



Universidade de Aveiro  
2021

**DIOGO EMANUEL  
DELGADO DA SILVA**

**INTERFACES TANGÍVEIS E REALIDADES MISTAS  
EM JOGOS DE TABULEIRO NO PROJETO  
FLAVOURGAME.**





Universidade de Aveiro  
2021

**DIOGO EMANUEL  
DELGADO DA SILVA**

**INTERFACES TANGÍVEIS E REALIDADES MISTAS EM  
JOGOS DE TABULEIRO NO PROJETO  
FLAVOURGAME.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação Multimédia, realizada sob a orientação científica do Doutor Mário Vairinhos, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coorientação do Doutor Nelson Zagalo, Professor Associado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.



Dedico este trabalho aos meus pais por me terem dado as condições que me permitiram chegar até este momento. Um bem-haja a vocês.



## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Hélder Caixinha**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Mário Vairinhos**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

**Doutora Cristina Sylla**  
investigadora integrada do Centro de Investigação em Estudos da Criança  
da Universidade do Minho



## **agradecimentos**

Aos meus pais, uma vez mais, pelo esforço e dedicação demonstrado ao longo deste percurso. Pela ajuda no desenvolvimento do projeto e pelos “não pode ser só trabalho, Diogo!”.

Aos meus irmãos, por me apoiarem em tudo o que faço.

À equipa do FlavourGame, pela disponibilidade apresentada nas reuniões de projeto e um especial agradecimento à Patrícia por toda a paciência e ajuda prestada a horas menos simpáticas.

À Carolina, pela paciência em dias menos bons e por todas as palavras de conforto durante esta fase. Não podia haver melhor companhia para estes 2 anos.

Aos meus colegas de grupo, João, Inês, Liliana e Rafael, pelas inúmeras horas de diversão e trabalho nestes 2 anos. Definitivamente o melhor desta etapa.

Ao João e ao Carlos, pela ajuda prestada e horas bem passadas. Concordemos que eu sou o mosqueteiro principal.

Ao Rafael, por reclamar tanto, mas estar sempre disponível.

Ao Pedro, pela ajuda e paciência no processo de modelação do artefacto.



**palavras-chave**

Saúde, nutrição, obesidade, realidade aumentada, interfaces tangíveis, jogo de tabuleiro, jogo de tabuleiro híbrido, jogo sério.

**resumo**

Existe uma conjugação de fatores que empurra a sociedade atual para a adoção de hábitos sedentários que acabam por conduzir a doenças de foro metabólico, sendo as crianças uma das faixas etárias mais afetadas. A necessidade de encontrar soluções para este desafio tem-se refletido a vários níveis, conduzindo a profundas alterações em modelos vigentes na nossa sociedade. Com base nesta premissa, criou-se o projeto FlavourGame.

Esta dissertação, integrada no projeto de investigação FlavourGame, financiado pelo POCI (COMPETE 2020) e em desenvolvimento na unidade de investigação DigiMedia, consiste no desenvolvimento de um artefacto apoiado na ideologia das interfaces tangíveis, com vista a ser integrada num jogo de tabuleiro híbrido, cujo objetivo é consciencializar as crianças das boas práticas nutricionais e, por inerência, tentar criar alterações no seu comportamento alimentar.

Este projeto de dissertação tem, portanto, como objetivo o enriquecimento da cultura nutricional das crianças dos 10 aos 12 anos fazendo uso das vantagens da tecnologia aliado ao carácter lúdico de um jogo de tabuleiro. Para cumprir esse objetivo foi criado uma solução tangível, que permita aos utilizadores testar e adquirir conhecimento de foro nutricional, que viria a ser testada em contexto de jogo.



**keywords**

Health, nutrition, obesity, augmented reality, tangible user interfaces, board game, hybrid board game, serious game.

**abstract**

There's a combination of factors that pushes current society to adopt sedentary habits that end up leading to metabolic diseases, with children being one of the most affected age groups. The need to find solutions for this challenge has been reflected at various levels, leading to profound changes in current models in our society. Based on this premise, the FlavourGame project was created.

This dissertation, part of the research project FlavourGame, funded by POCI (COMPETE 2020) and under development at the DigiMedia research unit, consists on the development of an artifact based on the ideology of tangible interfaces, in order to be integrated into a hybrid board game, whose objective is to make children aware of good nutritional practices and, inherently, try to create changes in their eating behaviour.

This dissertation project, therefore, aims to enrich the culture of children aged 10 to 12 years, making use of the advantages of technology combined with the playful nature of a board game. To fulfill this objective, a tangible solution was created, which allows users to test and obtain nutritional knowledge, which would later be tested in a game context.



# ÍNDICE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Introdução.....                                       | 7  |
|        | Questão de investigação.....                          | 8  |
|        | Finalidades e objetivos.....                          | 10 |
|        | Estrutura do documento.....                           | 10 |
| 2.     | Enquadramento teórico.....                            | 13 |
| 2.1.   | A nutrição.....                                       | 13 |
| 2.1.1. | <i>Wasting</i> .....                                  | 13 |
| 2.1.2. | <i>Stunting</i> .....                                 | 14 |
| 2.1.3. | Obesidade.....  | 14 |
| 2.1.4. | O prazer da comida.....                               | 15 |
| 2.1.5. | A influência do cheiro no sabor.....                  | 15 |
| 2.1.6. | A importância de uma alimentação saudável.....        | 16 |
| 2.2.   | O jogo.....   | 17 |
| 2.2.1. | Mecânicas.....  | 22 |
| 2.2.2. | Jogos Sérios.....                                     | 23 |
| 2.2.3. | Jogos híbridos.....                                   | 26 |
| 2.3.   | <i>Design</i> de interação.....                       | 27 |
| 2.3.1. | Design Centrado no Utilizador.....                    | 28 |
| 2.3.2. | Experiência do utilizador.....                        | 30 |
| 2.3.3. | Interação Humano-Computador.....                      | 32 |
| 2.3.4. | Interação Criança-Computador.....                     | 34 |
| 2.4.   | Paradigmas tecnológicos que promovem a hibridez.....  | 36 |
| 2.4.1. | Realidade Aumentada.....                              | 36 |
| 2.4.2. | <i>Tangible User Interfaces (TUI)</i> .....           | 42 |
| 2.4.3. | Internet of things (IoT).....                         | 44 |
| 2.4.4. | Computação ubíqua/pervasiva.....                      | 44 |
| 2.5.   | Levantamento e análise do estado de arte.....         | 45 |
| 2.5.1. | Interfaces tangíveis em jogos híbridos.....           | 45 |
| 2.5.2. | Food Detection.....                                   | 55 |
| 3.     | Metodologia.....                                      | 57 |
| 3.1.   | Desenho da investigação.....                          | 57 |
| 3.1.1. | Metodologia projetual.....                            | 57 |
| 3.1.2. | Público-alvo.....                                     | 58 |
| 3.1.3. | Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....      | 59 |
| 4.     | Design funcional.....                                 | 61 |
| 4.1.   | Contexto e solução.....                               | 61 |
| 4.2.   | Objetivos do protótipo.....                           | 61 |
| 5.     | Design técnico.....                                   | 63 |
| 5.1.   | Requisitos técnicos.....                              | 63 |
| 5.2.   | Módulo ótico sensor rgb.....                          | 63 |
| 5.3.   | Módulo ótico sensor ultravioleta e infravermelho..... | 65 |
| 5.4.   | Módulo de capacitância.....                           | 66 |
| 6.     | Implementação do protótipo.....                       | 68 |
| 6.1.   | Implementação técnica.....                            | 68 |
| 6.2.   | Software.....   | 70 |
| 6.3.   | Design de produto.....                                | 71 |
| 6.3.1. | Conjugação das partes.....                            | 77 |
| 7.     | Avaliação.....  | 80 |
| 7.1.   | Experiência interativa.....                           | 80 |
| 7.2.   | Desenho de cartas.....                                | 81 |
| 7.3.   | Descrição dos testes.....                             | 82 |
| 7.3.1. | Procedimentos.....                                    | 83 |
| 7.3.2. | Questionários e grelha de observação.....             | 84 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 7.4. Resultados obtidos..... | 89  |
| 8. Conclusão .....           | 102 |
| 8.1. Análise crítica .....   | 102 |
| 8.2. Trabalho futuro .....   | 105 |
| 9. Bibliografia .....        | 108 |
| 10. Anexos .....             | 114 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Os três domínios do jogo híbrido (Magerkurth, 2011, p. 276) .....   | 9  |
| Figura 2 - Relações entre serious games e conceitos educacionais (Bente & Breuer, 2010, p.11) .....  | 25 |
| Figura 3 - Relação entre disciplinas acadêmicas contribuintes, práticas de design e campos interdisciplinares relacionados com o design de interação (Sharp et al., 2019, p.10)..... | 28 |
| Figura 4 - Princípios de usabilidade e experiência do utilizador (UX).....   | 31 |
| Figura 5 - A experiência ótima: Flow (Csikszentmihalyi, 1991, p.74) .....  | 31 |
| Figura 6 - Continuum realidade-virtualidade (Milgram et al., 1995) .....   | 36 |
| Figura 7 - Fidelidade de reprodução (Milgram et al., 1995) .....   | 38 |
| Figura 8 - Extensão do conhecimento do mundo (Milgram et al., 1995) .....  | 38 |
| Figura 9 - Metáfora da extensão da presença (Milgram et al., 1995) .....   | 39 |
| Figura 10 - Solução ótica de visão através de HMD (Azuma, 1997) .....  | 40 |
| Figura 11 - Solução ótica de visão fechada de um HMD (Azuma, 1997) .....   | 40 |
| Figura 12 - Solução vídeo através de monitor (Azuma, 1997) .....   | 41 |
| Figura 13 - World of Yo-Ho .....   | 47 |
| Figura 14 - Spatial Gaming .....   | 47 |
| Figura 15 - PS Vita (Table Soccer) .....   | 49 |
| Figura 16 - Invizimals .....   | 50 |
| Figura 17 - Tendary .....  | 51 |
| Figura 18 - AR Grimoire .....  | 52 |
| Figura 19 - Get curious explorer box .....   | 52 |
| Figura 20 - Los Exploradores .....   | 53 |
| Figura 21 - Lego Hidden Side .....   | 54 |
| Figura 22 - Bake It .....  | 54 |
| Figura 23 - LogMeal .....  | 55 |
| Figura 24 - RGB Color Picker .....   | 56 |
| Figura 25 - Circuito módulo ótico sensor RGB .....   | 64 |
| Figura 26 - Circuito módulo ótico sensor UV e IV .....   | 65 |
| Figura 27 - Circuito 1 módulo capacitância .....   | 66 |
| Figura 28 - Circuito 2 módulo capacitância .....   | 66 |
| Figura 29 - Primeira versão do protótipo .....   | 68 |
| Figura 30 - Integração de todos os módulos num só (versão 2) .....   | 69 |
| Figura 31 - Solda dos componentes à placa PCB .....  | 69 |
| Figura 32 - Teste da anilha na placa PCB .....   | 70 |
| Figura 33 - Soldagem de cabo na anilha .....   | 70 |
| Figura 34 - Esboço inicial do <i>design</i> do protótipo .....   | 71 |
| Figura 35 - Esboço inicial (2) do <i>design</i> do protótipo .....   | 71 |
| Figura 36 - Modelação no programa Blender .....  | 72 |
| Figura 37 - Esboço "final" do <i>design</i> do protótipo .....   | 72 |
| Figura 38 - Vista lateral do <i>design</i> do produto .....  | 73 |
| Figura 39 - Vista de cima do <i>design</i> do produto .....  | 74 |
| Figura 40 - Vista de cima do encaixe da parte superior e inferior .....  | 75 |
| Figura 41 - Modelação do <i>design</i> final do protótipo .....  | 75 |
| Figura 42 - Pega superior .....  | 76 |
| Figura 43 - Pega inferior .....  | 76 |
| Figura 44 - Caixa superior .....   | 76 |
| Figura 45 - Caixa inferior .....   | 76 |
| Figura 46 - Resultado final da impressão 3D da caixa inferior .....  | 77 |
| Figura 47 - Resultado final da impressão 3D da pega superior .....   | 77 |
| Figura 48 - Placa PCB dentro do compartimento impresso .....   | 77 |
| Figura 49 - Parte superior finalizada do protótipo .....   | 78 |
| Figura 50 - Protótipo final completo .....   | 78 |
| Figura 51 - Resposta espectral do sensor LDR .....   | 79 |
| Figura 52 - Caixa interativa .....   | 80 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 53 - Versão minimizada das cartas .....   | 81  |
| Figura 54 - Cartas colocadas na caixa.....   | 82  |
| Figura 55 - Carta informacional da cenoura .....   | 82  |
| Figura 56 - Carta informacional da maçã.....   | 82  |
| Figura 57 - Gráfico de género e idade dos participantes .....  | 90  |
| Figura 58 - Gráfico de conhecimento dos participantes em relação a jogos que façam uso de dispositivos eletrónicos ..... | 90  |
| Figura 59 - Gráfico de frequência de jogo (jogos de tabuleiro) dos participantes nos últimos 3 meses                     | 91  |
| Figura 60 - Gráfico de frequência de jogo (jogos digitais) dos participantes nos últimos 3 meses ....                    | 91  |
| Figura 61 - Gráfico de número de jogos mencionados pelos participantes.....  | 92  |
| Figura 62 - Gráfico de conhecimento de frutas por parte dos participantes.....   | 93  |
| Figura 63 - Gráfico relativo à compreensão dos objetos presentes na mesa por parte dos utilizadores                      | 94  |
| Figura 64 - Gráfico relativo à compreensão das tarefas a executar por parte dos participantes .....                      | 94  |
| Figura 65 - Gráfico referente à acessibilidade dos objetos por parte dos utilizadores .....                              | 95  |
| Figura 66 - Gráfico referente ao que os participantes acharam mais divertido na experiência .....                        | 97  |
| Figura 67 - Gráfico referente ao que os participantes acharam mais complicado na experiência.....                        | 98  |
| Figura 68 - Gráfico referente ao nível de recomendação do jogo por parte dos utilizadores a outras pessoas.....          | 98  |
| Figura 69 - Gráfico referente ao conhecimento prévio dos utilizadores face à curiosidade apresentada em cada fruta.....  | 99  |
| Figura 70 - Gráfico de interesse dos utilizadores em jogar jogos com a mesma temática .....                              | 99  |
| Figura 71 - Gráfico referente à prova de frutas testadas .....   | 100 |
| Figura 72 - Gráfico referente às frutas que os participantes ainda não tinham provado até àquele momento .....           | 100 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Elementos que definem um jogo segundo vários autores (Salen & Zimmerman, 2003)....      | 22 |
| Tabela 2 - Etiquetas de caracterização de <i>serious games</i> (segundo Bente e Breuer, 2010)..... | 25 |
| Tabela 3 - Dimensões da IHC e métricas (adaptado de Zhang et al., 2004) .....                      | 33 |
| Tabela 4 - Etapas do trabalho de campo e técnicas/instrumentos de recolha de dados .....           | 60 |
| Tabela 5 - Valores de leitura RGB de várias frutas .....   | 64 |
| Tabela 6 - Valores de leitura UV e IV de várias frutas .....                                       | 65 |
| Tabela 7 - Registo de valores relativos a diversos condensadores .....                             | 67 |
| Tabela 8 - Registo de valores de capacitância de várias frutas nos dois circuitos.....             | 67 |
| Tabela 9 - Tabela de perguntas questionário pré-teste .....  | 85 |
| Tabela 10 - Grelha de observação ( <i>breakdown</i> ).....   | 86 |
| Tabela 11 - Grelha de observação (prova) .....   | 87 |
| Tabela 12 - Grelha de observação (validação) .....   | 88 |
| Tabela 13 - Tabela de perguntas questionário pós-teste.....  | 89 |
| Tabela 14 - Características mencionadas pelos participantes aquando da prova da fruta .....        | 95 |

## LISTA DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1 – Observações do utilizador 1 ..... | 114 |
| Anexo 2 – Observações do utilizador 2 ..... | 115 |
| Anexo 3 – Observações do utilizador 3 ..... | 116 |
| Anexo 4 – Observações do utilizador 4 ..... | 117 |
| Anexo 5 – Observações do utilizador 5 ..... | 118 |



# 1. INTRODUÇÃO

## **Problemática de investigação**

A problemática que move esta dissertação prende-se com as tendências atuais de alimentação das crianças, nomeadamente no que toca à nutrição.

Desde o início dos anos 60 que diversos comités internacionais têm vindo a fazer recomendações nutricionais de forma a evitar diversas doenças e problemas de saúde provocados pelos excessos alimentares, particularmente nos países desenvolvidos (Freire, Cannon, & Sheiham, 1994). Segundo dados do relatório da Organização Mundial da Saúde (2013) dentro da faixa etária dos 10 aos 19 anos de idade, 37% de rapazes e 25% de raparigas portuguesas com 11 anos apresentam excesso de peso. Estes valores colocam Portugal praticamente no topo da lista de países europeus com uma maior prevalência de obesidade e excesso de peso. Num outro relatório, Perfis dos países na nutrição, atividade física e obesidade nos 28 estados-membro da União Europeia dentro da região europeia da OMS (2013), pode-se verificar que a prática de atividade física por parte de indivíduos de 15 anos de idade é, em quase 60% dos casos, insuficiente para o combate ao excesso de peso ou obesidade. Este valor coloca Portugal na linha da frente no que toca à prevalência da insuficiência de atividade física, estando muito abaixo do valor mais baixo registado.

À medida que os jogos no entretenimento e lazer aumentam o seu domínio sobre o público, também o poder dos jogos para fins não relacionados com o entretenimento começa a assumir um papel cada vez mais relevante. Um dos melhores exemplos disto – ou como os jogos estão imbuídos na nossa vida – são o caso dos jogos sérios, dos jogos educacionais, bem como jogos e mundos virtuais que são desenvolvidos especificamente para fins educacionais e que revelam o potencial dessas tecnologias para aumentar o engajamento e motivação para além do propósito do lazer (Anderson et al., 2009). O poder das “experiências de imersão” está-se a mostrar mais envolvente e motivador do que as abordagens padrão de treino e educação, apoiado por um maior crescimento de evidências na literatura (Chawla & Technology Solutions, 2018; Vargas, Fabregat, Carrillo-Ramos, & Jové, 2020). A própria noção de “imersão” está-se a tornar numa ferramenta central de design à medida que avançamos no sentido de considerar a aprendizagem não apenas como construção de conhecimento, mas também como socialização. Podemos considerar esta imersão como crítica ao bom design de jogos, porque envolve, motiva e, muitas vezes,

inclui componentes de interatividade, narratividade, “fluxo” e fidelidade (De Freitas & Oliver, 2006).

Num tema com estas características, um jogo sério construído para idades jovens, tendo na sua base o conceito de jogo híbrido, procurando a fusão do mundo digital com o físico, através da incorporação de tecnologias tangíveis e integração de Realidade Aumentada (RA) auxiliada pela tangibilidade obtida através de sensores e que promove conversação e participação, tem o potencial de empoderamento.

Esta investigação está inserida num projeto financiado pelo POCI (COMPETE 2020), FlavourGame que possui como principal objetivo investigar um modelo de interação que optimize a integração de hardware de suporte subordinando-a em função dos objetivos de comunicação, nomeadamente da criação de experiência e ampliação do engajamento num jogo híbrido para crianças dos 10 aos 12 anos. Aliado a isto, o projeto é composto por uma equipa interdisciplinar de especialistas, a qual fornece ao projeto diferentes perspetivas em áreas complementares de investigação, sendo elas a comunicação, nutrição e tecnologia. O projeto teve início em 2019 e no início dos trabalhos desta dissertação, as linhas gerais do jogo híbrido FlavourGame, bem como uma versão preliminar baseada em realidade aumentada já tinham sido desenvolvidas.

## **QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO**

Considerada a temática abordada referente à problemática do estudo, foi elaborada uma questão de investigação, de acordo com os critérios de clareza, exequibilidade e pertinência (Quivy & Campenhoudt, 2008), com o propósito de orientar todo o processo de investigação: **Como pode a tecnologia digital ser integrada num jogo sério híbrido e melhorar a experiência de jogo promovendo o enriquecimento da cultura nutricional das crianças dos 10 aos 12 anos?**

Os jogos híbridos são jogos de tabuleiro que, de determinado modo, combinam elementos digitais à experiência proposta pelos jogos de tabuleiro (Arjoranta, Kankainen, & Nummenmaa, 2016). Streitz et al. (2005) identificam as qualidades únicas de experiência e perceção que definem um jogo híbrido da perspetiva do utilizador: qualidade social, qualidade háptica, estimulação multimodal, parâmetros do mundo real e atributos virtuais de artefactos físicos. Com base nisto, Magerkurth (2011) apresenta-nos um modelo de

jogos híbridos (figura 1) focado nos espaços (domínios) que constituem um jogo híbrido e as interfaces entre os mesmos.

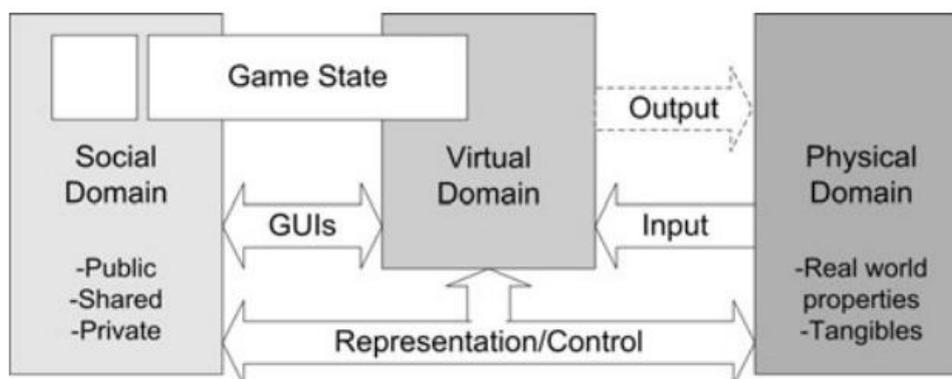


Figura 1 - Os três domínios do jogo híbrido (Magerkurth, 2011, p. 276)

No domínio digital (*virtual domain*) é possível encontrar alguns benefícios, tais como: regras realísticas e relações de jogo verossímeis, persistência de dados e gestão de sessões, apresentações de áudio e vídeo ricas e alívio de tarefas aborrecidas

No domínio social (*social domain*), configurações de grupos com comunicação face-a-face e com meios naturais de interação entre jogadores, inevitavelmente criam situações que promovem o diálogo entre participantes. Por exemplo, em jogos com forte ênfase na cooperação e competição, diplomacias e alianças são elementos-chave da experiência de jogo, mas serão inteiramente parte da natureza social sem que o domínio virtual tenha que saber da sua existência.

O último domínio, o físico (*physical domain*), consiste no mundo à nossa volta. É o ambiente físico real no qual os utilizadores residem, executam e tomam decisões relativas a uma aplicação. O ambiente físico pode ter impacto direto na maneira como o utilizador interage com o jogo.

Tendo por base este modelo e as suas vantagens aliado às particularidades do tema, do qual fazem parte a estimulação dos sentidos relacionada com as provas de diferentes tipos de fruta e vegetais, procura-se então investigar desafios para um jogo híbrido do qual integrem soluções tecnológicas que promovam a hibridez do jogo. Pretende-se com isto questionar normas e práticas sociais ao mesmo tempo que se promove a reaprendizagem, levando os jogadores a explorar novos sabores e alimentos saudáveis.

## FINALIDADES E OBJETIVOS

No âmbito da dissertação, será apresentado o trabalho de investigação focado no desenvolvimento de um protótipo com recurso a RA ou interfaces tangíveis que possa ser integrado no desenvolvimento do modelo de jogo do projeto FlavourGame. Sintetizando, os principais objetivos desta investigação passam por:

1. Compreender as principais teorias, conceitos operatórios e práticas de Realidade Aumentada e *Tangible User Interfaces* através da revisão da literatura;
2. Selecionar de forma crítica uma ou várias tecnologias, no contexto do desenvolvimento do projeto FlavourGame que sejam adequadas;
3. Investigar uma solução baseada numa das tecnologias investigadas que promova a hibridiz do jogo;
4. Efetuar uma especificação do protótipo pensado;
5. Pensar uma solução de desafio que sirva de prova de conceito para integração do protótipo no projeto FlavourGame;
6. Avaliar a usabilidade da solução desenhada através da realização de testes de utilização com utilizadores finais.

## ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A presente dissertação divide-se em 8 capítulos principais: Introdução, Enquadramento Teórico, Metodologia, Design Funcional, Design Técnico, Implementação do protótipo, Avaliação e Conclusão, estando cada um destes divididos em subcapítulos, apresentando uma estrutura lógica que explica todo o processo de preparação, investigação, desenvolvimento, implementação e avaliação.

O primeiro, de carácter introdutório, que a presente secção encerra, apresenta os principais dados que motivam esta investigação. A problemática é contextualizada, assim como a pergunta de investigação a ser respondida e os objetivos definidos para a realização do trabalho.

No segundo, Enquadramento Teórico, são contextualizados os conceitos operatórios da investigação. Aborda-se a temática da nutrição e os principais problemas inerentes às más práticas alimentares. De seguida aborda-se o tema dos jogos, no qual são explicitadas as mecânicas a ter em conta aquando do *design* de jogos e são apresentadas definições de

jogos sérios e híbridos. Exploram-se os conceitos de *Design* de Interação, tais como Design Centrado no Utilizador, Experiência do Utilizador, Interação Humano-Computador e Interação Criança-Computador. Posteriormente são abordados os vários paradigmas tecnológicos que promovem a hibridiz, tais como a realidade aumentada e as interfaces tangíveis. Finalmente é apresentado o que tem sido desenvolvido nas áreas onde o projeto se insere.

O terceiro, Metodologia, apresenta o plano de investigação delineado, descrevendo a metodologia a ser utilizada, o público-alvo, as etapas do trabalho de campo e as técnicas e instrumentos de recolha de dados a serem utilizados.

O quarto e quinto, *Design* funcional e *Design* técnico, apresentam o contexto do projeto e a solução pensada para a investigação, assim como os requisitos funcionais. São abordados também o desenvolvimento dos diferentes módulos que incorporam a solução final.

O sexto, Implementação do protótipo, apresenta todo o processo de desenvolvimento do artefacto final, que está dividido em três grandes componentes: técnica, *software* e *design* de produto. No final é feita uma conjugação de todas as partes para obter o produto final.

O sétimo, Avaliação, refere o processo de avaliação do protótipo, demonstrando a preparação dos testes, a sua realização e discussão dos dados recolhidos.

Por último, a Conclusão, apresenta a reflexão crítica referente a todo o processo de investigação, desenvolvimento, implementação e avaliação do protótipo, bem como os melhorias e trabalhos futuros para o protótipo desenvolvido.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Nesta secção será feito um enquadramento de alguns conceitos e teorias para uma melhor compreensão do projeto de investigação. Está dividido em tópicos, como a nutrição, o jogo digital, design de interação, levantamento das tecnologias e uma análise do estado da arte. Dentro destes tópicos estão presentes subtópicos, para uma consolidação do conceito expresso no tópico em questão.

### 2.1. A NUTRIÇÃO

Nesta secção serão abordados os principais problemas associados à desinformação nutricional global e o efeito prazeroso da comida na vida dos indivíduos, aliado ao poder do cheiro no bem-estar do mesmo. Por fim, recorrendo a diretrizes já definidas pretende-se demonstrar a influência de uma alimentação saudável no combate à desinformação nutricional e prevenção de doenças.

A nutrição exerce um papel fundamental nas práticas de boa alimentação e desenvolvimento durante os primeiros anos de vida. É vital para as crianças ingerirem determinada quantidade de macronutrientes, tais como carboidratos, proteínas ou gorduras, e micronutrientes, na forma de vitaminas – lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (complexo B e vitamina C) – ou minerais, como o ferro, cálcio, fósforo e magnésio. Segundo a OMS (2020), a inexistência destes nutrientes na alimentação em fases tão precoces da vida de um ser humano pode levar ao surgimento de doenças, atrasos no desenvolvimento motor e mental e ainda ter efeitos adversos a longo prazo na vida adulta, podendo mesmo levar à morte. Dois dos seus maiores problemas são o *stunting* e o *wasting*.

#### 2.1.1. WASTING

*Wasting* é o termo utilizado para descrever uma criança que é demasiado magra para a sua altura (UNICEF, 2019). Na maior parte das vezes é reflexo de uma perda de peso que tem como causa a ingestão insuficiente de nutrientes, doenças ou até mesmo os dois. Globalmente, esta condição ameaça as vidas de 7.3% das crianças do mundo

com menos de 5 anos, algo como 50 milhões de crianças. Em 2013, foi a causa de 13% das mortes de crianças com menos de 5 anos em todo o mundo, representando 875 mil mortes que podiam ser prevenidas (UNICEF, 2019).

### **2.1.2. STUNTING**

*Stunting* é o termo utilizado para descrever populações de crianças que são demasiado baixas para a sua idade (UNICEF, 2019). No entanto, é algo mais do que apenas a altura da criança, sendo um sinal claro de que as crianças numa comunidade não se estão a desenvolver bem física e mentalmente, em especial nos primeiros 1000 dias de vida. Globalmente, a proporção e número de crianças com menos de 5 anos que sofrem desta condição tem vindo a diminuir: diminui  $\frac{1}{4}$  entre 2000 e 2018 para 149 milhões de crianças. Infelizmente, apesar do declínio encorajador deste número, a maior parte do mundo ainda não está no caminho certo para atingir os objetivos previstos nas metas de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas (UNICEF, 2019).

No entanto, esta dissertação prende-se com um problema cada vez mais presente no quotidiano da população mundial: a obesidade.

### **2.1.3. OBESIDADE**

Entre os diversos problemas relacionados com a malnutrição, está a obesidade. O relatório global de nutrição (2020), alerta que o número de homens e mulheres que sofrem de sobrepeso aumentou de 31.7% (609.8 milhões) para 39.2% (1.02 mil milhões) no caso das mulheres e no caso dos homens registou-se um aumento de 29.7% (560 milhões) para 38.8% (984.6 milhões). A obesidade nos homens subiu de 6.7% (127.7 milhões) para 11.1% (284.1 milhões) e nas mulheres aumentou de 10.6% (201.8 milhões) para 15.1% (393.5 milhões). Estes números seguem a mesma tendência ao longo do tempo da observada para o caso de crianças e adolescentes, com idades compreendidas entre os 5 e os 19.

A obesidade, algo que desde há muito se associava a algo que só as pessoas abastadas sofriam, é agora uma condição cada vez mais preocupante nas populações mais pobres, refletindo assim uma maior disponibilidade de 'calorias baratas' provenientes de comidas gordurosas ou açucaradas em praticamente todos os países

do mundo. Tem associada um risco elevado de doenças não transmissíveis, como a diabetes tipo 2 e doença coronariana<sup>1</sup> (UNICEF, 2019).

### **A nutrição em Portugal**

Segundo dados de um relatório da Organização Mundial da Saúde (2013) dentro da faixa etária dos 10 aos 19 anos de idade, 37% de rapazes e 25% de raparigas portuguesas com 11 anos apresentam excesso de peso. Aos 13 anos as percentagens passam a 31% e 18% respetivamente. Estes valores colocam Portugal praticamente no topo da lista de países europeus com uma maior prevalência de obesidade e excesso de peso. Num outro relatório, Perfis dos países na nutrição, atividade física e obesidade nos 28 estados-membro da União Europeia dentro da região europeia da OMS (2013), pode-se verificar que a prática de atividade física por parte de indivíduos de 15 anos de idade é, em quase 60% dos casos, insuficiente para o combate ao excesso de peso ou obesidade. Este valor coloca Portugal na linha da frente no que toca à prevalência da insuficiência de atividade física, estando muito abaixo do valor mais baixo registado, 16% da Grécia.

#### **2.1.4. O PRAZER DA COMIDA**

Um aspeto do consumo da comida, e um que infelizmente é muitas vezes esquecido, é que os consumidores querem desfrutar da sua comida. Na verdade, muitos alimentos são consumidos quase inteiramente pela sensação de prazer que transmitem. Produtos como o café, o chocolate, os gelados e o álcool são maioritariamente consumidos para melhorar estados de espírito positivos, ou pelo menos reduzir os efeitos dos negativos. Os aromas alimentares são pistas poderosas que desencadeiam memórias e inspiram reações viscerais. O aroma alimentar, conforme definido por Herbst e Herbst (2013), refere-se ao odor característico distinto de um alimento específico. Muitas lojas de chocolate, bolos e cafés tiram vantagem dos aromas inerentes aos seus produtos para atrair clientes.

#### **2.1.5. A INFLUÊNCIA DO CHEIRO NO SABOR**

Estudos sensoriais e neurológicos demonstram que o nosso sentido do cheiro influencia significativamente o nosso sentido gustativo (Lawless & Heymann, 2010). Os

---

<sup>1</sup> Envolve o comprometimento do fluxo sanguíneo através das artérias coronárias, mais frequentemente por aterosomas.

seres humanos apenas têm alguns recetores gustativos diferentes, com 30 a 50 células numa papila gustativa (Lawless & Heymann, 2010). Pesquisa sensorial está a expandir rapidamente a nossa compreensão destes recetores de sabor, sugerindo seis gostos primários: doce, azedo, salgado, amargo, umami<sup>2</sup> (Schiffman, 2000) e gordura (Keast & Costanzo, 2015).

A maior parte da nossa sensação gustativa é determinada pelo sentido do olfato, por meio de milhões de recetores olfativos localizados em cada lado do nariz (Lawless & Heymann, 2010). Esses recetores de cheiro ajudam a identificar os sabores específicos de certos alimentos, como morango, canela ou carne. O sistema olfativo permite-nos diferenciar centenas de odores e também catalogar novos odores (Lawless & Heymann, 2010).

#### **2.1.6. A IMPORTÂNCIA DE UMA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL**

Estatísticas anuais sobre saúde realçam a importância da necessidade de se levar a cabo uma dieta saudável e equilibrada. Uma alimentação saudável, atenta aos nutrientes essenciais e excluindo os prejudiciais, é fundamental para o crescimento e manutenção do organismo humano, prevenindo igualmente o aparecimento de diversas doenças (Nutricionistas, 2011).

É a partir da sua infância que as crianças começam a formar as suas primeiras ideias sobre o mundo que as rodeia. É também nestas idades que se começam a criar os primeiros maus hábitos alimentares, sendo que em muitos dos casos estes já estão enraizados nos seios familiares, sem o conhecimento necessário para perceber as consequências que esses hábitos terão no seu futuro (Alves, 2015).

Como guia de alimentação saudável e variada, é possível recorrer à roda dos alimentos, um instrumento de educação alimentar destinado à comunidade em geral cujo propósito é ajudar a escolher e combinar alimentos que deverão estar incluídos em todas as refeições (DGS, 2016). As porções da roda dos alimentos dependem das necessidades de cada indivíduo, de acordo com o seu género, idade, atividade física, entre outros. Para uma refeição completa, equilibrada e variada, a roda estabelece as porções diárias recomendadas, equivalentes entre alimentos do mesmo grupo (Nutricionistas, 2011). Os grupos alimentares presentes na roda são (DGS, 2016):

---

<sup>2</sup> Aminoácido glutamato (ex: o molho de soja é rico em componentes umami)

- Cereais e derivados, tubérculos (28%);
- Hortícola (23%);
- Fruta (20%);
- Gorduras e óleos (2%);
- Lacticínios (18%);
- Carne, pescado e ovos (5%);
- Leguminosas (4%).

Cada grupo contém alimentos de valor nutricional semelhante, de forma a poderem ser alternados com regularidade e para que estejam sempre presentes na alimentação diária. As bebidas, nomeadamente água, devem ser consumidas ao longo do dia, sendo que o seu consumo deverá variar entre 1,5L e 3L por dia, consoante a pessoa.

## 2.2. O JOGO

Nesta secção será abordado o conceito de jogo, tendo por base definições de diversos autores. Serão mencionadas algumas mecânicas de jogo, consideradas fundamentais para o desenvolvimento de um jogo de qualquer género. É também da maior importância apresentar e descrever o conceito de *serious game* ou “jogo sério”, fundamental para a realização desta investigação.

Definir o conceito de jogo é, à partida, algo fácil. No entanto, esta definição pode ser algo de difícil compreensão uma vez que é necessário obter uma visão mais abrangente sobre definições de jogo para compreender o seu próprio significado. Uma vez que a palavra pode ter diferentes significados dependendo do contexto em que é utilizada, é necessário perceber que jogar(*play*) e jogo(*game*) são conceitos diferentes, tendo em conta que a interação lúdica se refere ao ato de jogar (Salen, Katie; Zimmerman, 2003). A definição destes termos tem gerado uma ampla discussão na comunidade científica e são múltiplos os autores que os tentam definir (Salen, Katie; Zimmerman, 2003).

**Parlett** sugere um modelo, onde existem os jogos formais e os informais (Salen, Katie; Zimmerman, 2003, p. 86). Considera os jogos informais como uma interação lúdica não dirigida, uma brincadeira tal como duas crianças a brincar uma com a outra. Os jogos

formais são uma competição onde existe um objetivo a atingir e, segundo o mesmo, este tipo de jogos possuem dois componentes:

- **Fins:** O facto de um “jogo formal” ser uma competição com uma meta como objetivo;
- **Meios:** As regras e materiais acordados por meio dos quais se ganha a competição.

Ambos os componentes – a ideia de ganhar e a ideia de o fazer através de regras – são ideias principais para a definição de um jogo e ajuda a distingui-los de outras maneiras menos “formais” de jogar.

Para **Abt** um jogo é *“uma atividade entre dois ou mais tomadores de decisão independentes buscando alcançar os seus objetivos num contexto limitador”* (Salen, Katie; Zimmerman, 2003, p. 87). O autor oferece uma definição que realça a importância do papel que os jogadores possuem no jogo, com base em 4 conceitos:

- **Atividade:** um jogo é uma atividade, um procedimento ou um evento;
- **Os tomadores de decisão:** os jogos determinam que os jogadores realizem decisões ativamente;
- **Objetivos:** os jogos têm de integrar objetivos;
- **Contexto limitador:** existem regras para estruturar o jogo durante a sua atividade.

Comparando a definição de Abt com a de Parlett, podemos verificar que a definição de jogo de Abt implica que estes possuam uma meta ou objetivo, adicionado que as regras são limitadoras da própria atividade do jogo.

De acordo com **Huizinga** no seu livro “Homo Ludens”, um jogo é *“uma atividade livre, ficando conscientemente tomada como “não séria” e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro. Ela é praticada dentro dos seus próprios limites de tempo e espaço de acordo com regras fixas e de uma maneira ordenada. Promove a formação de agrupamentos sociais, que tendem a cercar-se de sigilo e sublinhar a sua diferença em relação ao mundo comum, por disfarce ou outros meios.”*

Apesar de se tratar de uma definição inovadora com novos conceitos, possui algumas fraquezas, sendo que a maior seria a abrangência, uma vez que a definição não permite diferenciar o que é interação lúdica de um jogo.

Em 1960 **Caillois** publicou um livro como resposta ao trabalho de **Huizinga**, "*Man, Play and Games*", apresentando uma descrição de interação lúdica como:

- **Livre**: na qual a interação lúdica não pode ser obrigatória, caso contrário perde o seu caráter de diversão;
- **Separada**: possui limites dentro do espaço e tempo, definidos com antecedência;
- **Incerta**: o resultado não pode ser previsível, mas precisa de possuir margem para a iniciativa dos jogadores;
- **Improdutiva**: não gera bens nem riqueza, e termina da mesma maneira que começou;
- **Regida por regras**: é regida por convenções à margem da vida real e estabelece uma nova legislação
- **Faz-de-conta**: contrária à vida real, numa realidade fantasiada.

Até este momento, todas as definições possuem um ponto em comum: um jogo tem de ser regido por regras.

No seu livro "*Grasshoppers: Games, Life and Utopia*", **Suits** apresenta uma definição de jogo semelhante às anteriores. Para **Suits** o jogo implica:

- **Atividade**: à semelhança de Abt;
- **Voluntário**: inicia-se por vontade do jogador livremente;
- **Possuir um determinado estado das coisas**: tem um objetivo, um fim;
- **Possuir regras**: como nas definições anteriores;
- **Ineficiência**: as regras limitam as ações dos jogadores, diminuindo a sua eficiência;
- **Aceitar as regras**: jogar significa aceitar as regras.

Apesar de apresentar diversos critérios, Suits não oferece uma definição de jogo, mas sim de jogar.

Para **Crawford**, em "*The Art of Computer Game Design*", são necessários quatro elementos fundamentais para a caracterização de um jogo:

- **Representação**: um jogo é um sistema fechado formal, com regras e estruturas próprias, que representa subjetivamente uma realidade emocional simplificada;

- **Interação:** a exploração completa, deixando que os processos se desenrolem através da interatividade;
- **Conflito:** relação entre a procura do jogador pelos objetivos e os obstáculos que o impedem de os atingir. O conflito é um elemento intrínseco a todos os jogos, sejam direto, indireto, violento ou não violento;
- **Segurança:** conflito implica perigo e o perigo significa risco de dano – o dano é indesejável. O jogo proporciona ao jogador uma forma de experimentar uma situação da realidade, em segurança.

Esta definição é a primeira a apelidar explicitamente os jogos como sistemas, talvez por ser o primeiro dos autores a escrever de um ponto de vista de jogo digital.

No seu artigo *"I Have No Words and I Must Design"*, **Costikyan** propõe uma definição para o termo: *"um jogo é uma forma de arte na qual os participantes, denominados jogadores, tomam decisões a fim de gerir os recursos por meio das fichas do jogo em busca de um objetivo."*

Os conceitos chave nesta definição são:

- **Arte:** os jogos são vistos como uma forma de cultura;
- **Jogadores que tomem decisões:** os jogos requerem participação ativa à medida que as escolhas são feitas;
- **Gestão de recursos:** as decisões dos jogadores dependem da manipulação de recursos;
- **Fichas de jogo:** os meios pelos quais os jogadores executam as suas ações;
- **Objetivo:** um jogo tem um objetivo.

A definição de Costikyan é a única que oculta a importância das regras no jogo, mas é também o único autor que liga os jogos à arte e a práticas culturais.

Num livro coeditado com **Elliot Avedon, Sutton Smith** apresenta uma definição de jogo extremamente concisa e poderosa: os jogos são um exercício de sistemas de controlo voluntário, em que há uma disputa entre poderes, limitadas por regras para produzir um desequilíbrio. A força desta definição está na sua clareza e completude na forma em que aborda os próprios jogos, em vez da atividade de os jogar.

Tendo por base todas as definições apresentadas até este ponto, os autores **Salen e Zimmerman** (2003) reúnem numa tabela (tabela 1) as perspetivas de todos os autores

mencionados e apresentam propõem em *“Rules of Play: Game Design Fundamentals”* uma nova e mais completa definição: Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem num conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável”. As principais ideias nesta definição são:

- Um jogo é um sistema e eles são imprescindíveis na abordagem dos jogos;
- O jogo implica a existência dos jogadores onde estes jogam, interagem com o sistema de jogo testando e usando a experiência de interação lúdica;
- Os jogos decorrem em ambiente artificial, onde existe um limite entre o real e o fictício no tempo e espaço, sendo esta uma das suas características que o definem;
- Todos os jogos possuem um conflito, onde ocorre uma disputa de poder, quer seja a competição ou cooperação entre jogador-sistema ou apenas entre jogadores, sendo o conflito central nos jogos;
- As regras são um elemento crucial dos jogos, delimitando as ações e a estrutura na qual surge o jogo;
- Um resultado quantificável, é a última característica que um jogo deve ter, sendo que no final do jogo o jogador deve saber se ganhou, perdeu ou recebeu algum tipo de pontuação. O resultado quantificável é especialmente importante, uma vez que é o que normalmente distingue os jogos das atividades lúdicas informais.

| Elementos que definem jogo                | Parlett | Abt | Huizinga | Caillois | Suits | Crawford | Costikyan | Avedon/<br>S. Smith |
|---|---------|-----|----------|----------|-------|----------|-----------|---------------------|
| Regras que limitam a liberdade do jogador | ✓       | ✓   | ✓        | ✓        | ✓     | ✓        |           | ✓                   |
| Conflito ou desafio                       | ✓       |     |          |          |       | ✓        |           | ✓                   |
| Orientado a um objetivo/resultado         | ✓       | ✓   |          |          | ✓     |          | ✓         | ✓                   |
| Tomada de decisão                         |         | ✓   |          |          |       | ✓        | ✓         |                     |
| Não sério e absorvente                    |         |     | ✓        |          |       |          |           |                     |
| Nunca associado ao ganho material         |         |     | ✓        | ✓        |       |          |           |                     |
| Artificial/seguro/fora da vida comum      |         |     | ✓        | ✓        |       | ✓        |           |                     |
| Cria grupos sociais especiais             |         |     | ✓        |          |       |          |           |                     |
| Voluntário                                |         |     |          | ✓        | ✓     |          |           | ✓                   |
| Incerto                                   |         |     |          | ✓        |       |          |           |                     |
| Faz-de-conta/ficcional                    |         |     |          | ✓        |       | ✓        |           |                     |
| Ineficiente                               |         |     |          |          | ✓     |          |           |                     |
| Sistema de partes/recursos e tokens       |         |     |          |          |       | ✓        | ✓         |                     |
| Forma de arte                             |         |     |          |          |       |          | ✓         |                     |

Tabela 1 - Elementos que definem um jogo segundo vários autores (Salen & Zimmerman, 2003)

### 2.2.1. MECÂNICAS

Os *game designers* devem poder ver além do que um jogo aparenta ser e ser capazes de identificar rapidamente como é que ele foi construído, as denominadas mecânicas de jogo. Segundo Schell (2008, p. 130), as mecânicas de jogo são o núcleo do que um jogo realmente é. São as interações e os relacionamentos entre jogadores que permanecem quando toda a tecnologia, estética e história desaparecem.

Por um lado, estas mecânicas são muito objetivas e assentam num conjunto de regras claramente definidas. Por outro, envolvem algo misterioso. Posto isto, é difícil para os investigadores e autores chegarem a uma taxonomia analítica bem definida de como é que estas mecânicas funcionam. Alguns autores abordam esta questão de uma perspetiva muito académica, mais preocupada com uma análise que

é filosoficamente mais impermeável do que algo que possa ser útil para os designers. No entanto, a definição mais consensual dentro da comunidade assenta naquela que Schell (2008, p. 130), cujo interesse se vira para o bem dos bons jogos, nos apresenta como a taxonomia que usa para classificar estas mecânicas de jogo:

- **Espaço:** Todos os jogos acontecem num determinado espaço. Este espaço é o “círculo mágico” da jogabilidade e define todos os lugares que podem existir num jogo e como se relacionam entre si;
- **Objetos:** Um espaço vazio é apenas um espaço. O espaço do jogo precisa de objetos. Estes objetos podem ser personagens, adereços, *tokens*, qualquer coisa que possa ser vista ou manipulada;
- **Ações:** As ações são os “verbos” das mecânicas de jogo. Existem duas perspetivas sobre estas ações, as operativas e as resultantes. As operativas são as ações mais básicas que um jogador pode efetuar. As resultantes são fruto de como o jogador utiliza as ações operativas para alcançar um objetivo;
- **Regras:** São a mecânica fundamental, porque definem o espaço, os objetos, as ações, as consequências e restrições das ações e os objetivos;
- **Competência:** Para completar as tarefas que o jogo apresenta, os jogadores precisam de ser competentes. Dentro dos jogos podem existir três tipos de competência, a física (ex: reflexos), a mental (ex: memória) e a social (ex: antecipação de movimentos adversários);
- **Incerteza:** O acaso é benéfico porque adiciona imprevisibilidade a uma experiência de jogo, aumentando o valor de repetição, diversificando assim a jogabilidade.

### 2.2.2. Jogos SÉRIOS

Na sequência da utilização de jogos digitais com o intuito de aprendizagem, surgiram os *serious games*. Este termo ainda hoje tem uma grande variedade de definições, maioritariamente por se confundir facilmente com o termo *edutainment* ou jogos educativos. Vários autores afirmam que os jogos sérios são jogos digitais usados para outro propósito que não apenas o entretenimento (Bergeron, 2006; Corti, 2006; de Freitas, 2006; Susi, Johannesson, & Backlund, 2007) onde se faz uso do poder dos jogos de computador para objetivos diversos como a educação e a formação (Corti, 2006; de Freitas, 2006).

Para Bergeron (2006), um jogo sério é: “Uma aplicação de computador interativa, com ou sem um componente de hardware significativo, que tem um objetivo desafiador; é divertido de jogar e/ou envolvente; incorpora algum conceito de pontuação; transmite ao utilizador uma habilidade, conhecimento ou atitude que pode ser usada no mundo real.”

Segundo de Freitas (2006), o movimento dos jogos sérios visa sobretudo conjugar os pontos de vista de designers de jogos e educadores, “para assegurar o divertimento e motivação bem como demonstrar o valor educacional”. Assim, de Freitas define os jogos utilizados para a aprendizagem – categoria onde estão inseridos os jogos sérios – como: Aplicações que usam as características de um vídeo jogo e de computador para criar experiências de aprendizagem envolventes e imersivas para o cumprimento de metas específicas de aprendizagem, resultados e experiências.” Embora para a investigadora esta definição se aplique a todos os jogos utilizados em contexto de aprendizagem, outros autores distinguem claramente jogos sérios dos conceitos de *educational games* na medida em que, apesar de terem objetivos comuns, os jogos sérios vão mais além dos factos de ensino e hábitos de memorização, incluindo todos os aspetos da educação – ensinar, formar e informar – em todas as idades (Chen & Michael, 2005), abrangendo desde as crianças aquando da aprendizagem da língua até aos adultos na aprendizagem ao longo da vida. Desta forma, estes jogos podem ser inseridos no contexto dos *Game-Based Learning* (Figura 2) pela sua evidente componente educacional (Bente & Breuer, 2010; Corti, 2006), no entanto esta associação sugere algumas discordâncias entre autores que provêm das definições de jogos que indicam uma leveza na atividade de jogar, como é o caso de Avedon & Sutton-Smith (2015) que posiciona os jogos como “atividade voluntária” ou Huizinga (2015) que dita que os jogos são atividades caracteristicamente “não sérias” e fora do contexto de “vida normal”.

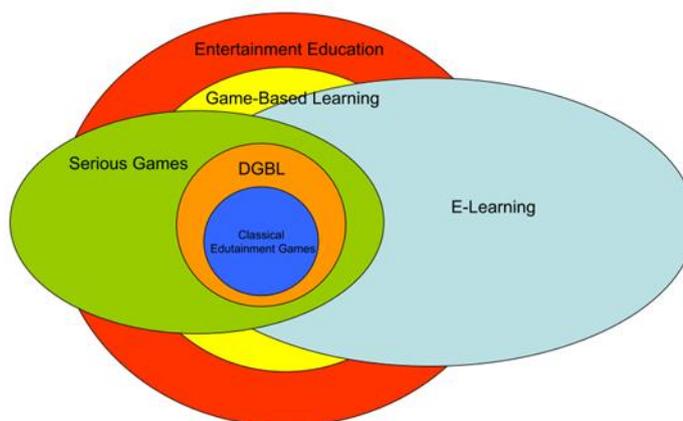


Figura 2 - Relações entre serious games e conceitos educacionais (Bente & Breuer, 2010, p.11)

Tendo por base a premissa de Ratan e Rittefeld (Bente & Breuer, 2010, p. 17), Bente & Breuer (2010, p. 19) sugerem os seguintes critérios que permitem distinguir os serious games, dos outros géneros:

| <b>Critério</b>            | <b>Exemplos</b>   |
|----------------------------|---|
| Plataforma                 | PC, Nintendo Wii, Sony PlayStation 3, Smartphone  |
| Assunto / Temática         | World War II, Sustainable development, Physics, Shakespeare's works   |
| Metas de aprendizagem      | Competências linguísticas, factos históricos  |
| Princípios de aprendizagem | Exploração, memorização, tentativa-erro   |
| Público-alvo               | Alunos do ensino médio, enfermeiros, estudantes de direito, público em geral, pré-escolares, recrutas militares |
| Modo de interação          | Multijogador, jogador único, agentes tutoriais  |
| Área de aplicação          | Educação académica, treino profissional, uso privado  |
| Controlos / Interfaces     | Rato e teclado, comando, plataforma Wii balance   |
| Género de jogo             | Puzzle, ação, simulação   |

Tabela 2 - Etiquetas de caracterização de *serious games* (segundo Bente e Breuer, 2010)

Analisando as diferentes posições relativas aos *serious games*, ressaltam um conjunto de vantagens, que se assemelham às dos jogos educativos e um conjunto

de características de aprendizagem que os autores Crowder, Gilbert, Yusoff e Willis (2009, p. 22) sintetizaram em:

- Aprendizagem progressiva e contínua;
- Linearidade / encadeamento;
- Esquema de aprendizagem (processamento cognitivo e carregamentos de memória a curto prazo)
- Apoio às atividades de aprendizagem;
- Interação, respostas e envolvimento do utilizador;
- Controlo do utilizador através de autoaprendizagem;
- Prática e exercício, com tarefas incrementais de dificuldade;
- Feedback intermitente;
- Recompensas;
- Aprendizagem enquadrada e fidedigna;
- Adaptação aos estilos do jogador.

### **2.2.3. JOGOS HÍBRIDOS**

A definição de jogo híbrido, como muitas outras no *design* de jogos, não é universal. Este hibridismo pressupõe uma mistura diferente de áreas de conhecimento que, normalmente, não estão relacionadas entre si. Na verdade, existem vários termos na literatura para definir jogos que combinam diferentes componentes, como *augmented board games* (realidade aumentada para jogos de tabuleiro), *pervasive games* (combinando experiência física), *mixed reality* (combinando diferentes tipos de realidade) e *transmediality games* (combinando diferentes tipos de media) (Arjoranta et al., 2016). Nesta investigação segue-se a linha de que os jogos híbridos são jogos de tabuleiro que, de determinado modo, combinam elementos digitais à experiência proposta pelos jogos de tabuleiro (Arjoranta et al., 2016). Portanto, a sua essência é maioritariamente física, mas faz uso de componentes eletrónicos para aumentar a experiência de jogo do utilizador e adicionar novas funcionalidades ao jogo. Embora existam imensas possibilidades de combinação das tecnologias analógicas com as digitais, pode-se classificar as mesmas em dois grandes grupos: tabuleiro digital e dispositivo digital.

O primeiro grupo inclui todos os jogos que propõem a utilização de um componente eletrónico com tela ou projeto para exibir um tabuleiro desenvolvido digitalmente. Aqui podem-se encontrar trabalhos académicos como, por exemplo, *False Prophets: Exploring Hybrid/Board Video Games* (Mandryk, Maranan, & Inkpen, 2002), não havendo registos de jogos para venda neste formato, muito provavelmente pelo custo do equipamento eletrónico necessário para o tabuleiro. Estes jogos permitem ter um tabuleiro dinâmico que normalmente possui sensores para identificar os peões e outros componentes colocados sobre o tabuleiro, como dados e *tokens*.

O segundo grupo engloba, basicamente, qualquer jogo híbrido cujo dispositivo digital não é o tabuleiro. Esses conceitos não são exclusivos, visto que é possível ter um tabuleiro digital e dispositivos digitais para um mesmo jogo, como visto em *False Prophets* (Mandryk et al., 2002).

Os jogos híbridos podem combinar o melhor dos jogos de tabuleiro e digitais. Podem tirar partido da socialização espacial de uma maneira divertida e de aprendizagem. Os jogadores gostam de manobrar as peças e componentes físicos que os ajudam a dar sentido ao mundo do jogo (Rogerson, Gibbs, & Smith, 2016). Aliado a isso, os jogos híbridos também podem criar soluções digitais para ajudar a perceber as regras e aumentar as propriedades de simulação. A adição da camada digital abre um mundo de novas soluções multimédia para tornar as experiências de jogo em grupo ainda mais imersivas, usando narrações, efeitos sonoros ou realidade aumentada. Os cálculos, as tarefas e a automatização podem ajudar a mitigar a necessidade de *game managers*, libertando os jogadores para jogarem e se concentrarem na socialização.

### **2.3. DESIGN DE INTERAÇÃO**

O termo *design* de interação é um termo chave usado para enfatizar diferentes aspetos durante o processo de desenvolvimento de um produto como *design* de interfaces, *design* de software, *design* centrado no utilizador, *design* de produto, web *design*, *design* da experiência e *design* de sistemas interativos (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019). De acordo com Saffer (2009), o *design* de interação é a arte de facilitar interações entre humanos através de produtos e serviços.

O *design* de interação é uma vertente do *design* cujo objetivo é proporcionar experiências de uso em produtos interativos de forma a fornecer suporte na forma como as pessoas comunicam e interagem no seu dia-a-dia (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019). Assim, não será absurdo considerar que o *design* de interação é fundamental para todas as disciplinas, campos e abordagens que estão preocupados com a pesquisa e projetos baseados em *human-computer interaction* (HCI).

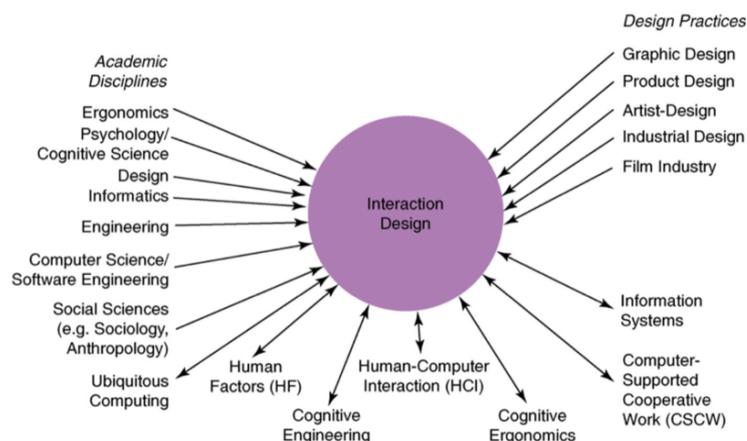


Figura 3 - Relação entre disciplinas acadêmicas contribuintes, práticas de design e campos interdisciplinares relacionados com o design de interação (Sharp et al., 2019, p.10)

A partir da observação da Figura 3, é possível perceber que o *design* de interação abrange imensas áreas. Os *designers* precisam de conseguir pensar como os seus utilizadores, possuir conhecimento sobre tecnologias e formas de interação específicas que consigam originar experiências afetivas, de forma a poderem compreender a razão pela qual as pessoas reagem de certa forma a determinados eventos, compreendendo também como elas comunicam e interagem umas com as outras. O *designer* precisa, também, de saber como funcionam as emoções, sempre com o objetivo de criar experiências que envolvam as vertentes da estética, do desejo e da narrativa (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019).

### 2.3.1. DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR

Pode definir-se, resumidamente, o *design* centrado no utilizador como “o processo que assegura que a produção do *design* corresponde às necessidades e capacidades das pessoas para os quais são dirigidos” (Norman, 2013). Esta definição descreve uma forma de atuar cujo ponto de partida são as pessoas e onde o desenho de soluções é moldado a partir destas, colocando as necessidades, capacidades e comportamento humanos em

primeiro lugar e, a partir daí, desenhar de acordo com essas necessidades, capacidades e formas de atuar. Como forma de tornar um sistema útil e fácil de usar, Gould e Lewis (1985) recomendam três princípios de design:

- **Foco nos utilizadores:** em primeiro, as tarefas e objetivos do utilizador devem ser o motor subjacente ao desenvolvimento. O comportamento e contexto de uso do utilizador devem ser compreendidos para que o sistema seja desenhado de acordo. Vai para além de conhecer os objetivos e necessidades de uso, devendo-se estudar em detalhe de que forma é que as tarefas são feitas, listando prioridades, preferências e intenções implícitas (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019);
- **Medição empírica:** em segundo, sempre que possível, desde fases preliminares de desenvolvimento, o público-alvo deve ser consultado e exposto ao produto a desenvolver, seja sob a forma de protótipos de baixa de fidelidade ou esquemas. Numa fase posterior de desenvolvimento, protótipos funcionais permitem obter observações do utilizador e capturar as suas reações ao interagir com o produto;
- **Design iterativo:** por último, as iterações permitem que o design seja refinado com base em *feedback* do utilizador (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019). Quando se trata do desenvolvimento de algo inovador, raramente se acerta na solução ideal à primeira, sendo que geralmente leva tempo, evolução, tentativa e erro e uma grande dose de paciência. Por estas razões, as iterações são inevitáveis (Gould, John; Lewis, 1985).

Para além dos princípios de *design* enunciados, importa também apresentar a análise que Norman (2013) faz dos conceitos de modelo concetual e imagem do sistema. Um modelo concetual trata-se de um modelo mental de como cada indivíduo perceciona o funcionamento de determinado objeto ou interface, adquirido naturalmente através de características de design de produto, ou seja, pela simples experiência de utilização do mesmo. Quando um utilizador interage com um produto pela primeira vez, existe a necessidade de perceber como é que este funciona, o que faz e quais as operações possíveis. Por este motivo, é importante que o produto atente a características comunicativas que expliquem e auxiliem o seu processo de utilização, tais como:

- **Visibilidade:** quanto mais visíveis forem as funções de um sistema, mais facilmente os utilizadores interagem de uma maneira eficaz sem ele;
- **Feedback:** ocorre quando o sistema mostra ao utilizador o que está a acontecer, providenciando informações sobre o seu estado atual. O *feedback* é geralmente visual, tátil ou auditivo;
- **Constrangimentos:** o artefacto tem restrições quanto às suas funcionalidades, impedindo o utilizador de seleccionar opções incorretas;
- **Consistência:** quando o objeto possui similaridades com outro produto com a mesma função, estando de acordo com as expectativas do utilizador;
- **Mapeamento:** procurar a implementação de um mapeamento natural, fazendo corresponder o plano da representação aos elementos do mundo real;
- **Affordance:** ocorre quando as propriedades do objeto dão pistas do seu uso.

### 2.3.2. EXPERIÊNCIA DO UTILIZADOR

Com o advento das novas tecnologias da comunicação e informação, surgiu também uma maior preocupação com a forma como as pessoas se relacionam com os diversos produtos. Ao contrário do que seria expectável, esta preocupação não se limitou apenas à internet, aos dispositivos móveis, ou até mais recentemente à realidade aumentada e virtual, mas também a outras áreas não tecnológicas como o entretenimento, a educação e outros setores de domínio público (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019).

O conceito de experiência de uso ultrapassa fenómenos metafísicos, sendo difícil definir e listar quais as características que um artefacto interativo deve ter para que o utilizador alcance o prazer máximo na execução de uma tarefa (Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, 2019). Importa referir que os objetivos da experiência diferem dos objetivos da usabilidade. As normas de usabilidade, oferecem diretrizes, da perspectiva do utilizador, de como este usa um sistema interativo, deixando de parte a perspectiva emocional da interação.



Figura 4 - Princípios de usabilidade e experiência do utilizador (UX)

De forma que a experiência de uso seja gratificante, o utilizador deve estar completamente focado e imerso na tarefa que está a desempenhar. Segundo Csikszentmihalyi (1991, p. 39) o estado ótimo da imersividade é definido como *Flow*. Para atingir este estado, a dificuldade da tarefa proposta deve estar em equilíbrio com a habilidade do utilizador (Figura 5). Quando a tarefa é demasiado difícil e a habilidade do utilizador é pouca, o utilizador entra num estado de ansiedade. Inversamente, quando a habilidade de execução do utilizador é muito alta e a tarefa demasiado fácil, o utilizador entra num estado de tédio (Csikszentmihalyi, 1991).

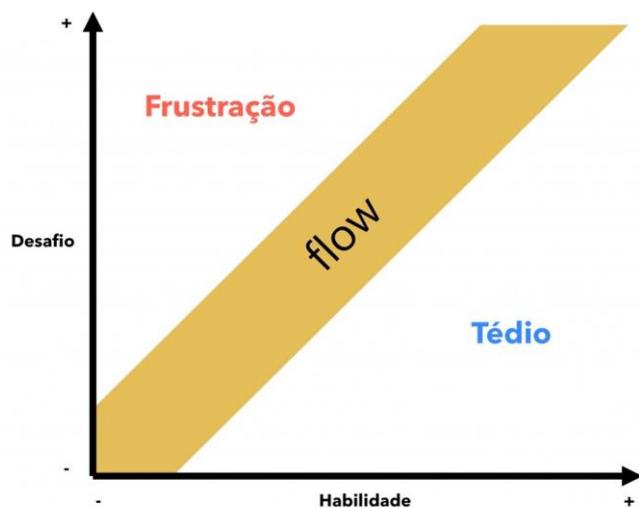


Figura 5 - A experiência ótima: Flow (adaptada de Csikszentmihalyi, 1991, p.74)

De acordo com o autor, a experiência ótima ocorre quando o utilizador é confrontado com tarefas que consegue cumprir e nas quais deve estar concentrado. A tarefa deve ser envolvente, eliminando as preocupações e frustrações do dia-a-dia, possibilitando ao utilizador o sentimento de controlo das suas ações. O sentimento de individualidade desaparece durante a execução da tarefa, no entanto depois da experiência o sentido de individualidade emerge mais forte. As combinações destes elementos emocionais criam na pessoa uma sensação de felicidade e conquista pessoal indescritível. (Csikszentmihalyi, 1991).

### **2.3.3. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR**

A interação humano-computador (IHC) foca-se no estudo da interação entre o homem e a máquina e a maneira como esta influencia o trabalho e atividades humanas, abordando os aspetos físicos, psicológicos e teóricos deste processo (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2004). Para Zhang, Carey, Te'eni & Tremanine (2005), as preocupações da IHC são variadas, envolvendo 4 áreas principais: física, cognitiva, afetiva e comportamental, estando associadas cada uma destas preocupações a determinadas métricas. As dimensões apresentadas na Tabela 3 ajudam a compreender a abrangência da IHC, assim como identifica métricas que podem ser utilizadas para compreender se um sistema cumpre, ou não, as preocupações identificadas.

| DIMENSÕES DA IHC  | DESCRIÇÃO  | MÉTRICAS  |
|---|--|---|
| Física (ergonómica).  | O sistema adequa-se à nossa força física e limitações, não ameaçando a nossa saúde.                        | Legível, audível, utilização segura.  |
| Cognitiva (usabilidade).  | O sistema adequa-se às nossas características e limitações cognitivas e funciona tendo em conta as mesmas. | Menos erros e maior facilidade de recuperação dos mesmos, fácil de usar, fácil de se lembrar como usar, fácil de aprender a usar. |
| Afetiva, emocional e motivacional intrínseca (satisfação e prazer). | O sistema satisfaz as nossas necessidades estéticas e emocionais, demonstrando-se atrativo por si só.      | Esteticamente apelativo, cativante, confiável, agradável e divertido.   |
| Motivacional extrínseca (utilidade).                                | A utilização do sistema origina consequências recompensadoras.   | Suporte de tarefas individuais.   |

Tabela 3 - Dimensões da IHC e métricas (adaptado de Zhang et al., 2004)

Considerando a não existência de uma única definição de IHC e o facto de estarem abrangidas diversas áreas de conhecimento, pode ser identificado, no entanto, um princípio fundamental, proposto por Dix et al. (2004): as pessoas utilizam os sistemas para levarem a cabo tarefas, o que permite inferir três vertentes envolvidas: os utilizadores, os sistemas e as tarefas que são levadas a cabo recorrendo a esses sistemas. Este foco dado às tarefas e à execução das mesmas não é alheio à importância cada vez maior de que esse levar a cabo de tarefas seja feito com satisfação e motivação; um sistema para ter sucesso deve realizar as tarefas que lhe são inerentes, de forma fácil e natural, mas também deve juntar a estes princípios de utilidade e usabilidade a questão da relação afetiva e emocional com o utilizador.

"It's not sufficient that people can use a system, they must want to use it" (Dix et al., 2004).

#### 2.3.4. INTERAÇÃO CRIANÇA-COMPUTADOR

A interação criança-computador (ICC) é a área científica de investigação que estuda as interações entre as crianças e os dispositivos computacionais. Ainda que os processos estejam focados em crianças dos 5 aos 12 anos, amostras com crianças mais novas ou adolescentes são também consideradas para estudos ICC (Read & Markopoulos, 2013).

A área teve um crescimento exponencial nos anos 90, influenciada pelo *design* de comunicação, *design* gráfico, educação e até mesmo psicologia. No entanto, já nos anos 60 tinha sido desenvolvidos estudos por Seymour Papert, sobre o uso computacional por parte de crianças e quais os benefícios desta interação (Read & Markopoulos, 2013).

Com este crescimento, Hourcade (2015) enuncia 10 pilares que facilitam a investigação do espaço interativo entre computadores e crianças:

- **Trabalhar em equipas multidisciplinares:** É notado que os projetos com mais sucesso incluem uma equipa multidisciplinar, geralmente constituída por *designers*, programadores, educadores que apliquem métodos de avaliação. Não só estes profissionais, mas também peritos na área em questão – inclui-se bibliotecários, professores, entre outros;
- **Envolvimento profundo com os *stakeholders*:** Durante o projeto, é necessário incluir todas as partes para alcançar resultados com sucesso – refere-se a crianças também. As crianças são, de facto, a peça vital destes estudos e isto reforça a necessidade de perceber as suas perspetivas, expetativas e experiências com tecnologia computacional. Tal como se apela a um *design* centrado no utilizador ao estudar a relação humano-computador, valoriza-se um design centrado na criança em ICC;
- **Avaliação do impacto ao longo do tempo:** As crianças não desenvolvem as suas capacidades e habilidades num curto período e, por isso, para compreender o impacto da tecnologia, é vital analisar a sua influência ao longo do tempo;

- **Projetar a ecologia, não apenas a tecnologia:** No *design* para crianças, aconselha-se alargar o foco de contexto e não só centrar na tecnologia. Isto é, tendo em consideração a sua utilização, pensar: no espaço físico onde se vai incluir esta tecnologia, na presença de adultos e/ou crianças; atividades de suporte;
- **Tornar prático para a realidade da criança:** Como já foi mencionado, o *design* centrado na criança implica um estudo e compreensão do contexto e perspetivas das crianças em questão. É necessário entender onde vai ser utilizada a tecnologia e desenvolver um protótipo. Por exemplo, um produto desenhado para ser frágil, pesado, desconfortável ou, até mesmo, perigoso não irá causar um grande impacto;
- **Personalizar:** As crianças são imprevisíveis, com diferentes capacidades, habilidades, corpos, raciocínios. Os seus interesses e necessidades são diversificados, exigindo um design mais pessoal. Permitindo (ou facilitando) a personalização da tecnologia, irá facilitar a sua assimilação.
- **Prestar atenção às hierarquias de habilidades:** Tal como no *design* IHC, procura-se estabelecer a hierarquia de habilidades. Isto é, em campos de estudo como a música e educação, o processo de aprendizagem consiste em perceber conceitos básicos e só então é possível avançar para conceitos complexos. Tendo isto em consideração, é preciso estudar estas hierarquias de maneira a não falhar a construção tecnológica;
- **Apoiar a criatividade:** As crianças conseguem assimilar melhor os conteúdos de aprendizagem quando são motivadas por um processo criativo. Esta ideia forma-se na perspetiva de Seymour Papert – o construcionismo. Foi expandida e, para além de construção com LEGOS e programação computacional, como Papert sugeriu, incluem-se técnicas de *storytelling*, *design* de 3 dimensões, autoria musical entre outros;
- **Aumentar as conexões humanas:** As ligações interpessoais são extremamente relevantes para uma criança, ajudando-a a desenvolver as suas capacidades como: falar, ouvir, negociar, partilhar e ajudar os outros. Mesmo que pensemos na tecnologia como uma barreira entre

estas ligações, podemos também pensar nela como uma ferramenta para as crescer – manter contacto com os professores, família;

- **Promover a atividade física, de forma aberta:** Acredita-se que as crianças que participam em brincadeiras físicas sem fim, alcançam capacidades mais destacadas como: melhor saúde, raciocínio (*problem-solving*), resiliência e, novamente, o contacto pessoal que favorece as capacidades de negociação, sociais e físicas.

## 2.4. PARADIGMAS TECNOLÓGICOS QUE PROMOVEM A HIBRIDEZ

Nesta secção serão abordados paradigmas tecnológicos de extrema importância para a realização do projeto, o de realidade aumentada, *tangible user interfaces* (TUI), *Internet of Things* (IoT) e ainda o de computação ubíqua.

### 2.4.1. REALIDADE AUMENTADA

O conceito de Realidade Aumentada (RA) está inserido no que Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino (1995) definem como *continuum* de virtualidade (Figura 6).

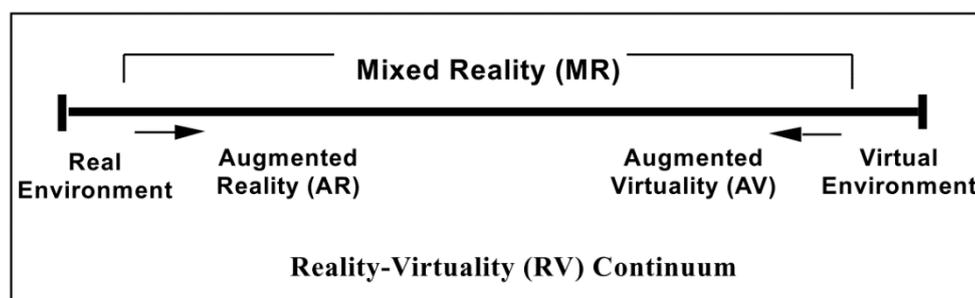


Figura 6 - Continuum realidade-virtualidade (Milgram et al., 1995)

À esquerda, no *continuum*, está representado qualquer ambiente que consiste apenas em objetos reais e inclui tudo o que pode ser observado ao visualizar uma cena do mundo real, diretamente em pessoa ou através de algum tipo de monitor (vídeo). À direita encontram-se os ambientes que consistem apenas em objetos virtuais, exemplos dos quais simulações computacionais gráficas, sejam através de monitores ou de forma imersiva. É entre estes dois extremos que se situa o conceito de realidade mista, caracterizando genericamente qualquer ambiente no qual há uma

apresentação em simultâneo de elementos do mundo real e objetos virtuais (Milgram et al., 1995).

A realidade aumentada é uma forma de realidade mista, podendo ser considerada como sendo o “meio-termo” entre um ambiente meramente real e um ambiente meramente virtual. Enquanto a realidade virtual (RV) pressupõe a substituição da visão do real por um ambiente completamente gerado por computador, podendo este ser idêntico ou não ao mundo real, a RA implica um enriquecimento do real através de informação digital (Azuma, 1997).

A principal vantagem da RA é permitir uma melhor perceção do mundo real, uma vez que os objetos virtuais podem conter informação que o observador não seria capaz de detetar apenas com recurso aos sentidos. Essa informação ajuda o utilizador a realizar tarefas do mundo real, permitindo uma utilização do computador como ferramenta capaz de tornar tarefas mais fáceis de executar por um humano (Azuma, 1997).

Azuma (1997) define qualquer forma de realidade aumentada como possuindo três elementos em simultâneo:

- Combinação do real e do virtual;
- Interatividade em tempo real;
- Existir em 3 dimensões;

Esta definição não se opõe à de Milgram et al. (1995) servindo como mais valia à mesma ao acrescentar duas características fundamentais para produzir a sensação de que o real e o virtual coexistem no mesmo espaço: interatividade em tempo real e registo a 3 dimensões (Azuma, 1997).

### **COMBINAÇÃO DO REAL COM O VIRTUAL**

Para se perceber a possibilidade de junção de dois mundos com características diferentes, é necessário abordar alguns conceitos definidos por Milgram et al. (1995).

#### **1. Fidelidade de reprodução**

O termo “fidelidade de reprodução” refere-se à qualidade relativa com a qual o *display* de sintetização é capaz de reproduzir o real ou imagens pretendidas dos objetos que estão a ser exibidos. Ou seja, é a medida que qualifica a fidelidade de reprodução do ecrã em relação ao que é sintetizado pelo sistema (Milgram et al., 1995).

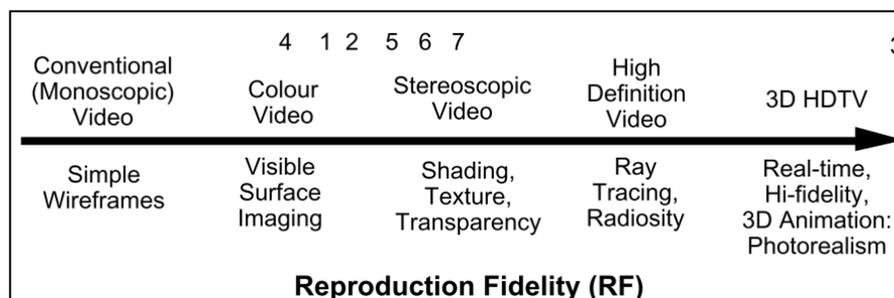


Figura 7 - Fidelidade de reprodução (Milgram et al., 1995)

Na Figura 7, a ordem acima do eixo destina-se a mostrar uma progressão aproximada, principalmente em *hardware* de tecnologia de reprodução de vídeo. Abaixo do eixo, a progressão é para uma maior e melhor sofisticação das técnicas de renderização e modelação gráfica dos computadores.

## 2. Extensão do conhecimento do mundo

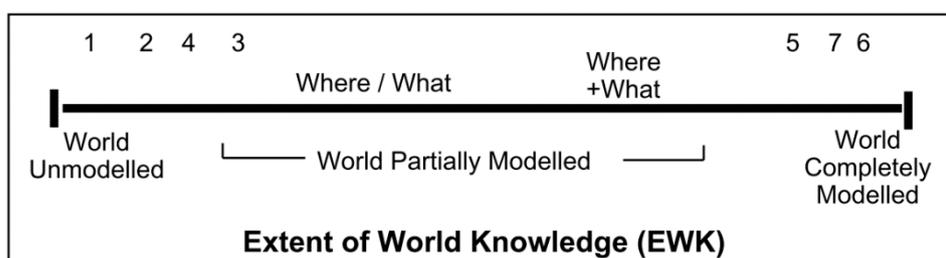


Figura 8 - Extensão do conhecimento do mundo (Milgram et al., 1995)

Existe uma necessidade de o sistema conhecer os objetos presentes nos dois mundos, em que o número de objetos relativos ou a proporção de píxeis não são suficientes. O computador terá um maior nível de capacidades quanto mais conhecer sobre os elementos presentes no virtual e real.

Num extremo (Figura. 8), o esquerdo, está o caso em que nada é conhecido sobre o mundo (remoto) que está a ser exibido. Esta extremidade caracteriza dados não modelados obtidos a partir de imagens de cenas que foram digitalizadas “cegamente” e sintetizadas por meio de visualização indireta. Isto também se refere a objetos reais vistos diretamente em telas transparentes. A

outra extremidade, a direita, o mundo completamente modelado, define as condições necessárias para exibir um mundo totalmente virtual, no sentido “convencional” da realidade virtual, que pode ser criado apenas quando o computador tiver conhecimento sobre cada objeto naquele mundo, a sua localização, a localização e ponto de vista do observador dentro desse mundo e, quando relevante, as tentativas do espectador de mudar esse mundo, manipulando os objetos que nele existem.

Quanto mais extenso for o conhecimento do ambiente pelo sistema, maior quantidade de informação pode ser relacionada e manipulada por este, possibilitando experiências mais completas.

### 3. Metáfora da extensão da presença

O terceiro, e último, conceito enunciado por Milgram et al. (1995), é a metáfora da extensão da presença, ou seja, até que ponto o observador se deve sentir “presente” na cena exibida.

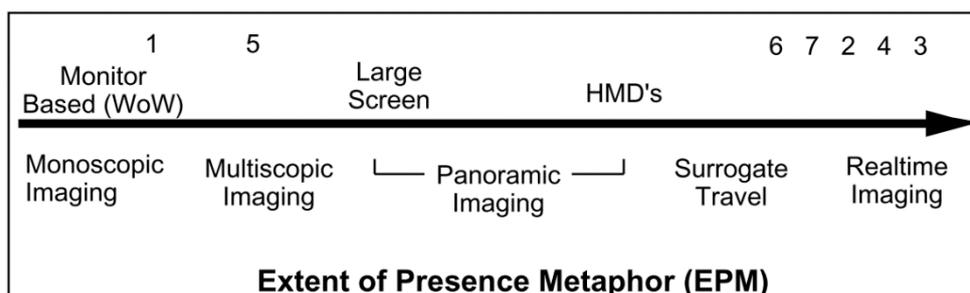


Figura 9 - Metáfora da extensão da presença (Milgram et al., 1995)

A escala (Figura. 9) vai desde a exemplificação de se visualizar o mundo através de um único ponto de vista e por uso de apenas um olho (*monoscopic image*), até ao extremo ideal em que se está completamente imerso no mundo e que não se conseguem distinguir as sensações visuais relativas a experiências de visualização não mediadas (Milgram et al., 1995).

### SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO

Combinar imagens reais e virtuais constitui um desafio inerente a qualquer sistema de realidade aumentada. Existem vantagens e desvantagens em cada uma das várias opções para mostrar essa combinação, sendo que os paradigmas mais comuns serão aqui expostos.

- **Optical see-through**

Um dispositivo OST (Figura. 10) oferece uma visão intacta do real com a sobreposição de imagens sintetizadas digitalmente. Isto é conseguido através de combinadores óticos, tipicamente espelhos semi-prateados, que são parcialmente refletivos e parcialmente transparentes. Desta forma, estando à frente dos olhos do observador, os combinadores refletem os objetos virtuais, deixando também ver através deles.

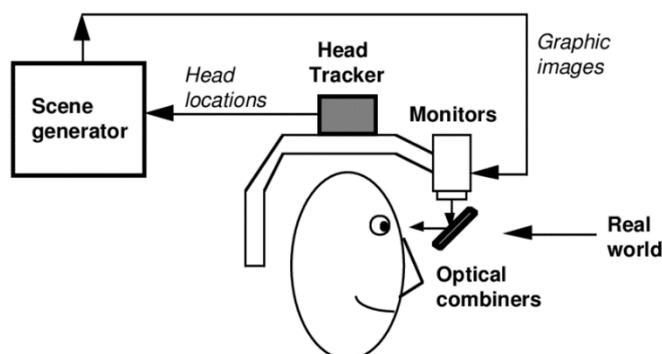


Figura 10 - Solução ótica de visão através de HMD (Azuma, 1997)

- **Video see-through**

Outra solução comum é a conjugação entre o ambiente virtual e ambiente real através de técnicas de visualização por vídeo (Figura 11). Neste caso o ambiente real não é diretamente visto pelo utilizador, mas sim primeiramente captado por uma ou duas câmaras que simulam o que seria a visão da pessoa. Essa captação de vídeo do ambiente real é então combinada com os elementos virtuais processados e a resultante dessa combinação é apresentada ao utilizador (Azuma, 1997).

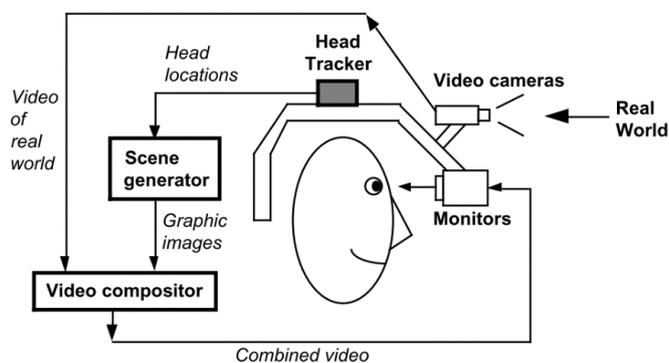


Figura 11 - Solução ótica de visão fechada de um HMD (Azuma, 1997)

- **Baseado em monitor**

Neste tipo de visualização, o observador tem pouca ou nenhuma sensação de imersão no ambiente uma vez que vê um vídeo através de um monitor convencional (Figura 12). O monitor pode ainda ser observado através de lentes estereoscópicas o que, por si só, não influencia substancialmente o grau de imersão.

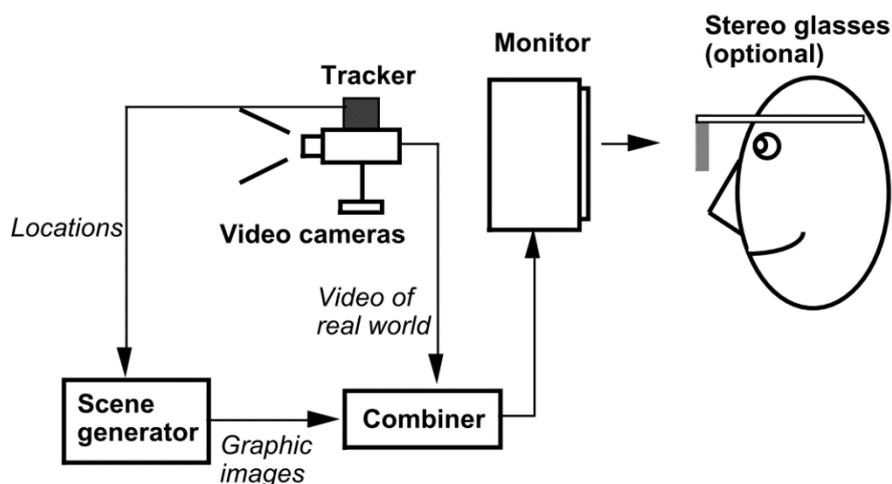


Figura 12 - Solução vídeo através de monitor (Azuma, 1997)

### DOMÍNIOS DE APLICAÇÃO

Um sistema que utilize como recurso a RA, pode usufruir das diversas potencialidades que desta podem advir aquando da sua utilização. Através desta tecnologia é possível interagir com objetos virtuais, como se no ambiente real estivessem. Quanto melhor é esse sistema, mais difícil se torna o entendimento entre aquilo que é real ou virtual.

Contrariamente ao que acontecia há algumas décadas, atualmente, são diversas as áreas que aplicam nos seus contextos, tecnologias emergentes que pressupõem um processamento em tempo real, como a RA e/ou RV.

**Medicina:** os médicos podem beneficiar da RA como ferramenta de visualização e interação com modelos digitais, tanto para treino/simulação como para cirurgia em contexto real (Azuma, 1997).

**Indústria e reparação:** a montagem, manutenção e reparação de máquinas complexas pode ser vista como uma das áreas na qual a RA é relevante. Ao invés de existirem apenas instruções em manuais físicos, as instruções para estas

tarefas poderão surgir por via digital, no campo de visão do funcionário, sobrepondo-se ao objeto real. Mais relevante que instruções textuais, formas tridimensionais colocadas diretamente nos locais de interesse proporcionam um entendimento mais explícito do procedimento a realizar (Azuma, 1997).

**Militar:** Durante muitos anos, aeronaves militares e helicópteros têm utilizado *Head-Up Displays (HUDS)* e *Helmet-Mounted Sights (HMS)* para sobrepor gráficos vetoriais à visão real do piloto do mundo real. Além de fornecerem informações básicas de navegação e voo, esses gráficos às vezes são registados com alvos no ambiente, fornecendo uma forma de apontar as armas da aeronave, com maior precisão.

#### 2.4.2. TANGIBLE USER INTERFACES (TUI)

O ser humano foi desenvolvendo, ao longo do tempo, mecanismos complexos de percepção e manipulação do ambiente físico. No entanto, parte dessas habilidades são subaproveitadas na interação com informação digital, uma vez que o paradigma de interação principal é maioritariamente baseado em interfaces gráficas de utilizador (GUI) apresentadas através de ecrãs, como refere Ishii (Sears & Jacko, 2009, Chapter 8).

Em oposição ao paradigma de interação anterior, cujas interfaces eram baseadas em linhas de comandos (CLI), as interfaces WIMP<sup>3</sup>, na qual estão inseridas as GUI<sup>4</sup>, representam importantes melhorias, sendo estas observadas na passagem da memorização e escrita de comandos textuais para uma interação baseada em “ver, apontar e clicar”. No entanto, estas interações continuam inconsistentes com as que acontecem no mundo físico, nas quais obtemos informações táteis e tiramos partido da nossa destreza e motricidade fina para manipular vários objetos físicos, empilhando-os e organizando-os de acordo com a nossa necessidade (Sears & Jacko, 2009).

As TUI, que segundo van Dam (1997), fazem parte da quarta geração de *user interfaces* (UI), as chamadas *post-WIMP UI* – que não fazem uso de menus, formulários ou barras de ferramentas, mas baseiam-se em gestos ou reconhecimento de voz, por exemplo – constituem um novo paradigma de interação

---

<sup>3</sup> *Window, Icon, Menu, Pointing device*

<sup>4</sup> *Graphical User Interfaces*

alternativo aos seus predecessores, na medida em que encorajam a participação e manipulação de objetos do mundo físico como forma de interagir com informação digital. O objetivo é unir o espaço digital com o ambiente físico e tirar partido da intuição humana no que se refere às suas capacidades de manipulação espacial (Ullmer & Ishii, 2000). Apesar de constituírem importantes desafios tecnológicos e dificuldades conceituais ao nível do *design* de interação (Shaer & Hornecker, 2009), as TUI geram novas oportunidades e ambientes de interação (Ishii & Ullmer, 1997; Ullmer & Ishii, 2000).

Outros autores (Antle, 2007; Baldassarri, Cerezo, & Marco, 2011; B. J. Hengeveld, 2011; Raffle, Vaucelle, Wang, & Ishii, 2007; Spermon, Schouten, & Van Den Hoven, 2014; Xie, Antle, & Motamedi, 2008) atribuem especial relevância ao papel que as TUI podem ter envolvendo crianças e os benefícios que podem oferecer, relacionado com a facilidade de uso enquanto suportam processos de aprendizagem e desenvolvimento (Zaman, Abeele, Markopoulos, & Marshall, 2009). O estilo de interação natural das crianças é exploratório e multissensorial (B. Hengeveld, Hummels, Overbeeke, Voort, & Balkom, 2008), além disso as TUI requerem menos interpretação, permitindo uma interação mais flexível e uso colaborativo, experiências sensoriais e são persistentes (mesmo desligado, um relógio continua a ser um relógio e permite interpretações, enquanto que um rato, apesar de ser físico, quando desligado tem pouca representação) (Ishii, 2008).

Alguns autores sugerem que as TUI devem ser reativas, com o propósito de solucionar inconsistências e fornecer *feedback* adicional (Pangaro, Maynes-Aminzade, & Ishii, 2002; Poupyrev, Nashida, & Okabe, 2007) e, para isso as TUI devem usar atuadores, eletroímãs, microprocessadores, materiais inteligentes e outros para ajudar as crianças a atingirem uma meta.

A área das TUI está interessada em olhar para os dispositivos físicos criados pela evolução tecnológica desde o último milénio até à era do computador (Ishii & Ullmer, 1997) e utilizar a interação que proporcionam, restringem e convocam e transformá-los numa ou parte de uma TUI. O desafio é ser capaz de mapear um objeto físico e a sua manipulação para computação digital e o seu *feedback* de forma significativa, mantendo as suas *affordances* físicas, trazendo-as para o mundo digital (Ishii, 2008).

### 2.4.3. INTERNET OF THINGS (IoT)

O termo *Internet of Things* (Internet das Coisas) foi utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton em 1999 num contexto muito específico: gestão da cadeia de suplementos de itens com *tags* (coisas) que permitiriam a existência de negócios mais eficientes, menos custosos e com menos desperdício (Caceres & Friday, 2012; Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013). Desde então, a definição evoluiu para cobrir mais áreas e hoje a IoT pode ser entendida como a possibilidade de detetar e atuar objetos para que estes comuniquem entre si (máquina para máquina, também conhecido como M2M), utilizando conexões de rede seguras e serviços em nuvem (estrutura unificada), para transformar a informação que obtêm dessa comunicação em informações úteis para as pessoas e empresas usarem (Gubbi et al., 2013).

Um sistema IoT precisa de três componentes principais:

- *Hardware*: os sensores, atuadores e *hardware* de comunicação embutido;
- *Middleware*: armazenamento *on-demand* e ferramentas de computação para análise de dados;
- Apresentação: novas ferramentas para apresentar visualmente e projetar dados para que sejam visualizados, compreendidos e acedidos em diferentes plataformas e diferentes aplicações.

O objetivo principal da IoT é fazer com que um computador se aperceba da informação sem intervenção humana e está à beira de passar a internet de algo estático para um futuro totalmente integrado e abrangido pela internet (Gubbi et al., 2013).

### 2.4.4. COMPUTAÇÃO UBÍQUA/PERVASIVA

O objetivo da computação ubíqua (UbiComp), também conhecida por computação pervasiva ou, como Weiser, o “pai” do termo preferia, *Calm Technology*, (Brown & Weiser, 1996; Ishii, 2004) é aumentar o uso de computadores (M. Weiser, 1193). Para tornar a vida mais confortável e produtiva (Ebling & Baker, 2012), seria necessário disponibilizar mais computadores ao longo do ambiente físico – centenas de computadores por sala (Mark Weiser, 1991), no entanto, essas centenas de computadores e o seu uso não são realmente o que Weiser quis dizer (Ishii, 2004), mas sim eram meios para atingir o objetivo de “transparência” – um momento em

que as pessoas apreendem algo tão bem que deixam de ter consciência disso (Mark Weiser, 1991).

Em “*The computer for the 21<sup>st</sup> century*” (1991), Weiser argumentou que os computadores pessoais, apesar do grande número de unidades vendidas, ainda eram algo obscuro e de uma complexidade enorme para poderem ser usados. No entanto, para Weiser, o problema não era da *interface* de utilizador, mas sim algo nascido de um equívoco: um computador pessoal deve ser visto como um instrumento usado para atingir um objetivo, ou seja, explorar o potencial real da tecnologia da informação (Mark Weiser, 1991) e não um fim em si. A fim de atingir todo o seu potencial, o computador deve desaparecer para segundo plano, não sendo um objeto que chama a atenção e que precisa de habilidades especiais, mas algo tão bem aprendido que iria, à semelhança da leitura ou escrita, ser usado sem que o utilizador se aperceba ou tenha que pensar nisso (Mark Weiser, 1991).

Weiser e os seus colegas concluíram que, apesar do uso já comum de controladores ou computadores em alguns aparelhos que “ativam o mundo” (Mark Weiser, 1991), para ser considerado um dispositivo UbiComp, tinha que ser capaz de transmitir e exibir informações mais diretamente.

## **2.5. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO ESTADO DE ARTE**

Devido à ausência de jogos de tabuleiro híbridos que tenham como temática a saúde, o levantamento dos projetos explorados neste estado de arte foi feito com base em 2 critérios: numa primeira parte são apresentados projetos que recorrem a RA e interfaces tangíveis e numa segunda parte serão abordados alguns modelos e projetos de deteção de alimentos. Os projetos analisados servirão de base à criação da solução final.

### **2.5.1. INTERFACES TANGÍVEIS EM JOGOS HÍBRIDOS**

#### **a) WORLD OF YO-HO<sup>5</sup>**

O jogador usa o seu telemóvel em combinação com uma aplicação disponível na *app store* para viajar através da realidade aumentada num oceano

---

<sup>5</sup> <https://boardgamegeek.com/boardgame/163937/world-yo-ho> (acedido a 1/1/2020)

(tabuleiro), lutando com criaturas marinhas e outros piratas (jogadores) na busca de tesouros perdidos.

Assim que colocado no tabuleiro, o telemóvel torna-se um navio.

1) Início do jogo:

- a. Escolha de um capitão (cada capitão tem estatísticas diferentes, mas também tem uma grande desvantagem);
- b. Escolha de um navio (cada navio tem uma vantagem diferente);
- c. Escolha de missões iniciais, compra de itens;

2) Durante o jogo:

- a. Ao clicar num “porto” é possível reparar o barco, ver as missões, comparar scores (única maneira de ver como estão os outros jogadores), comprar itens;
- b. Para navegar é necessário clicar num botão “Set Sail” e se, por exemplo, o navio tiver uma ilha do lado direito, apenas é possível navegar para cima, baixo e para a esquerda. Se estiver no meio do oceano, pode navegar para qualquer um dos lados, e assim que o fizer dar por terminado o seu turno;
- c. Ao navegar pelo oceano é possível encontrar itens perdidos que se apresentam como missões para o jogador aceitar / rejeitar ou até mesmo tesouros para resgatar. Também é possível encontrar inimigos com os quais se pode lutar para ganhar pontos ou fugir;
- d. Quando dois barcos estão perto um do outro, é possível iniciar um combate entre os mesmos. Cada jogador pega no seu telemóvel e seleciona três tipos de ataques. Quando os 3 ataques são executados, o jogador que der mais dano ao adversário ganha pontos e ainda tem o bónus de roubar itens ao oponente.

3) Final do jogo:

- a. O jogador com mais pontos (o número de pontos a alcançar é definido na criação da partida) no final de n rondas é o vencedor. Cada missão completa e ataque contribui com um certo número de pontos.



Figura 13 - World of Yo-Ho

### b) SPATIAL GAMING<sup>6</sup>

Acessório mobile que converte o telemóvel / tablet do utilizador numa máquina holográfica com recurso a realidade aumentada através de uma câmara integrada que permite jogabilidade física. Contém alguns jogos já disponíveis para uso com o acessório, desde jogos de cartas, RPG, *real time strategy* (RTS), corridas de obstáculos, entre outros...



Figura 14 - Spatial Gaming

<sup>6</sup> <https://www.kickstarter.com/projects/1539770337/spatial-multiplayer-ar-tabletop-gaming> (acedido a 1/1/2020)

### c) PS VITA – TABLE SOCCER<sup>7</sup>

A PS Vita permite a utilização de WAAR (*Wide Area Augmented Reality*), que é o cerne deste jogo. O utilizador faz uso das cartas que vêm em conjunto com a sua PS Vita para criar um campo de futebol virtual, com direito a bancada de espectadores!

- 1) Para iniciar um jogo o utilizador tem de escolher a sua equipa e a adversária;
- 2) Depois disso, das 6 cartas incluídas, as primeiras 3 (ordenadas numericamente) permitem ao utilizador criar o seu estádio de futebol. Quanto mais próximas umas das outras, mais pequeno será o estádio. A 4ª e a 5ª dão ao utilizador a possibilidade de ter uma bancada de adeptos (casa e visitante respetivamente). A última carta é a que permite visualizar o resultado do encontro;
- 3) Assim que o campo for criado, os jogadores de ambas as equipas ficam visíveis na área de jogo. O jogo é baseado em *turn based action*, portanto seja contra um outro jogador ou contra o CPU, cada equipa tem direito a uma jogada por turno;
- 4) A tecnologia memoriza o estado do jogo assim que deixa de estar focada nele
  - a. Ex: jogador aponta a PS Vita para outro lado, no entanto enquanto as cartas estiverem na mesa, o jogador pode retornar ao momento antes de desviar o foco.

Para além deste jogo, a consola e as cartas servem de plataforma para outros jogos: *Cliff Diving* e *Fireworks*. Ambos os jogos se baseiam na mesma ideia, a de usar as cartas como fiduciais para criar ambientes onde o jogador possa desempenhar ações, sejam elas saltos olímpicos ou lançar fogo de artifício.

---

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=NOHe9fhrJnU> (acedido a 1/1/2020)



Figura 15 - PS Vita (Table Soccer)

#### d) INVIZIMALS<sup>8</sup>

Há criaturas invisíveis por todo o lado e apenas a câmara da PSP as consegue ver. O jogador tem de localizar os misteriosos Invizimals, armar a sua armadilha mágica e tentar capturar tantos quanto conseguir. Os seus Invizimals podem enfrentar-se em emocionantes batalhas usando a magia e movimentos especiais para derrotar os seus adversários.

- 1) Faz uso de uma tecnologia criada pela Sony: SmartAR. Esta tecnologia permite o uso de objetos de realidade aumentada sem necessitar de uma carta (fiducial) associado.
  - a. SmartAR exhibe um objeto, ou neste caso um Invizimal, num chão, mesa ou parede, reconhecendo a diferença entre as superfícies e até mesmo a sua orientação no mundo físico. Funciona melhor se a superfície não for plana e ainda melhor se tiver algo que possa usar como referência. Portanto, um póster na parede ou um tapete no chão.
    - i. Ex: Capturar um *Gryphon Scout pup*. Como são invisíveis é necessário encontrá-lo. Esta tarefa é tão simples quanto apontar para qualquer superfície vermelha e colocar na superfície uma carta armadilha. Depois, neste caso, é necessário o jogador desviar-se das bolas de fogo que o invizimal cospe. Esta ação é efetuada fisicamente, via inclinação da consola. Assim que o invizimal se cansar, será possível capturá-lo.

<sup>8</sup> [https://invizipedia.fandom.com/wiki/InviZimals\\_\(Game\)](https://invizipedia.fandom.com/wiki/InviZimals_(Game)) (acedido a 1/1/2020)

- 2) Fiduciais. Uma parte essencial do jogo, é possível usar os mesmos para projetar o invizimal em qualquer superfície.
- 3) Permite ao jogador combater com inimigos controlados pelo CPU ou até mesmo por outro jogador (online). Faz uso de um sistema de *turn based combat*, no qual cada invizimal pode usar até 4 ataques. Cada combate contribui para o aumento do nível do invizimal, permitindo ao mesmo evoluir.

Necessário estar num local com boa exposição de luz quando se faz uso da RA, visto que pode impactar seriamente a performance do jogo.



Figura 16 - Invizimals

#### e) TENDARY<sup>9</sup>

Jogo de tabuleiro para 2 a 4 pessoas, com idades superiores a 11 anos. Este jogo usufrui de objetos físicos como o tabuleiro e as cartas, que são complementados pela componente de realidade aumentada que transforma o tabuleiro e os avatares dos jogadores para uma versão tridimensional.

A componente de realidade aumentada está dividida em duas:

- 1) A componente de estratégia<sup>10</sup>, onde os jogadores movem as suas personagens com recurso a um *gaze* na direção do *tile* específico em que querem que esta se mova. As personagens podem também encontrar *tiles* nos quais se encontram itens ou *tiles* com territórios que são conquistáveis.

<sup>9</sup> <https://tendary.net/home-en> (acedido a 1/1/2020)

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=bqWr2VGRvCo> (acedido a 1/1/2020)

- 2) A componente de duelo<sup>11</sup> que é provocada caso os jogadores queiram conquistar territórios que já pertencem a outra pessoa.
  - a. Este modo de jogo cria uma plataforma virtual, separada do mapa usado anteriormente, onde as personagens dos jogadores podem duelar. Estas personagens têm várias animações de ataques. Este modo de jogo também está disponível online, existindo uma tabela de classificação com os melhores jogadores mundialmente.



Figura 17 - Tendary

---

<sup>11</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=H-FAJnZbcD4> (acedido a 1/1/2020)

**f) AR GRIMOIRE<sup>12</sup>**

Aplicação de realidade aumentada que serve como complemento ao jogo D&D<sup>13</sup>.

- 1) Permite visualizar a descrição dos feitiços assim como o seu alcance no tabuleiro, poupando assim tempo ao jogador.

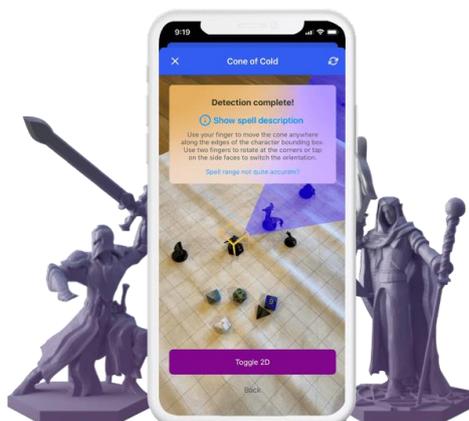


Figura 18 - AR Grimoire

**g) GET QUIRIOUS EXPLORER BOX<sup>14</sup>**

Aplicação de RA com finalidade de aprendizagem para crianças entre os 4 e os 8 anos de idade.

- 1) Faz uso de fiduciais e combina o uso de elementos do mundo real para apresentar objetos 3D.
  - a. Algumas atividades (jogos) são despoletadas via fiducial. Outras fazem uso do ambiente real para proporcionar atividades como uma caça ao tesouro.



Figura 19 - Get quirious explorer box

<sup>12</sup> <https://www.producthunt.com/posts/ar-grimoire> (acedido a 2/1/2020)

<sup>13</sup> Dungeons and Dragons

<sup>14</sup> <https://www.producthunt.com/posts/get-quirious-explorer-box-ar-games-activities-for-kids> (acedido a 2/1/2020)

#### h) UNICORN GAMES: LOS EXPLORADORES<sup>15</sup>

Jogo de tabuleiro para crianças dos 5 aos 10 anos que conjuga o aspeto físico da jogabilidade em tabuleiro com a interatividade de uma aplicação que contribui com desafios para o jogador completar e com integração de realidade aumentada para recompensas / desafios extra.

- 1) A sua jogabilidade é igual à de um jogo de tabuleiro normal (ex: monopólio), no entanto cada “casa” que o jogador visite depois de lançar o dado dá uma indicação de qual o tipo de jogo/desafio que o jogador deverá escolher na aplicação (ex: jogo da memória).
- 2) Integração de realidade aumentada com a introdução de “*lucky cards*”, que permitem ao utilizador obter uma recompensa
  - a. Ex: o jogador está numa casa da sorte, logo tem de tirar uma *lucky card* do baralho. De seguida dá scan da mesma na aplicação e é-lhe apresentado um baú de tesouro. Este baú recompensa-o com um dado, dando-lhe a possibilidade de voltar a jogar



Figura 20 - Los Exploradores

#### i) LEGO HIDDEN SIDE<sup>16</sup>

Aplicação de RA que inicialmente foi lançada como forma de o utilizador visualizar e controlar vários modelos lançados pela LEGO. Era dada a possibilidade de o utilizador poder conduzir comboios, carros e até barcos, sempre em aspeto LEGO, e em alguns modelos era também possível provocar

<sup>15</sup> <https://unicorngames.co/casos-de-uso/caso-los-exploradores/> (acedido a 2/1/2020)

<sup>16</sup> <https://www.lego.com/en-us/themes/hidden-side/about> (acedido a 2/1/2020)

certas animações como por exemplo utilizar a mangueira de água de uma carrinha de bombeiros.

Atualmente a aplicação já tem uma interação mais direta com certos modelos, criando uma narrativa e um próprio mundo para cada um destes. A história progride através de certas ações do utilizador em certos sítios dos modelos. A aplicação possui um HUD simples e várias animações que tornam a experiência mais imersiva.



Figura 21 - Lego Hidden Side

#### j) **BAKE IT**<sup>17</sup>

Aplicação de RA que serve de complemento às experiências realizadas no laboratório (a cozinha) de modo a ajudar a criança a compreender a realização dos vários passos necessários ao longo de uma receita.

- 1) Recurso a fiduciais e *colliders* para detetar a junção de ingredientes (pela ordem certa) para acabar a receita.



Figura 22 - Bake It

O projeto Bake It foi desenvolvido como um projeto de licenciatura de Novas Tecnologias da Comunicação por parte de Ana Alexandre, Carolina Nicolau, Inês

<sup>17</sup> <https://www.behance.net/gallery/79404459/Bake-it> (acedido a 2/1/2020)

Maria e Mafalda Albuquerque. É uma iniciativa que tem como objetivo interligar a RA em contexto educativo, no sentido de promover os conhecimentos científicos na cozinha de uma forma divertida e tridimensional, proposta pela Fábrica da Ciência Viva de Aveiro. O jogo é destinado a crianças dos 8 aos 14 anos.

### 2.5.2. FOOD DETECTION

#### a) **LogMeal API**<sup>18</sup>

Serviço de inteligência artificial para deteção automática de comida e alimentos, baseado em imagem. Permite detetar se o alimento é um vegetal, fruta ou bebida, assim como perceber se a imagem se trata de um prato completo ou não. Também permite obter informação nutricional e os ingredientes presentes na refeição.

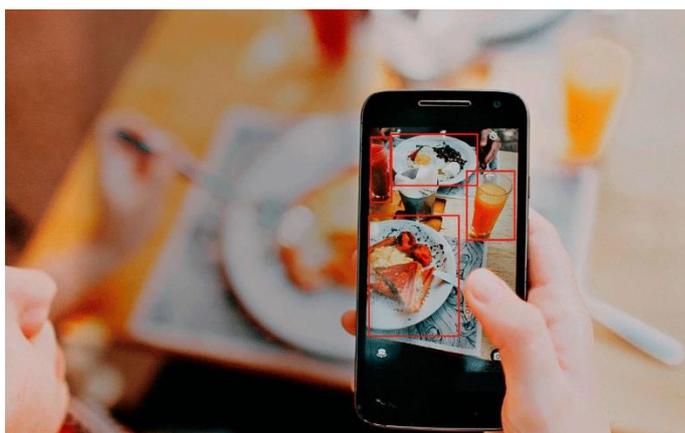


Figura 23 - LogMeal

#### b) **Arduino Food Detector**<sup>19</sup>

Este projeto baseado em arduino e sensores, permite detetar o tipo de alimento através da sua resistência. Ainda que apresente algumas lacunas, como a sua programação ser baseada em valores já pré-definidos e os alimentos testados já estarem previstos na sua implementação, serve como boa base para um cruzamento de dados para melhorar a eficácia e

<sup>18</sup> <https://www.logmeal.es/> (acedido a 16/1/2020)

<sup>19</sup> <https://myrobotduino.blogspot.com/2016/07/food-detector.html> (acedido a 16/1/2020)

automatização de uma ferramenta que possa identificar o alimento escolhido.

**c) Arduino RGB Color Picker<sup>20</sup>**

Projeto baseado em arduino, permite obter o valor RGB e hexadecimal de um objeto. Assume-se como um projeto de grande valia por permitir obter a cor do alimento escolhido e, possivelmente, cruzar os dados obtidos com outras variáveis, como a resistência do mesmo, para melhorar a exatidão do resultado.



Figura 24 - RGB Color Picker

Todos os produtos analisados neste ponto estão relacionados com o projeto, quer pela tecnologia ou pela temática. A grande maioria dos jogos analisados fazem uso da realidade aumentada como maneira de melhorar a experiência de jogo do utilizador, havendo poucos casos de deteção de alimentos, deixando a ideia de que a integração de interfaces tangíveis na criação de jogos híbridos é uma área que não tem sido explorada. Como tal, o projeto FlavourGame e o produto desta investigação pretende atuar como prova de conceito, mostrando o potencial que esta abordagem possui, sendo passível de ser aplicado a outros tipos de jogos e produtos para além da nutrição.

<sup>20</sup> <https://www.instructables.com/Arduino-RGB-Color-Picker-Pick-Colors-From-Real-Lif/> (acedido a 16/1/2020)

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a abordagem metodológica segundo a qual este trabalho de investigação foi realizado. De seguida descrevem-se os métodos de recolha de dados e os participantes da fase de avaliação.

#### 3.1. DESENHO DA INVESTIGAÇÃO

A abordagem metodológica escolhida para a realização deste trabalho foi a de Investigação e Desenvolvimento, uma orientação que privilegia a adoção de uma atitude de iteração entre a componente teórica e prática da investigação e uma adaptabilidade constante aos contextos sociais e humanos. Segundo Van den Akker (1999), esta orientação difere do desenvolvimento profissional, uma vez que o objetivo não se resume à implementação de soluções completas, mas sim à elaboração de sucessivos protótipos que vão, conseqüentemente, mais ao encontro dos requisitos definidos. Desta forma, o processo é geralmente cíclico ou em espiral, passando por várias atividades e fases de análise, desenvolvimento, avaliação e revisão, voltando sempre ao início do processo até que o produto satisfaça as necessidades. Numa vertente tendencialmente educativa, nesta metodologia importa assim a construção e devida avaliação do modelo a desenvolver, por forma a solucionar os problemas em questão. Desta forma, percebendo que o objetivo é envolver o público-alvo numa consciencialização da importância de uma correta alimentação para a sua própria saúde e bem-estar por via de um jogo híbrido, entende-se que isto dá forma a um processo educativo característico das aplicações desta metodologia. Aliado a esta abordagem serão utilizadas também as metodologias projetuais previstas no *design* centrado no utilizador e *design* participativo.

##### 3.1.1. METODOLOGIA PROJETUAL

A abordagem complementar à mencionada anteriormente tem por base os princípios recomendados no *design* centrado no utilizador, como mencionado anteriormente. Este conceito integra pesquisa durante todo o processo criativo,

forneendo informações valiosas das necessidades, comportamentos e expectativas do público-alvo. O *design* centrado no utilizador é uma abordagem que prioriza a pessoa e foca-se em aumentar a satisfação de um utilizador com um produto, serviço ou marca (Jenn; O’Grady, 2017).

### **DESIGN PARTICIPATIVO**

Para além do *design* centrado no utilizador, a realização desta investigação será realizada com influência assente no *design* participativo, uma coleção de práticas de *design* que visam incluir todos os intervenientes de um projeto em cada etapa do processo de *design*. Esses intervenientes, os especialistas presentes no projeto FlavourGame, fazem parte de áreas complementares à investigação e permitem enriquecer o trabalho realizado ao cruzar os seus conhecimentos em nutrição, criação de narrativas, *design* de experiências, mecânicas de jogo e tangibilidade criando assim um meio benéfico e apropriado de pesquisar e desenvolver novos *designs*, centrando-se numa troca verbal de ideias de *design*, o que é extremamente importante nas fases iniciais de conceção do *design*. Tanto o conhecimento quanto a compreensão surgem como resultado da troca verbal (Luck, 2003). As intenções do *design* participativo são “esclarecer objetivos e necessidades, projetar visões coerentes para a mudança, combinar perspetivas orientadas para os negócios e socialmente sensíveis, iniciar a participação e parcerias com diferentes partes interessadas, usando análises etnográficas no processo de design ... e fornecendo uma grande lista de diferentes técnicas práticas” (Simonsen & Hertzum, 2012). Além disso, o *design* participativo permite que os intervenientes tenham uma sensação de propriedade, aceitação e, finalmente, o melhor resultado.

#### **3.1.2. PÚBLICO-ALVO**

Esta investigação tem como público-alvo crianças com idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos. Fazendo parte do grupo de pré-adolescentes é importante perceber que estas crianças estão na fase de transição entre a infância e a adolescência, podendo variar bastante em maturidade (Fisher, 2015). As crianças nessa faixa etária têm uma melhor capacidade de lembrar e recordar informação. Tal é atribuído à velocidade a que o seu cérebro pode responder, à sua maior base de conhecimento sobre a informação que estão a tentar recordar, e à aquisição de estratégias específicas para recordar coisas (Fisher, 2015).

Os pré-adolescentes estão a explorar plenamente a sua identidade e as suas interações sociais à medida que transitam para a idade adulta. É pouco provável que optem por jogar um jogo educativo por si só, a menos que seja apresentado num ambiente escolar (Fisher, 2015). Muitos jogos, tais como *Dance Dance Revolution* (1998), que promove atividade física e ritmo, ou *Minecraft* (2011), que promove as interações sociais e engenharia, são educativos ou benéficos de outras formas não tradicionais.

É de extrema importância perceber que estas crianças “adoram ser peritas” e não perdem muito tempo a ler instruções ou a decorar regras (Factory, 2016) e, desse modo, é fundamental fornecer-lhes feedback sobre tarefas completadas ao invés de as informar antecipadamente. Também são capazes de investir tempo nas atividades, querendo com isto dizer que não estão necessariamente à procura de uma aplicação ou jogo que possam dominar num dia. Conseguem ter em conta vários aspetos de um problema e isso é um traço a considerar: criar jogos para pré-adolescentes permite manter o grau de complexidade elevado desde que estes não estejam configurados para falhar com tarefas irrealisticamente difíceis desde o início. O desafio passa por manter o objetivo o mais interessante possível e permitir às crianças o uso da sua criatividade para o conseguirem alcançar. Tendem também a gostar de jogos que os incentivem a aprender e descobrir informação à medida que progredem no jogo. Um exemplo disto seria o jogo *Does Not Commute* (2015), onde o jogador controla todos os veículos do jogo. A interação nuclear é aparentemente simples, mas através da introdução gradual de meta-sistemas, o jogo tem sucesso em manter os jogadores engajados e interessados.

### **3.1.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS**

Auxiliando-se de técnicas e instrumentos de recolha de dados apropriados a cada momento de avaliação, foram executadas as seguintes técnicas, esquematizadas na Tabela 4.

| ETAPA                            | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS   |
|----------------------------------|---|
| Análise do objeto e problemática | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise documental</li> </ul>  |
| Desenvolvimento do protótipo     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Focus group</i> (design participativo);</li> <li>• Testes com protótipos <i>lo-fi</i>;</li> <li>• Testes com protótipo <i>hi-fi</i>.</li> </ul> |
| Avaliação do protótipo           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré e pós-questionários (Usabilidade);</li> <li>• Grelha de observação (Usabilidade).</li> </ul>   |

Tabela 4 - Etapas do trabalho de campo e técnicas/instrumentos de recolha de dados

O trabalho de campo subdividiu-se em 3 fases, sendo a primeira uma análise do objeto e problemática, na qual consiste uma análise documental com objetivo de compreender os diferentes conceitos inerentes à investigação e realização do trabalho proposto, de modo a obter resultados mais fiáveis dentro das áreas de análise.

A segunda fase consistiu no desenvolvimento do protótipo, da qual fazem parte *focus groups* semanais, tendo em vista o contributo da restante equipa de especialistas que compõem o projeto FlavourGame, podendo desta forma obter um maior número de opiniões para a realização do projeto. Seguiu-se um desenvolvimento de partes do projeto de modo a testar cada uma das componentes antes de as combinar no produto final. Foram também efetuados testes ao produto no seu estado final, combinando as diversas componentes desenvolvidas ao longo do tempo.

Na terceira e última fase, o protótipo foi avaliado pelos participantes de forma a obter o seu *feedback* sobre a utilização do mesmo. Foram feitos questionários antes e depois da utilização do protótipo, de modo a perceber a usabilidade do mesmo, dando assim uma voz ativa ao utilizador no desenvolvimento do trabalho.

## 4. DESIGN FUNCIONAL

### 4.1. CONTEXTO E SOLUÇÃO

Como abordado inicialmente, esta investigação está inserida num projeto financiado pelo POCl (COMPETE 2020) denominado FlavourGame, que pretende desenvolver uma ligação entre uma componente física e uma componente digital que se complementem e possa ser aplicado num contexto educacional com crianças dos 10 aos 12 anos, com a intenção de sensibilizar as mesmas para a importância dos bons hábitos nutricionais.

Após reunião com o orientador deste trabalho e tendo por base os objetivos do projeto, que vinham a ser discutidos ao longo de várias semanas com a restante equipa, e a motivação do investigador, chegou-se à conclusão de que o caminho a seguir nesta investigação seria o da criação de um artefacto tangível que permitisse aos seus utilizadores perceberem qual o fruto/vegetal que estavam a segurar com o mesmo. Esta decisão teve na sua génese a existência de um protótipo e desafio desenvolvido em realidade aumentada (Reisinho, 2021; Silva, 2021) e, estrategicamente, era interessante enriquecer e diversificar os desafios. Neste caso, poderia ter-se optado por aprofundar essa componente, que incide sobre a confeção de alimentos, que é fundamental no tema da nutrição e cultura nutricional, mas decidiu-se que nesta fase seria interessante diversificar um pouco o desafio para outras áreas que não a confeção, optando assim pela componente das interfaces tangíveis. Aliado a esse desenvolvimento foi concebido um desafio a integrar na experiência de jogo que simulasse o contexto no qual este artefacto seria inserido: um desafio que faça uso desta capacidade de digitalização do fruto/vegetal para progressão no jogo.

### 4.2. OBJETIVOS DO PROTÓTIPO

Para o desenvolvimento do artefacto, foi pensada uma solução que fosse familiar ao utilizador e tivesse presente os seguintes requisitos funcionais:

- Manipulação dos alimentos;
- Extensão da mão do utilizador;
- Integração numa experiência de jogo;
- Leitura de sistema (ler a cor da fruta/vegetal e dizer qual a fruta testada)



## 5. DESIGN TÉCNICO

Nesta fase pretendia-se projetar os elementos técnicos que iriam servir de base às funcionalidades do protótipo.

### 5.1. REQUISITOS TÉCNICOS

- 1) Artefacto tangível (pinça)
  - a. Capacidade de detetar o alimento a ser testado, em tempo real, através de:
    - i. Sensor de luz (LDR);
    - ii. LED RGB, UV, IV;
    - iii. Leitura de capacitância.
  - b. Capacidade de transmitir, em tempo real, a informação captada no ponto anterior e traduzi-la de forma visual, através de:
    - i. Botões e LED brancos conectados ao arduino.

Tal como descrito acima, a solução idealizada passava pela utilização de um sensor LDR associado a um LED RGB, um LED ultravioleta e um LED infravermelho, assim como um mecanismo de leitura de capacitância. Sendo assim, foram efetuados diversos testes a cada um destes sistemas, de maneira a perceber se podiam servir de complemento uns aos outros para permitir a deteção do alimento a ser testado. Foram vários os alimentos utilizados para testagem, de modo a perceber a viabilidade das leituras em múltiplas frutas/vegetais. Todos os registos finais foram tomados após ser efetuada a leitura 10 vezes e feita a média entre os valores obtidos.

### 5.2. MÓDULO ÓTICO SENSOR RGB

Tendo por base um exercício de aplicação sobre entrada e saída analógica no arduino, Colour Picker<sup>21</sup>, criado pelo professor Mário Vairinhos, o investigador procedeu à implementação de um circuito (Figura 25) com recurso a um sensor LDR e um LED RGB conectados a um arduino que, após um clique num botão permitisse efetuar uma leitura de uma fruta/vegetal escolhida e devolver um valor em

---

<sup>21</sup> <https://noperation.wordpress.com/2017/03/12/colour-picker/>

hexadecimal, assim como os valores individuais de R(*red*), G(*green*), B(*blue*), de modo a serem armazenados no sistema.

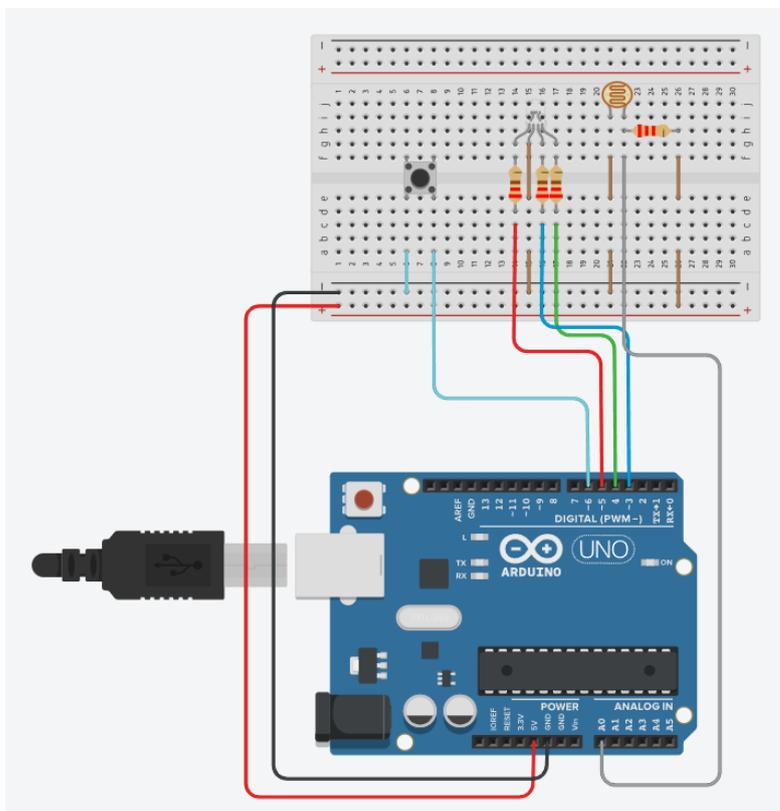


Figura 25 - Circuito módulo ótico sensor RGB

Montado o circuito, passou-se ao teste de leitura de várias frutas, sendo registados os valores apresentados na tabela 5.

|         | RGB                 |     |     |     |
|---------|---------------------|-----|-----|-----|
|         | #                   | R   | G   | B   |
| Maçã    | fff8b5              | 255 | 248 | 181 |
| Cenoura | dd3818              | 221 | 56  | 24  |
| Banana  | cfb777              | 207 | 183 | 119 |
| Ameixa  | 9 <sup>a</sup> 0b0f | 154 | 11  | 15  |

Tabela 5 - Valores de leitura RGB de várias frutas

### 5.3. MÓDULO ÓTICO SENSOR ULTRAVIOLETA E INFRAVERMELHO

Seguindo a lógica aplicada ao circuito anterior, foi criado um circuito novo que permitisse a leitura dos valores ultravioleta de uma fruta/vegetal, como demonstrado na Figura 26. O mesmo circuito foi usado para leitura dos valores infravermelho.

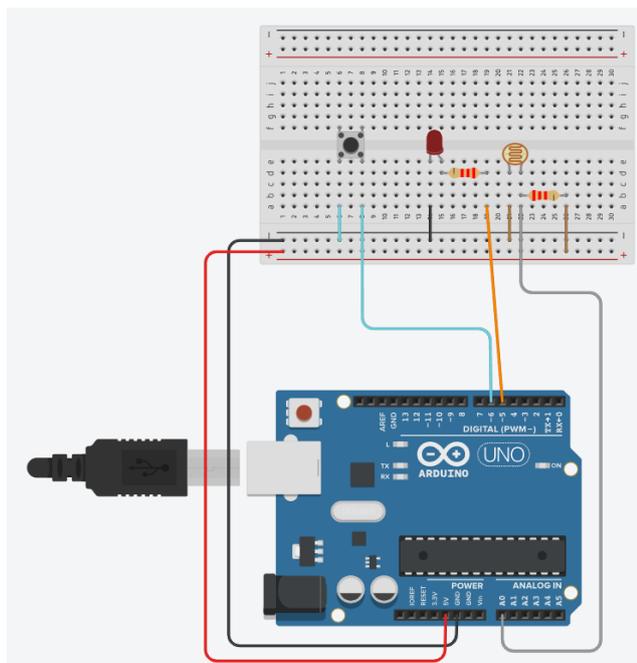


Figura 26 - Circuito módulo óptico sensor UV e IV

De seguida registaram-se os novos valores, na tabela 6.

|         | UV  | IV |
|---------|-----|----|
| Maçã    | 148 | 25 |
| Cenoura | 0   | 7  |
| Banana  | 74  | 7  |
| Ameixa  | 0   | 18 |

Tabela 6 - Valores de leitura UV e IV de várias frutas

## 5.4. MÓDULO DE CAPACITÂNCIA

Foram elaborados 2 circuitos com alcances diferentes e efetuadas leituras a condensadores de diferentes valores, de modo a tentar perceber qual o circuito que apresentava uma resposta mais fidedigna na sua leitura. Na Figura 27 é possível verificar o circuito 1, com capacidades de leitura entre  $1\mu\text{F}$  e  $3900\mu\text{F}$ , enquanto na Figura 28 verifica-se o circuito 2, com capacidades de leitura entre  $470\mu\text{F}$  e  $18\text{pF}$ .

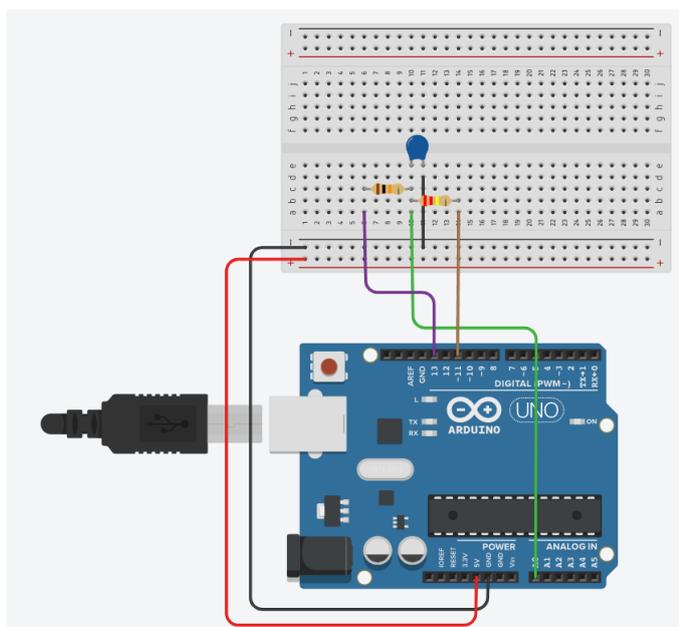


Figura 27 - Circuito 1 módulo capacitância

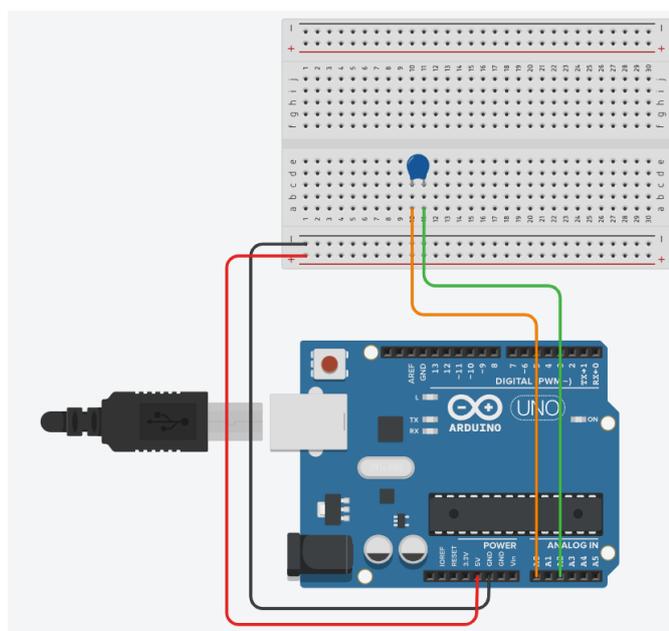


Figura 28 - Circuito 2 módulo capacitância

Foram então registados, na tabela 7, os valores obtidos pela leitura de diversos condensadores (alguns de valor desconhecido), de modo a perceber o nível de fidelidade nessas leituras e perceber qual o melhor circuito a ser utilizado.

| <b>Condensadores</b> | <b>Circuito 1 (1<math>\mu</math>F - 3900<math>\mu</math>F)</b> | <b>Circuito 2 (470<math>\mu</math>F – 18pF)</b> |
|----------------------|--|---|
| 470 $\mu$ F          | 510 $\mu$ F  | 528,72 $\mu$ F                                  |
| 220 $\mu$ F          | 240 $\mu$ F  | 244,39 $\mu$ F                                  |
| 47 $\mu$ F           | 46 $\mu$ F   | 49,98 $\mu$ F                                   |
| 100 $\mu$ F          | 113 $\mu$ F  | 110,58 $\mu$ F                                  |
| 82                   | -  | 75,293 $\mu$ F                                  |
| 103                  | -  | 10,25 nF  |
| 561                  | -  | 448,030 pF                                      |
| 10                   | -  | 11,450 pF                                       |
| 47p                  | -  | 46,463 pF                                       |
| 33j                  | -  | 33,356 pF                                       |
| 56k                  | -  | 55,789 pF                                       |

Tabela 7 - Registo de valores relativos a diversos condensadores

Através deste registo, foi possível perceber que não existe uma diferença clara entre os dois circuitos, sendo que é visível a dificuldade do circuito 1 em ler valores abaixo de 1 $\mu$ F. Posto isto, será necessário perceber qual é a escala de medição da fruta e perceber qual o circuito que melhor se adequa para estas medições. Foram então registados os valores de capacitância obtidos pela na leitura de frutas, como é visível na tabela 8.

| <b>Frutas</b> | <b>Circuito 1 (1<math>\mu</math>F - 3900<math>\mu</math>F)</b> | <b>Circuito 2 (470<math>\mu</math>F – 18pF)</b> |
|---------------|--|---|
| Pêra          | ~0.23 nF   | ~10 $\mu$ F                                     |
| Cenoura       | ~700 nF  | ~9 $\mu$ F                                      |
| Laranja       | ~16 $\mu$ F  | ~33 $\mu$ F                                     |
| Morango       | ~1000 $\mu$ F  | ~33 $\mu$ F                                     |

Tabela 8 - Registo de valores de capacitância de várias frutas nos dois circuitos

Feita a análise destes valores é possível perceber que o circuito 2 apresenta um leque de resultados mais estáveis, portanto optou-se por continuar com o mesmo.

## 6. IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

A implementação do protótipo coincidiu com a fase de desenvolvimento. Nesta etapa pretendia-se obter um protótipo final que reunisse as funcionalidades e requisitos identificados anteriormente e que fosse capaz de servir como prova de conceito para ser avaliado por utilizadores finais.

Este processo de desenvolvimento foi passando por várias versões, tendo sido testado informalmente múltiplas vezes ao mesmo tempo que foi trabalhado em várias frentes: técnica, *software* e design de produto.

### 6.1. IMPLEMENTAÇÃO TÉCNICA

O ponto de partida no desenvolvimento do produto foi a componente técnica. Após efetuados os testes individuais, demonstrados acima, do ponto 5.2. ao 5.4., foi necessário verificar se os mesmos poderiam funcionar em conjunto, tendo em conta a finalidade da investigação. Desta forma elaborou-se uma primeira versão do protótipo, visível na Figura 29, que consistiu na junção dos circuitos RGB, UV e IV com recurso a uma *breadboard* e arduino, mantendo o circuito da capacitância separado, de modo a isolar a leitura das cores das frutas da sua capacitância.

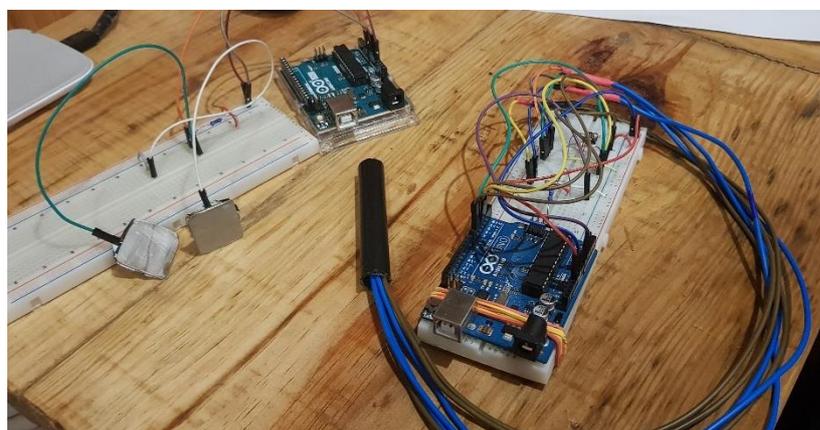


Figura 29 - Primeira versão do protótipo

De seguida, e tendo validado o correto funcionamento destes dois componentes, passou-se à integração do circuito de capacitância na mesma *breadboard* do circuito de leitura de cor. Esta segunda versão é visível na Figura 30.

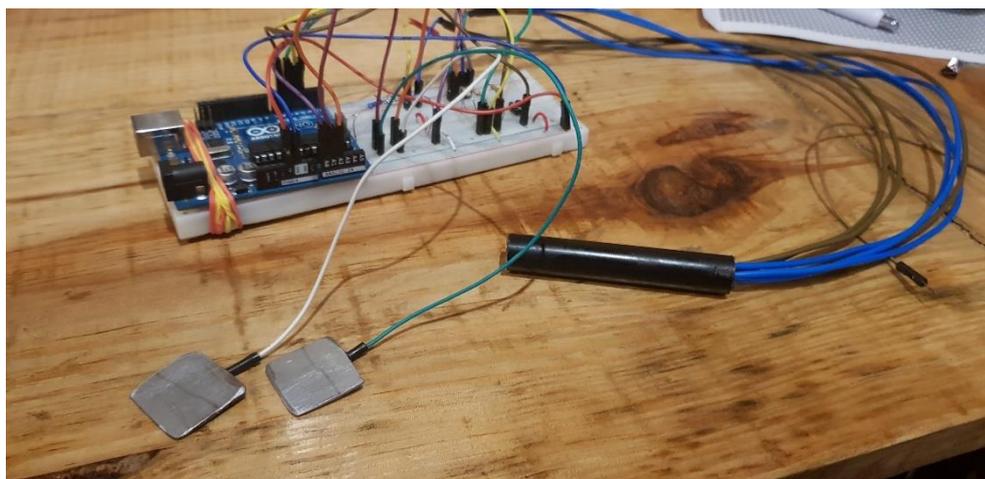


Figura 30 - Integração de todos os módulos num só (versão 2)

A terceira versão focou-se no desenvolvimento de uma solução que permitisse ao investigador abandonar o tubo que servia de isolamento para o circuito de leitura de cor e aliá-lo às pequenas chapas de metal que possibilitem a leitura da capacitância da fruta. Assim, foi tomada a decisão de soldar os LED RGB, UV e IV, juntamente com o sensor LDR a uma placa PCB, como se pode verificar na Figura 31, de modo a reduzir o espaço que estes ocupavam, abrindo já a possibilidade de ser pensada qual a melhor solução em termos de design de produto, abordado no ponto 6.3..

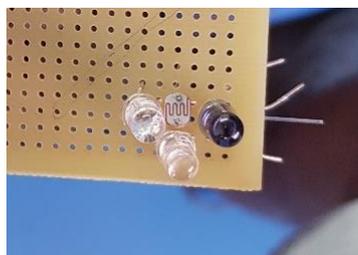


Figura 31 - Solda dos componentes à placa PCB

Como mencionado, seria necessário aliar a placa com um pedaço de metal. Visto que era importante a cor da fruta ser lida pelo sensor LDR, optou-se por usar uma anilha para fazer o papel do pedaço de metal presente nas primeiras versões. Efetuou-se um teste, visível na Figura 32, e de seguida procedeu-se à solda de um cabo na mesma (Figura 33), permitindo assim a ligação à *breadboard* e arduino.

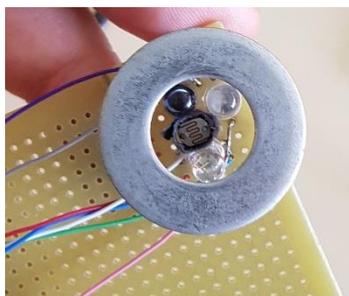


Figura 32 - Teste da anilha na placa PCB



Figura 33 - Soldagem de cabo na anilha

## 6.2. SOFTWARE

O *software* assume-se como parte fulcral para o funcionamento do produto. Para tal foi necessário pensar numa solução que permita decifrar qual a fruta/vegetal que o utilizador esteja a testar e, de seguida, apresentar-lhe o nome da mesma. A partir de soluções de código para a implementação de um *color picker*, foi-se introduzindo o código para gestão dos sensores, o LED UV e o LED IV, sendo também necessário fazer uma normalização dos seus valores antes de ser efetuada qualquer leitura, tal como aquela que é feita no LED RGB.

De seguida, integrou-se a função de leitura de capacitância utilizada no ponto 5.4., como forma de retornar um valor numérico que esteja armazenado para tratamento futuro.

Para solucionar o problema de cálculo de “qual será a fruta que estou a segurar?” foi escolhida uma estratégia baseada no cálculo do caminho mais curto tendo por base a fórmula matemática do cálculo da distância entre 2 pontos:

$$d_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Tal fórmula seria adaptada para permitir o cálculo da distância entre os valores de referência  $(x_1, y_1)$  guardados na memória do arduino - obtidos através de um cálculo de média entre 10 leituras de um conjunto de frutas para as variáveis R, G, B, UV, IV e capacitância – e os valores obtidos através do sensor LDR  $(x_2, y_2)$ . Depois de calculada esta distância, seria criado um algoritmo que calculasse qual o valor mais pequeno e, de seguida, mostrar ao utilizador o nome da fruta/vegetal testado.

### 6.3. DESIGN DE PRODUTO

Ao ser idealizada uma solução que permitisse ao LDR fazer a leitura da cor em conjunto com a capacitância, foi pensado o possível aspeto do produto. Este processo pode também ser dividido em versões, sendo que a primeira versão passou pela criação de alguns esboços, presentes nas Figuras 34 e 35, de modo a perceber como seria possível aliar o desenho à parte técnica.

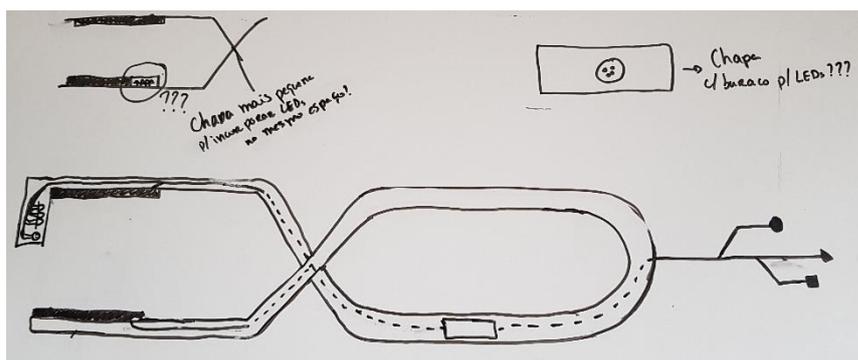


Figura 34 - Esboço inicial do *design* do protótipo

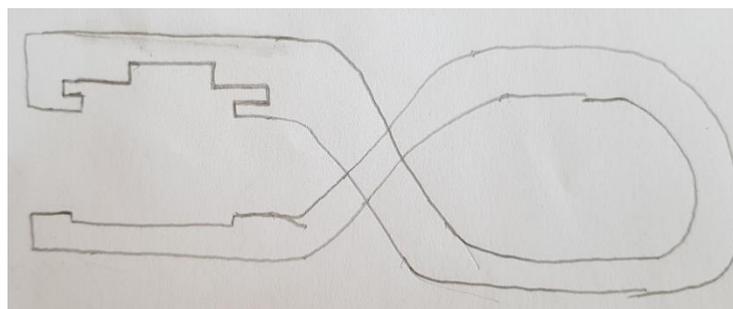


Figura 35 - Esboço inicial (2) do *design* do protótipo

Depois de analisados os dois esboços, optou-se pelo modelo representado na Figura 35, passando numa primeira instância para a sua modelação. O programa escolhido para o efeito seria o Blender, devido à sua facilidade de uso e familiaridade do investigador com o mesmo. O resultado desta primeira modelação está visível na Figura 36, no entanto rapidamente se chegou à conclusão de que seria essencial fazer um estudo mais aprofundado sobre o desenho de produtos antes de tentar a sua modelação.

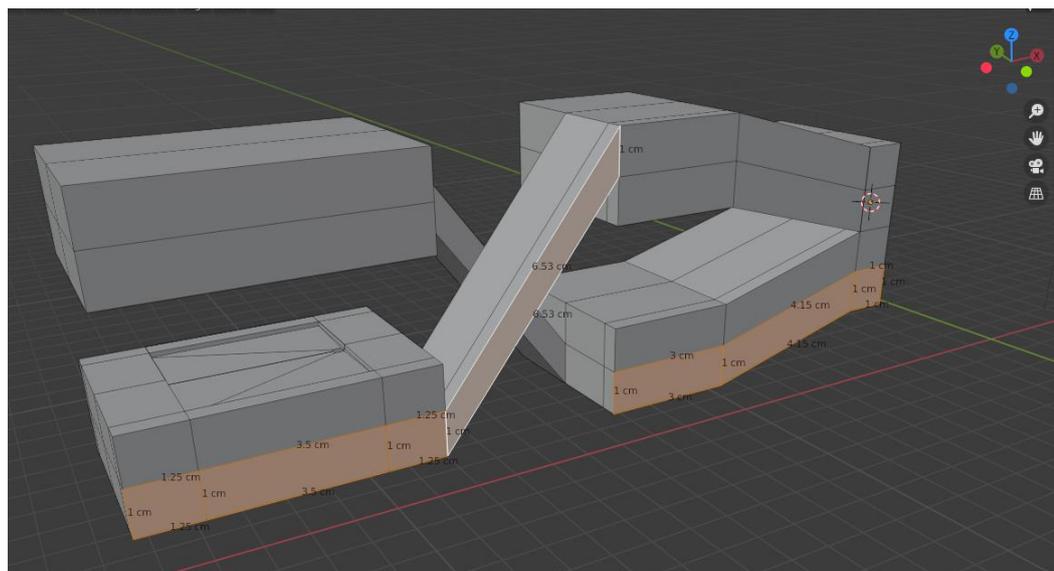


Figura 36 - Modelação no programa Blender

Analisando também o produto modelado, foi possível perceber que a sua manobrabilidade era nula, havendo também a existência de alguns problemas estruturais, que podiam meter em causa o correto funcionamento do artefacto. Por isso, foi realizada uma segunda versão do desenho, desta vez assumindo uma forma mais prática tendo em vista o seu propósito. Chegou-se então à solução visualizada na Figura 37 e, após conversa com o orientador da investigação chegou-se à conclusão de que este seria o aspeto final (ou perto de) do artefacto.

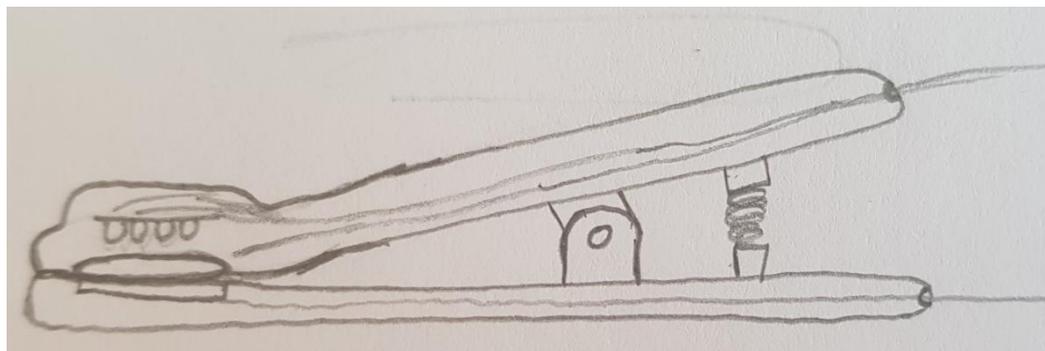


Figura 37 - Esboço "final" do *design* do protótipo

Assim sendo, e após um estudo intenso sobre o desenho de produtos, foram efetuados alguns desenhos técnicos do artefacto de uma perspetiva lateral (Figura 38), de cima (Figura 39) e uma vista do encaixe das duas peças (Figura 40).

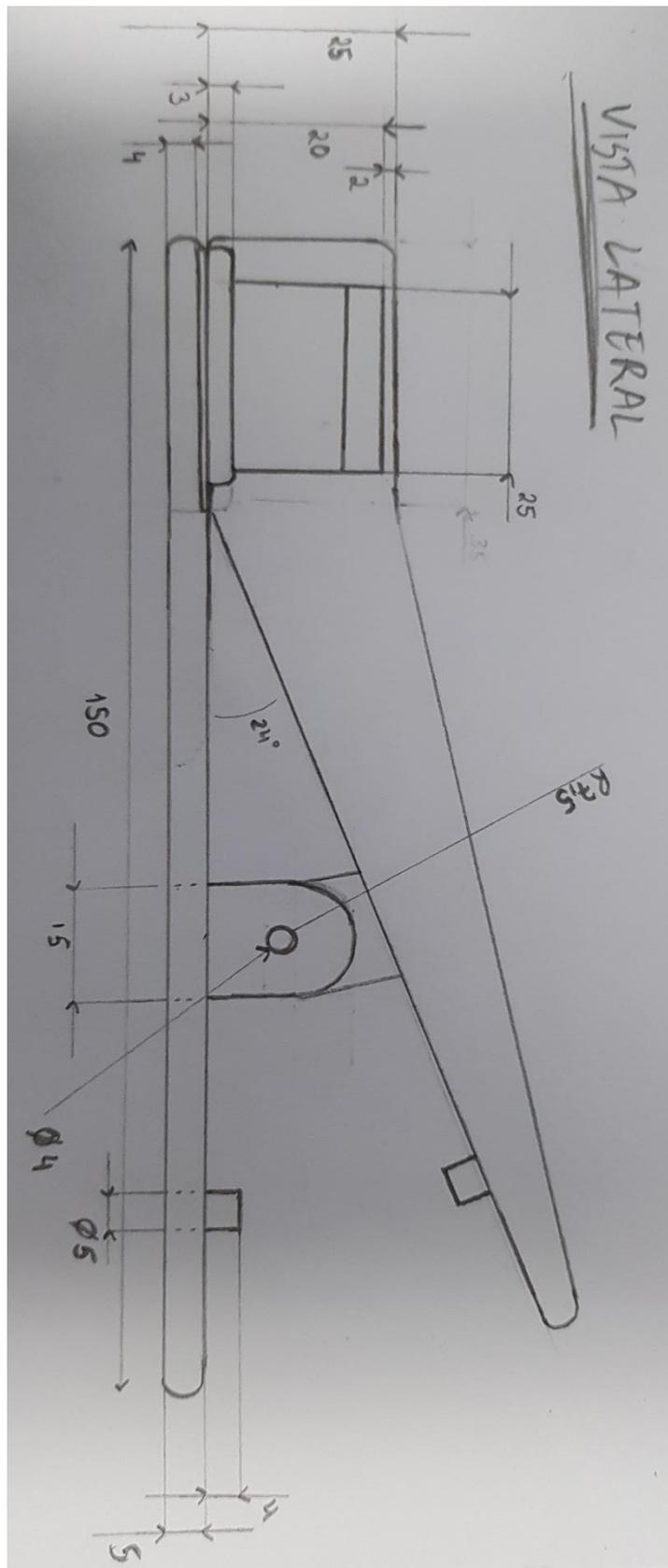


Figura 38 - Vista lateral do *design* do produto

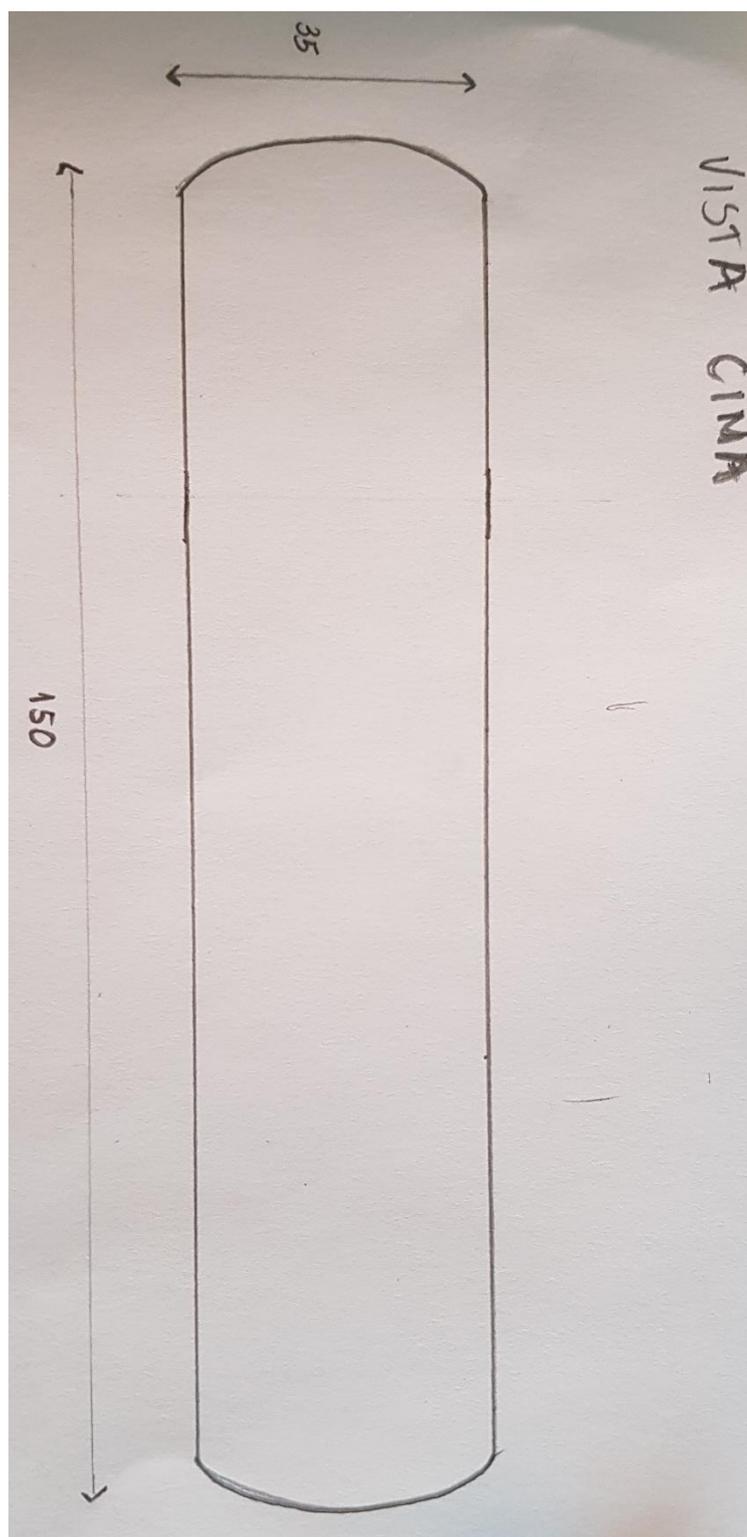


Figura 39 - Vista de cima do *design* do produto

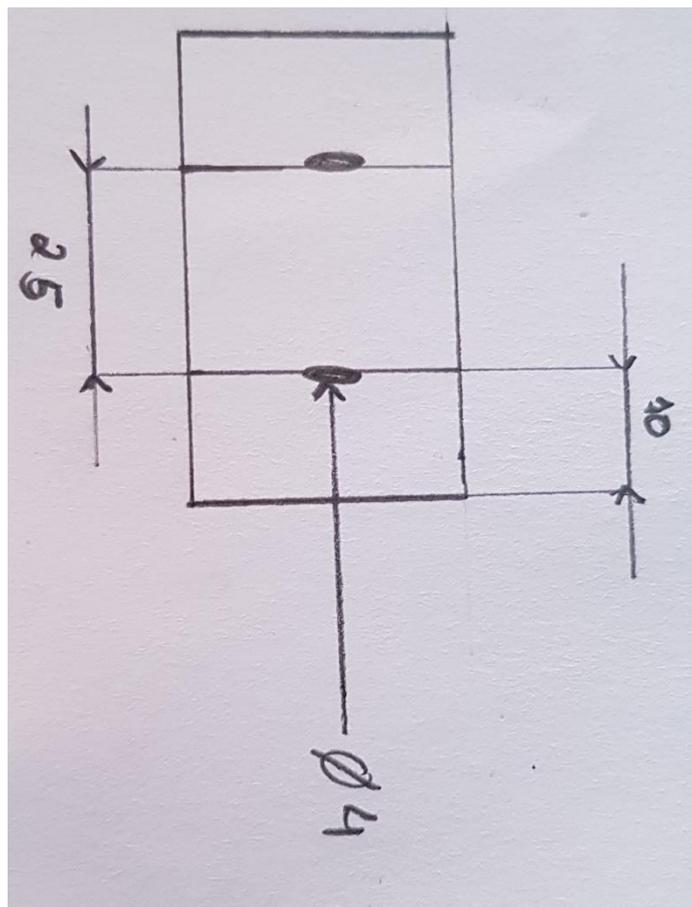


Figura 40 - Vista de cima do encaixe da parte superior e inferior

Baseado nos desenhos técnicos efetuados, o investigador optou pela utilização do programa *Autodesk Inventor* para proceder à modelação do artefacto. O resultado final da modelação é visível na Figura 41, que demonstra a junção de 4 componentes do artefacto: pega superior (Figura 42), pega inferior (Figura 43), caixa superior (Figura 44) e caixa inferior (Figura 45).

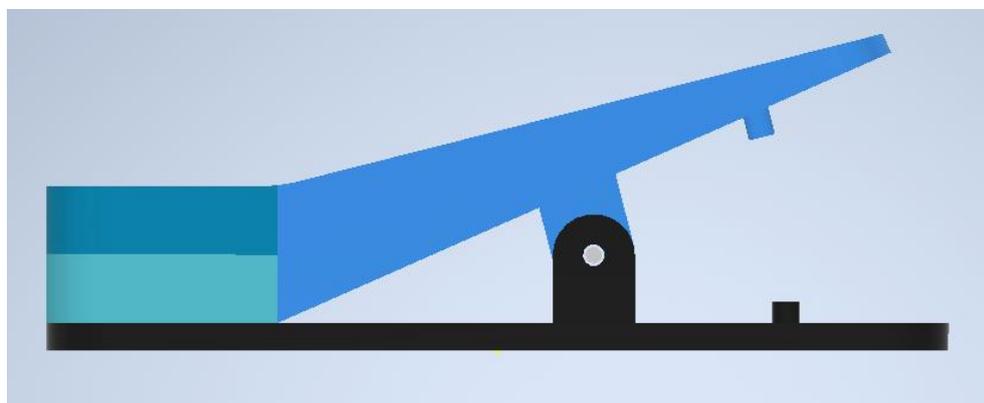


Figura 41 - Modelação do *design* final do protótipo

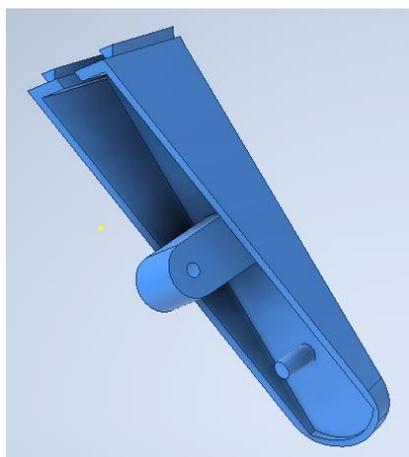


Figura 42 - Pega superior

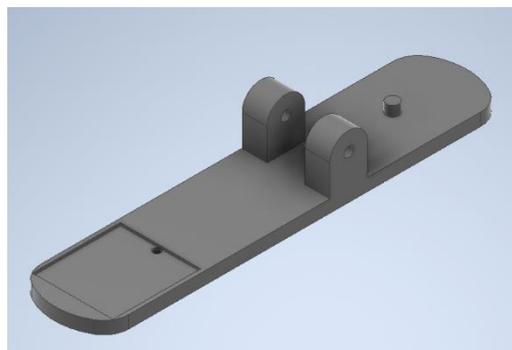


Figura 43 - Pega inferior

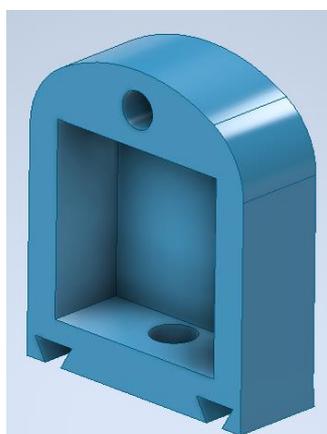


Figura 44 - Caixa superior

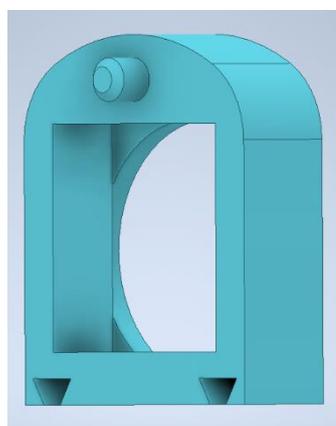


Figura 45 - Caixa inferior

Dando por concluída a fase de modelação, procedeu-se à impressão das diversas partes utilizando uma impressora 3D. Todas as peças foram impressas utilizando filamento PLA<sup>22</sup>, com recurso à máquina Ultimaker S3<sup>23</sup> e ao programa Ultimaker Cura<sup>24</sup>. Algumas das impressões são visíveis nas Figuras 46 e 47.

<sup>22</sup> termoplástico biocompatível e biodegradável derivado de recursos renováveis, como amido de milho, cana-de-açúcar, raízes de tapioca ou mesmo amido de batata.

<sup>23</sup> <https://ultimaker.com/3d-printers/ultimaker-s3>

<sup>24</sup> <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>



Figura 46 - Resultado final da impressão 3D da caixa inferior

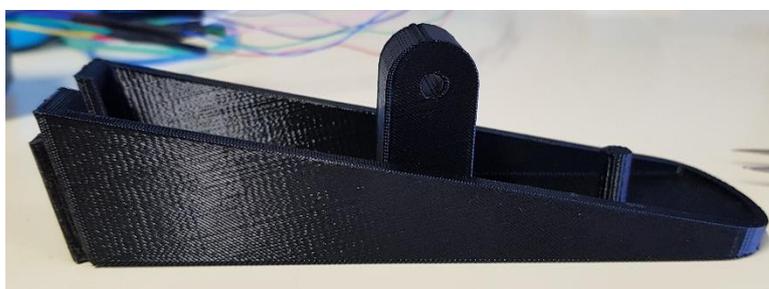


Figura 47 - Resultado final da impressão 3D da pega superior

### **6.3.1. CONJUGAÇÃO DAS PARTES**

De seguida, e tendo todas as peças impressas, integrou-se a componente técnica com o produto em si. Este processo passou pela introdução da placa PCB dentro do compartimento impresso, visível na Figura 48. Seguiu-se a finalização da parte superior (Figura 49), e procedeu-se à montagem final do artefacto (Figura 50).

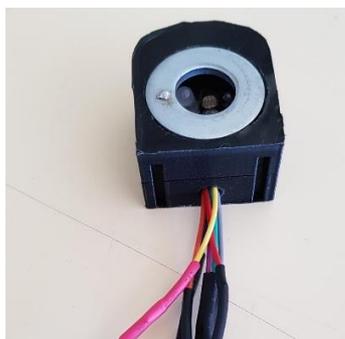


Figura 48 - Placa PCB dentro do compartimento impresso



Figura 49 - Parte superior finalizada do protótipo

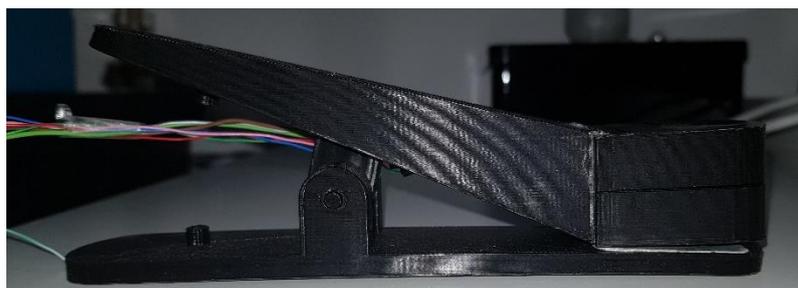


Figura 50 - Protótipo final completo

### CONSTRANGIMENTOS

Terminada a junção dos diferentes elementos, foi feita nova testagem a diversas frutas/vegetais de forma a perceber se seria necessária alguma alteração ao design do produto, ou até mesmo à reestruturação da parte técnica, nomeadamente a placa PCB. Após alguns testes reparou-se que a leitura por parte do LDR do valor de infravermelho retornava sempre um valor muito próximo de 0, o que levou a nova testagem desse circuito individual para perceber qual seria o problema. Foram várias as abordagens para resolver o mesmo, tais como:

- Verificação dos cabos e do LED IV;
- Isolar o compartimento onde estava a placa PCB, para perceber se existia alguma luz ambiente ou algum LED (RGB, UV) a incidir no LDR;
- Mudança de cabos finos para cabos grossos;

Testadas estas possibilidades, analisou-se a resposta espectral do LDR usado e chegou-se à conclusão de que a sua percentagem de sensibilidade relativa na gama dos infravermelhos é baixíssima (Figura 51), impossibilitando assim a leitura de qualquer valor IV retornado pelo LDR.

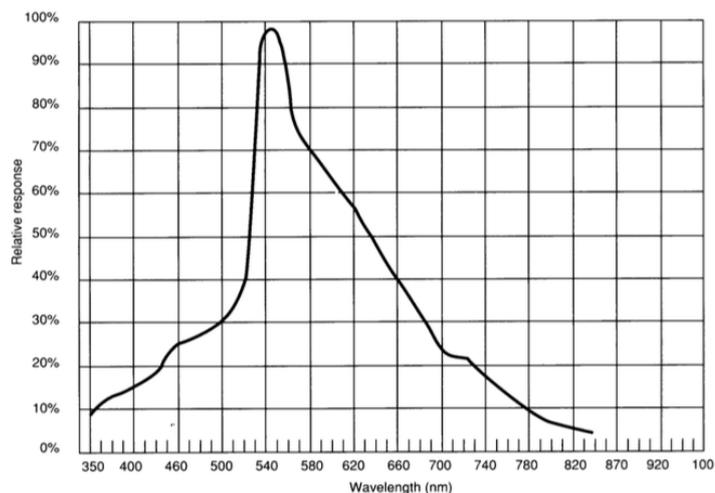


Figura 51 - Resposta espectral do sensor LDR

Posto isto, e depois de inúmeros testes, percebeu-se que a melhor decisão para o sucesso da investigação seria a de abandonar a leitura do IV, tendo sido necessário dessoldar o mesmo da placa PCB ficando assim apenas com a leitura do LED RGB e UV.

## 7. AVALIAÇÃO

No desenvolvimento de produtos interativos, a avaliação é fundamental. Com a realização de testes de utilização em contexto real, é possível compreender e detetar lacunas sentidas pelo público-alvo na utilização do produto, sendo que estas, por vezes, são difíceis de detetar em ambiente laboratorial.

Após o desenvolvimento do protótipo final, que serviria como prova de conceito para transmitir ao público-alvo da tecnologia, pensou-se qual seria a melhor forma de avaliar o produto perante os utilizadores. Para isso foi necessário pensar numa experiência interativa, de forma a testar a pinça e os diversos alimentos, como também a sua integração em ambiente de jogo, tendo em vista os objetivos do artefacto perante o projeto FlavourGame.

### 7.1. EXPERIÊNCIA INTERATIVA

Projectou-se uma solução que permite testar o produto de uma forma gamificada. Para este efeito, desenhou-se uma caixa (Figura 52) que albergue a *breadboard* e o arduino e que, para além das ligações já existentes (pinça), permita a integração de mais 4 botões e 4 LED brancos: cada botão e cada LED corresponde a uma fruta a ser testada.

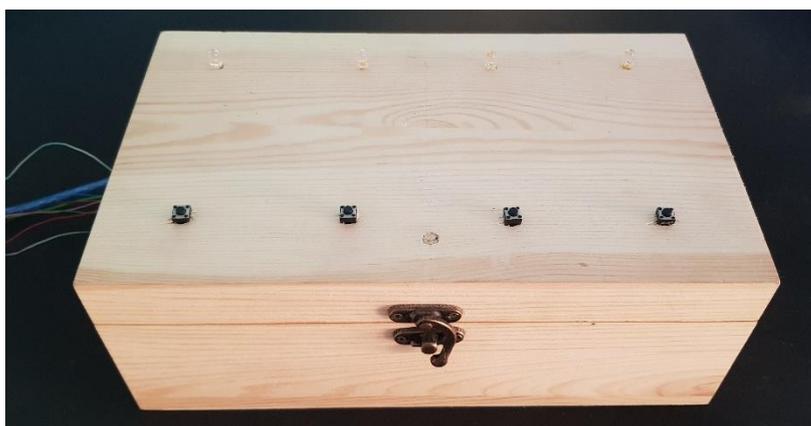


Figura 52 - Caixa interativa

## 7.2. DESENHO DE CARTAS

De forma a complementar a experiência baseada no ponto 7.1., foi necessário proceder ao desenvolvimento de conteúdo gráfico apelativo sobre a temática da nutrição, tendo por base as frutas/vegetais a serem testadas. Tendo por base a ideologia do *flat design*, caracterizado pelas suas linhas simples, bidimensionalidade e cores vivas (“What Is Flat Design? | Interaction Design Foundation (IxDF),” 2020), foram desenhadas as várias cartas das frutas a serem usadas. Foram criadas duas versões para cada fruta:

- uma versão mais pequena (Figura 53) que tinha o propósito de ser colocada na caixa (Figura 54) e ajudar no reconhecimento da fruta.
  - Foi utilizada uma versão minimizada da fruta, aliada a um fundo com uma cor complementar à mesma;
- uma versão maior (Figura 55 e 56), com um lado mais gráfico com representação da fruta e outro mais informativo com detalhes e curiosidades nutricionais.
  - A cor presente em cada carta está relacionada com a fruta em questão, neste caso a sua cor dominante;
  - A informação presente na parte de trás da carta é obtida com a ajuda da professora Elisabete Pinto<sup>25</sup>
    - Foi incorporada informação séria (factos nutricionais) com algumas curiosidades, de forma a apelar ao interesse do utilizador.

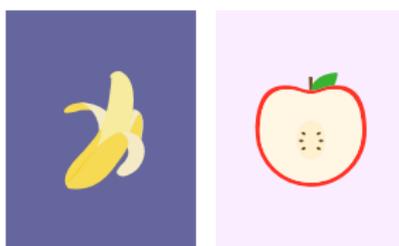


Figura 53 - Versão minimizada das cartas

---

<sup>25</sup> Professora da Universidade Católica Portuguesa, seguida de recomendações de um artigo de revisão (Nazareth, Rêgo, Lopes, & Pinto, 2016) da Associação Portuguesa de Nutricionistas



Figura 54 - Cartas colocadas na caixa



Figura 55 - Carta informacional da cenoura



Figura 56 - Carta informacional da maçã

Estas cartas têm como propósito o auxílio à identificação da fruta/vegetal testado bem como a facilitação de conhecimento de maneira divertida, pois após a confirmação visual da fruta/vegetal por parte da caixa é fornecida ao utilizador uma carta referente à mesma com uma mistura de conteúdo sério e algumas curiosidades a si associadas. Pretende-se, também, perceber o conhecimento prévio do utilizador sobre as frutas/vegetais testados servindo as curiosidades apresentadas como base para perguntas pós-teste.

### 7.3. DESCRIÇÃO DOS TESTES

Conforme projetado no capítulo da Metodologia, para a validação do protótipo funcional, foram realizados testes de usabilidade a uma amostra não probabilística, por conveniência, de 5 utilizadores. Este número tem por base a premissa de Jakob Nielsen de que “5 utilizadores descobrirão 80% dos problemas” (2000) e a complexidade do teste.

Os testes finais foram realizados, na íntegra, no espaço de desenvolvimento da investigação, o idiotLab – sala presente no Complexo das Ciências da Comunicação e Imagem da Universidade de Aveiro - para o qual foram convidados os 5 utilizadores após a introdução e respetivo pedido de participação aos seus encarregados de educação.

### 7.3.1. PROCEDIMENTOS

Foi feita uma preparação do ambiente de teste, colocando em cima de uma mesa 4 taças, cada uma delas contendo pedaços de 1 fruta/vegetal diferentes. Em cada teste efetuado, o utilizador provou 1 pedaço de fruta/vegetal assim como utilizou outro pedaço idêntico para testagem com a pinça, provando no total 4 pedaços diferentes e testando outros 4. Em cima da mesa estavam também colocadas a pinça desenvolvida, a caixa que permitiria validar a prova e as diferentes cartas a usar.

A realização dos testes consistiu em três fases diferentes, sabendo que foi pedido aos utilizadores o preenchimento de um formulário pré-teste e outro pós-teste. Inicialmente, na fase de *breakdown*, foi feita uma introdução à atividade, de modo a perceber se existia alguma dúvida em relação aos passos a realizar ou a qualquer objeto exposto.

Terminada essa fase, passou-se então para a fase da **prova**, que pode ser dividida em várias tarefas:

1. O investigador começa a experiência com o lançamento de uma curiosidade presente numa das cartas das frutas/vegetais. A curiosidade é referente à fruta/vegetal que o utilizador irá provar;
2. De seguida, é pedido ao utilizador que prove determinado pedaço de fruta/vegetal e transmita algum *feedback* sobre o mesmo (doce, crocante, seco, ...);
3. O utilizador segura noutra pedaço da mesma taça com recurso à pinça e é-lhe pedido que, antes de clicar num botão, associe a fruta provada a uma das cartas presentes na caixa;

4. Já com o pedaço de fruta/vegetal na pinça, o utilizador clica no botão correspondente à sua associação e espera pelo *feedback* visual transmitido pela caixa.
5. Após receber confirmação (ou não) da sua escolha por parte do LED correspondente, o investigador fornece a carta correspondente à fruta/vegetal testada pelo utilizador, de modo que este tenha acesso a informação mais detalhada sobre a mesma.

Na terceira e última fase, a de **validação**, são colocadas ao utilizador algumas perguntas que visam concluir o teste e perceber a perspetiva do jogador em relação ao design das cartas, à pinça e às curiosidades apresentadas.

### **7.3.2. QUESTIONÁRIOS E GRELHA DE OBSERVAÇÃO**

Antes de se dar início ao teste da experiência interativa, foi elaborado um questionário pré-teste cujo objetivo passa por perceber qual o conhecimento que as crianças com idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos têm sobre frutas e vegetais. Também se pretende perceber se a sua cultura no que toca a jogos digitais e de tabuleiro e se conhecem algum tipo de jogo híbrido, característica fundamental do projeto FlavourGame.

#### **QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE**

Este questionário divide-se em três secções: caracterização do indivíduo, conhecimento e hábitos de jogos e conhecimento em relação a frutas/vegetais. A tabela 9 demonstra o tipo de perguntas efetuadas, assim como a sua pertinência perante a investigação.

|                 | Pergunta  | Objetivo  |
|-----------------|---|---|
| Caracterização  | Idade   | Caracterização da amostra de utilizadores.  |
|                 | Género  |   |
| Jogos           | Conheces algum jogo de tabuleiro/cartas que seja jogado com a ajuda de um dispositivo eletrónico?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Qual(ais)?</li> </ul> | Perceber qual o conhecimento do utilizador no campo dos jogos híbridos.                                       |
|                 | Costumas jogar jogos de tabuleiro/cartas?   | Perceber qual a frequência com que o utilizador joga este tipo de jogos.                                      |
|                 | Costumas jogar jogos de tabuleiro/cartas com amigos ou sozinho?   | Perceber qual os hábitos do utilizador quando joga estes jogos: se numa perspetiva mais social ou individual. |
|                 | Nos últimos 3 meses, quantas vezes jogaste jogos de tabuleiro/cartas?   |   |
|                 | Costumas jogar jogos digitais?  | Perceber qual a frequência com que o utilizador joga este tipo de jogos.                                      |
|                 | Costumas jogar jogos digitais com amigos ou sozinho?  | Perceber qual os hábitos do utilizador quando joga estes jogos: se numa perspetiva mais social ou individual. |
|                 | Nos últimos 3 meses, quantas vezes jogaste jogos digitais?  |   |
|                 | Já jogaste jogos digitais ou outros relacionados com o tema da comida?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Qual(ais)?</li> </ul>                            | Perceber se o utilizador alguma vez teve contacto com jogos com a temática abordada.                          |
| Frutas/Vegetais | Da seguinte lista, quais as frutas/vegetais que já provaste?  | Perceber qual o conhecimento do utilizador em relação a uma determinada fruta/vegetal.                        |
|                 | Sabes algum benefício associado ao consumo de frutas/vegetais?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Qual(ais)?</li> </ul>                                    | Perceber qual a cultura nutricional do utilizador sobre a importância do consumo de frutas/vegetais.          |

Tabela 9 - Tabela de perguntas questionário pré-teste

**GRELHA DE OBSERVAÇÃO**

Durante a execução do teste por parte dos utilizadores, o investigador adotou a metodologia de observador participante, interagindo diretamente com os testados, mas com a preocupação de interferir o mínimo possível com a experiência natural dos indivíduos. Foi pedido aos inquiridos que fizessem uso do método “*think aloud*”, que permite aos mesmos verbalizarem os seus pensamentos à medida que executam as tarefas (Nielsen, 2012). Tal como mencionado no ponto 7.2.3., a grelha de observação também teve na sua base a existência de três fases: **breakdown** (tabela 10), **prova** (tabela 11) e **validação** (tabela 12).

| Sobre o jogo | Objetivo   | Perguntas                              |                                  |
|--------------|--|--|----------------------------------|
|              | Compreensão do jogo (layout da caixa, pinça, ...).       | Tem alguma dúvida sobre os objetos?    | Compreende os passos a executar? |
|              | Compreensão das interações / ordem do processo.          | Percebeu a ordem das ações a executar? | Sabe onde tem de clicar?         |
|              | Compreensão da facilidade de reconhecimento dos objetos. | Acha a caixa confusa?                  | Acha a pinça estranha?           |

Tabela 10 - Grelha de observação (*breakdown*)

A tabela 10 pretende perceber a compreensão geral do utilizador face ao desafio que lhe é proposto e se acha que os objetos disponibilizados lhe parecem de fácil uso ou não.

|       |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|
| Ordem | # | # | # | # |
|-------|---|---|---|---|

|                       |  | Perguntas | Frutas |         |        |        |
|-----------------------|--|-----------|--------|---------|--------|--------|
| Fase                  |  |           | Maçã   | Cenoura | Banana | Ameixa |
| Após<br>curiosidade   | Compreende a fruta/vegetal que lhe é apresentado?                                    |           |        |         |        |        |
|                       | Qual o feedback recebido?  |           |        |         |        |        |
|                       | Conhece o fruto/vegetal?   |           |        |         |        |        |
| Associação<br>a carta | Nome do fruto/vegetal  |           |        |         |        |        |
|                       | Tem certeza sobre a sua escolha?   |           |        |         |        |        |
|                       | Como comenta essa associação?  |           |        |         |        |        |
| Pinça                 | Tem facilidade no manuseamento da pinça?   |           |        |         |        |        |
|                       | Agarra diretamente no pedaço de fruta ou precisa de ajuda?                           |           |        |         |        |        |
|                       | Interaje com o artefacto na mão ou pousado na mesa?                                  |           |        |         |        |        |
| Feedback visual       | Após o clique no botão, como responde aos LEDs?                                      |           |        |         |        |        |
|                       | A cor neutra é apelativa e está focado no estímulo visual?                           |           |        |         |        |        |
|                       | Como interaje com a sequência inicial? Compreende o que acontece após acertar/errar? |           |        |         |        |        |
|                       | Percebe que errou e volta a jogar, ou procura validação?                             |           |        |         |        |        |
| Notas                 | Erros de interação   |           |        |         |        |        |
|                       | Erros técnicos   |           |        |         |        |        |
|                       | Hesitações   |           |        |         |        |        |
|                       | Observações  |           |        |         |        |        |

Tabela 11 - Grelha de observação (prova)

A tabela 11 pretende, para cada fase, analisar o pensamento do indivíduo face às tarefas que lhe são apresentadas e qual a sua reação perante as mesmas. Dela fazem parte também as observações apontadas pelo investigador durante o teste,

assim como algumas hesitações do utilizador, a existência de erros técnicos (falhas por parte da pinça) e erros de interação.

|              |   | Maçã | Cenoura | Banana | Ameixa |
|--------------|---|------|---------|--------|--------|
| Cartas       | Gosta do seu aspeto?<br>Compreende o design?                      |      |         |        |        |
| Pinça        | Alterava-a de alguma maneira?<br>(cor, tamanho, peso, forma, ...) |      |         |        |        |
| Curiosidades | Já conhecia alguma das<br>curiosidades? Onde soube?               |      |         |        |        |

Tabela 12 - Grelha de observação (validação)

A tabela 12 pretende perceber a satisfação geral do utilizador face ao aspeto das cartas utilizadas e a sua compreensão perante o tipo de *design* utilizado, quais as suas opiniões sobre a pinça e o seu conhecimento face aos dados adquiridos após a conclusão do teste.

A grelha de observação foi preenchida para cada utilizador e para cada fruta testada, tendo em conta a ordem pela qual as frutas/vegetais foram testadas.

### **QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE**

Terminado o teste foi pedido ao utilizador que respondesse a um questionário pós-teste de modo a perceber a satisfação geral e praticabilidade do produto desenvolvido. Os resultados seriam então analisados de modo a aferir a viabilidade da solução implementada associada a um jogo.

A tabela 13 demonstra o tipo de perguntas efetuadas, assim como a sua pertinência perante a investigação.

| Pergunta   | Objetivo   |
|--|--|
| Qual a parte que achaste mais divertida?   | Compreender qual a parte mais divertida para o utilizador.   |
| Qual a parte que achaste mais complicada?  | Compreender qual a parte mais complicada para o utilizador.  |
| Numa escala de 1 a 5 (1 - não recomendaria nada, 5- recomendaria muito), recomendarias este jogo aos teus amigos?                | Perceber qual o grau de satisfação do utilizador com a experiência de jogo.  |
| Sabias algum dos factos apresentados?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual(ais)?</li> </ul>                          | Perceber o conhecimento nutricional do utilizador face à informação apresentada.   |
| Jogavas outros jogos híbridos com a mesma temática?  | Perceber o interesse do utilizador em experimentar jogos parecidos ao que testou.  |
| Existe algum fruto/vegetal que não tivesses provado até agora?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual(ais)?</li> </ul> | Perceber se o utilizador está a provar algo novo e tem dificuldade em saber o que é ou se está a provar algo que já sabe o que é e tem dificuldade em acertar. |

Tabela 13 - Tabela de perguntas questionário pós-teste

## 7.4. RESULTADOS OBTIDOS

Os dados recolhidos provêm dos 3 instrumentos de recolha de dados: o questionário pré-teste, a grelha de observação e o questionário pós-teste.

### QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

A partir da Figura 57 é possível perceber que a amostra é constituída por 3 participantes do género masculino e 2 participantes do género feminino, bem como as suas idades.

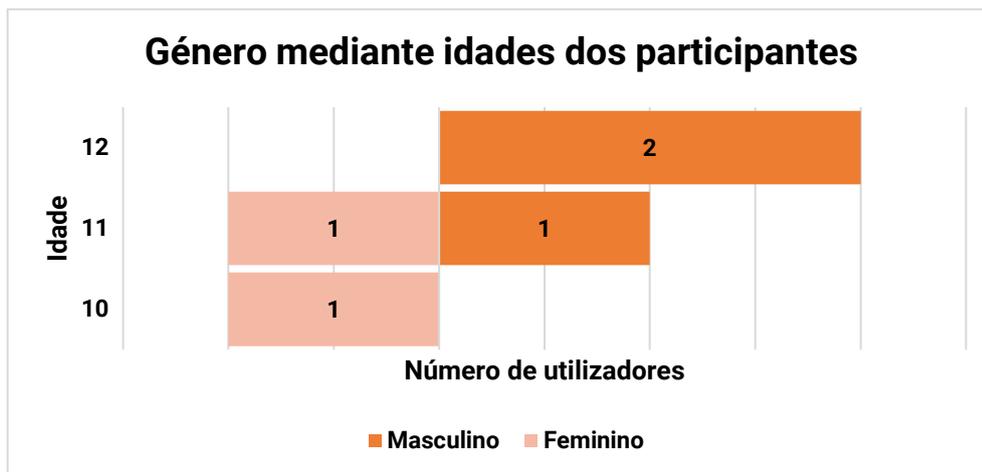


Figura 57 – Gráfico de género e idade dos participantes

Destes 5 participantes, é visível na Figura 58 que 3 não têm qualquer conhecimento sobre algum jogo de tabuleiro/cartas que seja jogado com a ajuda de um dispositivo eletrónico. No entanto, 2 participantes dizem conhecer jogos deste tipo, e dão como exemplos: *Invizimals* e *Magic The Gathering*.

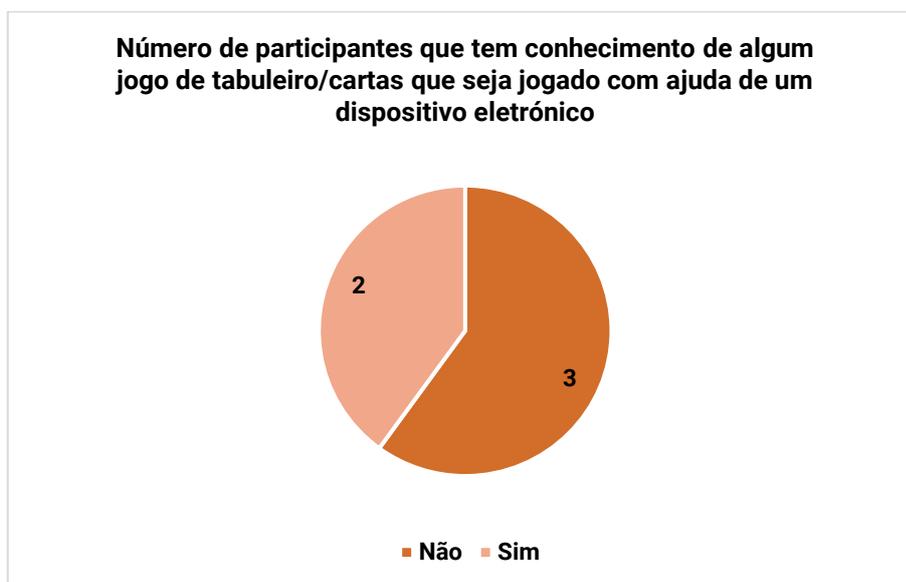


Figura 58 - Gráfico de conhecimento dos participantes em relação a jogos que façam uso de dispositivos eletrónicos

É possível perceber, analisando a Figura 59, que a totalidade dos participantes costuma jogar jogos de tabuleiro/cartas, sendo que apenas 1 indica que costuma jogar este tipo de jogos sozinho, enquanto os restantes 4 preferem jogar com os seus amigos. O participante que prefere jogar sozinho refere que nos últimos 3 meses

jogou este tipo de jogos menos de 5 vezes. Pelo contrário, os outros 4 jogaram entre 5 a mais de 10 vezes no mesmo período de tempo. Desta forma, 4 dos participantes preferem um ambiente mais social aumentando assim a frequência com que jogam.

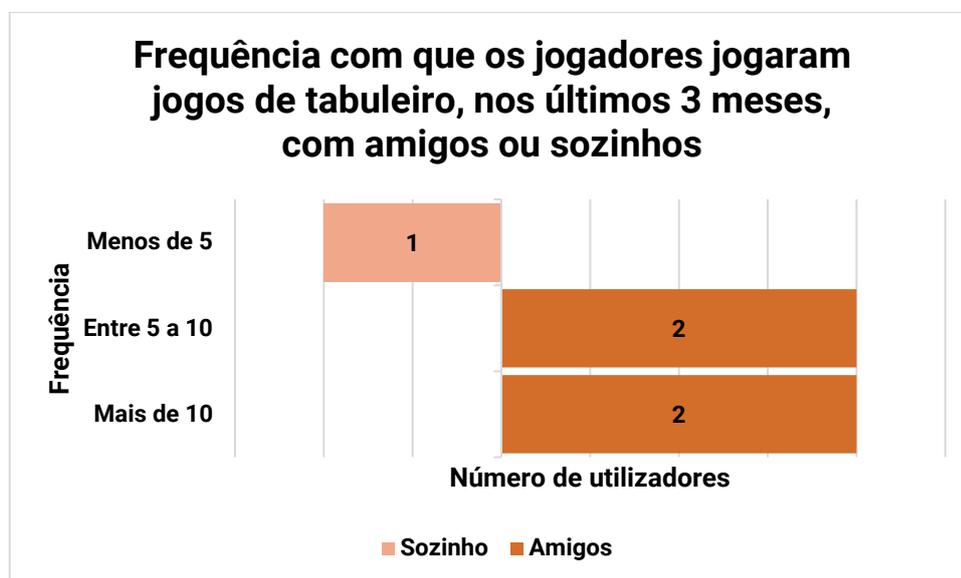


Figura 59 - Gráfico de frequência de jogo (jogos de tabuleiro) dos participantes nos últimos 3 meses

No que toca aos jogos digitais, na Figura 60 é possível perceber que, uma vez mais, os participantes que jogam com amigos têm uma maior probabilidade de jogar com mais frequência do que aqueles que jogam sozinhos. De notar também que existe um participante que não costuma jogar jogos digitais, mas quando o faz prefere jogar sozinho também.

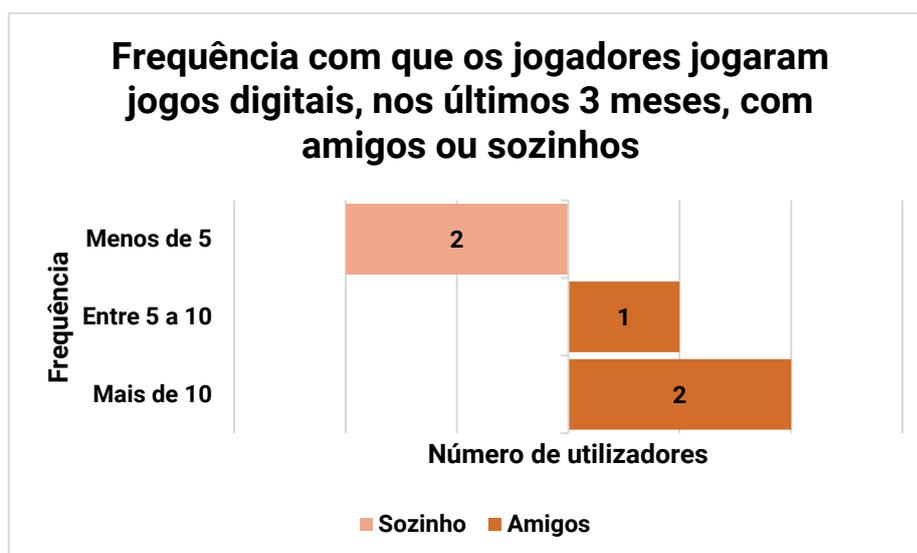


Figura 60 - Gráfico de frequência de jogo (jogos digitais) dos participantes nos últimos 3 meses

Por fim, a finalizar a secção de jogos do questionário, 4 dos participantes dizem já ter jogado um jogo relacionado com o tema da comida. Como se percebe na Figura 61, desses 4, 2 deles afirmam ter jogado o jogo *Fruit Ninja*, com a particularidade de que um afirma também já ter jogado *Pizza Maker* e *Delírio Culinário*. Este último jogo também está presente na resposta de outro participante e, por fim, o 5º participante menciona o jogo *Cooking Fever*. Um fator de importância assenta no facto de todos os jogos mencionados serem jogos *mobile*, não existindo qualquer referência a jogos de outras plataformas.

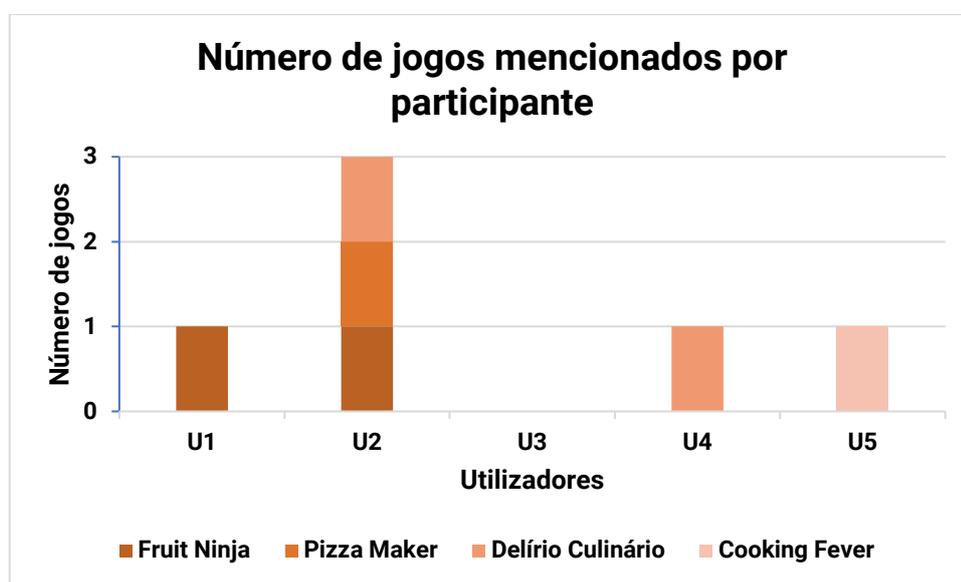


Figura 61 - Gráfico de número de jogos mencionados pelos participantes

Passando para a secção de Frutas/Vegetais, na Figura 62 importa perceber que todos os participantes já tinham provado, em algum ponto, frutas comuns como a maçã, a pêra, a banana e a uva enquanto frutas como a ameixa ou vegetais como o pepino nunca haviam sido degustados por alguns.

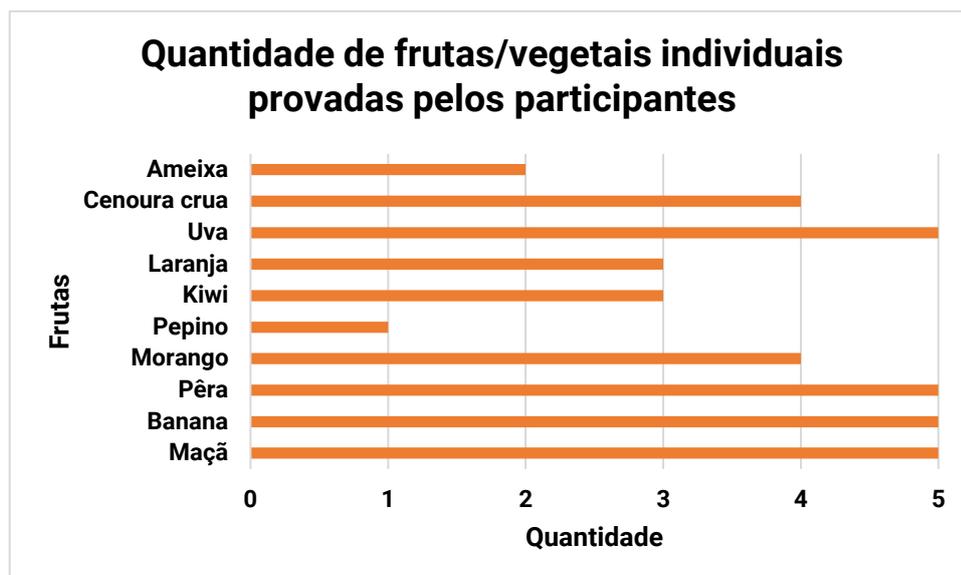


Figura 62 - Gráfico de conhecimento de frutas por parte dos participantes

Por último, é perguntado aos participantes se estes sabem algum benefício associado ao consumo de frutas/vegetais, no qual todos respondem afirmativamente, sendo que algumas respostas são muito concretas – as maçãs dão muita energia; os kiwis fazem bem ao intestino – e outras muito gerais – são fontes de minerais e vitaminas; ajudam a combater as doenças.

#### **GRELHA DE OBSERVAÇÃO**

Foram apontadas as respostas dos participantes para cada fase do teste, sendo que na primeira fase de *breakdown* as Figuras 63 e 64 demonstram que todos os participantes compreenderam o que tinham que fazer, não havendo qualquer dúvida. No entanto, no que toca à primeira impressão dos objetos, em termos de acessibilidade, a pinça não pareceu muito fácil de usar para 3 dos 5 participantes, havendo 1 que responde que a pinça lhe é estranha, como é visível no gráfico 65.

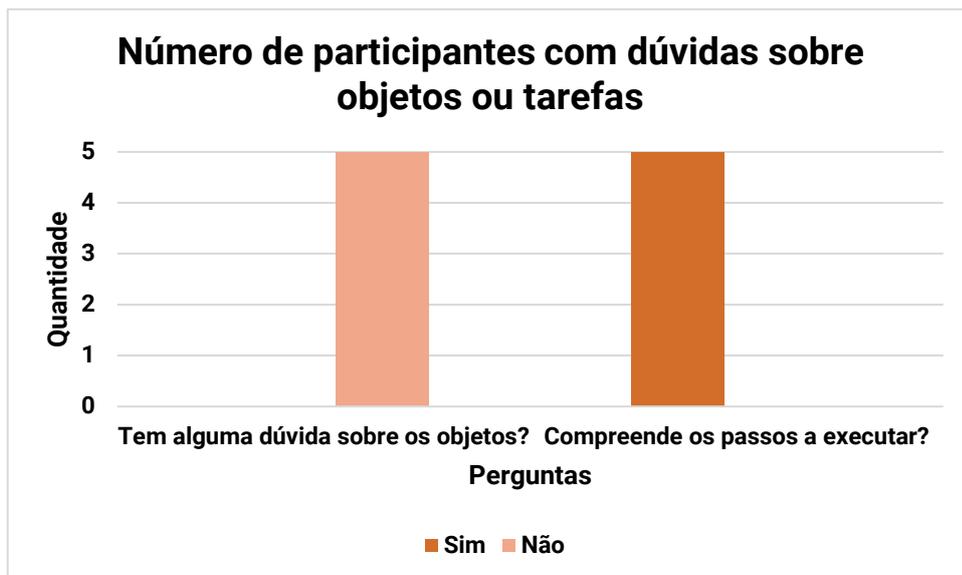


Figura 63 - Gráfico relativo à compreensão dos objetos presentes na mesa por parte dos utilizadores

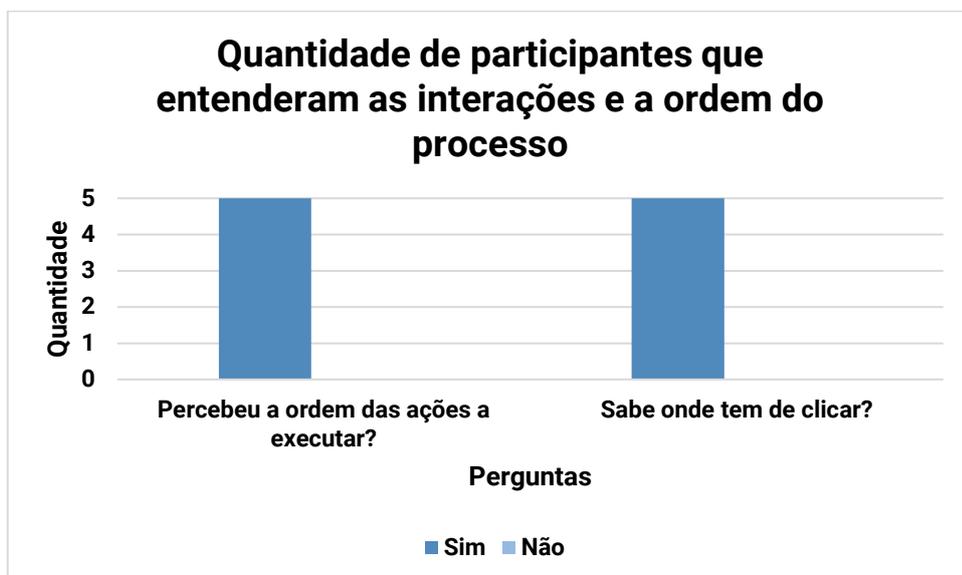


Figura 64 - Gráfico relativo à compreensão das tarefas a executar por parte dos participantes



Figura 65 - Gráfico referente à acessibilidade dos objetos por parte dos utilizadores

Na fase seguinte - da prova - interessa perceber que todos os participantes, já depois de ouvirem a curiosidade, souberam identificar as frutas que lhes eram colocadas à disposição (maçã, cenoura e banana), exceto a ameixa, fruta que 3 dos participantes não conseguiram perceber de imediato. Depois de provarem a fruta todos lançaram palpites semelhantes em relação ao que sentiam no ato da prova, como é demonstrado na tabela 14.

| Fruta   | Características                    |
|---------|------------------------------------|
| Maçã    | Doce, açucarada, rija.             |
| Cenoura | Crua, seca, crocante, fria.        |
| Banana  | Mole, húmida, pegajosa, fria, doce |
| Ameixa  | Azeda, húmida, doce, mole          |

Tabela 14 - Características mencionadas pelos participantes aquando da prova da fruta

Terminada a fase da prova, todos os participantes souberam com relativa facilidade associar a fruta degustada à respetiva carta presente na caixa, com exceção daqueles que não sabiam que uma das frutas era uma ameixa. De reter que um dos participantes só consegue associar a fruta à carta depois de comparar as suas cores com a carta.

Relativamente ao manuseamento da pinça, e sabendo que o alimento que provavam era atribuído de maneira aleatória, importa perceber que 3 dos 5 participantes apresentaram sempre uma grande destreza no uso da pinça, enquanto os outros 2 no primeiro uso apresentaram algumas dificuldades, mas ao fim de 2 tentativas já conseguiram usar a pinça com relativa facilidade. No que toca ao uso da mesma para retirar os alimentos da respetiva taça, sabendo que essa funcionalidade está inerente ao design do produto, 3 dos 5 conseguiram agarrar a fruta diretamente com a pinça, enquanto os outros 2 optaram pelo uso da sua outra mão para colocar a fruta na pinça.

Todos os participantes optaram por usar a pinça apoiada na mesa, sendo que apenas 1, e já no último teste e prova, é que se aventurou a usar a pinça na mão.

No que concerne à caixa, os LED presentes na mesma ligavam em *loop* até um deles prevalecer (indicação de qual a fruta analisada) e durante essa fase a totalidade dos participantes manteve o seu olhar atento a esta sequência, nunca perdendo contacto visual com ela. De igual modo, todos eles perceberam que o LED individual aceso indicava a resposta certa, sendo que após a primeira leitura, todos os participantes ficaram à espera de validação do investigador para poderem continuar a experiência. Esta espera não se repetiu para além da primeira tentativa em 2 testes, tendo os participantes percebido que podiam continuar a experiência até lhes ser lida uma nova curiosidade. Por outro lado, os restantes 3 ficaram sempre à espera de validação por parte do investigador, em todas as leituras.

Na fase final do teste, foi pedido a cada participante que respondesse a algumas perguntas, de maneira a avaliar a sua satisfação com a experiência e o produto. Em relação às cartas apresentadas (grandes e pequenas), todos os participantes compreenderam o seu design e acharam as mesmas bastante apelativas.

Sobre a pinça, foi-lhes perguntado se a alteravam de alguma maneira, seja a sua forma, tamanho, cor ou peso. A esta pergunta apenas 2 participantes responderam que não a alteravam enquanto os outros 3 apresentaram respostas diversas como: “pinça mais pequena para poder utilizar com uma mão”; “metia os cabos de outra forma”; “mudava a sua forma (parece um agrafador)”.

Finalmente, os mesmos foram inquiridos sobre o seu conhecimento prévio das curiosidades apresentadas. Desta pergunta importa realçar que apenas 1

participante não conhecia nenhuma das curiosidades, enquanto os restantes apresentavam uma taxa de conhecimento entre os 50% e os 75% (2 ou 3 em 4). Para estes últimos, esta aprendizagem veio da escola ou do seu ambiente familiar.

### NOTAS

As observações anotadas por parte do investigador a cada participante durante a experiência estão presentes nos **Anexos 1, 2, 3, 4 e 5**. Nessas observações são abordados quaisquer erros técnicos ou de interação e hesitações que possam ter existido. De notar que as notas são retiradas tendo em conta a ordem com que as frutas foram testadas e provadas.

### QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

A partir das Figuras 66 e 67, é possível perceber que a parte mais divertida para os utilizadores foi a da prova das frutas, enquanto a mais complicada foi a pinça, respetivamente.

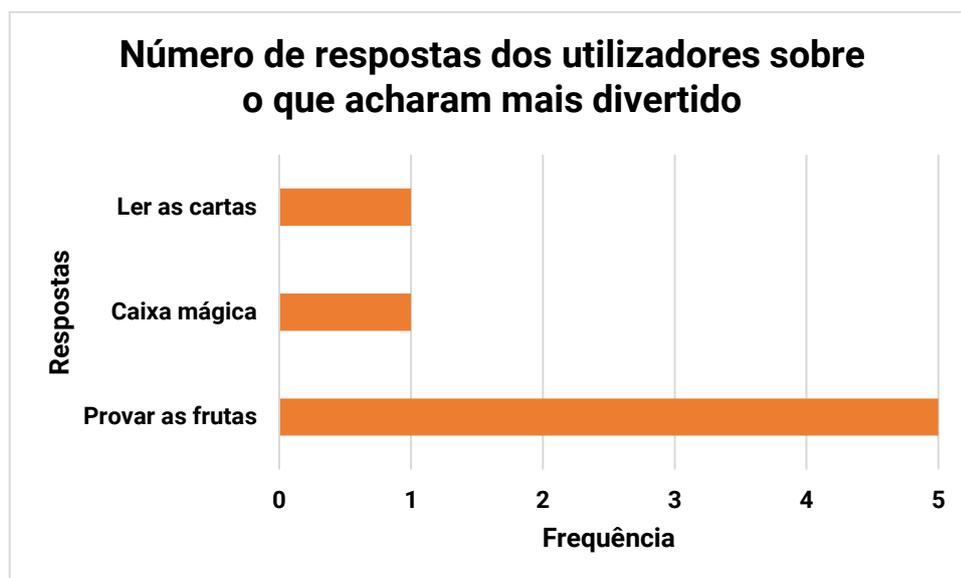


Figura 66 - Gráfico referente ao que os participantes acharam mais divertido na experiência

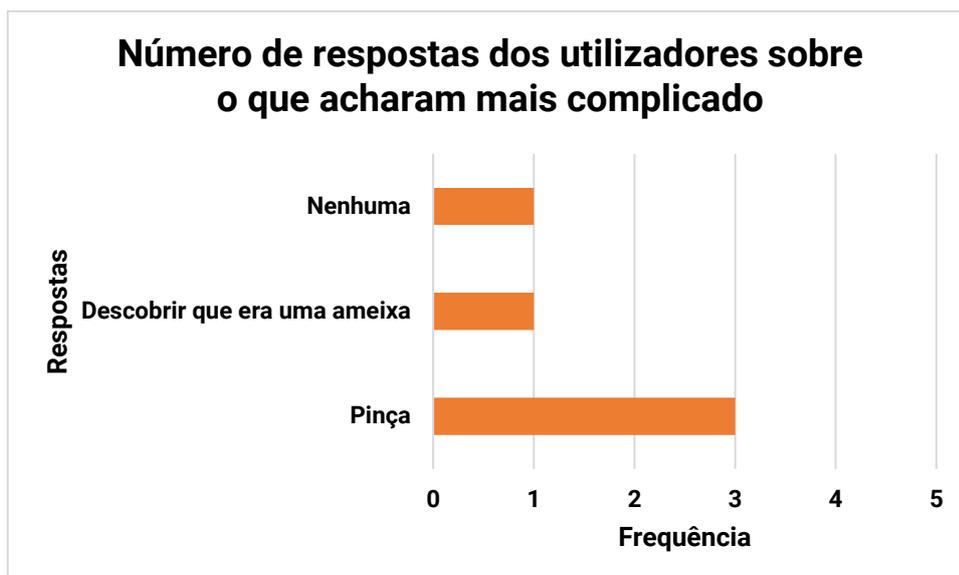


Figura 67 - Gráfico referente ao que os participantes acharam mais complicado na experiência

Na Figura 68 é possível avaliar o grau de satisfação dos utilizadores para com a experiência, sendo que todos eles recomendariam o jogo aos seus amigos.

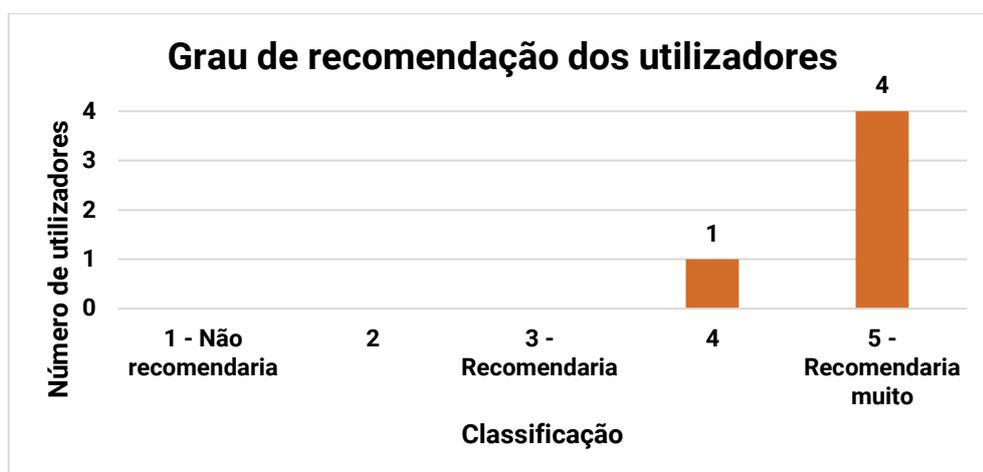


Figura 68 - Gráfico referente ao nível de recomendação do jogo por parte dos utilizadores a outras pessoas

Todos os utilizadores sabiam pelo menos 1 dos factos que lhes foi transmitido, sendo que na Figura 69 percebe-se que os mais conhecidos são referentes à banana e à cenoura. Por outro lado, nenhum utilizador conhecia a curiosidade da ameixa.

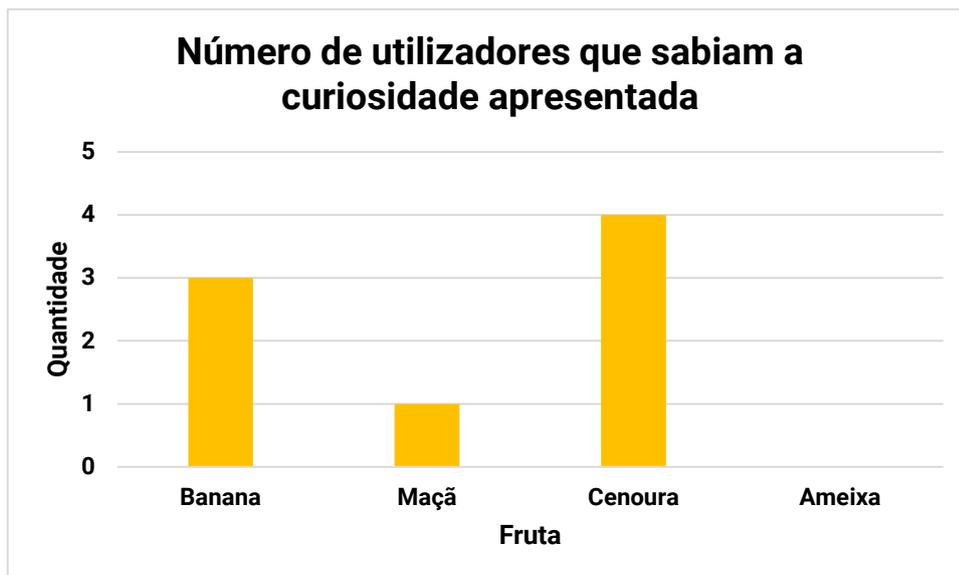


Figura 69 - Gráfico referente ao conhecimento prévio dos utilizadores face à curiosidade apresentada em cada fruta

A partir da Figura 70, entende-se que todos os utilizadores manifestam interesse em jogar outros jogos com a mesma temática.

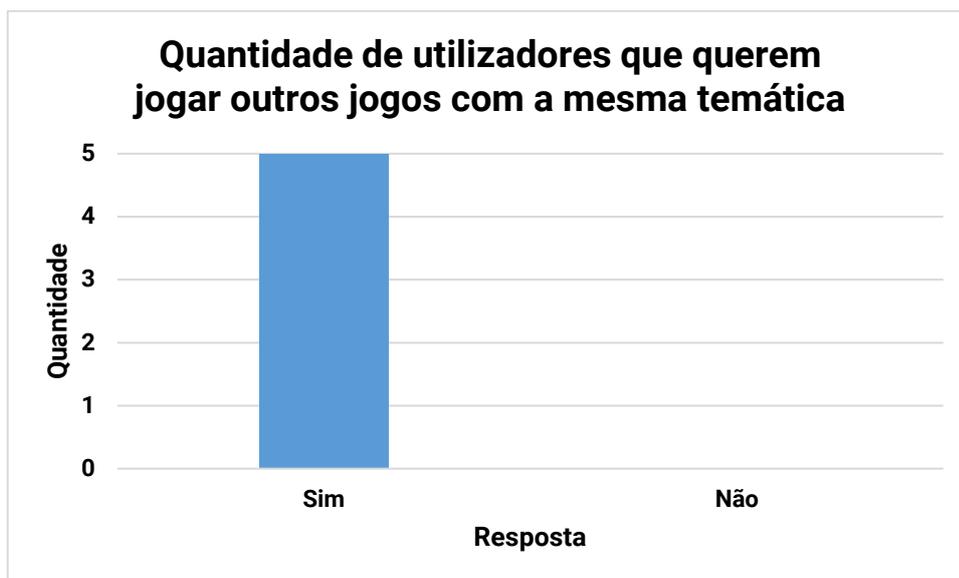


Figura 70 - Gráfico de interesse dos utilizadores em jogar jogos com a mesma temática

Na última pergunta deste questionário, os participantes são inquiridos sobre se, dentro das frutas/vegetais testados, existia algum que ainda não tinham provado. 3 participantes dizem que existia pelo menos uma fruta/vegetal que não tinha provado, no caso a ameixa e a cenoura, enquanto os restantes 2 já tinham provado tudo o que lhes tinha sido apresentado. Estes dados estão visíveis nas Figuras 71 e 72.

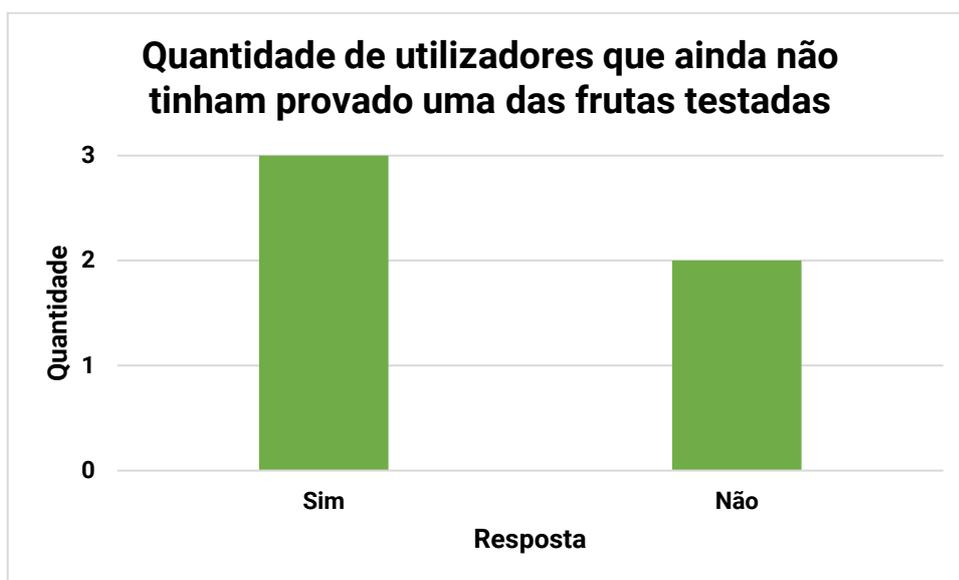


Figura 71 - Gráfico referente à prova de frutas testadas

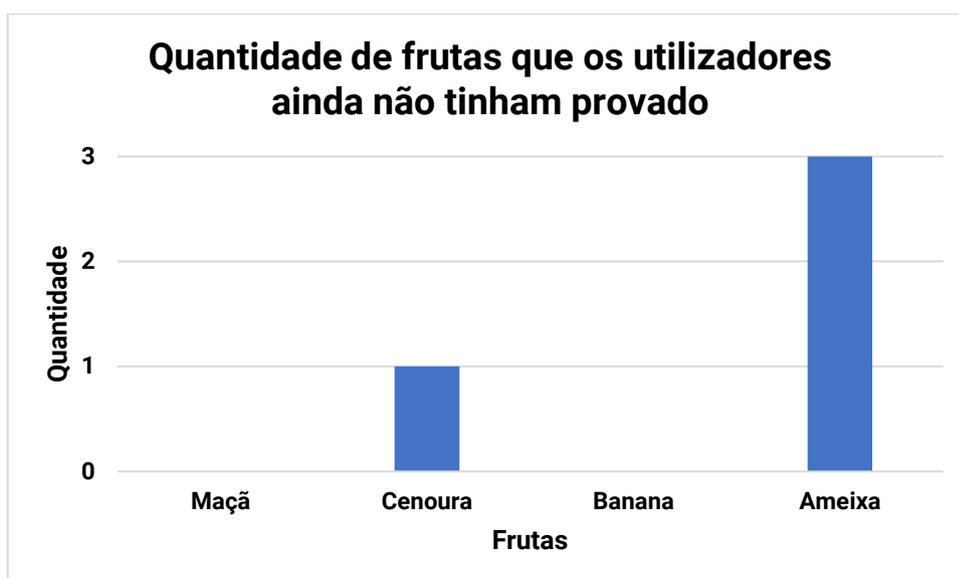


Figura 72 - Gráfico referente às frutas que os participantes ainda não tinham provado até àquele momento

Em suma, do questionário pré-teste podemos verificar que a maioria dos participantes não conhece nenhum jogo de tabuleiro que seja jogado com recurso a dispositivos eletrónicos. Esta afirmação está em linha com o estado de arte analisado e permite aferir que mesmo existindo já alguma oferta no que concerne à disponibilização de jogos híbridos, esta ainda é uma área que carece de algum investimento e exploração. Podemos também perceber que a maioria dos participantes prefere jogar com amigos, dando primazia ao aspeto social dos jogos

digitais e tabuleiro. Interessa também perceber que apenas 1 participante em 5 admite nunca ter jogado um jogo com a temática da nutrição, o que indica que, no geral, os participantes não vêm este tipo de jogos como algo desinteressante. Perante a última pergunta, é possível compreender que o conhecimento geral em relação a frutas/vegetais é positivo, salientando que as frutas/vegetais mais comuns (maçã, banana, pêra) são muito mais conhecidas do que outras menos comuns (ameixa, pepino).

Da análise da prova e realização das tarefas, é possível afirmar que a experiência foi, no seu todo, agradável e de fácil compreensão para os participantes. Existiram algumas dúvidas em relação ao uso do artefacto, no entanto após algumas utilizações essas dúvidas acabaram por desaparecer, dando lugar a uma utilização mais facilitada da pinça. Dito isto, podemos assumir que o *design* adotado para o artefacto é o correto, havendo ainda espaço para algumas melhorias no que concerne ao seu tamanho e manobrabilidade. A utilização de cartas compostas por curiosidades e alguma informação sobre a fruta/vegetal também foi bem recebida, tendo os participantes compreendido a fruta/vegetal representado, o que indica que o *design* adotado e a informação escolhida foram adequados.

Do questionário pós-teste, podemos perceber que a prova das frutas foi a parte mais divertida para os participantes, ao passo que, como referido anteriormente, o uso da pinça acabou por ser a parte mais complicada. Podemos aferir que o nível de satisfação dos participantes foi elevado, visto que 4 dos 5 afirmam “recomendar muito” o jogo aos seus amigos. Uma vez mais, podemos perceber que o conhecimento prévio das frutas/vegetais em questão era satisfatório, sendo que os mais conhecidos são referentes às frutas/vegetais mais comuns, ao passo que a curiosidade da ameixa não era conhecida por ninguém. Tal pode dever-se a esta última não ser uma fruta muito comum no dia-a-dia, sendo algo mais sazonal do que as restantes. Por fim, e como referido acima, a totalidade dos participantes afirma que gostaria de jogar outros jogos com a mesma temática. Isto indica que a experiência conseguiu despertar o interesse e atenção do participante que não tinha jogado jogos com a temática da nutrição, ao passo que manteve a motivação dos restantes em continuar a jogar jogos desta temática.

## 8. CONCLUSÃO

Terminada a investigação, este capítulo servirá para olhar em retrospectiva para o que foi desenvolvido e delinear planos futuros. Será efetuada uma reflexão crítica de todo o projeto e sugestões futuras.

### 8.1. ANÁLISE CRÍTICA

Como foi evidenciado ao longo deste trabalho de investigação, os esforços efetuados pelas inúmeras instituições de saúde não estão a ter os resultados desejados, uma vez que os números de obesidade infantil e excesso de peso continuam a subir. Tendo isto em conta, é necessário criar outros métodos que permitam transmitir conhecimento nutricional correto ao público-alvo, as crianças, dado que uma boa alimentação nesta idade tem consequências positivas para a vida adulta. Assim, e tendo em conta os objetivos definidos no início da investigação, é seguro dizer que os mesmos foram atingidos com relativa satisfação.

O primeiro, **“Compreender as principais teorias, conceitos operatórios e práticas de Realidade Aumentada e *Tangible User Interfaces* através da revisão da literatura”**, permitiu a aquisição de conhecimento nas áreas a estudar, garantindo assim uma melhor compreensão das mesmas de modo a poder decidir, tendo também por base as necessidades do projeto, qual o melhor rumo para a investigação e desenvolvimento do artefacto.

De seguida, nos pontos 2. e 3., **“Selecionar de forma crítica uma ou várias tecnologias, no contexto do desenvolvimento do projeto FlavourGame que sejam adequadas”** e **“Investigar uma solução baseada numa tecnologia que promova a hibridiz do jogo”**, e já com os conceitos bem assentes e conhecidas as principais teorias e práticas das tecnologias, ficou definido que o caminho a seguir seria o das interfaces tangíveis e que seria necessário criar algo que fosse familiar às crianças e que permitisse a identificação do pedaço de fruta/vegetal que a mesma tivesse provado. Para tal, e como especificado no ponto 4., seria necessário **“Efetuar uma especificação do protótipo pensado”**, tendo sido efetuados inúmeros testes aos componentes a utilizar (sensor ótico RGB, UV e módulo de capacitância) que levaram à fusão num só componente e posteriores desenhos do artefacto. Aliado a isto, fez-se também uso da tecnologia de impressão 3D para validação do produto

desenhado, o que permitiu uma testagem mais eficiente do mesmo tendo em conta os tempos de impressão e manobrabilidade das peças impressas.

Tendo concluída a parte do desenvolvimento do produto e todas as componentes associadas ao mesmo e visto que nesta fase da investigação o projeto ainda não tem forma de testar a integração do produto desenvolvido no seu modelo de jogo, foi necessário **“Pensar uma solução de desafio que sirva de prova de conceito para integração do protótipo no projeto FlavourGame”**, da qual fez parte uma sessão de *brainstorming* que teve como resultados várias ideias, tais como: jogo de cartas com informação nutricional, *quizz* interativo, uma espécie de quem é quem, criação de uma caixa interativa, entre outros... No final a solução assenta na criação de uma caixa interativa com a junção de cartas informacionais para complementar a experiência.

Finalmente, no último objetivo definido, **“Avaliar a usabilidade da solução desenhada através da realização de testes de utilização com utilizadores finais”**, foram efetuados alguns testes a utilizadores dentro da idade pretendida, podendo afirmar-se que os resultados obtidos servem de encorajamento para a conclusão desta investigação. Foi possível perceber que a maior parte dos utilizadores, quando joga (sejam jogos de tabuleiro ou digitais), prefere jogar com os seus amigos ou num ambiente social, sendo que 80% dos mesmos conhecem pelo menos um jogo digital relacionado com a temática da comida. É possível também perceber que a grande maioria dos utilizadores já esteve em contacto ou provou a maior parte das frutas/vegetais apresentados na lista, sendo os mais comuns as frutas como a maçã, a banana, a pêra e as uvas. Interessa perceber também que apenas 40% dos utilizadores sabia o que era uma ameixa, sendo que essa seria uma das frutas a ser testada pelos mesmos. Um dos pontos positivos dos questionários pré-teste efetuados é que permitiram aferir que as crianças possuem algum conhecimento prévio no que toca ao conhecimento de benefícios associados ao consumo de frutas/vegetais.

No que toca à prova dos alimentos e conseqüente interação com a experiência interativa desenhada, importa perceber que todos os utilizadores mostraram facilidade na compreensão da experiência, no entanto algumas acharam que o artefacto a ser usado era um pouco estranho à primeira vista. Porém, a facilidade de uso da mesma acabou por prevalecer, sendo que alguns utilizadores foram melhorando o uso da mesma à medida que foram provando as diferentes

frutas/vegetais e alguns apresentaram sempre uma grande destreza na manipulação da mesma. O *feedback* obtido pelo uso da caixa interativa também foi positivo, sendo que a utilização de LED brancos para representar o processo de “adivinha” da caixa (LED piscam 1 a 1, de meio em meio segundo em *loop*) até à obtenção da resposta foi bastante elogiada. O uso de uma tipologia de *flat design* também foi bem recebido pelos utilizadores, sendo que todos eles perceberam as frutas presentes nas cartas apresentadas.

Na fase final do teste, foi pedido aos utilizadores o preenchimento de um questionário, no qual é possível perceber que todos acharam a parte da prova das frutas a mais divertida e 60% deles assumem que a manipulação da pinça acabou por ser a tarefa mais complicada. O facto de 80% dos utilizadores dizer que “Recomendaria muito” o jogo aos seus amigos também é um bom indicador da satisfação dos mesmos e da satisfação perante a experiência. Uma vez mais, foi possível aferir que a ameixa era o fruto mais desconhecido para os utilizadores, talvez por não ser uma fruta tão comum no seu dia-a-dia, como pode ser o caso das maçãs, bananas e cenouras.

No geral os resultados obtidos nesta investigação são em tudo satisfatórios e um bom indicador da qualidade do trabalho efetuado, no entanto é importante realçar também alguns dos desafios e dificuldades sentidas na realização do mesmo. O grande desafio para o investigador passou pela testagem e criação dos diferentes componentes a serem integrados no artefacto, tendo sido o sensor ótico infravermelho o que apresentou mais complicações, acabando mesmo por ser abandonada a sua integração no projeto. A aprendizagem na área da eletrónica (componente técnica) foi imensa e todo o conhecimento adquirido nesta investigação será de extrema mais-valia para o desenvolvimento do projeto no qual está inserida esta investigação, o jogo FlavourGame. A necessidade de criar um produto palpável levou à obtenção de conhecimentos da área de *design* de produto, que por sua vez levou à criação de um produto de aspeto familiar para a manipulação dos alimentos a serem testados, ainda que haja espaço a algumas melhorias no mesmo. Uma vez mais, o conhecimento obtido nesta área terá a sua relevância no decorrer do projeto.

Finalizando, e uma vez mais, os resultados obtidos são promissores e um bom indicador de que o caminho e as opções tomadas durante a realização desta investigação foram as mais acertadas, nomeadamente a decisão de avançar com a componente de interfaces tangíveis ao invés da realidade aumentada, que já havia sido explorada noutra investigação. É possível perceber também que uma experiência interativa que faça uso das valências do meio digital (técnica (eletrónica), software, entre outros...) e do analógico (cartas informacionais, caixa, entre outros...) é uma boa forma de melhorar a experiência de jogo de uma criança ao mesmo tempo que possibilita o enriquecimento da sua cultura nutricional.

## 8.2. TRABALHO FUTURO

Considerando a natureza exploratória do projeto de investigação, é certo que existem alguns pontos a melhorar. Para uma versão melhorada do artefacto, seria interessante perceber melhor o porquê de o módulo do sensor ótico infravermelho não ter funcionado em conjunto com os restantes módulos. Importa referir que o módulo foi testado individualmente e apresentava resultados interessantes e que, iriam certamente ser de extrema importância na identificação dos alimentos. Aliado a isto e como foi possível perceber em alguns testes de utilizadores, o artefacto teve problemas em conseguir distinguir o pedaço da maçã e o da banana. Pensa-se que por terem cores muito semelhantes e pelo facto de serem pedaços de fruta que oxidam com facilidade, as leituras por parte do sensor LDR podem apresentar algumas oscilações. Possivelmente uma melhoria e melhor compreensão do módulo de infravermelhos ajudava a distinguir estas frutas, pois acrescentava mais uma variável ao algoritmo criado.

Ainda sobre o artefacto e apesar do *feedback* recebido ter sido positivo, interessa salientar que a minimização do produto seria algo de positivo. De momento a pinça é algo que pode ser considerado como “bastante grande” e, com um melhor estudo na área de *design* de produto será possível diminuir o seu tamanho. Obviamente que com esta diminuição também se deve ter em conta a placa em PCB que possui todo o sistema de deteção de cor. Como tal, um redesenho e repensar do produto seria algo que pode trazer uma mais-valia ainda maior ao mesmo.

A caixa que serviu de suporte à experiência interativa também pode ser alvo de mudanças, nomeadamente na implementação de um sistema mais “divertido” para o público-alvo. Estas mudanças são referentes à incorporação das cartas agindo como botões (carta em cima de botão escondido), integração de mais possibilidades de resposta em cada zona, aumentando assim a dificuldade do jogo.

Por fim, tendo sido usadas apenas 4 frutas/vegetais distintos, seria interessante adaptar o algoritmo, levando à criação de mais cartas informativas, de forma a possibilitar à pessoa responsável pela experiência a inserção de novas frutas/vegetais que não fossem as previstas pelo investigador. Para tal seria necessário implementar um sistema que permitisse a inserção e leitura dos valores de cor e capacitância dos novos alimentos e os pudesse armazenar na memória do arduino (à semelhança dos 4 alimentos iniciais). Outra opção passaria pela adição de inteligência artificial ao algoritmo, de modo que o software possa reconhecer, em todos os momentos, qual o alimento presente na pinça.



## 9. BIBLIOGRAFIA

- Akker, van den. (1999). *Design Approaches and Tools in Education and Training* (Vol. 29; J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp, eds.). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7>
- Alves, M. (2015). SOMOS O QUE COMEMOS. Retrieved December 9, 2020, from <https://vimeo.com/127168811>
- Anderson, E., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Christopher, P., Panagiotis, P., & de Freitas, S. (2009). Serious Games in Cultural Heritage. *Proceedings of International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST - State of the Art Reports (2009)*, (May 2014), 40.
- Antle, A. (2007). Tangibles: Five Properties to Consider for Children. *Workshop on Tangibles, Conference on Human Factors in Computing Systems*, (Figure 1), 1–4. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.3722&rep=rep1&type=pdf>
- Arjoranta, J., Kankainen, V., & Nummenmaa, T. (2016). Blending in hybrid games: Understanding hybrid games through experience. *ACM International Conference Proceeding Series*, (November). <https://doi.org/10.1145/3001773.3001798>
- Avedon, M. E., & Sutton-Smith, B. (2015). *The Study of Games*. Ishi Press.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*.
- Baldassarri, S., Cerezo, E., & Marco, J. (2011). *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*. (June 2016). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3\\_66](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_66)
- Bente, G., & Breuer, J. (2010). Why so serious? On the Relation of Serious Games and Learning. *Eludamos - Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7–24. Retrieved from <http://www.eludamos.org/index.php/eludamos/article/viewArticle/vol4no1-2>
- Bergeron, B. (2006). *DEVELOPING SERIOUS GAMES*. Charles River Media.
- Brown, J. S., & Weiser, M. (1996). Designing Calm Technology. *PowerGrid Journal*, 1–5. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.9788&rep=rep1&type=pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/E3505783-B573-42BC-9955-E4FAA0A15E70>
- Caceres, R., & Friday, A. (2012). Ubicomp systems at 20: Progress, opportunities, and challenges. *IEEE Pervasive Computing*, 11(1), 14–21. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2011.85>
- Chawla, M., & Technology Solutions, C. (2018). *Immersive Learning Bringing Learning to Life through Immersive Experiences*. (September 2018). Retrieved from [www.queensu.ca/teachingandlearning/modules/active/documents/Dales\\_Cone\\_of\\_Experience\\_summary.pdf](http://www.queensu.ca/teachingandlearning/modules/active/documents/Dales_Cone_of_Experience_summary.pdf)
- Chen, S., & Michael, D. (2005, October 19). Gamasutra - Proof of Learning: Assessment in Serious Games. Retrieved December 9, 2020, from [https://www.gamasutra.com/view/feature/130843/proof\\_of\\_learning\\_assessment\\_in\\_.php](https://www.gamasutra.com/view/feature/130843/proof_of_learning_assessment_in_.php)

- Corti, K. (2006). Games-based Learning: a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1–20.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). Flow: The psychology of optimal experience: Steps toward enhancing the quality of life. *Design Issues*, 8(1), 314. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1511458?origin=crossref%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:FLOW++The+Psychology+of+Optimal+Experience#0>
- Dam, A. Van. (1997). A Post-WIMP User Interfaces. *Communications of the ACM. Acm, Vol 40(2)*, 63–67. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.46.6390>
- de Freitas, S. (2006). Learning in Immersive worlds A review of game-based learning. *JISC E-Learning Programme*, 3, 73. Retrieved from <http://goo.gl/fs2Cjr>
- De Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers and Education*, 46(3), 249–264. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.007>
- DGS. (2016). Roda dos Alimentos • PNPAS. Retrieved October 25, 2020, from <https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/roda-dos-alimentos/>
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale, R. (2004). *Human-computer interaction* (3rd ed.). Pearson Education.
- Ebling, M. R., & Baker, M. (2012). *Pervasive Tabs, Pads and Boards : Are We There Yet?* 42–51.
- Factory, F. (2016). Game design for kids. *Funday Factory*. Retrieved from <https://fundayfactory.com/media/147699/age-appropriate-game-design-for-children.pdf>
- Fisher, C. (2015). *Designing Games for Children*. Focal Press.
- Freire, M. C., Cannon, G., & Sheiham, A. (1994). Análise das recomendações internacionais sobre o consumo de açúcares publicadas entre 1961 e 1991. *Revista de Saude Publica*, 28(3), 228–237. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101994000300011>
- Gould, John; Lewis, C. (1985). Designing for usability: Key principles and what designers think. *Human Aspects of Computing*, 28.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Health Organization, W. (2013). *Monitoring and surveillance prevalence of overweight and Obesity (%) Among portuguese adults based on who 2008 estimates*. Retrieved from <http://www.euro.who.int/en/nutrition-country-profiles>.
- Health Organization, W., & Office for Europe, R. (2013). *Methodology and summary Country profiles on nutrition, physical activity and obesity in the 53 WHO European Region Member States*. Retrieved from <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/country-profiles-on-nutrition,-physical-activity-and-obesity-in-the-53-who-european-region-member-states.-methodology-and-summary-2013>

- Hengeveld, B., Hummels, C., Overbeeke, K., Voort, R., & Balkom, H. van. (2008). Let me actuate you. *TEI '08: Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, 159–166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/1347390.1347426>
- Hengeveld, B. J. (2011). Designing LinguaBytes: A Tangible Language Learning System for Non- or Hardly Speaking Toddlers. In *Library*.
- Herbst, R., & Herbst, S. T. (2013). *The New Food Lovers Companion* (5th ed.; U. S. BARRON'S EDUCATIONAL SERIES INC., Ed.).
- Hourcade, J. P. (2015). *Child computer interaction*.
- Huizinga, J. (2015). *Homo Ludens* (Edições 70, Ed.). <https://doi.org/9789724418438>
- Ishii, H. (2004). Bottles: A transparent interface as a tribute to Mark Weiser. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E87-D*(6), 1299–1311.
- Ishii, H. (2008). Tangible bits: Beyond pixels. *TEI'08 - Second International Conference on Tangible and Embedded Interaction - Conference Proceedings*, (January 2008). <https://doi.org/10.1145/1347390.1347392>
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, (March), 234–241.
- Jenn; O'Grady, K. (2017). *A Designer's Research Manual* (2nd ed.).
- Keast, R. S., & Costanzo, A. (2015). Is fat the sixth taste primary? Evidence and implications. *Flavour*, *4*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/2044-7248-4-5>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Chapter 14. Acceptance testing. In *Sensory Evaluation of Food*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Luck, R. (2003). Dialogue in participatory design. *Design Studies*, *24*(6), 523–535. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(03\)00040-1](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00040-1)
- Magerkurth, C. (2011). *Hybrid gaming environments: Keeping the human in the loop within the Internet of things*. (August). <https://doi.org/10.1007/s10209-011-0242-z>
- Mandryk, R. L., Maranan, D. S., & Inkpen, K. M. (2002). False prophets: Exploring hybrid board/video games. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, (July 2014), 640–641. <https://doi.org/10.1145/506443.506523>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In H. Das (Ed.), *Telemanipulator and Telepresence Technologies* (Vol. 2351, pp. 282–292). <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Nazareth, M., Rêgo, C., Lopes, C., & Pinto, E. (2016). Recomendações nutricionais em idade pediátrica: o estado de arte. Retrieved October 8, 2021, from <https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2017/02/n7a05.pdf>
- Nielsen, J. (2000). Why You Only Need to Test with 5 Users. Retrieved October 8, 2021, from <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- Nielsen, J. (2012). Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. Retrieved October 9, 2021, from

- <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>
- Norman, D. (2013). THE DESIGN OF EVERYDAY THINGS. In *Interactions* (Revised Ed, Vol. 15). Basic Books.
- Nutricionistas, A. P. dos. (2011). *Alimentação Adequada! Faça mais pela sua Saúde!* Retrieved from <https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/AlimentacaoAdequada.pdf>
- Pangaro, G., Maynes-Aminzade, D., & Ishii, H. (2002). *The actuated workbench*. 4(2), 181. <https://doi.org/10.1145/571985.572011>
- Poupyrev, I., Nashida, T., & Okabe, M. (2007). *Actuation and tangible user interfaces*. 205. <https://doi.org/10.1145/1226969.1227012>
- Quivy, R., & Campenhoudt, V. L. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (07–2018th ed.; Gradiva, Ed.). Retrieved from <https://www.wook.pt/livro/manual-de-investigacao-em-ciencias-sociais-raymond-quivy/60212>
- Raffle, H., Vaucelle, C., Wang, R., & Ishii, H. (2007). Jabberstamp: Embedding sound and voice in traditional drawings. *Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design And Children, IDC 2007*, (January), 137–144. <https://doi.org/10.1145/1297277.1297306>
- Read, J. C., & Markopoulos, P. (2013). Child-computer interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1(1), 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2012.09.001>
- Reisinho, P. (2021). *FLAVOURGAME: JOGO DE TABULEIRO HÍBRIDO PARA A PROMOÇÃO DE BOAS PRÁTICAS FLAVOURGAME*.
- Report, G. N. (2020). Global Nutrition Report. In *The Global Nutrition Report's Independent Expert Group*.
- Rogerson, M. J., Gibbs, M., & Smith, W. (2016). "I love all the bits": The materiality of boardgames. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 3956–3969. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858433>
- Saffer, D. (2009). *Designing for interaction, Second Edition: Creating Innovative Applications and Devices* (2nd ed.).
- Salen, Katie; Zimmerman, E. (2003). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press.
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design*.
- Schiffman, S. S. (2000). Taste quality and neural coding: Implications from psychophysics and neurophysiology. In *Physiology & Behavior* (Vol. 69).
- Sears, A., & Jacko, J. A. (2009). Human-computer interaction. Design issues, solutions, and applications. In *Human factors and ergonomics*.
- Shaer, O., & Hornecker, E. (2009). Tangible User Interfaces: Past, present, and future directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1–2), 1–137. <https://doi.org/10.1561/11000000026>
- Sharp, Helen; Rogers, Yvone; Preece, J. (2019). *INTERACTION DESIGN beyond human-computer interaction* (5th ed.). Retrieved from <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Silva, C. (2021). *Narrativas interativas para jogos de tabuleiro híbridos*.

- Simonsen, J., & Hertzum, M. (2012). Sustained participatory design: Extending the iterative approach. *Design Issues*, 28(3), 10–21. [https://doi.org/10.1162/DESI\\_a\\_00158](https://doi.org/10.1162/DESI_a_00158)
- Spermon, M., Schouten, I., & Van Den Hoven, E. (2014). Designing interaction in digital tabletop games to support collaborative learning in children. *International Journal of Learning Technology*, 9(1), 3–24. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2014.062446>
- Streitz, N., Magerkurth, C., Prante, T., & Röcker, C. (2005). From information design to experience design. *Interactions*, 12(4), 21–25. <https://doi.org/10.1145/1070960.1070979>
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious Games - An Overview*.
- Ullmer, B., & Ishii, H. (2000). Emerging frameworks for tangible user interfaces. *IBM Systems Journal*, 39(3–4), 915–930. <https://doi.org/10.1147/sj.393.0915>
- UNICEF. (2019). *Children , food and nutrition: growing well in a changing world*.
- Vargas, J. C. G., Fabregat, R., Carrillo-Ramos, A., & Jové, T. (2020). Survey: Using augmented reality to improve learning motivation in cultural heritage studies. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/app10030897>
- Weiser, M. (1993). *Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/2.237456>
- Weiser, Mark. (1991). The Computer for the 21st Century. *Readings in Human–Computer Interaction*, pp. 933–940.
- What is Flat Design? | Interaction Design Foundation (IxDF). (2020). Retrieved October 8, 2021, from <https://www.interaction-design.org/literature/topics/flat-design?fbclid=IwAR3ShL3PDkKhP17BNOEjJvMTqtIPbJmOkPeum9DFFzBD67-9rmhBmseYb3w>
- World Health Organization. (2020). Nutrition. Retrieved December 9, 2020, from <https://www.who.int/health-topics/nutrition>
- Xie, L., Antle, A. N., & Motamedi, N. (2008). Are tangibles more fun?: Comparing children’s enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces. *TEI’08 - Second International Conference on Tangible and Embedded Interaction - Conference Proceedings*, (June 2014), 191–198. <https://doi.org/10.1145/1347390.1347433>
- Yusoff, A., Crowder, R., Gilbert, L., & Wills, G. (2009). A conceptual framework for serious games. *Proceedings - 2009 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2009*, (April 2014), 21–23. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2009.19>
- Zaman, B., Abeele, V. Vanden, Markopoulos, P., & Marshall, P. (2009). Tangibles for children: the challenges. *CHI EA '09: CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 4729–4732. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/1520340.1520727>
- Zhang, P., Carey, J., Te’eni, D., & Tremaine, M. (2005). Integrating Human-Computer Interaction Development into the Systems Development Life Cycle: A Methodology. *Communications of the Association for Information Systems*, 15(January). <https://doi.org/10.17705/1cais.01529>



## 10. ANEXOS

### Anexo 1 – Observações do utilizador 1

| Ordem | Fruta   | Erros de interação | Erros técnicos                  | Hesitações   | Observações  |
|-------|---------|--------------------|---------------------------------|--|--|
| 1     | Maçã    | -                  | Pinça pensou que era uma banana | Hesitação inicial (quando viu) no uso da pinça, não sabia como era suposto usá-la. | Após o erro da pinça, manteve certezas de que o pedaço testado era uma maçã. Não sabia o que é moderação de apetite nem polpa.   |
| 2     | Cenoura | -                  | -                               | -  | Semelhanças com a outra carta. Carta mais interessante que a maçã. Se tivesse mais cenoura, estava disposto a comê-la toda.  |
| 3     | Banana  | -                  | -                               | -  | Desenho da banana é o mais bonito e adequado ao fruto. Não sabe o que é contração muscular. Sabia a curiosidade e diz que também ajuda nas dores de cabeça.              |
| 4     | Ameixa  | -                  | -                               | -  | Descobriu que a fruta tem caroço. Percebeu melhor quando leu a carta e também achou a mesma mais fácil de entender (linguagem). Desenho adequado. Não sabia curiosidade. |

Anexo 2 – Observações do utilizador 2

| Ordem | Fruta   | Erros de interação | Erros técnicos | Hesitações | Observações   |
|-------|---------|--------------------|----------------|------------|---|
| 2     | Maçã    | -                  | -              | -          | Depois de obter aprovação na 1ª tentativa, não teve nenhum problema em continuar o teste com a 2ª fruta. Desenho da fruta mais cativante e não teve qualquer problema em entender o que estava escrito.                 |
| 1     | Cenoura | -                  | -              | -          | Sempre seguro das suas ações, mostrava bastante confiança no manuseamento da pinça e caixa. Carta apelativa e informação agradável.   |
| 4     | Banana  | -                  | -              | -          | Na última fruta não teve problema em identificá-la, tendo demonstrado interesse em comer mais pedaços. Ficou bastante intrigado com a informação da carta e admite comer mais bananas antes de se exercitar.            |
| 3     | Ameixa  | -                  | -              | -          | Apesar de não conhecer o fruto, soube identificar a secção correta onde o fruto estava inserido. Ao mostrar a carta apercebeu-se imediatamente de qual o fruto que tinha provado. Carta apelativa e desenho apropriado. |

Anexo 3 – Observações do utilizador 3

| Ordem | Fruta   | Erros de interação | Erros técnicos | Hesitações                            | Observações   |
|-------|---------|--------------------|----------------|---------------------------------------|---|
| 4     | Maçã    | -                  | -              | -                                     | Gosta da maçã. Foi apressado na execução das tarefas (provou ao mesmo tempo que colocou a fruta na pinça). Design da carta bonito.                    |
| 3     | Cenoura | -                  | -              | Procura validação antes de continuar. | Nunca provou, porque evita comer vegetais. Gosta da carta e da informação. Dizem-lhe que deve comer mais cenoura, para melhorar a visão (usa óculos). |
| 1     | Banana  | -                  | -              | Procura validação antes de continuar. | Sempre muito cuidadoso, com preocupação em não danificar a pinça. Muito entusiasmado ao provar a fruta.   |
| 2     | Ameixa  | -                  | -              | Procura validação antes de continuar. | Nunca provou a fruta, no entanto sabe qual é. Não gostou quando provou. Design da carta informativo.  |

Anexo 4 – Observações do utilizador 4

| Ordem | Fruta   | Erros de interação | Erros técnicos | Hesitações                             | Observações  |
|-------|---------|--------------------|----------------|--|--|
| 2     | Maçã    | -                  | -              | -                                      | Gostou bastante da fruta. Carta muito apelativa. Comia mais alguns pedaços antes de passar para a próxima fruta.   |
| 4     | Cenoura | -                  | -              | -                                      | Gosta de cenoura. Comenta que é a fruta do coelho. Carta bonita.   |
| 3     | Banana  | -                  | -              | -                                      | Destreza a manobrar a pinça. Gosto pela banana. Comia mais. Carta mais bonita do que as outras 2. Não sabe o que é contração muscular.   |
| 1     | Ameixa  | -                  | -              | Hesita a escolher a carta onde clicar. | Escolheu a carta onde clicar com base na cor do fruto. Apesar de saber o que é uma ameixa, não conseguiu perceber desta vez. Carta interessante (não sabia que o caroço era grande). |

Anexo 5 – Observações do utilizador 5

| Ordem | Fruta   | Erros de interação | Erros técnicos                  | Hesitações   | Observações   |
|-------|---------|--------------------|---------------------------------|--|---|
| 3     | Maçã    | -                  | Pinça pensou que era uma banana | Hesitação inicial (quando viu) no uso da pinça, não sabia como era suposto usá-la. | Facilidade no manuseamento da pinça. Queria mais pedacinhos. Carta muito bonita.  |
| 1     | Cenoura | -                  | -                               | Procura validação antes de continuar.  | Gosta da cenoura. Tirando a pinça, acho que o resto estava tudo muito bonito e queria continuar a jogar. Carta muito bonita e gostava de levar para casa. |
| 2     | Banana  | -                  | -                               | Procura validação antes de continuar.  | Melhorou o manuseamento da pinça. Gosta bastante da fruta, visto que é a preferida dela. Queria comer mais. Carta e desenho muito bonitos.                |
| 4     | Ameixa  | -                  | -                               | Procura validação antes de continuar.  | Tentou uma nova posição com a pinça. Queria ter experimentado mais frutas.  |