mesmas, ou seja, a professora passou para segundo plano e uma das crianças passou a liderar (Tânia) e a outra a dar instruções (Sónia) (figura 53). Ficaram algum tempo sozinhas a discutir a resolução do jogo, resolvendo-o sem muitas dificuldades.

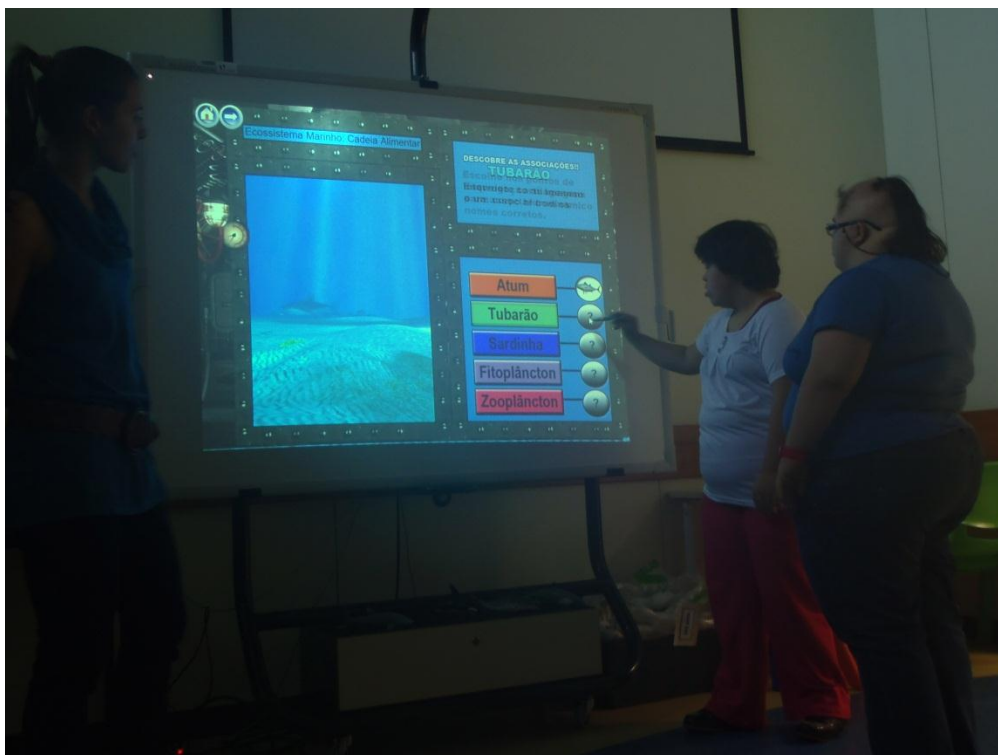


Figura 53: As duas crianças com trissomia 21 resolvendo o jogo sozinhas simultaneamente, onde uma passou a ter o papel de líder e a outra de instrutora.

4.4. Conclusão

Ao longo da elaboração da presente dissertação a realização dos testes no estudo de caso é fundamental, e é a parte central de todo o trabalho realizado, pois é através do feedback resultante desta que se torna possível extrair conclusões mais precisas de todo o trabalho realizado, avaliando o grau de satisfação por parte dos requerentes e observando se o objetivo central foi cumprido através da solução apresentada.

Embora soubéssemos que havia a possibilidade das crianças não saberem ler, achou-se que pelo menos a primeira letra iriam conseguir perceber, daí termos utilizado palavras com tamanho razoavelmente grandes. Contudo, devido às imensas dificuldades no processo de leitura e escrita, as informações relativas aos níveis tróficos e aos elementos mostrou não ter qualquer utilidade para as mesmas. Porém, as crianças sem dificuldades também são um alvo do museu da baleia e acreditamos que esta funcionalidade seja adequada para essas situações.

Relativamente às animações realizadas, a interação entre o zooplâncton e o fitoplâncton não era muito perceptível, devido ao zooplâncton ter proporções demasiado pequenas, também averiguou-se que a terminologia utilizada deveria ser mais simples. A utilização das câmaras para permitir visualizar os animais e as interações foram utilizadas imensas vezes, podendo-se concluir que o uso de simulações 3D foi uma forma muito acertada para mostrar o mesmo.

Demonstrou-se que o uso dos *smiles* no feedback é importantíssimo, principalmente para estas crianças que não sabiam ler. O reforço positivo do mesmo estimulou e motivou as duas crianças, ao mesmo tempo que se conseguiu fazer com que tivessem noção das respostas erradas que tinham. A utilização do %+ para mostrar as opções erradas também foi adequado, pois ao olhar para a imagem percebiam quais tinham errado, procedendo à sua alteração.

Relativamente à aplicação verificou-se que os eventos não estavam a funcionar de forma perfeita, pois por vezes existia um pouco de dificuldade de seleccionar os botões, embora tenha sido secundário neste caso e não tenha interferido na resolução dos testes.

Concluindo os resultados apresentados no presente caso de estudo da presente dissertação, pode-se verificar que o jogo era de fácil utilização e de simples compreensão. A escolha do *hardware* foi adequada, visto que com a utilização da mesma conseguiu-se fazer com que as crianças simultaneamente conseguissem realizar o jogo sem a necessidade da presença da professora como papel ativo. Pode-se ainda concluir que apesar de ser uma ferramenta que inicialmente as crianças com trissomia 21 não conseguem utilizar autonomamente, após a realização de uma experiência com a mesma já conseguem usá-la sem grandes dificuldades. Por fim, ainda pode-se concluir que é uma ferramenta que serve como apoio e é útil não só para crianças com trissomia 21, como também para o professor poder ensinar conceitos.

Em suma, embora a amostra tenha sido apenas de duas crianças, acredita-se que a aplicação esteja no rumo certo e que com algumas alterações possa se tornar em uma solução de aprendizagem interativa orientada às necessidades das crianças portadoras de trissomia 21.

5. Conclusões Finais

Nesta dissertação de mestrado, pretendeu-se elucidar todo o processo realizado ao longo dos meses de realização do mesmo. Após um estudo profundo efetuado, conseguiu-se adquirir e analisar algumas das dificuldades das crianças portadoras de trissomia 21 e tentou-se encontrar uma solução que ao mesmo tempo as ensinasse, fosse divertido. O objetivo principal desta dissertação era conseguir que através da implementação de uma aplicação/jogo conseguíssemos estimular a aprendizagem das mesmas, permitindo a realização das tarefas de forma sequencial, utilizando associações. Pode-se concluir que estes objetivos foram cumpridos e que todo o trabalho desenvolvido teve um resultado final positivo.

Durante a implementação da aplicação foi imprescindível a realização das várias reuniões com as responsáveis do Museu da Baleia, visto que durante estas reuniões era demonstrado o trabalho implementado até à altura, permitindo que o trabalho final fosse de encontro com as expectativas iniciais das mesmas. Não se efetuou mais testes com as crianças com trissomia 21, pois achou-se que ao verem a aplicação antes de estar finalizada, poderia interferir nos resultados finais. De fato a oportunidade de dar um contributo num projeto para crianças com trissomia 21 que possuem tantas dificuldades é demasiado arriscado, pois cada criança é uma criança, não se podendo generalizar as limitações de uma em todas. Ao mesmo tempo que se tem noção do risco de desenvolver aplicações para crianças com necessidades, torna-se motivador, trazendo mais vontade de cumprir com todas as expectativas.

É importante salientar que não se conseguiu realizar o desenvolvimento do nível de localização geográfica tal como pretendido, pois preferiu-se realizar uma aplicação baseada num estudo intensivo que nos levasse a solucionar as limitações destas crianças, do que realizar vários níveis sem que nenhum estivesse orientado às necessidades das crianças. Em contrapartida, implementou-se um nível suplementar, o da nomenclatura, que se achou que trouxe diversos benefícios para a realização do nível seguinte da pirâmide ecológica.

Em suma, o desenvolvimento de um projeto deste género é muito positivo tanto a nível académico e profissional, como a nível pessoal. Ao longo do desenvolvimento do mesmo, efetuou-se um estudo intensivo do Unity3D fazendo com que se tenha adquirido mais conhecimentos na área de 3D e afins. Também foi possível aprofundar e aplicar alguns conceitos adquiridos ao longo do percurso académico, principalmente na área de engenharia de *software*.

5.1. Perspetivas Futuras

Algumas melhorias a realizar antes da entrega final desta aplicação ao Museu da Baleia são:

- Aplicação de feedback sonoro para as interações com os botões;
- Melhoramento de algumas animações realizadas, principalmente a interação entre o zooplâncton e fitoplâncton;
- Utilização de sons nos botões, fazendo com que ao se deparar com crianças como as do caso de estudo que não sabem ler, permita que consigam realizar o jogo autonomamente;
- Resolução dos problemas ocorridos com os eventos dos botões.

Numa perspetiva de continuação deste trabalho de Mestrado poderá ser implementado:

- O nível de localização geográfica;
- A realização dos níveis introdutórios de forma interativa, em vez da colocação de níveis estáticos;
- Introdução de instruções auditivas, facilitando as crianças que não saibam ler.

6. Referências

3DXtras - Download Absolutely Free 3D Models. (2009). Retrieved from <http://www.3dxtras.com/>

Adobe Systems Incorporated. (2012). Photo editing programs. Retrieved from <http://www.adobe.com/products/photoshopfamily.html?promoid=JOLIW>

Alonso, C. M. M. C., & Medina, R. D. (2002). Realidade Virtual como Forma de Incluir Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais no Mundo Digital. *6 Congresso Iberoamericano, 4 Simposio Internacional de Informática Educativa, 7 Taller Internacional de Software Educativo [Archivo de ordenador]: IE-2002: Vigo, 20, 21, 22 de Noviembre de 2002* (p. 26). Servicio de Publicaciones. Retrieved from http://w3.ualg.pt/~apaiva/psictic/2007_2008/Recursos_Ensaio/TIC_NEE/realid_adevital_pessoasnee.pdf

Araujo, I. M. L., Machado, L. S., & Moraes, R. M. (2002). A Realidade Virtual Aplicada na Visualização Interativa das Estruturas do Corpo Humano. Retrieved November 13, 2012, from http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2003_svr1.pdf

Armazém 3D. (2012). Retrieved November 24, 2012, from <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/?hl=pt-PT>

Baleia, M. da. (2012). Museu da Baleia da Madeira - Madeira Whale Museum - Home. Retrieved November 10, 2012, from <http://www.museudabaleia.org/>

Barata, J., & Santos, J. (2010). *3ds Max - Curso Completo*. (FCA - Editora de Informática, Ed.).

Black, B. (2006). Educational software for children with Down syndrome - an update. *Down Syndrome News and Update*, 6(2), 66-68. doi:10.3104/practice.350

CDC Data & Statistics | Feature: Down Syndrome Cases at Birth Increased. (n.d.). Retrieved from <http://www.cdc.gov/features/dsdownsyndrome/>

Carr, J., & Carr, J. H. (1995). *Down's syndrome: Children growing up. Special Education* (Vol. 19). Cambridge Univ Pr. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=dOnRCjfS7V4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=Down's+syndrome:+children+growing+up&ots=FaE5KPiAWk&sig=EiLC6WAslCBySHD83j_81eMv0BE

Carreira, S. M., Ribeiro, C. C. da S., & Freitas, L. A. de A. (2009). *3º ciclo - Dossier pedagógico* (Museu da B.).

Cockburn, A. (2000). Writing Effective Use Cases. Retrieved from <http://www2.dis.ulpgc.es/~jsanchez/MDS/EffectiveUseCases.pdf>

Down syndrome: Making a difference today. (2005). Retrieved from http://www.sfn.org/skins/main/pdf/brss/BRSS_DownSyndrome.pdf

Education, B. H. (2012). SMARTBoards in Special Education Classrooms. Retrieved November 13, 2012, from <http://www.brighthubeducation.com/special-ed-inclusion-strategies/55013-advantages-of-using-smartboards-for-students-with-special-needs/>

Education, M. D. of. (1998). Special Education. Retrieved November 28, 2012, from http://www.michigan.gov/mde/0,1607,7-140-6530_6598---,00.html

Free 3D Models. (2012). Retrieved November 24, 2012, from <http://thefree3dmodels.com/>

Gilmore, L. (2003). Developmental expectations, personality stereotypes, and attitudes towards inclusive education: Community and teacher views of Down syndrome. *Development and Education*. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1034912032000053340>

Greenwood, C. R., & Abbott, M. (2001). The research to practice gap in special education. *Teacher Education and Special Education: The Journal of the Teacher Education Division of the Council for Exceptional Children*, 24(4), 276. Retrieved from <http://tes.sagepub.com/content/24/4/276.short>

Hobbs, C. A., Sherman, S. L., Yi, P., Hopkins, S. E., Torfs, C. P., Hine, R. J., Pogribna, M., et al. (2000). Polymorphisms in genes involved in folate metabolism as maternal risk factors for Down syndrome. *The American Journal of Human Genetics*, 67(3), 623-630. Retrieved from [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002-9297\(07\)63249-2](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002-9297(07)63249-2)

Isabel, S., & Lopes, Á. (2010). A mesa educacional e-Block no processo de ensino e aprendizagem.

JldP, M. (2009). Making Questions Using Likert Scale. Retrieved November 30, 2012, from <http://pt.scribd.com/doc/14844187/Making-Questions-Using-Likert-Scale>

Laws, G., Byrne, A., & Buckley, S. (2000). Language and Memory Development in Children with Down Syndrome at Mainstream Schools and Special Schools: A comparison. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/713663758>

Malan, R., & Bredemeyer, D. (2001). Architecture Resources For enterprise advantage. *Bredemeyer Consulting*. Retrieved from http://www.bredemeyer.com/pdf_files/NonFunctReq.PDF

Medeiros, K. M. da S. (2010). Síndrome de Down - Atividades. *Serviço de Orientação Pedagógica à Educação Especial*. Retrieved November 30, 2012, from

http://www.diversa.org.br/uploads/gestao_publica/caderno_pedagogico_deficiencia_intelectual_sindrome_de_down.pdf

MonoDevelop - MonoDevelop. (n.d.). Retrieved November 27, 2012, from <http://monodevelop.com/>

Oberg, R., Probasco, L., & Ericsson, M. (2000). Applying Requirements Management with Use Cases. *Rational Software*. Retrieved from <http://www.wthreex.com/rup/papers/pdf/apprmuc.pdf>

Passos, E. B., Silva, J. R. da, Ribeiro, F. E. C., & Mourão, P. T. (2010). Desenvolvimento de Jogos com Unity 3D. Retrieved from <https://unisalesianogames.files.wordpress.com/2011/08/tutorialunity.pdf>

Pereira, M. (2007). Semelhanças e diferenças de habilidades sociais entre crianças com Síndrome de Down incluídas e crianças com desenvolvimento típico. *õ crianças com Síndrome de Down incluídas e crianças õ*. Retrieved from http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/processaArquivo.php?codArquivo=1404

Polonia, A. da C., Anastácio, Â., Silvia, M. do S., Brandão, S. A., & Cerqueira, T. C. S. (2007). Pedagogia - Desenvolvimento e aprendizagem. Retrieved November 24, 2012, from <http://www.fe.unb.br/graduacao/online/modulos-pedead-acre/modulo-3/desenvolvimento-e-aprendizagem>

Porto Editora, P. (2012). níveis tróficos - Infopédia. Retrieved from [http://www.infopedia.pt/\\$niveis-troficos](http://www.infopedia.pt/$niveis-troficos)

Pressman S., R. (2006). *Engenharia de Software*. (M. G. Hill, Ed.) (6ª Edição., pp. 37. 39).

Rondal, J. A., & Perera, J. (2006). *Down syndrome: neurobehavioral specificity*. John Wiley & Sons Inc.

Semiotic Inspection of a game for children with Down syndrome. (2010). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5772288>

Sena, A. P. S., & Carvalho, I. O. (2007). Construindo uma nova ferramenta computacional para avaliação cognitiva de crianças. *ftc.br*. Retrieved from http://www.ftc.br/dialogos/upload/27-11-2007_16-04-42_artigo_projeto_racha_kuka.pdf

Silva, R. (2002). A educação especial da criança com Síndrome de Down. *BELLO, José Luiz de Paiva. Pedagogia em Foco. Rio de Janeiro*, 1. 17. Retrieved from <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/spdslx07.htm>

Software, R. (2003). The activity diagram. Retrieved November 14, 2012, from http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/RationalEdge/sep03/f_umlbasics_db.pdf

Tecnologies, S. (2011). Giving Students with Special Needs the Chance to Succeed. Retrieved November 13, 2012, from <http://vault.smarttech.com/emails/arra/arra2011/11-0023-ARRAUpdate-SMARTStory.pdf>

Thais, A. (2010). Síndrome de down. Retrieved from <http://sindromededown2.blogspot.pt/>

Troncoso, M. V., & Cerro, M. M. del. (2004). *Síndrome de Down: Leitura e Escrita . Um guia para pais, educadores e professores.* (P. Editora, Ed.) (Porto Edit., pp. 12. 16).

Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2000). Implicit and explicit memory: a functional dissociation in persons with Down syndrome. *Neuropsychologia*, 38(3), 240. 251. doi:10.1016/S0028-3932(99)00081-0

Watson, S. (2012). Teaching a Child with Down Syndrome. Retrieved November 9, 2012, from <http://specialed.about.com/od/disabilities/a/downs.htm>

What is prototype? - Definition. (2012). *TechTarget*. Retrieved from <http://searchcio-midmarket.techtarget.com/definition/prototype>

ANEXO I

I.1. Scripts

SelecionarCâmara.js

```
var normalTex : Texture2D;

var hoverTex : Texture2D;

var Camera1: Camera;

var Camera2: Camera;

var Camera3: Camera;

var CameraCTopo: Camera;

var Camera1Produtor: Camera;

var labelOpen: boolean;

var texttt: GUIStyle;

var ImagemTexto: Texture2D;

var instrucoes : Texture2D;

static var inst : boolean;

labelOpen = false;

inst = false;

function OnMouseEnter ()

{

    mouseClickAtum.inst1 = false;

    MouseClickSardinha.inst2 = false;

    MouseClickFito.inst3 = false;

    MouseClickZoo.inst4 = false;

    guiTexture.texture = hoverTex;

    labelOpen = true;

    inst = false;
```

```
}
```

```
function OnMouseExit()
```

```
{
```

```
    mouseClickAtum.inst1 = false;
```

```
    MouseClickSardinha.inst2 = false;
```

```
    MouseClickFito.inst3 = false;
```

```
    MouseClickZoo.inst4 = false;
```

```
    guiTexture.texture = normalTex;
```

```
    labelOpen = false;
```

```
    inst = true;
```

```
}
```

```
function OnMouseDown()
```

```
{
```

```
    mouseClickAtum.inst1 = false;
```

```
    MouseClickSardinha.inst2 = false;
```

```
    MouseClickFito.inst3 = false;
```

```
    MouseClickZoo.inst4 = false;
```

```
    inst = false;
```

```
    labelOpen = true;
```

```
    Camera1.camera.enabled = false;
```

```
    Camera2.camera.enabled = false;
```

```
    CameraCTopo.camera.enabled = true;
```

```
    Camera1Produtor.camera.enabled = false;
```

```
    Camera3.camera.enabled = false;
```

```
}
```

```

function OnGUI ()
{

    if(labelOpen == true)
    {
        GUI.Label (Rect (600, 30, 2000, 500), ImagemTexto, texttt);
    }

    if(inst == true)
    {
        GUI.Label (Rect (600, 30, 2000, 500), instrucoes, texttt);
    }
}

```

No script seguinte está implementado toda a mecânica do jogo, relativo ao nível 1 de nomenclatura da primeira cadeia alimentar:

MecânicaJogo3.js

```

var valorNum: boolean = true;

var valorNum1: boolean = true;

var valorNum2: boolean = true;

var valorNum3: boolean = true;

var valorNum4: boolean = true;

var ac : GUIStyle;

var errado : boolean;

var continuar1 : GUIStyle;

var continuar : Texture;

var texturabotaoSim : Texture;

```

```
var texturabotaoNao : Texture;

var texturabotaoSim1 : GUIStyle;

var texturabotaoNao1 : GUIStyle;

var janela : boolean;

var text1 : String;

var respostasCertas : boolean;

var aTexture1 : Texture;

var aTexture2 : Texture;

var aTexture3 : Texture;

var textura : Texture2D;

var text2 : String;

var style2 : GUIStyle;

var TextureButton1 : GUIStyle;

var TextureButton2 : GUIStyle;

var TextureButton3 : GUIStyle;

var TextureButton4 : GUIStyle;

var TextureButton5 : GUIStyle;

var Texture2 : GUIStyle;

var Texture3 : GUIStyle;

var Texture4 : GUIStyle;

var Texture12 : GUIStyle;

var Texture13 : GUIStyle;

var Texture14 : GUIStyle;

var Texture22 : GUIStyle;

var Texture23 : GUIStyle;

var Texture24 : GUIStyle;

var texto : String;

var windowOpen : boolean = true;
```

```

var thisMetalGUISkin : GUISkin;

var rctWindow2 : Rect;

var windowToUse : moreGUI2 = moreGUI2.none; // Variable que serve de switch

var OpenMenu : boolean = true;

var window : GUIStyle;

var window1 : GUIStyle;

var window3: GUIStyle;

var window6: GUIStyle;

var window7: GUIStyle;

var respostaErrada : int = 0;

enum moreGUI2

{
    none,
    firstWindow,
    thirdWindow,
    fifthWindow,
}

function OnGUI() {

    //ÚltimoBotao

    if(OpenMenu == true) {

        if (GUI.Button (Rect (860, Screen.height - 145, 130, 80), text1, TextureButton1)) windowToUse
            = moreGUI2.firstWindow;
    }
}

```

```

}

switch(windowToUse)

{

case moreGUI2.firstWindow:

    OpenMenu = false;

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(80, 300, 900, 900), textura);

    if(GUI.Button(Rect(210, 405, 200, 190), aTexture1))

    {

        valorNum =true;

        TextureButton1 = Texture2;

        windowToUse = moreGUI2.none;

    }

    if(GUI.Button(Rect(410, 405, 200, 190), aTexture2))

    {

```

```

valorNum =false;

TextureButton1 = Texture3;

windowToUse = moreGUI2.none;

}

    if(GUI.Button(Rect(610, 405, 200, 190), aTexture3))

{

valorNum =false;

TextureButton1 = Texture4;

windowToUse = moreGUI2.none;

}

break;

case moreGUI2.none:

OpenMenu = true;

break;

}

//Segundo

if(OpenMenu == true)

{

    if (GUI.Button (Rect (860, Screen.height - 265, 130, 80), text1, TextureButton3))
windowToUse = moreGUI2.thirdWindow;

}

switch(windowToUse)

{

case moreGUI2.thirdWindow:

OpenMenu = false;

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

```



```

TextureButton5 = Texture22;

windowToUse = moreGUI2.none;

}

    if(GUI.Button(Rect(410, 405, 200, 190), aTexture2))

    {

        valorNum4 = false;

        TextureButton5 = Texture23;

        windowToUse = moreGUI2.none;

    }

if(GUI.Button(Rect(610, 405, 200, 190), aTexture3))

    {

        valorNum4 = true;

        TextureButton5 = Texture24;

        windowToUse = moreGUI2.none;

    }

break;

case moreGUI2.none:

    OpenMenu = true;

    break;

}

//Se já não tiver nenhum interrogando, abre pop-up

if((TextureButton1 == Texture2 || TextureButton1 == Texture3 || TextureButton1 ==
Texture4) && (TextureButton3 == Texture12 || TextureButton3 == Texture13 ||
TextureButton3 == Texture14) && (TextureButton5 == Texture22 || TextureButton5 ==
Texture23 || TextureButton5 == Texture24))

{

    if(windowOpen == true)

```

```

{
    rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(265, 170, 500, 400), DoMyWindow2, "", window);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    OpenMenu = false;
}
}

//Se existirem opções erradas
if(errado == true)
{
    //Se ja nao tiver nenhum com textura de errado, abre novamente a janela
    if(TextureButton5 != ac && TextureButton3 != ac && TextureButton1 != ac)
    {
        windowOpen = true;

        if(windowOpen == true)
        {
            GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
            GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
            GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
            GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
            GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
        }
    }
}

```

```

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(265, 170, 500, 400), DoMyWindow2, "",
window);

    OpenMenu = false;

    }

}

//Todas erradas

if(respostaErrada == 3)

{

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(10, 10, 1024, 768), DoMyWindow3, "", window3);

    OpenMenu = false;

    }

//duas erradas

if(respostaErrada == 2)

{

    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

```

```

GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(10, 10, 1024, 768), DoMyWindow6, "", window6);
OpenMenu = false;
}
//Uma errada
if(respostaErrada == 1)
{
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(10, 10, 1024, 768), DoMyWindow7, "", window7);
OpenMenu = false;

```

```

    }

}

//Se todas as opções estiverem corretas
if(janela == true)
{
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);
    GUI.Box(Rect(0, Screen.height - 1000, 1500, 1200), texto);

    rctWindow2 = GUI.Window (0, Rect(10, 10, 1024, 768), DoMyWindow1, "", window1);

    OpenMenu = false;
}
}

function DoMyWindow2 (windowID : int)
{
    if(GUI.Button(Rect(50, 170, 178, 168), texturabotaoSim, texturabotaoSim1))

    {
        if(valorNum == true && valorNum2 == true && valorNum4 == true)
        {
            windowOpen = false;

            janela = true;
        }
    }
}

```

```
else
{
    if(valorNum == false)
    {
        TextureButton1 = ac;
        windowOpen = false;
        errado = true;
        respostaErrada = respostaErrada+1;
    }

    if(valorNum2 == false)
    {
        TextureButton3 = ac;
        windowOpen = false;
        errado = true;
        respostaErrada = respostaErrada+1;
    }

    if(valorNum4 == false)
    {
        TextureButton5 = ac;
        windowOpen = false;
        errado = true;
        respostaErrada = respostaErrada+1;
    }
}

windowOpen = false;

GUI.DragWindow();
```

```

    }

    else

    {

        if(GUI.Button(Rect(260, 170, 178, 168), texturabotaoNao, texturabotaoNao1))

        {

            Application.LoadLevel(5);

        }

    }

}

//Tudo certo

function DoMyWindow1 (windowID : int)

{

    if(GUI.Button(Rect(760, 420, 178, 168), continuar, continuar1))

    {

        Application.LoadLevel(2);

    }

}

//Tudo errado

function DoMyWindow3 (windowID : int)

{

    if(GUI.Button(Rect(760, 420, 178, 168), continuar, continuar1))

    {

        respostaErrada = 0;

        windowOpen = false;

        GUI.DragWindow();

    }

}

```



```
}
```

```
function DoMyWindow6 (windowID : int)
```

```
{
```

```
  if(GUI.Button(Rect(760, 420, 178, 168), continuar, continuar1))
```

```
  {
```

```
    respostaErrada = 0;
```

```
    //GUI.DragWindow();
```

```
    windowOpen = false;
```

```
  }
```

```
}
```

```
function DoMyWindow7 (windowID : int)
```

```
{
```

```
  if(GUI.Button(Rect(760, 420, 178, 168), continuar, continuar1))
```

```
  {
```

```
    respostaErrada = 0;
```

```
    GUI.DragWindow();
```

```
    windowOpen = false;
```

```
  }
```

```
}
```

ANEXO II

II.1. Questionário das Crianças

Questionário Crianças *La Scúia*

Idade: 28

Ano escolaridade: -

Deficiência: Sim Não

Se sim, qual: Trissomia 21

Data: 21/11/12

Perguntas

P1. Há quanto tempo tem computador em casa? (Selecionar uma opção)

- P1.1. Nunca teve
- P1.2. Há pouco tempo (menos de 1 ano)
- P1.3. Há algum tempo (entre 1 a 3 anos)
- P1.4. Há muito tempo (mais de 3 anos)

P2. Utiliza o computador: (Selecionar uma opção)

- P2.1. Nunca utiliza
- P2.2. Poucas vezes (1 vez por semana)
- P2.3. Algumas vezes (2 a 3 vezes por semana)
- P2.3. Muitas vezes (3 a 6 vezes por semana)
- P2.4. Sempre (todos os dias)

P3. Utiliza o computador para: (Selecionar uma ou mais opções)

P3.1. Não usa

P3.2. Trabalhos

P3.3. Música

P3.4. Internet

P3.5. Jogos

P3.6. Outras: _____

P4. Alguma vez utilizou o quadro interativo? (Selecionar uma opção)

P4.1. Nunca

P4.2. Poucas vezes (1 a 5)

P4.3. Algumas vezes (5 a 10)

P4.4. Muitas vezes (mais de 10)

P5. Gostou do jogo no geral? (Selecionar uma opção)

P5.1. Não gostou

P5.2. Um pouco

P5.3. Gostei Muito

P6. Aprendeu alguma coisa? (Selecionar uma opção)

P6.1. Nada

P6.2. Um pouco

P6.3. Muito

P7. O que achou do jogo? (Selecionar uma opção)

P7.1. Muito difícil

P7.2. Um pouco difícil

P7.3. Normal

P7.4. Fácil

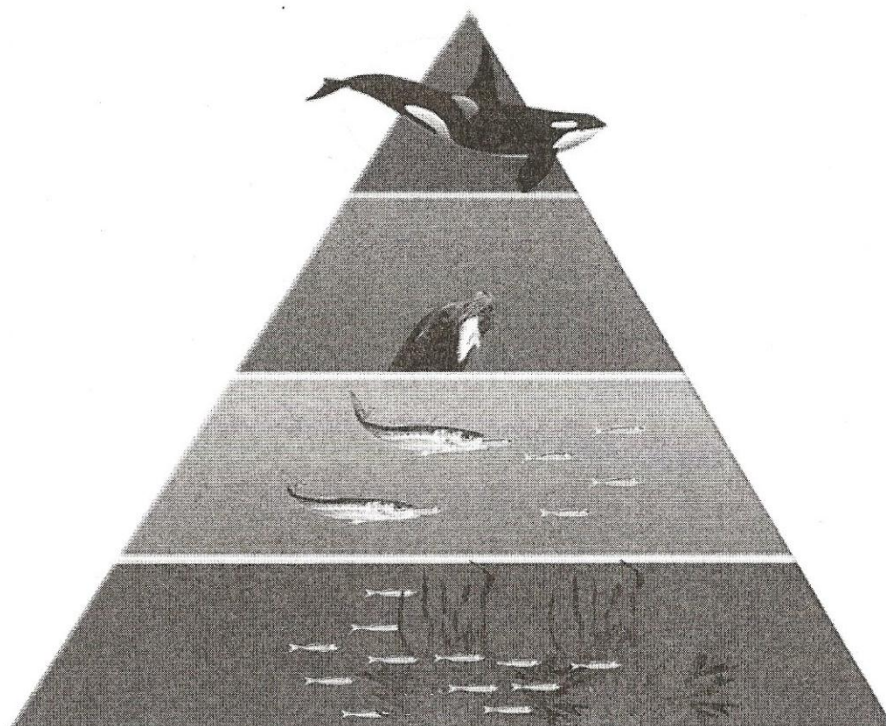
P7.5. Muito fácil

P8. A imagem ao lado representa uma pirâmide alimentar. O animal que está no topo, está porque: (Selecionar uma opção)

P8.1. Se alimenta do animal da camada inferior

P8.2. Porque é maior

P8.3. Não sabe



II.2. Questionário da professora

Questionário

Nome: Sílvia Correia

Profissão: Professora

Data: 2/11/2012

Sumário

- Proposta de dissertação Mestrado – Universidade da Madeira
- Desenvolvimento de uma solução de aprendizagem para crianças com síndrome de Down.
- Esta solução resultou em uma aplicação para ensinar as crianças o conceito de cadeia alimentar e seus respetivos níveis tróficos.

Perguntas

P1. No geral, a aplicação é fácil de utilizar (selecione uma opção).

P1.1. Concordo completamente

P1.2. Concordo

P1.3. Nem concordo nem discordo

P1.4. Discordo

P1.5. Discordo completamente

Sugestões:

- P2.1.** Concordo completamente
- P2.2.** Concordo
- P2.3.** Nem concordo nem discordo
- P2.4.** Discordo
- P2.5.** Discordo completamente

Sugestões:

P3. Tipo de interação é de fácil compreensão (selecione uma opção).

- P3.1.** Concordo completamente
- P3.2.** Concordo
- P3.3.** Nem concordo nem discordo
- P3.4.** Discordo
- P3.5.** Discordo completamente

Sugestões:

P4. O tempo de resposta do sistema é rápido (selecione uma opção).

- P4.1.** Concordo completamente
- P4.2.** Concordo
- P4.3.** Nem concordo nem discordo
- P4.4.** Discordo
- P4.4.** Discordo completamente

- P5.1.** Concordo completamente
- P5.2.** Concordo
- P5.3.** Nem concordo nem discordo
- P5.4.** Discordo
- P5.5.** Discordo completamente

Sugestões:

P6. As imagens são ilustrativas (selecione uma opção).

- P6.1.** Concordo completamente
- P6.2.** Concordo
- P6.3.** Nem concordo nem discordo
- P6.4.** Discordo
- P6.5.** Discordo completamente

Sugestões:

P7. Os objetos 3D ajudam na compreensão dos conceitos (selecione uma opção).

- P7.1.** Concordo completamente
- P7.2.** Concordo
- P7.3.** Nem concordo nem discordo
- P7.4.** Discordo
- P7.5.** Discordo completamente

P8. Facilita a aprendizagem retratar as interações entre os animais (selecione uma opção).

- P8.1.** Concordo completamente
- P8.2.** Concordo
- P8.3.** Nem concordo nem discordo
- P8.4.** Discordo
- P8.5.** Discordo completamente

P9. A tarefa de nomeação seguida da tarefa de ordenação facilita a compreensão (selecione uma opção).

- P9.1.** Concordo completamente
- P9.2.** Concordo
- P9.3.** Nem concordo nem discordo
- P9.4.** Discordo
- P9.5.** Discordo completamente

P10. As informações no jogo são suficientes (selecione uma opção).

- P10.1.** Concordo completamente
- P10.2.** Concordo
- P10.3.** Nem concordo nem discordo
- P10.4.** Discordo
- P10.5.** Discordo completamente

Sugestões:

- P11.1. Concordo completamente
- P11.2. Concordo
- P11.3. Nem concordo nem discordo
- P11.4. Discordo
- P11.5. Discordo completamente

P12. O objetivo da aplicação é ensinar as crianças o que é uma cadeia alimentar e qual é a associação entre as camadas dos níveis tróficos. Acha que esta mensagem foi passada com sucesso? (selecione uma opção)

- P12.1. Concordo completamente
- P12.2. Concordo
- P12.3. Nem concordo nem discordo
- P12.4. Discordo
- P12.5. Discordo completamente

P13. Utilizando a seguinte escala, marque com uma cruz, o número mais próximo do termo que se aproxima da sua impressão em relação à aplicação no geral.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| P13.1. Compreensão simples | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Compreensão complexa |
| P13.2. Utilização fácil | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Utilização complexa |
| P13.3. Agradável | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Desagradável |
| P13.4. Profissional | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Amadora |
| P13.5. Gostou | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Não gostou |
| P13.6. Divertida | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Aborrecida |
| P13.7. Adequada | <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | Desadequada |

↳ Depende do público-alvo

P14. O quadro interativo é uma tecnologia adequada para esta tarefa (selecione uma opção).

P14.1. Concordo completamente

P14.2. Concordo

P14.3. Nem concordo nem discordo

P14.4. Discordo

P14.5. Discordo completamente

P15. Com que frequência utilizaria este jogo? (selecione uma opção).

P14.1. Raramente

P14.2. De vez em quando → Depende do público-alvo

P14.3. Frequentemente ←

P15. Deixe os seus comentários ou sugestões a melhorar.

Aplicação prática e útil em contexto educativo.
O público com Down tem algumas dificuldades
mas o jogo ajuda a superá-las.

