

Jogo Educativo com Aplicação de Realidade  
Aumentada  
Catarina Ferreira Marinho

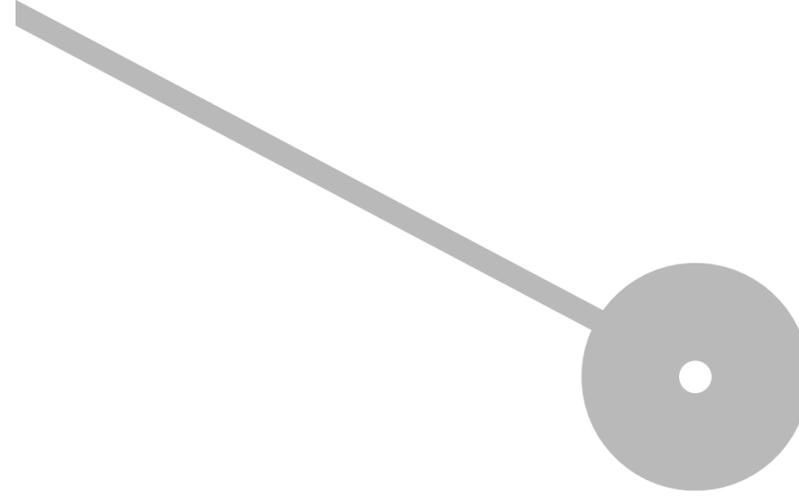
11/2022

Catarina Ferreira Marinho. Jogo Educativo com Aplicação de Realidade Aumentada

# Jogo Educativo com Aplicação de Realidade Aumentada

Catarina Ferreira Marinho

11/2022



Politécnico do Porto  
Escola Superior de Media Artes e Design

Catarina Ferreira Marinho

**Jogo Educativo com Aplicação de Realidade Aumentada**

Dissertação de Mestrado

**Mestrado em Sistemas e Media Interativos**

Orientação: Prof. Doutor Firmino Oliveira da Silva

Coorientador: Prof. Doutor Luís Miguel Barbosa da Costa Leite

Vila do Conde, novembro de 2022

Politécnico do Porto  
Escola Superior de Media Artes e Design

Catarina Ferreira Marinho

**Jogo Educativo com Aplicação de Realidade Aumentada**

Dissertação de Mestrado

**Mestrado em Sistemas e Media Interativos**

Orientação: Prof. Doutor Firmino Oliveira da Silva

Coorientador: Prof. Doutor Luís Miguel Barbosa da Costa Leite

Vila do Conde, novembro de 2022

Catarina Ferreira Marinho

**Jogo Educativo com Aplicação de Realidade Aumentada**

Dissertação de Mestrado

**Mestrado em Sistemas e Media Interativos**

**Membros do Júri**

Presidente

Prof. Doutor Rui Pedro Costa Rodrigues

Escola Superior de Media, Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Prof. Doutor Firmino Oliveira da Silva

Escola Superior de Media, Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Prof. Doutor Luís Manuel Félix Alípio

Escola Superior de Media, Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vila do Conde, novembro de 2022



## AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, Firmino Silva, por ter sido incansável e por ter estado sempre disponível para me ajudar. As suas palavras de encorajamento deram força e motivação para finalizar este projeto.

Ao meu Coorientador, Luís Leite, que foi fundamental para a compreensão e desenvolvimento da aplicação, e também no desenvolvimento da parte escrita. Agradeço pela sua disponibilidade e paciência.

Ao meu namorado e melhor amigo, Volodymyr, agradeço por me ter ajudado em tudo o que precisei, por nunca me deixar perder o foco e por ter estado sempre presente. Aprendi com ele, através da força e motivação que me deu, que vale sempre a pena lutar pelos nossos objetivos pessoais, mesmo que o caminho esteja repleto de obstáculos. Obrigada.

Obrigada à minha família. À minha melhor amiga, a minha Avó Margarida, pela sua companhia, e ao meu avô Artur por estar sempre a olhar por nós. Agradeço aos meus pais e irmão pela ajuda que me deram durante o desenvolvimento deste projeto e ao longo do meu percurso académico.

Obrigada aos meus amigos por demonstrarem sempre interesse em saber o estado do meu projeto, e pelas palavras de motivação que me foram dando ao longo dos últimos meses. Agradeço, especialmente, à Leonor e à Beatriz.

Aos meus colegas da Associação Sójovem, em especial à Joana e à Maria, que me permitiram fazer o projeto nos tempos livres do Estágio, e pelo incentivo que me deram.

Estou eternamente grata por todos que se cruzaram no meu caminho durante esta etapa e que o tornaram melhor de forma direta ou indireta.



## RESUMO

As transformações tecnológicas na sociedade tiveram um grande impacto no desenvolvimento das crianças do século XXI na medida em que possibilitaram novas formas de brincar e aprender. O uso consciente da tecnologia na infância, apresenta benefícios significativos a nível da estimulação das capacidades cognitivas, no entanto, o seu uso excessivo pode comprometer o desenvolvimento de competências sociais e emocionais, com consequências negativas a nível da cognição. A influência da tecnologia na vida das crianças é inegável, mas a possibilidade de alienação digital é um problema porque afasta as crianças do mundo real e porque as impede de realizar aprendizagens fundamentais. A Realidade Aumentada pode constituir-se como uma solução para este problema, na medida em que permite um contacto com ambas as realidades, real e digital. É neste contexto que este projeto se desenvolve, pois, nele se apresenta uma proposta lúdica e educativa, que complementa a experiência do jogo físico tradicional educativo com uma camada tecnológica que possibilita expandir o jogo, tornando-o mais dinâmico e mais capaz de potenciar, nas crianças, o desenvolvimento das suas capacidades cognitivas, motoras, sociais e emocionais.

Esta proposta dirige-se para crianças entre os quatro e os seis anos de idade, e tem como objetivo a criação de um jogo educativo tradicional complementado com realidade aumentada capaz de contribuir para o desenvolvimento infantil. A realidade aumentada surge no sentido de revolucionar a aprendizagem da criança, de modo a acompanhar os tempos modernos.

Pretende-se, com este projeto, desenvolver de um jogo físico educativo e uma aplicação de realidade aumentada, no qual a criança joga individualmente com a ajuda e supervisão dos pais. Neste jogo, é estabelecida uma relação entre as letras, as cores e os frutos que contribui para o desenvolvimento do público-alvo.

**Palavras-chave:** Jogo educativo, Desenvolvimento cognitivo, Educação, Realidade Aumentada

## **ABSTRACT**

Technological transformations in society have had a major impact on the development of children from the 21st century, as they have enabled new ways of playing and learning. The conscious use of technology in childhood has significant benefits when it comes to stimulating cognitive skills, however, its excessive use can compromise the development of social and emotional skills, with negative consequences at the cognitive level. The influence of technology in children's lives is undeniable, but the possibility of digital alienation is a problem because it distances children from the real world and prevents them from performing fundamental learning. Augmented Reality can be a solution to this problem, as it allows contact with both real and digital realities. It is in this context that this project is developed, since it presents a playful and educational proposal, which complements the experience of the traditional physical educational game with a technological layer that makes it possible to expand the game, making it more dynamic and more capable of enhancing, in children, the development of their cognitive, motor, social and emotional skills.

This proposal is aimed at children between the ages of four and six and has as its objective the creation of a traditional educational game complemented with augmented reality capable of contributing to child development. Augment reality arises in the sense of revolutionizing children's learning, in order to keep up with modern times.

This project aims to develop a physical game and an application of augmented reality, in which the child plays individually with the help and supervision of its parents. In this game, a relationship is established between letters, colors and fruits, which contributes to the development of the targeted audience.

**Keywords:** Educational Game, Cognitive Development, Education, Augmented Reality



## SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i> .....	12
<i>LISTA DE TABELAS</i> .....	12
<i>LISTA DE SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS</i> .....	12
<i>GLOSSÁRIO</i> .....	13
<i>CAPÍTULO UM – INTRODUÇÃO</i> .....	15
<b>1.1. Motivação</b> .....	15
<b>1.2. Objetivos</b> .....	16
<b>1.3. Metodologia</b> .....	16
<b>1.4. Estrutura do documento</b> .....	18
<i>CAPÍTULO DOIS – ESTADO DA ARTE</i> .....	19
<b>2.1. Estudo do Desenvolvimento Cognitivo</b> .....	19
2.1.1. Jogos educativos .....	20
2.1.2. A importância do raciocínio lógico .....	21
2.1.3. Teoria do Desenvolvimento Cognitivo, 1940 a 1945 .....	21
2.1.4. Teoria Sócio-Histórica, de Lev Vygotsky .....	22
2.1.5. Educação Montessori - Método Montessori, séc. XIX.....	22
<b>2.2. Estudo de Tecnologias de Jogos com Realidade Aumentada</b> .....	22
2.2.1. Utilizações de RA .....	23
2.2.2. Tipos de RA .....	23
2.2.3. Panther Studios, 2012 .....	25
2.2.4. Shifu, 2016.....	25
2.2.5. AR Chemistry Augmented Reality Education, Arloon, 2017 .....	25
2.2.6. Realitoy - Kids Learning in 3D (AR) .....	25
<b>2.3. Conclusão</b> .....	26
<i>CAPÍTULO TRÊS – DESENVOLVIMENTO / IMPLEMENTAÇÃO</i> .....	27
<b>3.1. Conceptualização do jogo</b> .....	27

3.1.1. Paleta Cromática.....	29
3.1.2. Fluxo do Jogo .....	29
3.1.3. Requisitos Funcionais da Aplicação .....	30
3.1.5. Ferramentas Utilizadas .....	31
<b>3.2. Componente Física .....</b>	<b>32</b>
3.2.1. Fonte utilizada .....	33
<b>3.3. Componente Tecnológica .....</b>	<b>33</b>
3.3.1. Marcadores .....	34
3.3.2. Implementação no Unity .....	35
3.3.3. Modelação e Animação .....	37
3.3.4. Logotipo.....	38
<b><i>CAPÍTULO QUATRO – ANÁLISE DE RESULTADOS .....</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b>4.1. Caracterização da amostra .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2. Metodologia .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. Análise de Resultados .....</b>	<b>42</b>
<b><i>CAPÍTULO CINCO – CONCLUSÃO .....</i></b>	<b><i>44</i></b>
<b><i>ANEXOS .....</i></b>	<b><i>48</i></b>
<b>ANEXO A - MARCADORES (PEÇAS DO PUZZLE).....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO B - MARCADORES (MOLDURA) .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO C- PEÇAS (MOLDURA + PUZZLE) .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO D – PEÇAS DO PUZZLE COM COR .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO E – FIGURAS 3D .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO G – CÓDIGOS C#.....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Peças do jogo .....	27
Figura 2 - Esquema relacional entre os três elementos .....	28
Figura 3 - Paleta de cores e códigos RGB, HEX e CMYK .....	29
Figura 4 – [1] Medidas da Moldura, [2] Medidas do Puzzle, [3] Peça final = Moldura + Puzzle .....	32
Figura 5 - Fonte Milky Nice .....	33
Figura 6 - Menu principal .....	35
Figura 7 - Protótipo da implementação .....	36
Figura 8 – Marcador e a cor associada .....	37
Figura 9 - Animação da letra U .....	38
Figura 10 - Logotipo do Jogo .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos programas utilizados .....	31
Tabela 2 - Observações das fases 1 a 5 .....	41

## LISTA DE SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

3D – Três Dimensões

CMYK – Sistema de cores formado por Ciano, Magenta, Amarelo e Preto

ESMAD – Escola Superior Media Artes e Design

GPS – *Global Positioning System*

HEX – *Ferramenta para obter os códigos das cores*

MDF – *Medium Density Fiberboard*

QR – *Quick Response*

RA – Realidade Aumentada

RGB – Sistema de cores formado por Vermelho, Verde e Azul

SDK – *Software Development Kit*

UI – *User Interface*

## GLOSSÁRIO

**Asset:** Recurso para ser utilizado no Unity, que poderá ser um ficheiro exterior ao próprio programa, um vídeo, um áudio, um objeto 3D, uma imagem ou qualquer outro recurso que seja suportado pelo Unity.

**Adobe Illustrator:** É um programa do grupo Adobe Systems, que permite a criação de imagens em vetor bastante usado por designers e artistas.

**Blender:** Blender, ou blender3d, é um programa gratuito que constitui todos os tipos de criação em três dimensões: modelação, animação, renderização, entre outros. Possibilita, também, a criação de jogos e edição de vídeo.

**Código QR:** Código QR, “Quick Response”, em português, resposta rápida, é um código que armazena conteúdo e que pode ser acessado através de um dispositivo móvel. Esse conteúdo pode ser um site, um vídeo, uma imagem, entre muitos outros.

**CorelDRAW:** Programa de desenho em vetor de duas dimensões, para fins profissionais relacionados com a área do Design e do Marketing.

**MDF:** Consiste numa placa de fibra de densidade média (Medium Density Fiberboard), cujo material é derivado da madeira.

**Plugin:** Um *Plugin* permite fazer modificações para a personalização de ferramentas, através de código.

**Realidade Aumentada:** Realidade Aumentada é uma tecnologia que integra elementos virtuais (imagens, sons, vídeos e modelos 3D) no mundo real através da câmara de um dispositivo móvel (compatível com AR), e através dos sensores de movimento (giroscópio e acelerómetro).

**Realidade Virtual:** Realidade Virtual é uma tecnologia que permite que o utilizador se insira num ambiente totalmente virtual, criado a partir de imagens 3D ou em 360º graus, através de um dispositivo tecnológico.

**Script:** Consiste num ficheiro de código que permite a execução de tarefas de um *Game Object* no Unity.

**Unity:** Unity permite a criação a criação de jogos 2D, 3D, de Realidade Aumentada e de Realidade Virtual.

**Vuforia:** Vuforia é um *Kit* de desenvolvimento de *software* (SDK).

## CAPÍTULO UM – INTRODUÇÃO

As crianças, nos seus primeiros anos de idade, começam a adquirir e a desenvolver capacidades cognitivas, motoras, sociais e emocionais (Oliveira, 2021). O desenvolvimento adequado dessas capacidades implica, entre outras, as seguintes atividades: estimulação artística através, por exemplo, do desenho ou da pintura; interação com objetos de diferentes formas, como cubos ou círculos; aprendizagem das letras e dos números e, conseqüentemente, desenvolvimento de atividades específicas como ler ou escrever e, também, desenvolvimento da linguagem abstrata da matemática; contacto com livros de histórias para o desenvolvimento da imaginação, da criatividade ou do espírito crítico; jogos didáticos e educativos de todos os tipos, para uma maior descoberta do mundo e de si próprias.

Os jogos educativos são uma mais-valia para o desenvolvimento das crianças porque, para além de serem uma excelente ferramenta de aprendizagem, apresentam inúmeras vantagens, nomeadamente, a nível da memória, da atenção e do raciocínio, da autonomia e da capacidade de resolver problemas, da aquisição de novos conhecimentos e, muito importante, a nível da curiosidade (Baranita, 2012). A inclusão da Realidade Aumentada, nos jogos educativos, é algo que se tem vindo a presenciar e, no mundo tecnológico, é fundamental adaptar o tradicional ao digital. Assim, pretende-se, neste projeto, criar um jogo desta natureza, capaz de cativar a criança para a descoberta e perceção deste novo mundo como um espaço onde a aprendizagem acontece de forma lúdica e educativa.

### 1.1. Motivação

O projeto consiste no desenvolvimento de um jogo físico e de uma aplicação de realidade aumentada, para crianças entre os quatro e os seis anos, idades que se caracterizam pelo início da aprendizagem e desenvolvimento de capacidades de imaginação e de memória, entre outras. O jogo é educativo, e tem como objetivo a descoberta das letras e das cores de uma forma divertida e diferente, e será individual. Contudo, apesar de ser individual, terá de ter sempre a presença dos pais para auxiliar a criança no manuseamento do dispositivo e da aplicação. O utilizador (criança), para jogar, terá que unir um conjunto de peças diferentes que formarão a letra, e para acrescentar cor à letra, terá as peças relativas às cores. Assim, as combinações possíveis serão peças das letras, mais uma peça de cor. Logo que tiver formado

um conjunto moldura e puzzle), para interagir com a aplicação, terá de apontar a câmara traseira do telemóvel para o conjunto formado, e no ecrã irá aparecer um modelo 3D do que foi construído, isto é, uma animação 3D de uma letra com a cor que a criança escolheu.

## 1.2. Objetivos

Pretende-se, com este projeto, desenvolver uma aplicação de realidade aumentada e de um jogo físico, para que o público-alvo desenvolva capacidades a nível cognitivo e também emocional e social, através de um dispositivo móvel. Os objetivos deste projeto, tiveram como referência os autores José Adelino Duarte (2009) e Mário Oliveira (2021), e são os seguintes:

- Colecionar um conjunto de características e requisitos para elaboração do objeto de investigação decorrente do levantamento do estado da arte;
- Desenvolver um jogo físico e uma aplicação de realidade aumentada para que a criança possa descobrir e aprender no mundo digital;
- Mostrar às crianças que podem aprender de uma forma divertida e diferente;
- Estimular o desenvolvimento cognitivo da criança, nomeadamente, o raciocínio lógico, a concentração, a perceção e interpretação dos acontecimentos;
- Incentivar a criança a desenvolver a sua autonomia, respeitando o seu tempo/ritmo ao longo da sua experiência com o jogo (tal como defende o Método Montessori);
- Verificar o desenvolvimento de cada criança, ao longo da sua experiência com o jogo (se resolveu o jogo de forma lógica, autónoma e concentrada, e se percebeu como funciona e utiliza a aplicação).

## 1.3. Metodologia

A metodologia aplicada para a realização deste projeto foi a seguinte:

1ª fase

- Pesquisa do estado da arte;
- Testes de jogos com suporte AR com o público-alvo;

Inicialmente, foi feito um trabalho de pesquisa para o estado da arte: referências, vários conceitos, jogos com Realidade Aumentada, e autores com relevantes trabalhos de investigação

relacionados com o desenvolvimento das crianças. Nesta mesma fase, foram testadas algumas aplicações de Realidade Aumentada já existentes na *App Store* do sistema *Android*, para dispositivos móveis, com o objetivo de perceber a relação das crianças com uma aplicação RA, ou seja, se demonstram interesse e se se adaptam facilmente a este tipo de tecnologia. As aplicações utilizadas foram, a *Kids AR Zoo*, *KidsAR* e *Quiver*, todas elas para idades acima dos três anos.

#### 2ª fase

- Definição do jogo e do tema;
- Definição da linguagem visual e sonora (Identidade da *app*);

Na segunda fase, com as pesquisas e os estudos com aplicações de realidade aumentada feitas na primeira fase, foi possível definir o tipo de jogo, o tema, a linguagem visual e a linguagem sonora.

#### 3ª fase

- Realização das ilustrações e das animações 3D;
- Desenvolvimento e construção do jogo físico;
- Desenvolvimento da aplicação.

Na terceira fase, foi desenhada e realizada a peça física do jogo, a moldura e o puzzle, no programa *Adobe Illustrator*. Através do desenho da peça foram feitos os marcadores que a aplicação iria descodificar. Também foram feitas as animações 3D no programa *Blender* para a aplicação móvel. Entretanto, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação com o software de criação de jogos, *Unity*, com o *kit* de desenvolvimento de realidade aumentada, *Vuforia*.

#### 4ª fase

- Primeiros testes com o jogo e *app*;
- Realização de testes com os utilizadores.

Durante o desenvolvimento da aplicação e do jogo foi feita uma versão de demonstração que foi testada com o público-alvo para verificar como este reage à mesma, para que se soubesse quais as alterações e melhoramentos que deveriam ser feitos. Durante esse mesmo processo foi decidido o nome para o jogo, através de sugestões e ideias que se desejou obter do público. Após o teste da versão de demonstração, pretende-se finalizar, provisoriamente, o desenvolvimento da aplicação e do jogo físico, para passar à fase seguinte.

5ª fase

- Recolha e análise dos resultados;
- Melhoria e correção de erros;
- Relatório do Projeto.

Na quinta e última fase, com o jogo físico e a aplicação finalizados de um modo provisório, foram recolhidos e analisados os resultados sobre a utilização do público-alvo. Depois de obter o resultado, dá-se o projeto por terminado, e conclui-se o relatório que, desde a primeira fase, tem sido desenvolvido.

#### 1.4. Estrutura do documento

A presente dissertação encontra-se organizada por vários capítulos. No primeiro capítulo pode-se encontrar a introdução, a motivação do projeto, a sua metodologia, e a presente estrutura do documento. De seguida, encontra-se o estado da arte suportado de conceitos, projetos, e de autores considerados relevantes para o desenvolvimento deste projeto. O terceiro capítulo tem como objetivo mostrar e explicar o desenvolvimento e implementação da componente física e da componente tecnológica. No quarto capítulo, encontram-se os testes de usabilidade realizados com a versão realizada anteriormente à versão final. No capítulo cinco da presente dissertação encontra-se a conclusão e perspectivas de trabalho futuro. Por fim, após o capítulo cinco, encontram-se os anexos.

## **CAPÍTULO DOIS – ESTADO DA ARTE**

Para concretizar este projeto foi realizado um trabalho de pesquisa de vários conceitos, de projetos e de autores com relevantes trabalhos de investigação relacionados com o desenvolvimento das crianças, que serão apresentados a seguir.

### **2.1. Estudo do Desenvolvimento Cognitivo**

O Desenvolvimento consiste na capacidade de adquirir e aprimorar capacidades e funções, permitindo à pessoa, seja criança ou adulto, a realização de novas tarefas com um grau de complexidade maior que as anteriores. A Cognição consiste na forma de como a pessoa adquire, processa e põe em prática esse novo conhecimento, utilizando e desenvolvendo capacidades como raciocínio lógico, percepção e interpretação dos acontecimentos, imaginação, criatividade, concentração e autonomia, entre outros. Deste modo, podemos afirmar que o Desenvolvimento Cognitivo, é uma área da psicologia, que consiste no processo de adquirir conhecimento, ou seja, na capacidade de pensar e aprender.

As crianças nos seus primeiros anos de idade começam a adquirir e a desenvolver capacidades cognitivas, motoras, sociais e emocionais, tal como já foi suprarreferido. Neste projeto, o foco será o Desenvolvimento Cognitivo de crianças entre os quatro e os seis anos.

O desenvolvimento da criança, desde o seu nascimento até à idade adulta, está dividido por várias fases onde, em cada uma, acontecem diversos tipos de desenvolvimento, que vão evoluindo ao longo dos anos, e desenvolvendo também capacidades, como por exemplo: capacidade de pensar autonomamente, pintar e desenhar, descobrir e saber distinguir objetos, entre muitos outros.

Existem formas variadas formas de estimular e fazer evoluir cognitivamente uma criança, de forma adequada:

- Livros;
- Jogos Didáticos;
- Aprendizagem da distinção das cores;
- Objetos com texturas e tamanhos diferentes;
- Jogos de memória;
- Jogo do faz de conta;
- Entre outros.

O desenvolvimento da capacidade cognitiva da criança, nomeadamente, raciocínio lógico, concentração, percepção e interpretação dos acontecimentos, e autonomia (Duarte, 2009), através de um jogo educativo com o suporte de realidade aumentada, é um dos principais objetivos deste projeto.

### 2.1.1. Jogos educativos

Os primeiros jogos surgiram durante as primeiras civilizações e acompanham o desenvolvimento humano até ao momento. Os jogos educativos surgiram durante o Renascimento com o objetivo de promover a aquisição de saberes, e existem dois tipos de jogos, de enredo e de regras. Os jogos de enredo são caracterizados pela imaginação, o faz de conta, interpretação de personagens, por terem simbologia, e por serem sócio dramáticos. Já os jogos de regras, tipo de jogo que está relacionado com este projeto, promovem o desenvolvimento cognitivo, e de habilidades, como por exemplo, concentração, coordenação, rapidez e memória. Passo a citar um excerto da Dissertação de Mestrado de Marianne da Cruz Carvalho, para obtenção do grau de Mestre em Docência e Gestão da Educação, em que a mesma faz um contexto histórico dos jogos educativos, falando, também, sobre a importância dos jogos ou atividades lúdicas na vida do ser humano, com suporte da ideologia do autor Johan Huizinga:

*“Os jogos, as brincadeiras, os brinquedos, (...) acompanham o desenvolvimento da civilização humana, desde seus primórdios. (...) o jogo é encontrado em todas as atividades humanas e precede a própria cultura, ou seja, a cultura surge sob forma de jogo. (...) é no jogo e pelo jogo que a civilização surge e se desenvolve.*

*(...) o jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da “vida quotidiana”<sup>1</sup>” (Da Cruz De Carvalho et al, 2016.)*

---

<sup>1</sup> (Huizinga, 2014)

### 2.1.2. A importância do raciocínio lógico

Com a idade do público-alvo, ter um raciocínio lógico significar ter a capacidade de solucionar problemas de uma forma autónoma, de pensar, de tomar decisões e organizar a sua maneira de pensar. Desde os primeiros anos da vida da criança é bastante importante que seja feita a estimulação do seu raciocínio, através de atividades próprias para esse objetivo, pois é nesta fase que o cérebro está propício a receber mais informações e adquirir conhecimentos básicos que se aprendem e se levam para toda a vida (Vilela e Dorta, 2019).

A estimulação é feita, tal como foi referido acima, através de atividades próprias, como por exemplo: problemas de matemática, jogos de lógica e de tabuleiro, pastas de modelar como a plasticina, jogo de xadrez, jogos eletrónicos, videojogos, hábitos de leitura, entre outros.

### 2.1.3. Teoria do Desenvolvimento Cognitivo, 1940 a 1945

A teoria do desenvolvimento (Luiz, Santos, Rocha, Andrade, & Reis, 2014), criada por Jean Piaget, surgiu com o objetivo de explicar o desenvolvimento cognitivo humano. Piaget foi biólogo, psicólogo e epistemólogo, e o seu nome marcou a segunda metade do século vinte na área da educação. A teoria do desenvolvimento divide por estágios que correspondem às várias etapas do crescimento:

- Estágio 1 – Sensório – Motora (dos zero aos dois anos): a criança desenvolve capacidades, como a manipulação de objetos e a noção da permanência do objeto;
- Estágio 2 – Pré-Operacional (dos dois aos 7 anos): a criança desenvolve capacidades como a imaginação e memória, e compreende a ideia de passado e futuro. É neste estágio que o público-alvo se encaixará;
- Estágio 3 – Operacional Concreto (dos sete aos onze): a criança tem consciência ‘do ‘outro’’ diminuindo o seu egocentrismo. Dá-se o início do pensamento lógico;
- Estágio 4 – Operacional Formal (a partir dos onze anos até à idade adulta): desenvolve-se a capacidade de usar a lógica para a resolução de problemas, de fazer planos para o futuro, e a perceção de si mesmo.

#### 2.1.4. Teoria Sócio-Histórica, de Lev Vygotsky

Lev Vygotsky, pensador e psicólogo bielorusso, apresenta uma teoria (Luiz, Santos, Rocha, Andrade, & Reis, 2014) tal como Piaget, verificando-se, de acordo com alguns pesquisadores, semelhanças entre as duas teorias. Contudo, são teorias com premissas opostas. Piaget defende o desenvolvimento de uma perspectiva individual, enquanto Vygotsky defende que é importante a interação social e a realização de tarefas de forma coletiva, ou seja, o desenvolvimento cognitivo da criança acontece através da experiência social.

#### 2.1.5. Educação Montessori - Método Montessori, séc. XIX

A educadora, médica e pedagoga italiana, Maria Montessori, desenvolveu o Método Montessori (Habowski, Souza, & Martins, 2020) cuja ideia fundamental é a de que, quem constrói a humanidade são as crianças. Esta teoria caracteriza-se pelo respeito individual de cada criança, por lhe dar liberdade, e pelo desenvolvimento da sua autonomia. Tal como a teoria de Piaget, o Método Montessori também ocorre por planos de desenvolvimento: o primeiro plano acontece dos zero aos seis anos, intervalo de idades que contempla o público-alvo deste projeto, e foca-se em dar a conhecer o mundo à criança, assim como ao desenvolvimento da sua autonomia; o segundo plano, dos seis aos doze, está focado na necessidade de estimular a aprendizagem através da leitura, do saber ouvir, do estudo, da imaginação, para que a criança conquiste a independência intelectual; o terceiro plano, dos doze aos dezoito, está relacionado com a interação social e com a importância de se ser independente a esse nível; por fim, o quarto plano, dos dezoito aos vinte e quatro anos, defende que no início da idade adulta é importante encontrar o seu papel cósmico, isto é, trabalhar desde cedo para conquistar habilidades no seu caminho profissional, e conhecer o mundo, fora de um estabelecimento de ensino.

#### 2.2. Estudo de Tecnologias de Jogos com Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada surgiu no decorrer da II Guerra Mundial e desenvolve-se no período pós-guerra, com os simuladores de voo para a força aérea, evoluindo cada vez mais ao longo do tempo até à atualidade. Muito diferente da realidade virtual, a Realidade Aumentada é uma tecnologia que integra elementos virtuais (imagens, sons, vídeos e modelos 3D) no

mundo real através da câmara de um dispositivo móvel (compatível com AR), e através dos sensores de movimento (giroscópio e acelerómetro). Dois exemplos bastante conhecidos que utilizam esta tecnologia são o jogo para dispositivos móveis Pokémon Go, e os filtros da aplicação Snapchat, também para dispositivos móveis.

Para se compreender melhor este conceito é importante ter em conta três características fundamentais, nomeadamente:

- Integração de elementos virtuais no mundo real;
- Interação em tempo real;
- Acontece em 3D.

### 2.2.1. Utilizações de RA

A Realidade Aumentada não se limita apenas a uma área de utilização, esta encontra-se em várias áreas diferentes com objetivos diferentes, e são as seguintes: Educação, Turismo, Mobiliário, Vendas a Retalho, Comércio Eletrónico, Imobiliário, Medicina e Saúde, Astronomia, Joalheria, Desporto e Indústria Fabril.

A utilização da Realidade Aumentada na área da Educação merece especial destaque, por estar diretamente relacionada com o projeto da presente tese. Nos últimos anos tem-se verificado uma evolução na área da educação existindo inúmeras formas de aprender e educar, e o avanço da tecnologia tem sido um grande aliado neste sentido. Surgiram formas de aprender na internet, através de cursos online, plataformas digitais, jogos educativos com recurso à tecnologia, físicos ou digitais, simulações para o curso de pilotos, entre outros.

### 2.2.2. Tipos de RA

Existem dois tipos de realidade aumentada, com marcadores e sem marcadores, subdividindo-se esta última em quatro categorias.

#### - RA com marcadores

A Realidade Aumentada com marcadores é também conhecida por RA, através de reconhecimento de imagem. Para isso, é necessária uma imagem ou um objeto, e um dispositivo

móvel com uma câmara capaz de fazer a leitura dessa mesma imagem/ objeto. Feita essa leitura, no ecrã do dispositivo irá aparecer uma animação que foi associada a essa imagem.

Como exemplo para este tipo de realidade aumentada apresenta-se a rede social Instagram ou a aplicação Snapchat, que se assemelham pelo uso de filtros e jogos com realidade aumentada. Desta forma, pode-se reparar que com o uso frequente das redes sociais, a realidade aumentada já está introduzida na vida das pessoas sem estas perceberem ou conhecerem esta tecnologia.

#### - RA baseados na localização

Através de um dos sensores que um dispositivo móvel possui como a bússola, o giroscópio e o acelerómetro, e também o sinal de GPS, é feita a localização de um dispositivo com compatibilidade com RA. Este tipo de RA mistura objetos virtuais de três dimensões, e também tem a possibilidade de integrar conteúdos interativos, como por exemplo, vídeos relativos a uma localização específica. Este tipo de interação é uma mais-valia para turistas para que estes possam perceber e conhecer melhor o seu local de visita.

#### - RA baseado no contorno

A RA baseada no contorno é feita através de câmaras específicas, que leem o olho humano para que este faça o caminho, ou seja, o contorno de um objeto específico. Um exemplo, em que esta tecnologia é utilizada, são os sistemas de navegação automóvel em que o objetivo é permitir que o condutor conduza em segurança em situações de a visibilidade é escassa.

#### - RA baseado em projeções

Este tipo de RA é feito através da projeção de uma luz sintética própria para superfícies, onde o objeto aparece projetado em 3D. Uma das vantagens deste tipo de RA é o facto de poder haver interação entre o utilizador e o objeto projetado

#### - RA baseado na sobreposição

Esta sobrepõe o digital à realidade, isto é, através de um dispositivo onde o utilizador pode ver tanto a realidade como a realidade virtual, sendo esta total ou parcial. Nos dias de hoje, já existem bastantes exemplos conhecidos, tal como a aplicação do catálogo da empresa de móveis IKEA e o famoso jogo Pokémon Go.

### 2.2.3. Panther Studios, 2012

A Panther Studios (“Panther Studio”) é uma empresa direcionada para a animação 3D em áreas como a Educação, Arquitetura, Medicina, Publicidade, Media e Gaming. Esta empresa desenvolveu aplicações de realidade aumentada para crianças com o programa que se pretende usar neste projeto, o Unity. Uma das aplicações, a AR ALPHABET, consiste na leitura de um conjunto de marcadores, cada um respetivo a uma letra do abecedário, com imagens de objetos que começam com essa letra. No ecrã do telemóvel aparecem objetos em 3D da imagem que a criança pode escolher.

### 2.2.4. Shifu, 2016

A Shifu é uma empresa cujo objetivo é tornar mais produtivo e didático o tempo que se passa no ecrã do telemóvel. Para isso criaram jogos educativos com o suporte de uma aplicação em realidade aumentada para crianças. Shifu Orboot consiste num globo interativo com um conjunto de atividades, que recorre à utilização de uma aplicação de realidade aumentada, em que, assim que o utilizador aponta a câmara do dispositivo móvel para uma ilustração do globo irão aparecer várias informações e curiosidades sobre o local em questão. Este jogo é direcionado para idades compreendidas entre os quatro e os dez anos.

### 2.2.5. AR Chemistry Augmented Reality Education, Arloon, 2017

Esta é uma aplicação de realidade Aumentada com o nome de Arloon Chemistry (“AR Chemistry Augmented Reality Education Arloon”), que recorre ao uso de marcadores e que tem como objetivo o facilitar o ensino das fórmulas inorgânicas na Química.

### 2.2.6. Realitoy - Kids Learning in 3D (AR)

Realitoy (“Realitoy - Kids Learning in 3D (Augmented Reality)”) é o nome da empresa que criou um jogo com cartões e uma aplicação de realidade aumentada chamada ARkaka app. Os

cartões têm uma ilustração e estão divididos por categorias. A função da aplicação é ler cada cartão e mostrar a representação em 3D de cada ilustração.

### 2.3. Conclusão

Os jogos educativos trazem vantagens para o desenvolvimento cognitivo da criança, que desenvolve as suas capacidades, motora, lógica, de concentração e de autonomia, entre outras. Desta forma, é bastante importante que a criança tenha contacto com este tipo de jogos. Através do presente trabalho de pesquisa, onde se estudou o desenvolvimento cognitivo da criança, é possível reunir todos os requisitos para avançar com o projeto, nomeadamente:

- Letras do alfabeto português e cores;
- Tipos de jogos adequados para as idades do público-alvo;
- Material e cores utilizadas para jogos infantis;
- Dinâmica de jogos de realidade aumentada para crianças.

Assim, define-se, concretamente, objetivo principal o desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada e de um jogo físico, capaz de desenvolver neste público-alvo, as capacidades a nível cognitivo, mas também, a nível emocional e social.

## CAPÍTULO TRÊS – DESENVOLVIMENTO / IMPLEMENTAÇÃO

Nesta secção é descrito todo o processo de desenvolvimento da componente prática do projeto, desde a conceptualização do jogo à sua implementação. O jogo realizado chama-se AEIOU Puzzle A.R. e é um jogo físico com suporte de uma aplicação de realidade aumentada. É direcionado para crianças entre os quatro e os seis anos de idade e tem como objetivo aprendizagem das vogais, relacionando-as com cores e frutas.

### 3.1. Conceptualização do jogo

Além dos tradicionais jogos físicos tangíveis com que a criança se familiariza, aqui acrescenta-se uma camada digital, que resulta num jogo dentro de um jogo. A visão da criança é expandida para um ecrã digital, cujo objetivo é revelar informações visuais que não seriam vistas a olho nu. Assim, este projeto, consiste num jogo físico comum que é aumentado para outro jogo, outra realidade, a realidade aumentada.

O jogo físico (figura 1) é constituído por cinco puzzles de duas peças, de modo a simplificar o uso por parte das crianças, e cinco molduras, cada uma de cor diferente, onde o jogador irá encaixar o puzzle para visualizar o resultado do jogo no seu dispositivo. Para o jogador descobrir que peças do puzzle se unem e a qual moldura encaixar, este tem de apontar com a câmara do dispositivo móvel para o conjunto das peças e ir descobrindo qual se une a qual através da cor associada a cada uma. De seguida, encaixa cada puzzle na respetiva moldura e aponta novamente para o conjunto formado (puzzle e moldura) e assim surge no ecrã do dispositivo a letra, maiúscula e minúscula, formada em três dimensões.



Figura 1 - Peças do jogo

De forma respeitar o tempo de aprendizagem da criança e com base na pesquisa feita no estado da arte, as letras selecionadas foram as vogais (A, E, I, O e U), e a cada vogal foi associada uma cor e um fruto. As cores escolhidas foram as cores do arco-íris e foi respeitada a sua ordem, ou seja, as cores escolhidas foram: a cor azul para a letra A, a cor verde para a letra E, a cor amarela para a letra I, a cor laranja para a letra O, e a cor vermelha para a letra U. O conjunto das peças disposto pela ordem das vogais, está em harmonia com a ordem das cores do arco-íris.

Atribuir personagens às letras foi algo pensado e desenvolvido neste projeto, uma vez que o público-alvo são crianças, e o objetivo é poder acompanhar o seu imaginário, ao invés de apenas ter uma letra simples em três dimensões (Duarte, 2009). O tema das personagens são os frutos, propondo-se uma representação figurativa das cores, associando frutos a cores. Desta forma, é estabelecida uma relação entre a cor e a letra:

- Letra A – O fruto para a letra A é o mirtilo, por ser de cor azul, cor associada a esta letra. Encontra-se no canto superior direito da moldura de cor azul.

- Letra E - O fruto para a letra E é a maçã. A maçã foi escolhida por ser de cor verde, cor associada a esta letra. Encontra-se na peça direita do puzzle.

- Letra I - O fruto para a letra I é a banana, por ser de cor amarela, cor associada a esta letra. Encontra-se na peça esquerda do puzzle.

- Letra O - O fruto para a letra O é a laranja por ser cor de laranja, cor associada a esta letra. Encontra-se no canto inferior esquerdo da moldura cor de laranja.

- Letra U - O fruto para a letra U é o morango. Foi escolhido o morango por ser de cor vermelha, cor associada a esta letra. Encontra-se no canto inferior direito da moldura vermelha.

Assim, pretende-se criar uma relação entre três elementos fundamentais neste projeto: as letras, as cores e os frutos (figura 2). Cada letra tem uma cor e um fruto associado. Desta forma, na primeira fase do jogo descobre-se a cor da letra, e de seguida o fruto associado a essa mesma letra.

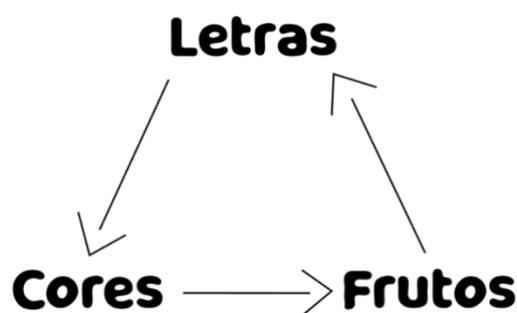


Figura 2 - Esquema relacional entre os três elementos

### 3.1.1. Paleta Cromática

A cada vogal corresponde uma cor e, por sua vez, essa cor apresenta a identidade de um fruto. A paleta cromática deste projeto apresenta seis cores, que são as seguintes: Azul Mirtilo (#50A7E2), Verde Maçã (#7FDB93), Amarelo Banana (#F2E866), Laranja Laranja (#EFA645) e Vermelho Morango (#ED5A5A). Segue-se abaixo na figura 3, a respetiva paleta, assim como os códigos RGB e CMYK respetivos de cada cor. As presentes foram utilizadas na componente físico e na componente tecnológica.

Letra A	Letra E	Letra I	Letra O	Letra U
Azul Mirtilo	Verde Maçã	Amarelo Banana	Laranja Laranja	Vermelho Morango
RGB: 80, 167, 226	RGB: 127, 219, 147	RGB: 242, 233, 102	RGB: 239, 165, 69	RGB: 237, 90, 90
CMYK: 65%, 26%, 0%, 11%	CMYK: 42%, 0%, 33%, 14%	CMYK: 0%, 4%, 58%, 5%	CMYK: 0%, 31%, 71%, 6%	CMYK: 0%, 62%, 62%, 7%

Figura 3 - Paleta de cores e códigos RGB, HEX e CMYK

### 3.1.2. Fluxo do Jogo

Para iniciar o jogo a criança terá de espalhar as peças na mesa. De forma a identificar quais as peças correspondentes, utiliza o dispositivo móvel para identificar as peças da mesma cor, ou seja, a cor ajuda a identificar as letras, pois é sobreposta a cor respetiva em cada peça de puzzle, em realidade aumentada. Desta forma, por exemplo, as duas metades do “A” apresentam a cor azul e a criança saberá que essas duas metades são correspondentes. De seguida, o jogador monta o puzzle e é disparado um som que dá sinal que acertou na correspondência (ANEXO B). Se a criança não acertar na correspondência é acionado um som indicador de que terá de tentar de novo. O próximo passo é colocar o puzzle na moldura da mesma cor, apontar a câmara do dispositivo e assim surge a animação em maiúsculo e em minúsculo da letra que escolheu. Quando a leitura é feita de forma correta, ouve-se um som que caracteriza o sucesso da operação, ou seja, sempre que se junta o puzzle à moldura de cor correta, é acionado esse mesmo som, em jeito de celebração. Quando a leitura é feita de forma

incorreta, também se irá ouvir um som que se caracteriza pelo insucesso da operação, e uma mensagem que dá a entender à criança que tem de tentar de novo.

Logo, o jogo tem como objetivo recolher todas as vogais colocando-as nas respetivas molduras, dentro de um determinado período de tempo. A cada passo, o jogo vai dando indicações para o jogador prosseguir.

Assim, o fluxo do jogo é o seguinte:

1. Marcador individual fica colorido;
2. Par de marcadores com a mesma cor formam o puzzle;
3. Puzzle introduzido na moldura;
4. Surge animação da letra e um som de vitória.

### 3.1.3. Requisitos Funcionais da Aplicação

Segundo os objetivos e funcionalidades do projeto, os requisitos funcionais da aplicação são os seguintes:

- Reconhecimento de marcadores de cada metade de letra (feedback: sobreposição de cor)
- Reconhecimento de marcadores de letra completa correspondente (feedback: som de sucesso)
- Reconhecimento de marcadores de letras erradas, cores diferentes (feedback: som de insucesso)
- Reconhecimento de marcadores de caixilho e letra correspondente (feedback: animação das letras e som de sucesso)
- Reconhecimento de marcadores de caixilho e letras não correspondentes (feedback: som de insucesso)
- Menu de suporte (jogo, créditos, sair)

### 3.1.4. Requisitos para o jogador

Para o jogador os requisitos são: é necessário ter o acompanhamento do pai e/ou da mãe; ter um dispositivo móvel com sistema Android com a versão superior a Nougat 8.0, ou sistema iOS, que sejam ambos compatíveis com Realidade Aumentada; e um local com boa iluminação. De modo a ter acesso ao jogo, foi disponibilizado um código QR (que se encontra na caixa do jogo. O código é lido pela câmara do dispositivo móvel e direciona o utilizador para um link que possibilita a instalação do jogo.

### 3.1.5. Ferramentas Utilizadas

As ferramentas utilizadas para a realização do projeto foram o Blender, o Adobe Illustrator, e o Unity com o *kit* Vuforia. Relativamente à componente física do jogo, foi utilizado o Adobe Illustrator para fazer o desenho das peças. A utilização destas ferramentas (tabela 1) é uma escolha de preferência pessoal por motivos de familiarização.

Tabela 1 - Características dos programas utilizados

	Caracterização das ferramentas utilizadas
Blender	Blender, ou blender3d, é um programa gratuito que constitui todos o tipo de criação em três dimensões: modelação, animação, renderização, entre outros. Possibilita, também, a criação de jogos e edição de vídeo.
Adobe Illustrator	É um programa do grupo Adobe Systems, que permite a criação de imagens em vetor bastante usado por designers e artistas.
Unity	Unity permite a criação de jogos 2D, 3D, de Realidade Aumentada e de Realidade Virtual.
Vuforia	Plataforma de realidade aumentada com integração em múltiplos dispositivos e ambientes de autoria.

### 3.2. Componente Física

A componente física deste projeto é composta por cinco molduras (figura 4 [1]) e cinco puzzles (figura 4 [2]) de duas peças, em que um puzzle corresponde a uma moldura. Cada puzzle forma uma letra do alfabeto, sendo que as letras que podem ser formadas são as vogais (A, E, I, O e U), e cada moldura tem uma cor: azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. É de salientar que o puzzle é constituído apenas por duas peças, divididas na vertical, para facilitar o manuseamento das mesmas pelo público-alvo.

Para a realização do jogo físico foi essencial escolher o tipo de material que iria ser necessário para a execução das peças físicas. O material escolhido para as peças físicas (figura 4 [3]) deste jogo foi MDF, o mesmo escolhido com base na investigação feita sobre o Método Montessori, visto que os brinquedos Montessori são de madeira (Habowski, Souza, & Martins, 2020). MDF consiste numa placa de fibra de densidade média (*Medium Density Fiberboard*), cujo material é derivado da madeira. Para o corte das peças foi necessário a ajuda externa e para isso foi escolhida uma loja que faz esse tipo de serviços, *Raízes Criativas*<sup>2</sup>, que se localiza no Porto.

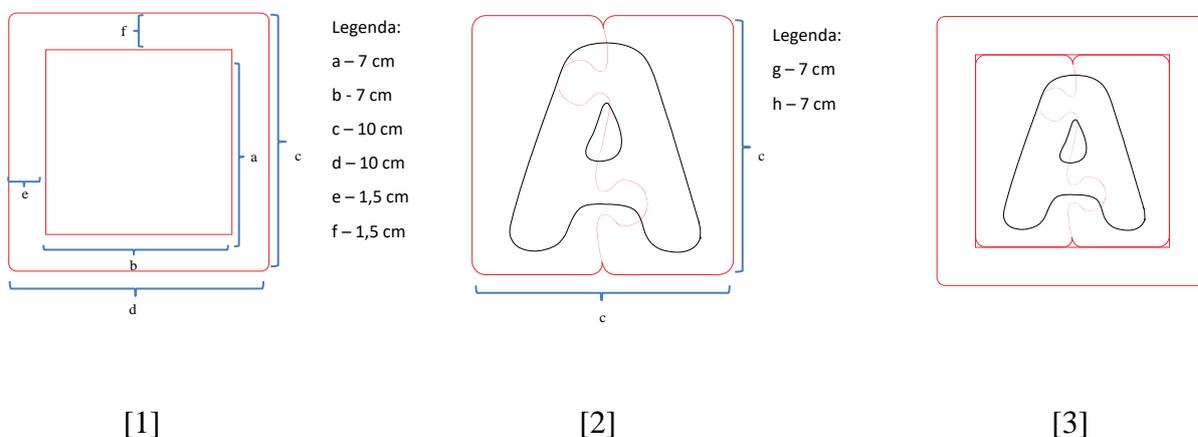


Figura 4 – [1] Medidas da Moldura, [2] Medidas do Puzzle, [3] Peça final = Moldura + Puzzle

<sup>2</sup> <https://raizescriativas.pt/>

### 3.2.1. Fonte utilizada

De acordo com a pesquisa realizada, as letras encontradas nos jogos para crianças são geralmente de forma redonda e dinâmica (Shifu, 2016). Este é um projeto onde a letra faz parte da estética do jogo, desta forma a fonte utilizada para o jogo, tanto na componente tecnológica como na componente física, foi escolhida no site DaFont. É de livre utilização e o nome é Milky Nice (figura 5).

				!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/	0	1	2
3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?	@	A	B	C	D	E	F	G	H
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^
_	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
v	w	x	y	z	{		}	~		i	ç	£	¤	¥	¦	§	¨	©	ª	±	
²	³	¶	·	´	»	¿	À	Á	Â	Ã	Ä	Å	Æ	Ç	È	É	Ê	Ë	Ì	Í	Î
Ï	Ñ	Ò	Ó	Ô	Õ	Ö	×	Ø	Ù	Ú	Û	Ü	Ý	ß	à	á	â	ã	ä	å	æ
ç	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	÷	ø	ù	ú	û	ü	ý
ÿ	ı	œ	æ	š	š	ÿ	ž	f	Σ	Ω	μ	π	-	-	'	'	"	"	„	†	•
...	%	<	>	€	™	√	∞	∫	=	≠	≤	≥									

Figura 5 - Fonte Milky Nice

### 3.3. Componente Tecnológica

A aplicação que complementa este jogo foi desenvolvida no programa Unity<sup>3</sup> com o Kit de desenvolvimento de *Software* Vuforia. O primeiro passo para o desenvolvimento da componente tecnológica foi a execução dos marcadores. Estes consistem nas imagens que a aplicação vai decodificar para que as cores e as figuras de três dimensões apareçam no ecrã do dispositivo móvel. Estes foram desenvolvidos no programa *Adobe Illustrator* juntamente com o desenvolvimento da peça física do jogo.

Para a componente tecnológica, foram modeladas na ferramenta Blender as letras em três dimensões e todos os elementos que compõe as personagens.

<sup>3</sup> Ferramenta que permite a criação a criação de jogos 2D, 3D, de Realidade Aumentada e de Realidade Virtual.

### 3.3.1. Marcadores

Durante o processo do desenvolvimento dos marcadores, nomeadamente as peças que constituem o puzzle e as molduras, surgiram vários problemas que dificultavam a sua leitura, ou seja, a aplicação não lia facilmente ou não lia completamente os marcadores e nenhum objeto em realidade aumentada surgiu. Os marcadores tinham pouco contraste e as cores das peças físicas dificultava a sua leitura. Deste modo, foram realizadas várias tentativas para encontrar um tipo de marcador que a aplicação não tivesse qualquer dificuldade na sua leitura. A solução que surgiu foi criar contraste de cor e com formas diferentes. Assim, os marcadores apresentam linhas bastante escuras, desenhos e um fundo branco para contrastar, no caso das peças do puzzle. Os desenhos (figuras de objetos, animais e frutos) foram introduzidos no jogo físico para aproximar a uma linguagem mais infantil e mais familiar do público-alvo, por outro lado, ajudam a distinguir os marcadores.

O puzzle é constituído por duas peças em que cada uma apresenta metade da letra e dois desenhos, que são os seguintes:

- Letra A – Barco e cata vento (metade esquerda), calças e nuvem (metade direita);
- Letra E – Cacho de uvas e tartaruga (metade esquerda), maçã e minhoca (metade direita);
- Letra I – Banana e lápis (metade esquerda), sol e queijo (metade direita);
- Letra O – Folha de outono e cenoura (metade esquerda), bola de basquete e peixe (metade direita);
- Letra U – Pimento e cereja (metade esquerda), Gorro de natal e presente (metade direita).

As molduras são a segunda peça que completa o conjunto do ‘objeto final’ e são estes marcadores, em conjunto com os marcadores das peças do puzzle, que permitem à aplicação exibir a animação da letra na aplicação móvel. Cada uma também apresenta desenhos, que são os seguintes:

- Cor Azul – Borboleta, bola de praia, mirtilos e baleia;
- Cor Verde – Folha, trevo, pera e brócolos;
- Cor Amarela – Balão, limão, pato e estrela;
- Cor Laranja – Abóbora, laranja, caranguejo e colete;
- Cor Vermelha – Laço, galochas, joaninha e morango.

### 3.3.2. Implementação no Unity

Os marcadores desenvolvidos (ANEXO A e B), para serem introduzidos no Unity, foram colocados na área *Target Manager*, do *Kit* de desenvolvimento de *Software* Vuforia, que possibilita uma alternativa de integração de realidade aumentada, que é importada diretamente para o Unity.

Na interface gráfica do utilizador procurou-se desenvolver uma apresentação da aplicação de fácil utilização seguindo as boas práticas de usabilidade. O menu principal (figura 6), que surge após a abertura da aplicação no dispositivo móvel, é constituído pelo botão “Jogar” que leva o jogador para a área de jogo (ANEXO F - *Script Botão Jogar ‘Jogar’*), pelo botão dos créditos, e pelo botão “Sair” que fecha a aplicação.



Figura 6 - Menu principal

Na área de jogo encontra-se um botão cuja função é voltar ao menu inicial, que se situa no meio inferior do ecrã (ANEXO F - *Script ‘BackMainMenu’*); um cronómetro para a contagem do tempo; e, também, letras (figura 7) que informam o jogador o que já foi cumprido, passa-se a explicar:

- Se a letra não tiver ainda sido recolhida, isto é, ler as duas metades do puzzle e uni-la, a letra estará preenchida a branco.

- Se as metades das letras já tiverem sido recolhidas, e o jogador já tiver as tiver unido, a letra será preenchida da respetiva cor.

- Quando o jogador tiver completado o primeiro passo da aplicação, mencionado acima, tiver colocado a peça na moldura de cor, a letra fica com o seu contorno associado ao fruto, e ao mesmo tempo surge a animação 3D da letra.

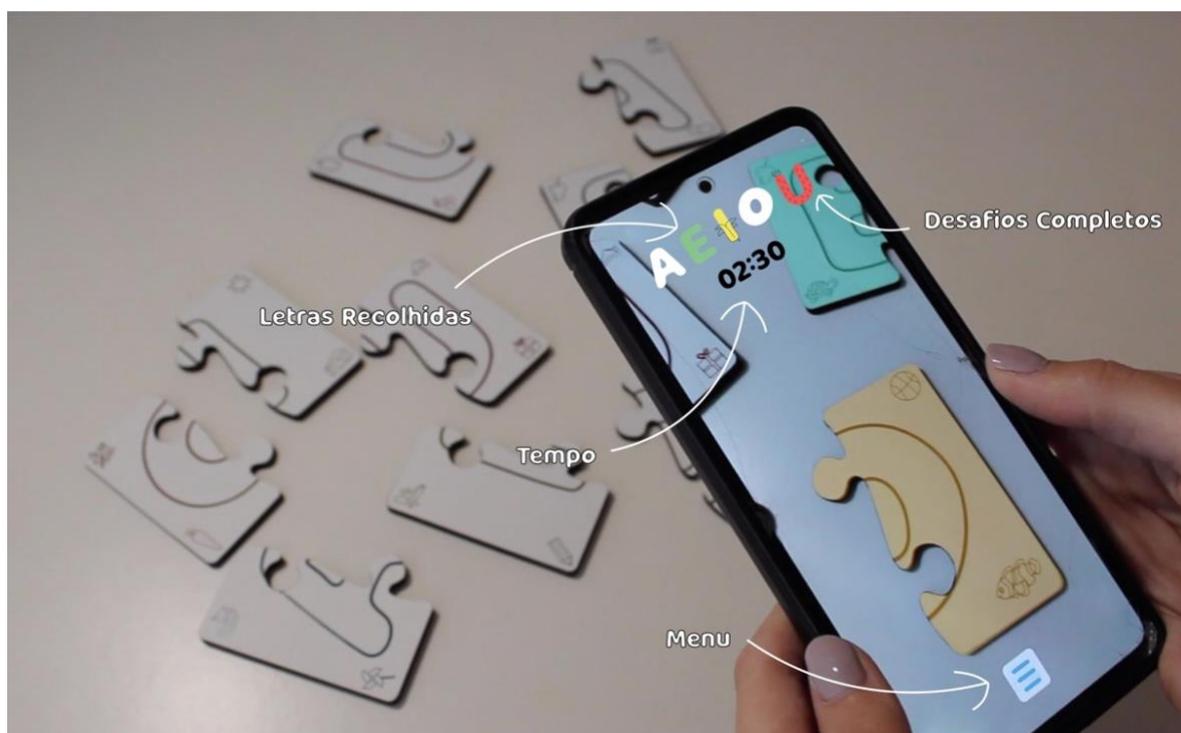


Figura 7 - Protótipo da implementação

A realidade aumentada surge quando o utilizador aponta com a câmara do seu dispositivo móvel para o conjunto das peças do puzzle. Todas as peças e todas as molduras são marcadores, ou seja, em todas elas surge um elemento de realidade aumentada. As peças do puzzle (podem ser lidas em simultâneo pela aplicação) são cobertas pela cor que corresponde à letra (ANEXO D), como exemplifica a figura 6. Se duas peças corresponderem, ou seja, se forem da mesma cor, ouve-se um som simples que indica que as peças correspondem. Caso

contrário, se duas peças não correspondem, é acionado um som diferente que indica que as peças não correspondem remetendo o jogador a tentar de novo.

Sobre as molduras, onde têm de estar os respetivos puzzles, aparece uma animação 3D da letra associada e um som associado ao som de vitória, no caso de a letra corresponder à moldura. Se a letra não corresponde à moldura, é acionado um alerta em que a criança entende que tem de tentar novamente.



Figura 8 – Marcador e a cor associada

De modo a não haver um conflito de marcadores durante o uso do jogo, isto é, sobreposição de marcadores e por sua vez de sons, foi necessário criar uma hierarquia de marcadores. Esta hierarquia constitui os marcadores das metades das peças, os marcadores das duas metades juntas, e os marcadores de todo o conjunto. A primeira categoria são os marcadores principais são o puzzle com os molduras, a segunda categoria é o puzzle as letras, a terceira categoria é a metade de uma letra. Desta forma, a segunda categoria sobrepõe-se à terceira categoria desativando-a, e a primeira categoria desativa as restantes. Desta forma é possível evitar sobreposições de marcadores e ruído.

### 3.3.3. Modelação e Animação

A execução da modelação das letras, assim como os elementos que formam as personagens criadas, foi desenvolvida no programa Blender. A sua modelação teve como base a fonte utilizada neste projeto e os elementos foram criados de forma individual de modo a serem adicionados no programa Unity (ANEXO E), para que fosse possível alterar algum

elemento diretamente no programa do jogo. Cada personagem apresenta faces e elementos que caracterizam o fruto que representa, para que a criança possa criar uma ligação com cada uma.

No processo de modelação, para todas as letras e elementos das personagens, foi utilizado um cubo como base. Para que ganhassem forma, e através de pontos de vistas diferentes, arrastou-se e deformou-se as faces e vértices. Os elementos criados para a face da maioria das letras foram as sobrancelhas, os olhos, a boca e a língua, para cada fruto foi criado um elemento que o caracteriza: para a letra A do mirtilo foi criado uma espécie de coroa, para a parte superior, e uma folha verde; para a letra E da maçã foi criado o pau da maçã; para a letra I da banana foi criada a casca, que ‘‘veste’’ a letra; para a letra O da laranja foi utilizado o mesmo pau da maçã e a mesma folha do mirtilo; por fim, para a letra U do morango foi criada um conjunto de folhas para a parte superior, e uma semente que se replica pela letra.

O processo de animação de cada letra foi desenvolvido no *Animation*, do Unity. Cada personagem, apresenta animações diferentes. Existe a preocupação de atribuir movimentos únicos a cada letra, que são realizados através da manipulação da sua rotação, posição e das curvas de aceleração, contribuindo assim para a criação de uma personalidade própria para cada personagem. Para além disso, cada letra possui uma animação que vai de acordo com a sua forma, por exemplo a letra U balança sobre a sua própria curva (figura 7).

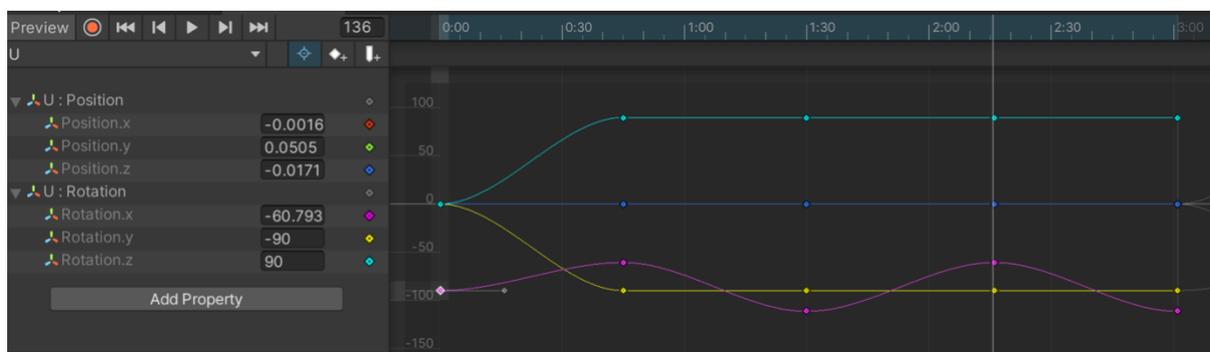


Figura 9 - Animação da letra U

#### 3.3.4. Logotipo

O logotipo (figura 8) pensado para a imagem de marca deste jogo, é visualmente minimalista. Apresenta as letras ‘‘AEIOU’’ que representam as vogais do alfabeto, a palavra ‘‘puzzle’’, por este jogo ter como base o tradicional jogo de puzzle, e as letras ‘‘AR’’ de

*Augmented Reality*, uma vez que a componente tecnológica utiliza a realidade aumentada. A disposição das letras “AEIOU” apresenta diferentes orientações que simbolizam as características dinâmicas, divertidas e descontraídas que das animações que são visualizadas na aplicação móvel. A frase “PUZZLE A.R.” apresenta uma sombra que simboliza a ideia de três dimensões.

As cores escolhidas são as mesmas cores que se utilizaram tanto no jogo físico como na aplicação móvel, e o contorno que se encontra sobre as letras representam os frutos associados às letras.



Figura 10 - Logotipo do Jogo

## CAPÍTULO QUATRO – ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os testes de usabilidade apresentados abaixo foram realizados para a versão anterior do jogo deste projeto. Contudo, os mesmos foram fundamentais para a concretização do jogo apresentado.

#### 4.1. Caracterização da amostra

A amostra é constituída por dez crianças com idades entre os quatro e os seis anos, seis do sexo masculino e quatro do sexo feminino. Deste grupo, quatro pertenciam à mesma região, concelho da Maia, com acesso a informação tecnológica e dispositivos móveis mais recentes, e duas crianças pertenciam a uma zona mais afastada do meio urbano, e sem acesso a tecnologias tão avançadas. Estes testes foram realizados durante o período de férias entre anos letivos e, por este motivo, as crianças que realizaram os testes não pertencem à mesma escola. O público-alvo foi, desta forma, alcançado através de relações pessoais. É de salientar, também, que em todos os testes realizados, a autora do projeto esteve presente.

Tal como foi suprarreferido, durante o desenvolvimento da aplicação e do jogo foi realizada uma versão de demonstração que foi testada com o público-alvo para verificar como este reage à mesma, e para que se soubesse que alterações e melhoramentos deveriam ser feitos.

#### 4.2. Metodologia

Para inserir as crianças no jogo, começou por ser dada uma explicação sobre o seu funcionamento. No início da explicação foi montado um puzzle, foi colocada uma moldura de cor, e foi aberta a aplicação a funcionar, no dispositivo móvel, perante as mesmas.

Fase 1 - A primeira questão que surgiu foi: como será que a criança reage ao ver o jogo pela primeira vez? Verificou-se que, todas as crianças demonstraram interesse na primeira impressão e, desta forma, foi possível avançar para a segunda fase dos testes.

Fase 2 - Na segunda fase, foi dada liberdade à criança para que montasse a peça e descobrisse como funciona a aplicação.

Fase 3 - Na terceira fase, o objetivo foi ajudar a criança a esclarecer as suas dúvidas e a ultrapassar as dificuldades que pudessem surgir.

Fase 4 - A quarta fase, visto que a criança aprendeu a interagir com a aplicação e a mecânica do jogo, teve como foco principal as letras e as cores percebendo o que as crianças já sabiam.

Fase 5 - Por fim, na quinta fase, foi dada, à criança, total liberdade para identificar, de forma autónoma, as letras e as cores.

Tabela 2 - Observações das fases 1 a 5

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Criança nº1	Demonstrou interesse	Bem sucedido	Sem dúvidas e dificuldades	Conhece as letras e cores	Bem-sucedido
Criança nº2	Demonstrou pouco interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº3	Demonstrou pouco interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº4	Demonstrou interesse	Bem sucedido	Sem dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº5	Demonstrou interesse	Bem sucedido	Sem dúvidas e dificuldades	Conhece as letras e cores	Bem-sucedido
Criança nº6	Demonstrou interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº7	Demonstrou interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº8	Demonstrou pouco interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as letras e cores	Bem-sucedido
Criança nº9	Demonstrou interesse	Com dificuldade	Com dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido
Criança nº10	Demonstrou interesse	Bem sucedido	Sem dúvidas e dificuldades	Conhece as cores	Bem-sucedido

### 4.3. Análise de Resultados

Como modo de avaliação da ‘performance’ de cada criança foram definidos os seguintes critérios de avaliação: contacto com a realidade aumentada, reação e interesse demonstrado ao primeiro contacto com o jogo, adaptação ao jogo, autonomia, tempo, entusiasmo e motivação, e impressão final do jogo. Estes critérios tiveram como referência os autores José Adelino Duarte (2009) e Mário Oliveira (2021), os mesmos autores referenciados nos objetivos deste projeto. Abaixo segue-se a análise dos resultados e as seguintes observações:

#### - Contacto com Realidade Aumentada

A primeira abordagem para com as crianças foi perguntar se sabiam o que é a Realidade Aumentada e foi explicado em que consistia. Duas das dez crianças disseram que conheciam, duas crianças não tinha a certeza e as restantes seis disseram que não sabiam o que era por nunca terem tido contacto com esta tecnologias.

#### - Reação e interesse demonstrado ao primeiro contacto com o jogo

De seguida, foram lidas as instruções que explicam como funciona o jogo. No geral, a reação foi a mesma por ser algo tão diferente do que estão habituadas. Foi-lhes perguntado se tinham dúvidas e todos queriam ver o jogo a funcionar, contudo três crianças não demonstraram tanto interesse quanto as restantes. Cinco demonstraram bastante interesse e curiosidade, três demonstraram interesse mas não foram tão expressivos como os anteriores, e duas demonstraram pouco interesse.

#### - Adaptação ao Jogo

Todas as crianças se adaptaram bem ao jogo, contudo 30% tiveram mais dificuldade a entender o seu funcionamento mas com uma nova explicação e demonstração do mesmo acabaram por perceber e integrar-se bem ao jogo.

#### - Autonomia

A autonomia é um critério importante para perceber se a criança realmente se adaptou bem e se conseguiu perceber e jogar o jogo de forma autónoma. Verificou-se que todas as crianças no final da realização dos testes conseguiam jogar de forma autónoma.

#### - Tempo

Este critério está dependente da autonomia e adaptação ao jogo, uma vez que se os últimos critérios mencionados foram bem ou não foram bem sucedidos, o tempo irá diminuir ou aumentar. Durante a fase de testes observou-se através da contagem do tempo, que o tempo médio de resolução do jogo foi de dois minutos e trinta segundos. Assim, observou-se que o tempo de adaptação e autonomia foi mais demorado em 30% das crianças.

#### - Entusiasmo e Motivação

Ao longo do jogo o entusiasmo e motivação aumentou cada vez mais em cada uma das crianças pelo sentimento de desafio e de descoberta que estavam a demonstrar, apenas duas crianças demonstraram muito mais entusiasmo por não terem acesso a este tipo de tecnologia.

#### - Impressão final do jogo

No final do jogo foi questionado pelos pais e pela autora se gostaram do jogo e o voltariam a jogar, e todas as crianças responderam, inclusive que gostaram de ver as figuras em 3D no dispositivo móvel e pela ideia de não existirem na realidade.

Tendo em conta a análise dos critérios de avaliação dos testes realizados, todas as crianças superaram os objetivos do jogo, ou seja, todas elas perceberam que tinham de descobrir a cor das peças usando a aplicação, de seguida montar o puzzle e por sua vez colocar na respetiva moldura e usar novamente a aplicação para ver a animação da letra.

Assim, conclui-se que, de um modo geral, os testes realizados foram positivos todas as crianças conseguiram interagir com o jogo e com a aplicação com total liberdade e de uma forma autónoma. Através da resolução dos testes, pretende-se incluir, numa versão atualizada deste projeto, todas as letras do abecedário e mais cores para tornar o jogo ainda mais desafiante para a criança que provocam outro tipo de resultados e sentimentos por parte da mesma.

## CAPÍTULO CINCO – CONCLUSÃO

Na era digital, as crianças interagem desde os primeiros anos de vida com as tecnologias digitais e, uma vez que esta interação tem um forte impacto no desenvolvimento infantil é fundamental criar condições para que a integração das crianças no mundo digital aconteça de forma saudável. É neste contexto de crescimento e de desenvolvimento das crianças na era digital que surgem os jogos digitais que podem ter uma dupla função, lúdica e educativa.

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada e de um jogo físico, direcionado para crianças entre os quatro e os seis anos, capaz de potencializar neste público-alvo, o desenvolvimento de capacidades a nível cognitivo, mas também, a nível emocional e social. Pretende-se que este jogo cumpra essa dupla função anteriormente mencionada.

A metodologia aplicada para a realização deste projeto contemplou várias fases. Realizou-se, inicialmente, um trabalho de pesquisa sobre o estado da arte, e foram testadas algumas aplicações de Realidade Aumentada já existentes na *App Store* do sistema *Android*, para dispositivos móveis, com o objetivo de perceber a relação das crianças com uma aplicação RA. Posteriormente, procedeu-se à definição do jogo e do tema, assim como à definição da linguagem, visual e sonora, seguida da realização das ilustrações e das animações 3D, do desenvolvimento e construção do jogo físico e da aplicação.

Os objetivos deste projeto foram cumpridos e, de acordo com os indicadores definidos e que tiveram como referência os autores José Adelino Duarte (2009) e Mário Oliveira (2021), considera-se que a experiência desenvolvida apresenta bons resultados.

Futuramente, pretende-se realizar novas atualizações no jogo, e, também, proceder a alterações na sua componente física. Na presente versão, este projeto contém, apenas, as vogais do alfabeto, mas pretende-se, a médio prazo, fazer uma nova versão que inclua, também, as consoantes, além de novas cores, e outros desafios capazes de estimular, nas crianças desta faixa etária, as suas capacidades cognitivas, emocionais e sociais.

Para concluir, acrescentar que a realização deste projeto foi um caminho de aprendizagem bastante enriquecedor, que implicou um exercício permanente de pensar e construir, de conhecimento e adaptação à realidade do público-alvo, de descoberta de autores com outras leituras e compreensão da realidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adelino Duarte, J. (2009). *O JOGO E A CRIANÇA. Estudo de Caso*. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2296/1/Jos%C3%A9Duarte.pdf>
- Alakärppä, I., Jaakkola, E., Väyrynen, J., & Häkkinen, J. (2017). Using nature elements in mobile AR for education with children. *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. <https://doi.org/10.1145/3098279.3098547>
- AR Chemistry Augmented Reality Education Arloon. (2017). Acedido em 5 de dezembro de 2021. Retrieved September 8, 2022, Disponível em: [www.youtube.com](http://www.youtube.com) website: <https://youtu.be/Qi3h18wJJiI>
- Baranita, I. M. da C. (2012). A importância do Jogo no desenvolvimento da Criança. *Recil.ensinolusofona.pt*. Acedido em 5 de outubro de 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10437/3254>
- Billinghurst, M. (2002). *Augmented Reality in Education*. Disponível em: [http://solomonalexis.com/downloads/ar\\_edu.pdf](http://solomonalexis.com/downloads/ar_edu.pdf)
- Carranço, J. A. G. (2017). *Escola Superior de Tecnologia de Tomar*. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/21594>
- Da Cruz De Carvalho, M., Universidade, F., & Pessoa. (2016). *A IMPORTÂNCIA DO BRINCAR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS DE CRIANÇAS NA PRÉ-ESCOLA*. Disponível em: [https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6928/1/DM\\_Marianne%20de%20Carvalho.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6928/1/DM_Marianne%20de%20Carvalho.pdf)
- Duarte, J. A. (2009). *O JOGO E A CRIANÇA*. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2296/1/Jos%C3%A9Duarte.pdf>
- Endsley, T. C., Sprehn, K. A., Brill, R. M., Ryan, K. J., Vincent, E. C., & Martin, J. M. (2017). Augmented Reality Design Heuristics: Designing for Dynamic Interactions. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 61(1), 2100–2104. <https://doi.org/10.1177/1541931213602007>
- Habowski, A. C., Souza, M. P. de, & Martins, E. B. (2020). O método montessori na educação infantil: uma leitura com os atravessamentos tecnológicos. *Crianças E Tecnologias: Influências, Contradições E Possibilidades Formativas*, (10.31560/pimentacultural/2020.352.113-134), 113. Acedido em 8 de agosto de 2022. Disponível em:

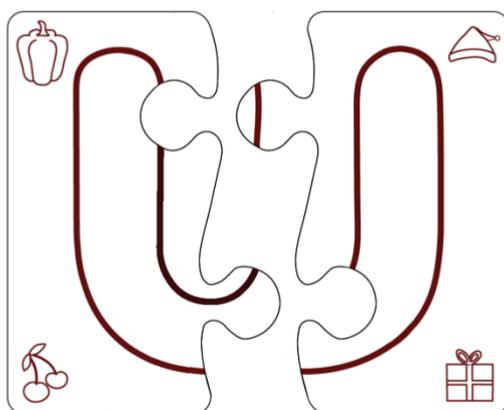
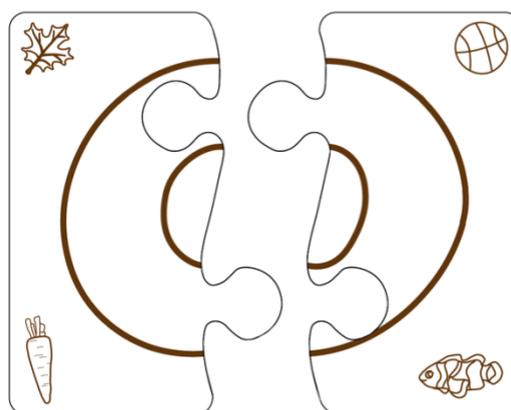
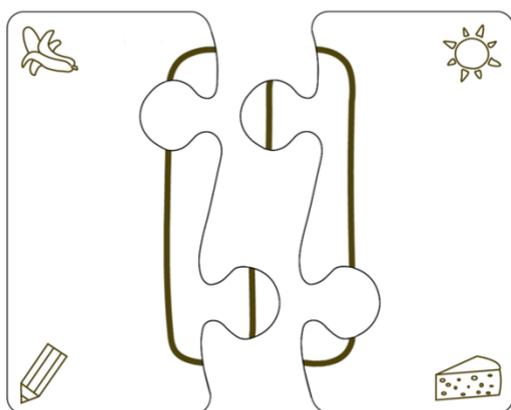
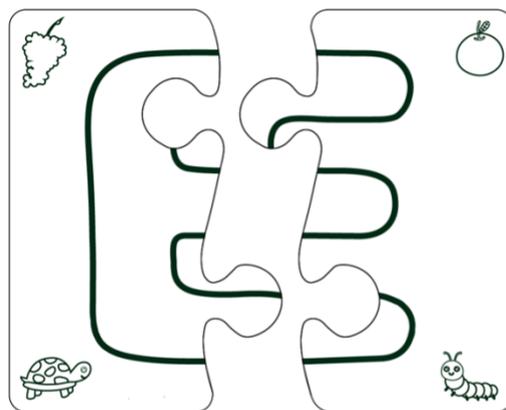
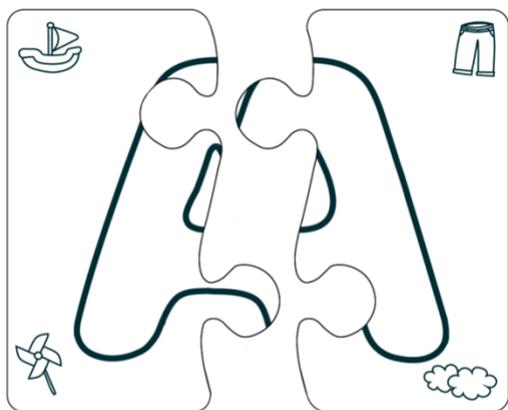
[https://www.academia.edu/43408015/O\\_M%C3%89TODO\\_MONTESSORI\\_NA\\_EDUCA%C3%87%C3%83O\\_INFANTIL\\_UMA\\_LEITURA\\_COM\\_OS\\_ATRAVESSAMENTOS\\_TECNOL%C3%93GICOS](https://www.academia.edu/43408015/O_M%C3%89TODO_MONTESSORI_NA_EDUCA%C3%87%C3%83O_INFANTIL_UMA_LEITURA_COM_OS_ATRAVESSAMENTOS_TECNOL%C3%93GICOS)

- Ko, S. M., Chang, W. S., & Ji, Y. G. (2013). Usability Principles for Augmented Reality Applications in a Smartphone Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29(8), 501–515. <https://doi.org/10.1080/10447318.2012.722466>
- Luiz, J. M. M., Santos, A. C. B., Rocha, F. F. da, Andrade, S. C. de, & Reis, Y. G. (2014, August). As concepções de jogos para Piaget, Wallon e Vygotski. Acedido em 8 de junho de 2022. Disponível em: <https://efdeportes.com/efd195/jogos-para-piaget-wallon-e-vygotski.htm>
- Mário Oliveira. (2021). Desenvolvimento Infantil. Acedido em 8 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.atlasdaude.pt/artigos/desenvolvimento-infantil>
- Médis. (2018). A tecnologia e as crianças prós e contras. Acedido em 8 de agosto de 2022. Disponível em: <https://www.medis.pt/mais-medis/gravidez-e-saude-infantil/a-tecnologia-e-as-criancas-pros-e-contras/>
- Método Montessori. (2012). Disponível em: <https://larmontessori.com/o-metodo/>
- Panther Studio. (n.d.). Retrieved February 16, 2022, Disponível em: <https://pantherstudio.in/portfolio/augmented-reality-portfolio/augmented-reality-kids->
- Queiroz, J. L. D. de. (2019). O brincar e as tecnologias digitais na educação infantil. *Www.repositorio.ufal.br*. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/5319>
- Rambli, D. R. A., Matcha, W., & Sulaiman, S. (2013). Fun Learning with AR Alphabet Book for Preschool Children. *Procedia Computer Science*, 25, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Realitoy - Kids Learning in 3D (Augmented Reality). (2017). Retrieved December 5, 2021, Disponível em: [www.youtube.com](http://www.youtube.com) website: <https://youtu.be/mn3MZo8y6sc>
- Serban, D. (2019). Build an Educational AR App to Mobile. Acedido em 15 de agosto de 2022. Disponível em: <https://gamedevacademy.org/author/danielaserban/>
- SofiaSantos. (2021, March 10). Desenvolvimento Infantil. Disponível em: <https://www.atlasdaude.pt/artigos/desenvolvimento-infantil>
- Softtek. (2021, September 1). Quais são os diferentes tipos de Realidade Aumentada? Retrieved August 8, 2022, Disponível em: <https://softtek.eu/pt-pt/tech-magazine-pt/user-experience-pt-pt/quais-sao-os-diferentes-tipos-de-realidade-aumentada/>

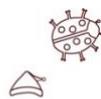
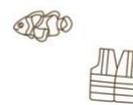
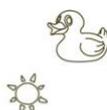
- Sousa Ribeiro, J. (2016). *UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR Engenharia Desenvolvimento de Jogos em Realidade Aumentada: Problemas e Soluções*. Disponível em: [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7802/1/5287\\_10068.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7802/1/5287_10068.pdf)
- Technologies, U. (n.d.). Create Educational Games with EdTech | Unity. Acedido em 6 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://unity.com/solutions/edtech>
- TERRADAS-ADMIN. (2020). O que é o Desenvolvimento Cognitivo, o que o influencia e será que o devemos estimular? – Terra das Crianças :: Desenvolvimento Infantil. Disponível em: <http://terradascriancas.pt/desenvolvimento-cognitivo/>
- Unity Technologies. (2019). Augmented reality | Unity. Disponível em: <https://unity.com/unity/features/ar>
- Varela, L. (2020). O que é a Realidade Aumentada? - EducaTech.pt. Disponível em: <https://www.educatech.pt/realidade-aumentada/>
- Vilela, D., & Dorta, D. (2019). O que é “desenvolver o raciocínio lógico”? Considerações a partir do livro Alice no País das Maravilhas. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 91(229). <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.91i229.634>
- Vuforia Enterprise Augmented Reality (AR) Software | PTC. (n.d.). Acedido em 6 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://www.vuforia.com>

# ANEXOS

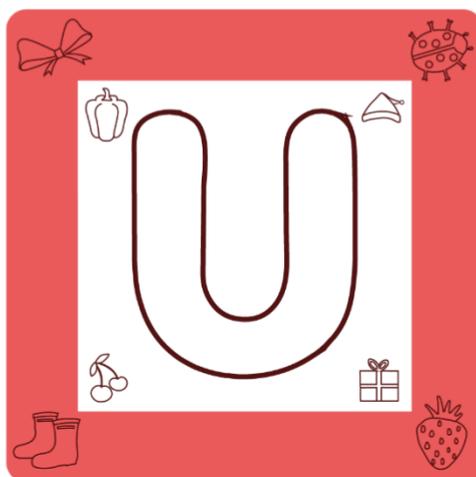
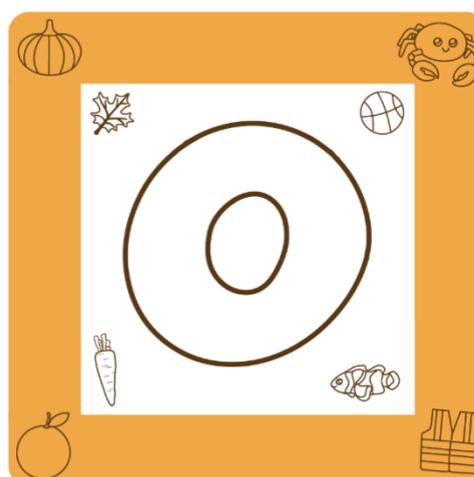
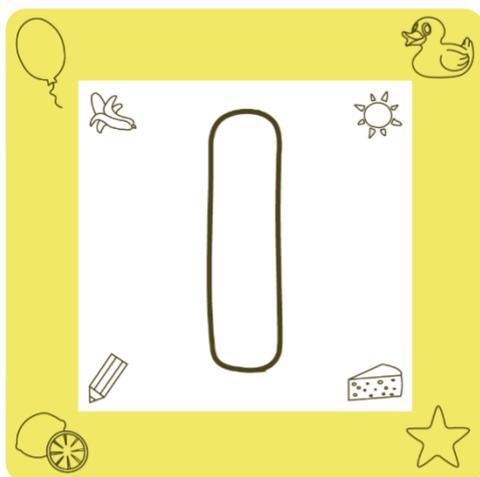
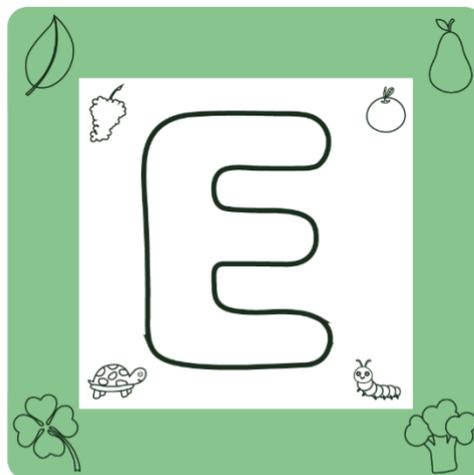
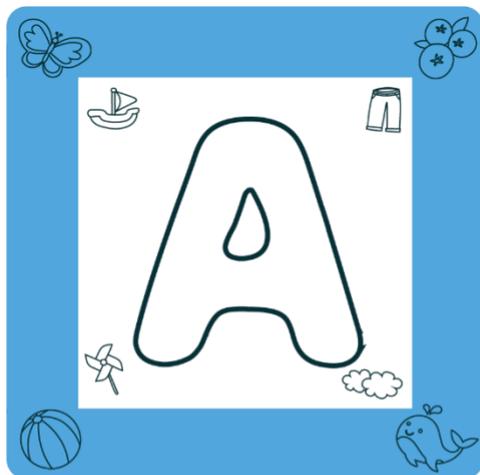
## ANEXO A - MARCADORES (PEÇAS DO PUZZLE)



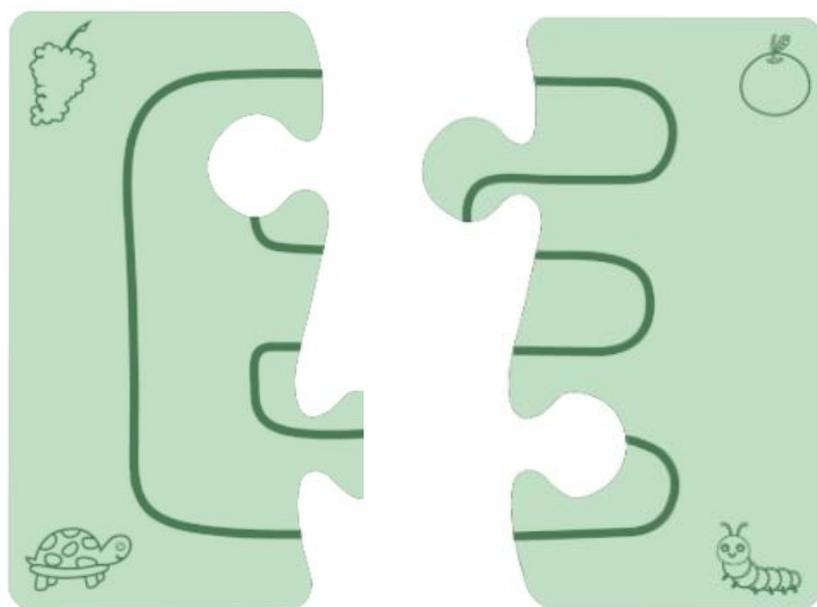
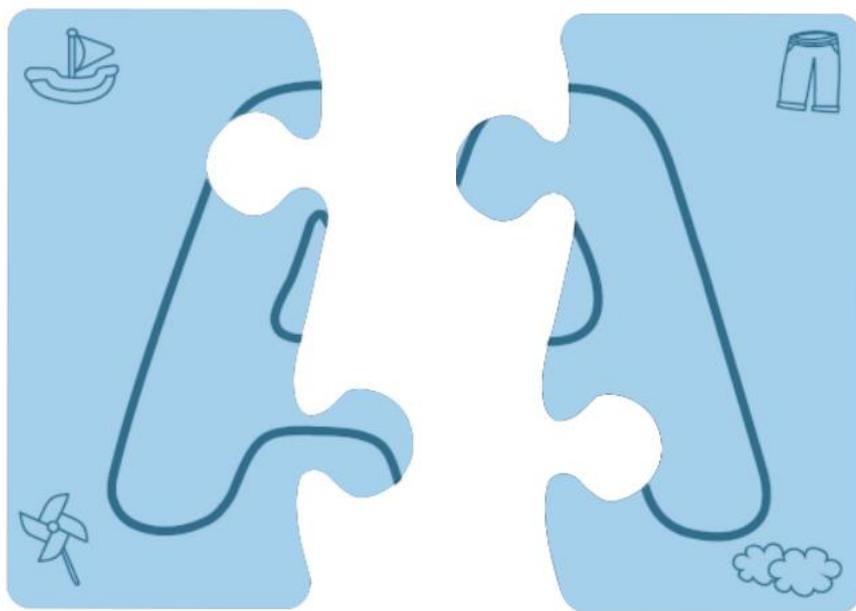
## ANEXO B - MARCADORES (MOLDURA)

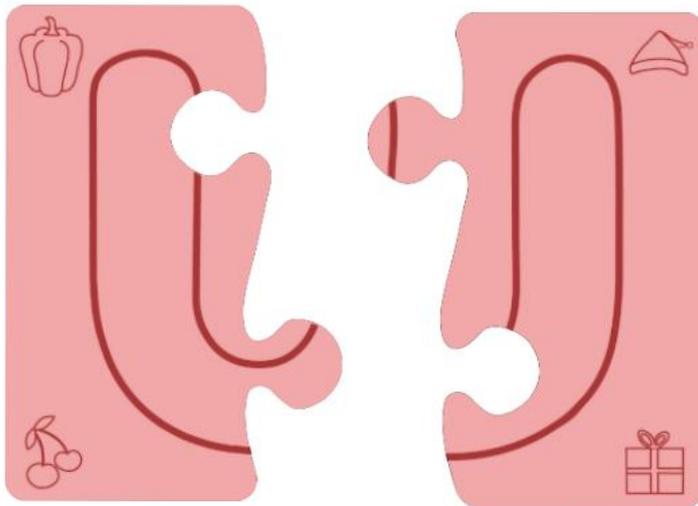
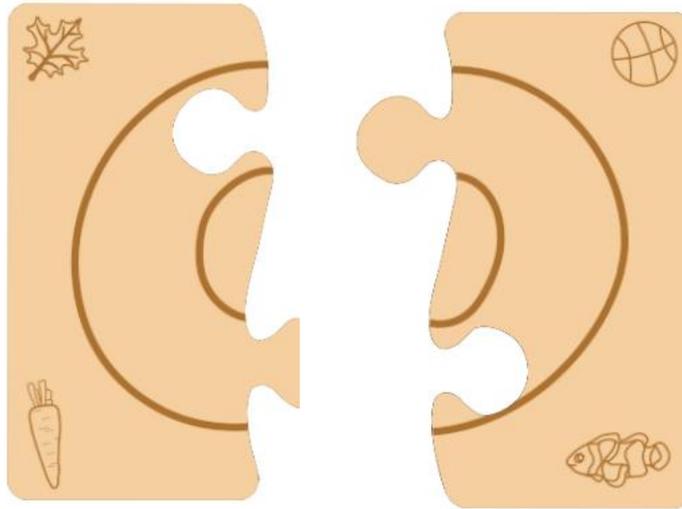
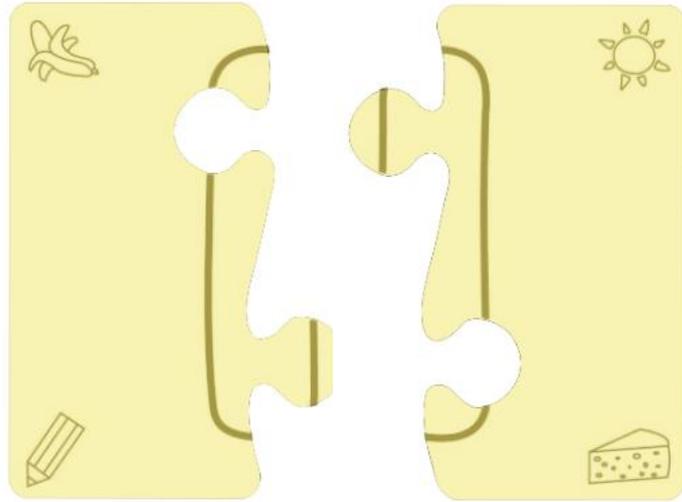


ANEXO C- PEÇAS (MOLDURA + PUZZLE)

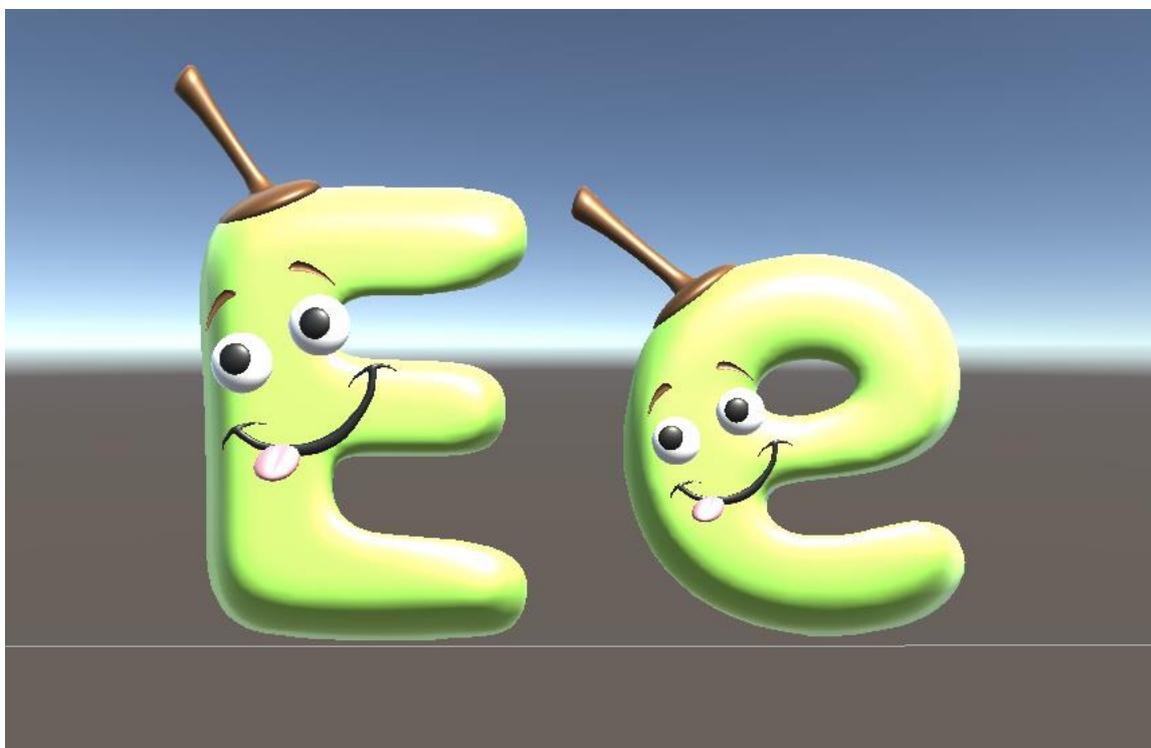
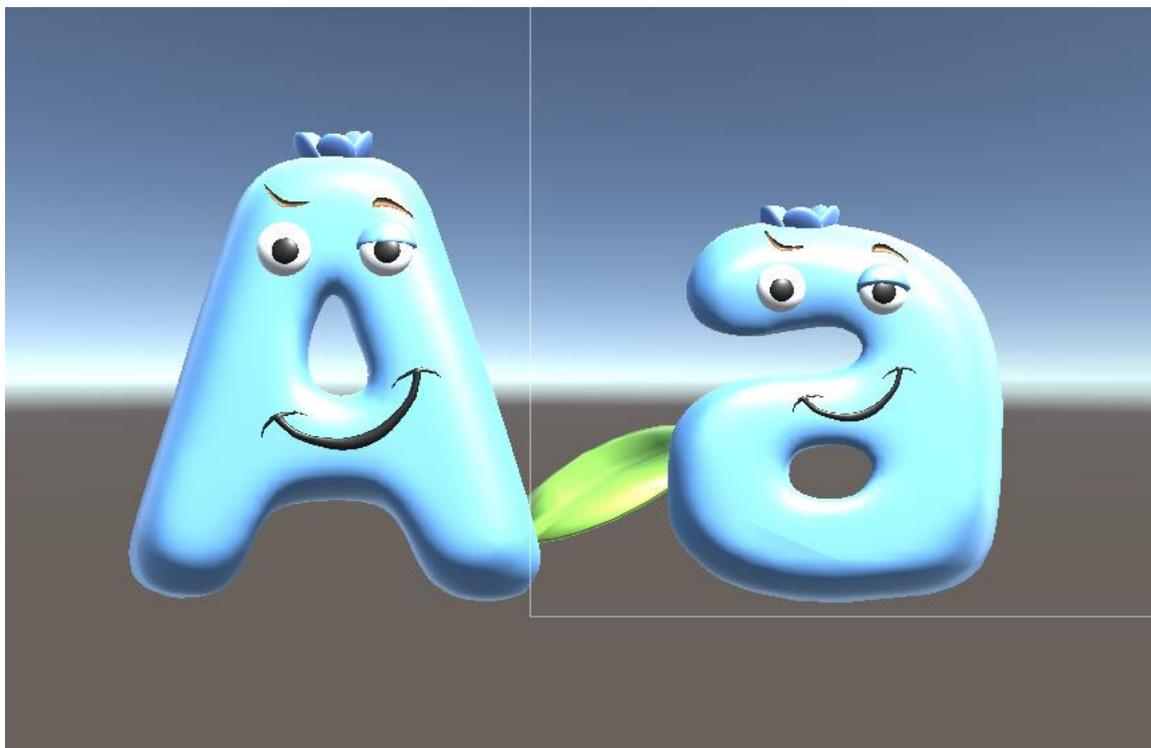


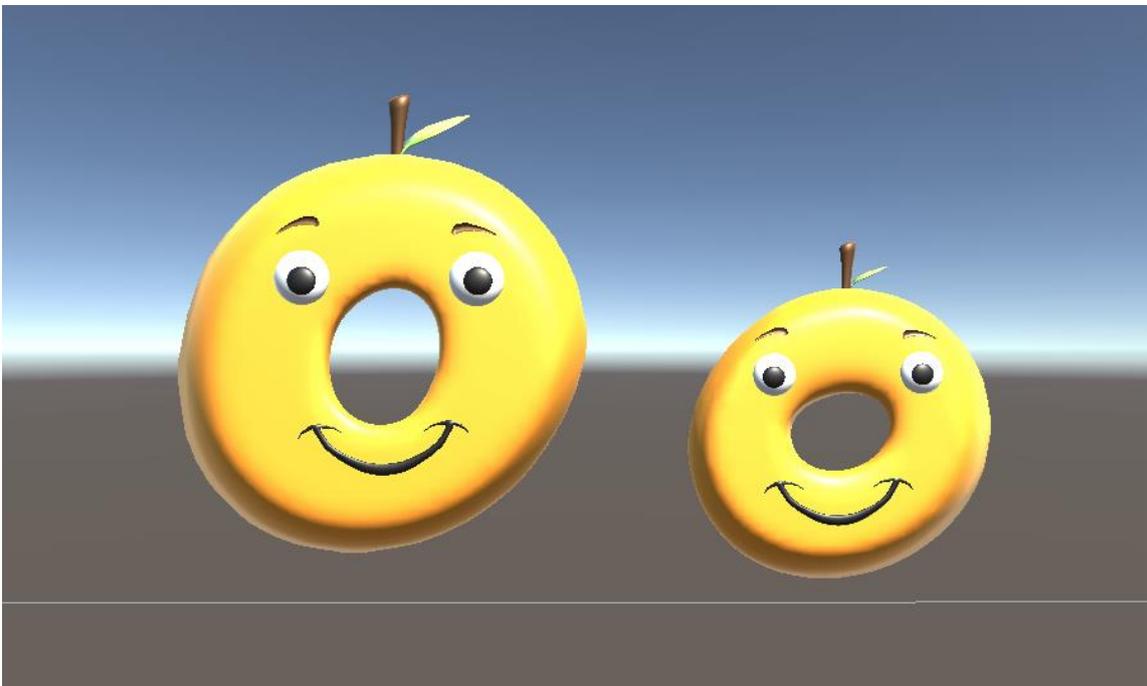
ANEXO D – PEÇAS DO PUZZLE COM COR

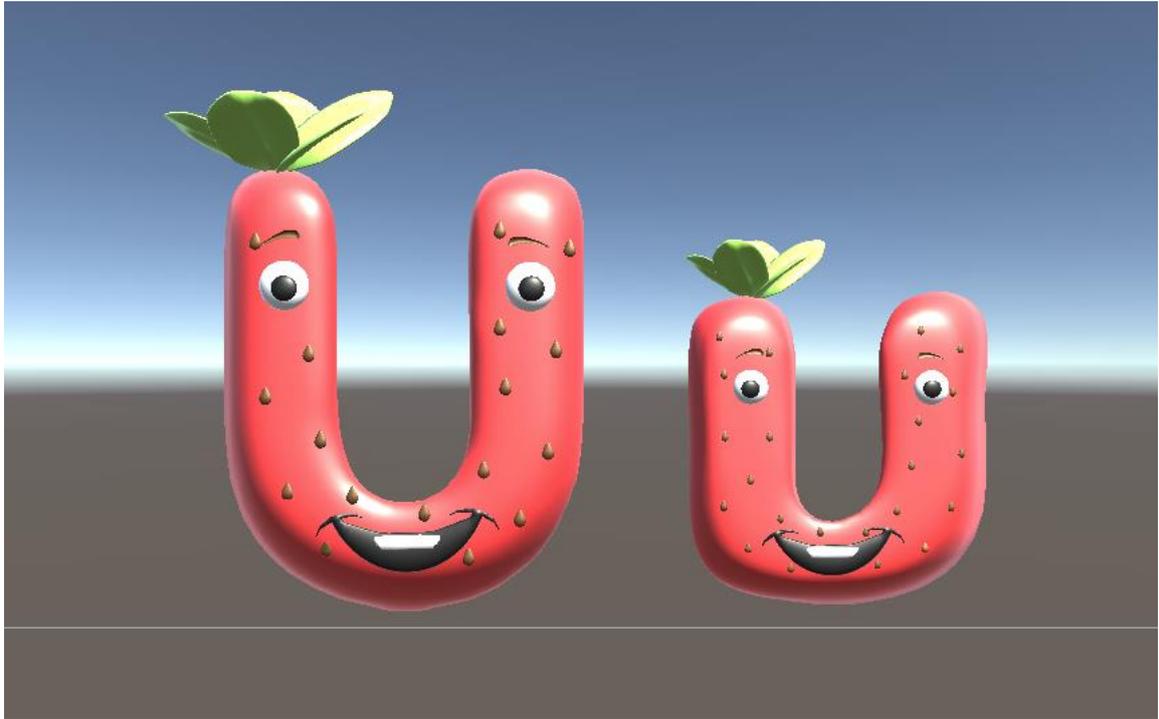




ANEXO E – FIGURAS 3D







## ANEXO F – CÓDIGOS C#

### *Script Botão Jogar “Jogar”*

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class Jogar : MonoBehaviour
{
    public void ChangeScene(string scene)
    {
        SceneManager.LoadScene("Puzzle");
    }
}
```

### *Script “MusicControlScript”*

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MusicControlScript : MonoBehaviour
{
    public static MusicControlScript instance;

    private void Awake()
    {
        DontDestroyOnLoad(this.gameObject);

        if (instance == null)
        {
            instance = this;
        }
        else
        {
            Destroy(gameObject);
        }
    }
}
```

```
}  
}  
}
```

### *Script "BackMainMenu"*

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.SceneManagement;  
  
public class BackMainMenu : MonoBehaviour  
{  
    public void ChangeScene(string scene)  
    {  
        SceneManager.LoadScene("MainMenu");  
    }  
}
```

### *Script "Sair"*

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.SceneManagement;  
  
public class Sair : MonoBehaviour  
{  
    public void QuitGame()  
    {  
        Application.Quit();  
    }  
}
```

