



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Curso de Ciência da Computação

Ítalo Tiago Gomes Souza

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO MOBILE PARA O AUXÍLIO DE
APRENDIZAGEM DE CÁLCULO MENTAL**

São Luís - MA

Dezembro de 2022

Ítalo Tiago Gomes Souza

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO MOBILE PARA O AUXÍLIO DE
APRENDIZAGEM DE CÁLCULO MENTAL**

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Universidade Federal do Maranhão

Curso de Ciência da Computação

Orientador: Ivo José da Cunha Serra

São Luís - MA

Dezembro de 2022

Ítalo Tiago Gomes Souza

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO MOBILE PARA O AUXÍLIO DE
APRENDIZAGEM DE CÁLCULO MENTAL**

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Ivo José da Cunha Serra
Orientador

Carlos Eduardo Portela Serra de Castro
Examinador 1

Tiago Bonini Borchartt
Examinador 2

São Luís - MA

Dezembro de 2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Souza, Italo Tiago Gomes.

Desenvolvimento de um Jogo Mobile para o Auxílio de
Aprendizagem de Cálculo Mental / Italo Tiago Gomes Souza.
- 2022.

75 p.

Orientador(a): Ivo José da Cunha Serra.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciência da
Computação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís -
MA, 2022.

1. Jogos Educacionais. 2. Matemática. 3.
Metodologias de desenvolvimento. I. Serra, Ivo José da
Cunha. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Não daria para deixar de agradecer primeiro aos meus pais, pois sem eles claro, não estaria aqui. Eles investiram em minha educação muito cedo e sempre me deram amor, mesmo que já faz muito tempo que eu não convivo mais com eles. Temos nossas diferenças, especialmente devido aos acontecimentos da época da entrega desta monografia (que eles sabem bem o que é...), mas eles nunca deixaram de amar e eu nunca deixarei de amar eles.

A alguns seletos amigos que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu me mantivesse motivado a continuar escrevendo a monografia ou simplesmente tornando o peso de tudo mais leve. Lucas, Yasmin e Dayanne, estarão sempre em meu coração. Alfredo, Marcos Vinicius e Nathasha, colegas conterrâneos do meu curso, provavelmente não sabem o quanto me ajudaram a desenvolver esse trabalho ao me dar um alicerce para a monografia.

Pessoas aleatórias que provavelmente nunca irei conhecer na vida, mas que me seus trabalhos me inspiraram bastante.

E claro, meu orientador e professor, Ivo. Que mesmo eu sendo um péssimo orientando, sumindo esporadicamente, nunca perdeu a paciência e sempre esteve disposto a me ajudar e a avaliar o meu progresso, me dando sugestões de melhora e conselhos. Eu agradeço realmente do fundo do meu coração.

“Se realmente existe um mal nesse mundo, ele reside no coração da humanidade.”

(Edward D. Morrison)

RESUMO

Ensinar sempre foi um ato que poderia ser muito fácil ou que poderia ser muito difícil, dependendo da quantidade de público que necessite ser atendido por determinado conhecimento. A situação pode ser pior quando se entra no campo do ensino da matemática, um conteúdo que costuma ser difícil de aprender e fixar para a maioria das pessoas. Para amenizar esse problema, algumas pessoas tiveram a ideia de aliar algo lúdico ao mesmo tempo com o aprendizado, mostrando-se bem sucedidas em muitos casos. Seja por tornar a experiência de aprender mais prazerosa, mais fácil ou menos desgastante, o fato é que jogos aliados na educação ajudam o conhecimento a chegar em mais pessoas e de forma mais rápida. Neste trabalho será abordada a criação de um jogo educacional que proporcione o ensino e a fixagem de conhecimentos matemáticos, especificamente no campo de cálculo mental. O objetivo é criar formas mais divertidas e práticas que possam ajudar pessoas a aprenderem melhor e com mais firmeza, discutindo acerca dos processos que levaram a criação do jogo e da história dos jogos educativos em geral.

Palavras-chave: Jogos Educacionais. Matemática. Metodologias de desenvolvimento.

ABSTRACT

Teaching has always been an act that could be very easy or very difficult, depending on the amount of public that needs to be reached by certain knowledge. The situation can be worse when entering the area of teaching math, a subject that is usually difficult to learn and retain for most people. To alleviate this problem, some people had the idea of combining something playful with learning at the same time, proving to be successful in many cases. Whether by making the learning experience more pleasurable, easier or less exhausting, the fact is that allied games in education help knowledge reach more people and faster. In this work, the creation of an educational game that provides the teaching and fixation of mathematical knowledge, specifically in the area of mental calculation, will be approached. The goal is to create more fun and practical ways that can help people learn better and more firmly, discussing the processes that led to the creation of the game and the history of educational games in general.

Keywords: Educational Games. Math. Development methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O funcionamento do jogo <i>Tennis for Two</i>	19
Figura 2 - Máquina do jogo <i>Computer Space</i>	19
Figura 3 - Máquina do jogo <i>Pong</i>	20
Figura 4 - Máquina do jogo <i>Pac-man</i>	20
Figura 5 - O console <i>Atari 2600</i>	20
Figura 6 - O console <i>Famicom</i> (à esquerda) e o <i>NES</i> (à direita)	21
Figura 7 - O console <i>Mega Drive</i>	22
Figura 8 - O console <i>Playstation</i>	22
Figura 9 - O console <i>Dreamcast</i> da <i>SEGA</i>	23
Figura 10 - O console <i>Game Boy</i>	24
Figura 11 - O console <i>Game Boy Advance</i>	24
Figura 12 - O console <i>Nintendo DS</i>	24
Figura 13 - O primeiro smartphone, o <i>iPhone</i>	25
Figura 14 - Cena do jogo <i>Sonic The Hedgehog</i> (Master System, 1991), um jogo de plataforma.	27
Figura 15 - Cena do jogo <i>Street Fighter Alpha 3</i> (Dreamcast, 1998), um jogo de luta.	27
Figura 16 - Cena do jogo <i>Space Invaders</i> (Atari 2600, 1980), um jogo de <i>shooter</i>	27
Figura 17 - Cena do jogo <i>Tales of Phantasia</i> (SNES, 1994), um jogo de RPG	28
Figuras 18 e 19 - Cena do jogo <i>Tomb Raider</i> (Playstation 3, 2013, à esquerda), um jogo de sobrevivência e do jogo <i>Outlast</i> (PC, 2013, à direita), um jogo de Survival Horror.	29
Figuras 20 e 21 - Cena do jogo <i>Little Big City</i> (Android, 2013, à esquerda), um jogo de simulação focado em gerenciamento de cidades e do jogo <i>Horizon Chase Turbo</i> (PC, 2018, à direita), focado no esporte de corrida.	29
Figuras 22 e 23 - Cena do jogo <i>Age of Empires IV</i> (PC, 2021, à esquerda), um jogo de estratégia em tempo real e do jogo <i>Fire Emblem Fates: Conquest</i> (Nintendo 3DS, 2015, à direita), um RPG de estratégia.	30
Figuras 24 e 25 - Cena do jogo <i>Puyo Puyo Tetris 2</i> (PC, 2020, à esquerda), e do jogo <i>Alphabetty Saga</i> (Android, 2015, à direita), jogos eletrônicos de puzzle.	31
Figura 26 - Cena do jogo <i>Undertale</i> (PC, 2015)	32
Figuras 27 e 28 - Cena do modo de história do jogo <i>Puyo Puyo Tetris 2</i> (PC, 2020), mostrando um mapa navegável (à esquerda) e diálogos com personagens	

do jogo (à direita)	33
Figura 29 - O trio de protagonistas lorde do jogo <i>Fire Emblem: The Blazing Blade</i> (Game Boy Advance, 2003)	34
Figura 30 - Imagem do jogo <i>Black Belt</i> (Master System, 1986) em que o cenário de fundo se move no efeito de rolagem de câmera em parallax à medida que o jogador se move.	36
Figura 31 - Cena do jogo <i>Aerial Assault</i> (Master System, 1990), em que independente do movimento efetuado pelo jogador, o plano de fundo se move automaticamente para a direita.	36
Figuras 32 e 33 - Cenas dos jogos <i>Super Mario 64</i> (Nintendo 64, 1996) à esquerda e <i>Doom</i> (Playstation, 1995), à direita, mostrando o uso de câmeras em perspectivas tridimensionais	37
Figura 34 - Disposição dos dedos baseado nas funções principais executadas em um jogo, para Rogers (2010)	38
Figura 35 - Cena da execução de um movimento especial no jogo <i>Street Fighter III: 3rd Strike</i> (Dreamcast, 1999) que utiliza o direcional para baixo e direita duas vezes consecutivas mais o botão usado para soco	39
Figura 36 - Cena do jogo <i>Kid Chameleon</i> (Mega Drive/Genesis, 1992)	40
Figura 37 - Mapa do jogo <i>Sonic The Hedgehog</i> (Master System, 1991), que ilustra os níveis do jogo, mostrando o nível chamado “ <i>Green Hill</i> ”	41
Figura 38 - Cena do jogo <i>Rain On Your Parade</i> (PC, 2021), onde são listados as missões necessárias para continuar progredindo no jogo	41
Figura 39 - Os quatro fantasmas do jogo <i>Pac-man</i>	43
Figura 40 - Visão osciloscópica de uma parte de uma música do jogo <i>Fantasy Zone II: The Tears of Opa-Opa</i> (Master System, 1987)	44
Figura 41 - Representação gráfica dos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom	45
Figura 42 - Tela inicial do jogo Tabuada da Velha	49
Figura 43 - Telas do jogo, onde cada um mostra um tipo de cálculo diferente	50
Figura 44 - Tela inicial do jogo, onde são adicionados os jogadores da rede local	51
Figura 45 - Tela do jogo onde o jogador resolve as expressões e anda no labirinto	51
Figura 46 - Tela do jogo mostrando a operação matemática ao tentar coletar uma moeda ..	52
Figura 47 - Tela do cadastro de enunciados para as operações matemáticas que aparecerão no jogo.	52

Figura 48 - Print da modelagem da tela-título do jogo, feito no aplicativo Paint (Windows 11).	55
Figura 49 - Modelagem de uma das partes do jogo sendo feitas no Unity	57
Figura 50 - Print de um dos códigos que fazem parte da programação do <i>FlashMath</i> , sendo feitas no aplicativo Visual Studio Code	57
Figura 51 - Print da seção “ <i>Game</i> ” do Unity, em que é possível visualizar o jogo sendo executado e podendo testar ajustes de possíveis tamanhos diferentes de tela	58
Figura 52 - Arte conceitual do modo de jogo principal do <i>FlashMath</i>	60
Figura 53 - Diagrama UML de caso de uso <i>FlashMath</i> , descrevendo a ação de jogar o jogo principal e em uma dada dificuldade	61
Figura 54 - Diagrama de caso de uso entre o usuário e o software <i>FlashMath</i>	62
Figura 55 - Tela-título do <i>FlashMath</i>	63
Figura 56 - Print do menu principal do <i>FlashMath</i> , na opção “Jogar” selecionada	63
Figura 57 - Tela de seleção de dificuldade do <i>FlashMath</i> , na opção “Média” selecionada	64
Figura 58 - Tela do jogo principal do <i>FlashMath</i>	65
Figura 59 - Tela de resultados após uma partida no <i>FlashMath</i>	66
Figura 60 - Tela do menu de seleção de técnicas	67
Figura 61 - Tela da página 2 da explicação sobre a técnica de arredondamento	68
Figura 62 - Tela da página 1 da explicação sobre a técnica de divisibilidade	69
Figura 63 - Tela da página 2 da explicação da técnica de fatoração	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivos Específicos	15
1.3 Organização do Trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O Ambiente lúdico como ferramenta impulsionadora da aprendizagem	17
2.2 Breve história dos jogos eletrônicos e a chegada dos smartphones	18
2.3 Elementos constituintes de um jogo eletrônico	26
2.3.1 Gênero	26
2.3.2 Storytelling ou Narrativa	31
2.3.3 Personagens, Câmeras e Controles	33
2.3.4 Mecânicas e Níveis	39
2.3.5 Inteligência Artificial	42
2.3.6 Sons, Músicas e Efeitos Sonoros	43
2.4 A Taxonomia de Bloom em jogos educativos	45
2.5 Considerações finais	48
3. TRABALHOS RELACIONADOS	49
3.1 Tabuada da Velha (HENRIQUE, et al., 2015)	49
3.2 Trilha Matemática (LISE e BRANCHER, 2004)	50
3.3 FRADE, et al., (2015)	51
3.4 Considerações finais	52
4. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO MOBILE EDUCACIONAL PARA O DOMÍNIO DE CÁLCULO MENTAL	54
4.1 Aspectos constituintes do FlashMath	54
4.1.1 Proposta	54
4.1.2 Desenvolvimento	55
4.2 Resultados e Discussões	58
4.2.1 Documentação do FlashMath	59
4.2.1.1 Descrição	59
4.2.1.2 Motivação	59
4.2.1.3 Diferencial	59
4.2.1.4 Gênero	59
4.2.1.5 Público Alvo	59
4.2.1.6 Forma do Jogo	59

4.2.1.7 Diretivas de Arte	60
4.2.1.8 Arte Conceitual	60
4.2.1.9 Interface do Jogo	60
4.2.2 Estrutura	61
4.2.3 Funcionalidades	62
4.2.3.1 Tela de Título e Menus Principais	62
4.2.3.2 Tela do Menu de Dificuldades do Jogo Principal	64
4.2.3.3 Tela do Jogo Principal	65
4.2.3.4 Tela de Acertos e/ou Erros	66
4.2.3.5 Tela de Seleção de Técnicas	67
4.2.3.6 Tela de Explicação de Técnicas	67
4.2.3.6.1 Técnica de Arredondamento	68
4.2.3.6.2 Técnica da Divisibilidade	69
4.2.3.6.3 Técnica da Fatoração	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	72

1. INTRODUÇÃO

A Trilha de Oregon é o nome dado a uma trilha percorrida por pioneiros estadunidenses durante o período dos anos de 1846 a 1869 em busca de terra e vida nova, se tornando um dos momentos mais marcantes e importantes da história dos Estados Unidos. Em 1974, Don Rawitsch, Bill Heinemann e Paul Dillenber criaram um jogo para ensinar crianças do 8º ano sobre os acontecimentos da Trilha de Oregon. Neste jogo, o jogador assume o papel de um líder de grupo de colonos e vive situações similares àquelas enfrentadas pelos pioneiros através de um jogo baseado em textos, se tornando uns dos primeiros jogos educacionais mais bem sucedidos da história. (BOUCHARD, 2017)

Um jogo é um sistema no qual os jogadores envolvem-se em um conflito artificial, definido por regras, que determina um resultado quantificável. (SALEN e ZIMMERMAN, 2003). A proposta de um jogo educacional é permitir que o jogador passe pelas mesmas etapas principais de um jogo (vulgo entretenimento sob um conjunto de regras) ao mesmo tempo que é submetido a uma forma de aprendizagem para que seja fixado ou reforçado o conceito educacional que deseja-se passar.

A Trilha de Oregon é um bom exemplo de como um jogo, além da sua função principal que é divertir e entreter seus participantes, consegue proporcionar aprendizado à medida que os objetivos do jogo vão sendo alcançados. Este jogo abriu muitas portas para o conceito de como as atividades lúdicas podem ser usadas como ferramentas poderosas de aprendizagem.

Piaget (1998) afirma que a ludicidade é a manifestação do desenvolvimento da inteligência que está ligada aos estágios do desenvolvimento cognitivo. O jogo consegue despertar esta manifestação no indivíduo pois o jogador inventa, descobre, desenvolve habilidades e experimenta novos pontos de vista enquanto se diverte. A ideia é mostrar como um jogo educativo consegue alcançar seus objetivos educacionais ao mesmo tempo que exerce uma atividade lúdica para a pessoa centrada no jogo e quais seriam as melhores formas de se criar um jogo educacional que alcance este fim, e que ainda seja atrativo para os jogadores.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar a teoria de aprendizagem a partir de jogos educacionais. Para exemplificar a teoria, será apresentado um jogo autoral denominado *FlashMath*, criado no motor de jogo *Unity*, como ferramenta de aprendizagem de ensino de aritmética básica, no campo do cálculo mental.

1.1 Motivação

Com o advento da internet e acesso a aparelhos eletrônicos, os jogos se tornaram muito mais que simplesmente um objeto de entretenimento. Educadores que desejam expandir suas capacidades de ensino e pessoas que têm vontade de aprender algo novo enxergam nos jogos educacionais um mecanismo impulsionador da aprendizagem. Os jogos educacionais são excelentes ferramentas para estimular o engajamento e a criatividade de seu jogador. Para (BATISTA et al. 2009), os jogos contribuem para o desenvolvimento de habilidades, sendo possível qualquer disciplina ser ensinada por meio deles.

Os jogos educativos possuem certas características em comum. Eles são definidos como jogos que possuem objetivo didático explícito, podendo ser adotados ou adaptados de forma que melhorem, apoiem e promovam os processos de aprendizagem em um contexto formal ou informal. Ainda devem possuir de forma clara características dos jogos em si, principalmente o conjunto de regras, entretenimento e o objetivo a ser alcançado (DONDI e MORETTI, 2007). Dada essas características, a criação de um jogo educacional mostra-se importante e útil para ser aplicado no contexto para a aprendizagem de um tema específico - o desenvolvimento do jogo *FlashMath* que visa o ensino de aritmética básica, na seção sobre cálculo mental, que irá cobrir todos os aspectos descritos anteriormente.

1.2 Objetivos

Aplicar a teoria de jogos ao desenvolvimento de um software educacional para smartphones para auxílio da aprendizagem de aritmética básica, campo de cálculo mental.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Revisão bibliográfica embasada sobre o jogo como ferramenta de auxílio ao ensino aliadas a pesquisas e estudos a respeito dos processos de desenvolvimento de jogos digitais;
- Desenvolvimento de um software educacional para auxílio de aprendizagem de aritmética básica utilizando uma ferramenta de desenvolvimento de jogos;

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: O capítulo 2 é destinado a fornecer todo o embasamento teórico necessário sobre a história e a teoria do desenvolvimento de jogos e por conseguinte a teoria para jogos educacionais, utilizando conceitos da Taxonomia de Bloom para avaliação. O capítulo 3 irá apresentar algumas aplicações que contém a ideia deste trabalho, para fins de exemplificação. O capítulo 4 descreve a metodologia e os passos utilizados para a construção do software *FlashMath* e o resultado da construção, este sendo o último.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todo o embasamento necessário para construir jogos necessita de uma extensa pesquisa em algumas áreas correlacionadas, para a escalabilidade do conhecimento. Este capítulo será responsável por mostrar este conhecimento condensado e preciso para que seja compreensível a ideia por trás da construção de um *software* educacional.

Este capítulo será dividido em 5 seções. A seção 2.1 irá apresentar brevemente uma base teórica que explicará como ambientes lúdicos e por conseguinte como os jogos podem ser utilizados como ferramentas impulsionadoras da aprendizagem. A seção 2.2 irá descrever a história dos jogos eletrônicos, mostrando a evolução dos jogos até chegar aos *smartphones*, plataforma-alvo do *software FlashMath* desenvolvido. A seção 2.3 descreve os elementos que compõem um jogo, pela teoria de design de jogos, para então na seção 2.4 ser apresentada todos os elementos necessários para que um jogo educacional atinja seus objetivos, através da taxonomia de Bloom. E por fim, na seção 2.5 as considerações finais deste capítulo.

2.1 O Ambiente lúdico como ferramenta impulsionadora da aprendizagem

De acordo com o dicionário Dicio, define-se “aprendizagem” como “Ação, processo, efeito ou consequência de aprender” (APRENDIZAGEM, 2022) e algo “lúdico” como “Feito através de jogos, brincadeiras, atividades criativas” (LÚDICO, 2022). Sendo assim, é possível definir uma atividade lúdica educacional como um processo de aprendizagem por meio de jogos e brincadeiras - aprender através de jogos.

A ideia do lúdico sempre esteve presente desde a pré-história e seus períodos subsequentes, em várias épocas e culturas. Ao longo das épocas, a relação entre a maneira que a criança e ludicidade mudava devido aos fatores sócio-políticos e econômicos de cada época, aliada ao fato de que cada época abordava o conceito de infância de forma diferente. Porém, o fato de utilizar-se de jogos como ferramenta de aprendizagem tornou-se um conceito natural e intuitivo ao longo do tempo. Além do exemplo citado no capítulo 1 sobre o jogo “Trilha de Oregon”, Domingos (2009) cita a criação do jogo “Banco Imobiliário” atribuído a um pai de família para ensinar sobre economia e mercado imobiliário aos filhos durante a terrível crise econômica de 1930 nos Estados Unidos. Este e vários outros exemplos mostram que é possível aliar brincadeiras com aprendizagem corrente - sendo especificamente possível utilizar jogos eletrônicos para este feito.

2.2 Breve história dos jogos eletrônicos e a chegada dos *smartphones*

A definição de jogo consiste numa atividade física ou intelectual formada por um conjunto de regras e define um indivíduo ou um grupo como vencedor e outro como perdedor. Para o historiador Huizinga (1938), o jogo faz parte do desenvolvimento inicial da vida, tão igualmente essencial ao raciocínio (*Homo sapiens*) e a fabricação de objetos (*Homo faber*), vindo então a denominação *Homo ludens*, exprimindo que o elemento lúdico está na base do surgimento e no desenvolvimento da civilização.

Os jogos foram evoluindo conforme o tempo e vários tipos diferentes destes e brincadeiras surgiram. Mas um dos ambientes mais lúcidos que surgiram na contemporaneidade foram os chamados jogos eletrônicos. Um jogo eletrônico, também conhecido como videogame, é um jogo que usa a tecnologia de computador. Apesar de serem considerados elementos recentes na cultura contemporânea, a sua origem é bem rudimentar.

Segundo Amorin (2006), a história considera que o *Tennis for Two*, jogo criado em 1958 por William Higinbotham, foi o primeiro jogo eletrônico da história - considerando que o próprio desenvolvimento dos computadores ainda era muito simplório na época. O jogo era extremamente simples, jogado através de um osciloscópio¹ e processado por um potenciômetro². O jogo simula uma partida de tênis entre dois jogadores e foi considerado um marco para época por empregar mecânicas de gravidade e velocidade, respeitando as leis da física.

¹ O osciloscópio é uma ferramenta que permite a visualização da forma de onda de um sinal elétrico.

² Potenciômetros são resistores de elevada precisão com uma derivação que permite a variação do valor resistivo pelo movimento de um eixo.

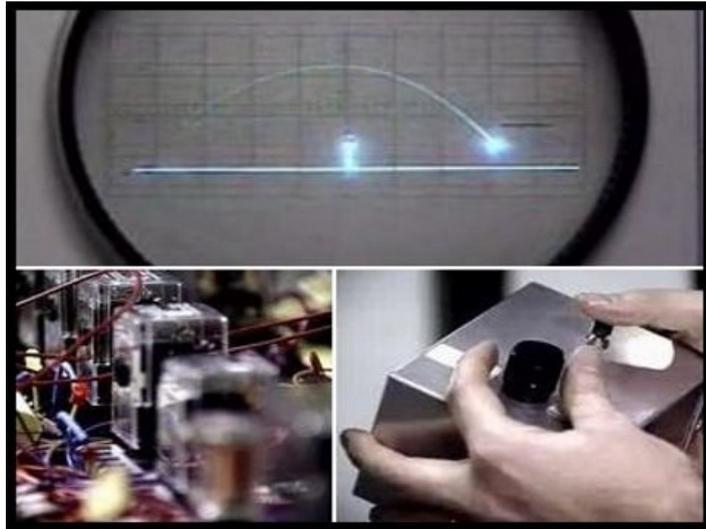


Figura 1: O funcionamento do jogo *Tennis for Two*.³

Alguns anos mais tarde, especificamente em 1971, Nolan Bushnell e Ted Dabney criaram a primeira “máquina de fliperama”, sendo também o primeiro videogame comercial de fato. Uma máquina de fliperama, ou vídeo game de arcade, ou ainda simplesmente fliperama, é um aparelho de jogo eletrônico profissional com toda a parte eletrônica necessária e as entradas de dados para o funcionamento de um jogo. O jogo em questão se chamava *Computer Space*, sendo o precursor deste tipo de máquina, fazendo-o ser popular pelo mundo e dando origem a outros fliperamas que viriam a se tornar clássicos, como *Pong* e *Pac-man*. As imagens a seguir ilustram estes fliperamas.



Figura 2: Máquina do jogo *Computer Space*.⁴

³ Disponível em: https://alvanista.com/historia_dos_games/posts/3522902-a-pre-historia-dos-jogos-eletronicos

⁴ Disponível em: <http://www.pinrepair.com/arcade/cspace.htm>



Figura 3: Máquina do jogo *Pong*.⁵



Figura 4: Máquina do jogo *Pac-man*.⁶

Estes fliperamas podiam ser encontrados dentro de lojas de conveniência e em lugares similares, porém o local mais comum eram chamadas as casas de jogos (ou casas de entretenimento), onde vários tipos de fliperamas estavam disponíveis ao público. O estouro destas casas chamou atenção de produtoras, especialmente de uma empresa chamada Atari. Em 1972, os mesmos criadores do jogo *Computer Space* citado anteriormente, fundaram a Atari. Três anos depois, foi desenvolvido pela empresa o *Atari 2600*, o primeiro console caseiro de sucesso comercial do mundo (COOPEE, 2015). Um console é um microcomputador destinado a executar jogos eletrônicos conectados a um dispositivo de saída de áudio e vídeo, sendo este geralmente televisores. O sucesso do *Atari 2600* foi o pontapé inicial para o desenvolvimento e a popularização de consoles, mudando totalmente a experiência de se jogar jogos eletrônicos.



Figura 5: O console *Atari 2600*.⁷

⁵ Disponível em: uk.pcmag.com/migrated-84555-gaming/58168/from-pong-to-asteroids-ataris-high-scores

⁶ Disponível em: <https://www.worthpoint.com/worthopedia/pac-man-arcade-machine-upgraded-1885670671>

⁷ Disponível em: <https://toytales.ca/atari-2600>

Os consoles produzidos pela Atari funcionavam através de cartuchos, onde em cada cartucho eram guardadas as informações do jogo referente. Esse modelo seria usado por quase todos os consoles das gerações seguintes. Durante as décadas de 80 e 90 consoles e fliperamas coexistiam, cada um com seu nicho de público sem se afetarem diretamente. Outros fliperamas mais famosos foram lançados, como o *Donkey Kong* e *Street Fighter II*.

As tecnologias avançaram de forma relativamente rápida, onde cada vez mais os consoles ganharam mais poder gráfico e mais poder de processamento. A empresa *Nintendo*, a mesma que produziu o fliperama do *Donkey Kong*, entrou no mercado de consoles ao lançar em 1983 no Japão o *Famicom*. Os gráficos eram consideravelmente mais bonitos e polidos do que qualquer jogo de Atari da época e logo o videogame se tornou um estrondoso sucesso comercial, impulsionado principalmente em 1985 quando lançado em território americano. Nos Estados Unidos, o console era chamado de *NES - Nintendo Entertainment System*, ou “Sistema de Entretenimento da Nintendo”. Na época, o mercado de consoles e jogos estavam muito defasados devido ao baixo interesse do público por conta do *crash* dos jogos de 1984, situação que só mudou devido a chegada e sucesso do NES em vendas. (BRESCIANI, 2001).



Figura 6: O console Famicom (à esquerda) e o NES (à direita).⁸

Consoles mais poderosos começaram então a ser lançados progressivamente, numa espécie de corrida por quem desenvolvia o console mais poderoso primeiro. A maior concorrente da Nintendo na década de 80 e no início dos anos 90 foi a também japonesa *SEGA*, inicialmente com seu console *SEGA Mark III* (conhecido como *Master System* fora do Japão) e depois principalmente com o *Mega Drive* (conhecido como *Genesis* nos Estados Unidos).

⁸ Disponível em: <https://images.nintendolife.com/3b02ab6e81d04/famicommini05.large.jpg>

Estas duas empresas foram as maiores rivais no ramo de consoles daquela época. Mais tarde, a própria Nintendo lançou o Super Nintendo/Super Famicom para competir também com o Mega Drive.



Figura 7: O console Mega Drive.⁹

Muitos videogames lançados na época tinham a proposta de “trazer a experiência dos fliperamas em casa”. Ainda que o poder gráfico e processamento dos consoles fossem muito altos, eles não se aproximavam dos fliperamas. Este cenário começou a mudar progressivamente com o advento dos primeiros consoles a não utilizar cartuchos como mídia para jogos, mas sim CDs. A tecnologia de CDs já existia desde o ano de 1983, mas eles só viriam a se consolidar como mídia padrão para jogos somente no lançamento do *Playstation*, o primeiro console de sucesso comercial da empresa *Sony*, em 1994. A capacidade de armazenamento do CD podia chegar a 900 *megabytes* de tamanho, enquanto a de um cartucho do Super Nintendo beirava a apenas 4 *megabytes*. (CLUA e BITTENCOURT, 2005).



Figura 8: O console Playstation.¹⁰

⁹ Disponível em: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Sega-Mega-Drive-JP-Mk1-Console-Set.jpg

¹⁰ Disponível em: <https://cdn.awsli.com.br/1385/1385452/produto/79741475/eb060278b3.jpg>

A chegada do *Playstation* e do *Sega Saturn* (console sucessor do Mega Drive e que também utilizava tecnologia de CD), marcaram o início do declínio das máquinas de fliperama. Se tratando do *Sega Saturn*, o console mais poderoso daquela geração, contava com vários jogos que utilizavam modelos de animação por objetos 3D. Assim como a mídia em CDs, jogos 3D se tornaram tendência na produção dos jogos daquela geração em diante. Cada vez mais as casas de jogos se tornaram mercado de nicho para apenas aqueles que especificamente queriam jogar em fliperamas. (CLUA e BITTENCOURT, 2005).

O golpe de misericórdia para os fliperamas veio com os videogames da geração seguinte: *Dreamcast* da SEGA, *Playstation 2* da Sony, *GameCube* da Nintendo e o novato *XBOX* da Microsoft. Naquele ponto praticamente todos os jogos lançados para os fliperamas podiam ser convertidos com 100% de fidelidade para estes consoles. Um exemplo interessante a ser citado é o jogo de luta *Marvel vs. Capcom 2*, um estrondoso sucesso por contar com um número abissal para a época de 56 personagens diferentes para escolher. O jogo foi portado para todas as plataformas da época (com exceção do *GameCube*) de forma praticamente perfeita. (Sallee, 2009).



Figura 9: O console Dreamcast da SEGA.¹¹

A partir de então, os videogames foram evoluindo mais ainda consideravelmente. A procura por gráficos de ponta era a maior requisição dessa geração. Vale citar que em paralelo havia o mercado de consoles portáteis que era dominado unicamente pela Nintendo. Um console portátil é um console de videogame pequeno com uma tela, controles e alto-falantes integrados. Esses consoles são bem menores que os consoles de videogame tradicionais, permitindo que as pessoas transportem e joguem a qualquer hora e/ou lugar. (STEINBOCK, 2012).

¹¹ Disponível em: <https://t.ctcdn.com.br/gCL3V2aXExa9qXrWcYX5Y4tNwpI=/1024x0/smart/i341295.jpeg>

O primeiro console portátil de sucesso comercial foi o *Game Boy*, lançado pela Nintendo em 1989. O sucesso do console foi arrasador, tendo vendido ao longo de seu ciclo de vida mais de 64.4 milhões de unidades. Essa marca seria superada mais tarde pelo *Game Boy Advance* (lançado em 2001), com 81.5 milhões e depois pelo *Nintendo DS* (lançado em 2004), com absurdos 154 milhões de unidades vendidas. Todos esses consoles continham duas características em comum: excelente custo-benefício e franquia de jogos incríveis das produtoras da Nintendo. (MCFERRAN, 2017).



Figura 10: O console *Game Boy*¹².



Figura 11: O console *Game Boy Advance*¹³.



Figura 12: O console *Nintendo DS*¹⁴.

Ainda que o mercado de consoles portáteis estivesse em toda a sua glória, especialmente devido ao sucesso esmagador do Nintendo DS (este que se tornou o segundo console mais vendido da história), este mercado iria sofrer com um concorrente de peso.

¹² Disponível em: shorturl.at/rGJLU

¹³ Disponível em: https://m.media-amazon.com/images/I/91rHLnOwrhL._AC_SX679_.jpg

¹⁴ Disponível em: shorturl.at/eyzA6

Tal qual como os consoles, os chamados *smartphones*, estavam ficando cada vez mais poderosos e mais acessíveis. O smartphone é a evolução do aparelho celular comum que reinava até os anos 2000. Para Leuzinger (2014, p.3), “O ano de 2007, marcado pelo lançamento do primeiro dispositivo mobile da *Apple*, o *iPhone*, revolucionou o mercado de telecomunicações mundial ao reinventar e redefinir o conceito de smartphone”. Um smartphone de fato é um aparelho celular que tem o intuito de combinar recursos de computadores pessoais trazendo funcionalidades avançadas, estendidas através de aplicativos que são executados pelo sistema operacional do aparelho.



Figura 13: O primeiro smartphone, o *iPhone*.¹⁵

O mercado de consoles sempre se manteve de vento em popa, mas à medida que os smartphones se tornaram dispositivos mais poderosos, passaram a oferecer uma grande ameaça aos consoles. ONEPLUS (2015), em tradução livre, conta: “Com uma grande parte das receitas da Nintendo provenientes de plataformas de jogos portáteis dedicadas, não é surpresa que os jogos para smartphones deixem os executivos da Nintendo preocupados.” Quando a era de sucesso do Nintendo DS chegou ao fim, seu substituto, o Nintendo 3DS teve uma árdua missão de segurar o mercado de jogos portáteis com seu console. Mas o mesmo não atingiu as expectativas esperadas e o mercado de *mobile gaming* ganhava cada vez mais força, se popularizando na mesma intensidade que os consoles portáteis e até mesmo os consoles de mesa tradicionais. Desta forma, é notório enxergar que vale a pena o investimento em jogos mobile.

¹⁵ Disponível em: shorturl.at/fl025

2.3 Elementos constituintes de um jogo eletrônico

O processo metodológico é importante durante a concepção, projeção e construção de qualquer produto, seja ele uma simples assadeira por ar quente que não utiliza óleo até a complexa estrutura de um avião comercial. Para TORRES (2012), os jogos eletrônicos possuem os seguintes elementos:

- Gênero;
- Storytelling ou Narrativa;
- Personagens, Câmeras e Controles;
- Mecânicas e Níveis;
- Inteligência Artificial;
- Sons, Músicas e Efeitos Sonoros.

2.3.1 Gênero

Classificar um jogo pelo seu gênero está de acordo com a forma geral na qual o objetivo/proposta do jogo é criado. Esta é uma tarefa ligeiramente mais complexa pois com o passar dos anos, os jogos se fragmentaram em muitos e diferentes gêneros e subgêneros (ROGERS, 2010). Os principais gêneros podem ser expressos por jogos de ação, aventura, simulação, estratégia e puzzle. Cada um destes gêneros ainda são classificados em vários outros subgêneros.

Para jogos de ação, é necessário geralmente uma coordenação boa e rápida entre os movimentos das mãos e dos olhos. Alguns subgêneros de jogos de ação podem ser classificados como jogos de “Plataforma”, “Luta”, ou “*Shooter*” por exemplo. Em jogos de plataforma o jogador controla um ou mais personagens que pulam entre plataformas e obstáculos enquanto ainda enfrentam inimigos. Em jogos de luta, o intuito é baseado em um combate corpo a corpo (independente do tipo do corpo) de forma que os personagens lutem entre si até derrotar seus oponentes ou o tempo acabar. Por fim, jogos de tiro ou conhecido como *Shooters*, consistem da mecânica de usar projéteis para eliminar inimigos e cumprir missões estabelecidas no jogo. *Sonic The Hedgehog*, *Street Fighter Alpha 3* e *Space Invaders* são exemplos de jogos que abarcam estes três subgêneros de ação.



Figura 14: Cena do jogo *Sonic The Hedgehog* (Master System, 1991), um jogo de plataforma.¹⁶



Figura 15: Cena do jogo *Street Fighter Alpha 3* (Dreamcast, 1998), um jogo de luta.¹⁷



Figura 16: Cena do jogo *Space Invaders* (Atari 2600, 1980), um jogo de *shooter*.¹⁸

¹⁶ Disponível em: https://www.retrogames.cz/games/117/SMS_02.gif

¹⁷ Disponível em: shorturl.at/HNOV5

¹⁸ Disponível em: shorturl.at/ETY17

O gênero de aventura tem seu foco geralmente na resolução de problemas (sendo não necessariamente a resolução de quebra-cabeças) e gerenciamento de inventário¹⁹. Os dois subgêneros mais famosos e influentes do gênero de aventura são os RPGs - *Role Playing Games* e jogos de sobrevivência (sejam de terror ou não). RPGs são jogos onde o ponto chave é na interpretação de papéis, seja ele criado pelo jogador ou não. Os jogadores pertencem a uma classe e vão aprimorando suas habilidades e estatísticas através de combates e pelo desenvolvimento da trama do jogo. (ROGERS, 2014). Já em jogos de sobrevivência, o objetivo está no título do gênero: sobreviver. O jogador enfrentará uma série de obstáculos e impedimentos, bem como geralmente guiados em ambientes completamente hostis e inóspitos. Nestes jogos a narrativa de terror pode ser um fator adicional, utilizando-se do medo e suspense para a imersão do jogo, além de o terror já ser outro subgênero também, conhecido como *Survival Horror*. *Tales of Phantasia*, *Tomb Raider* e *Outlast* são exemplos de jogos que embarcam estes subgêneros de aventura.



Figura 17: Cena do jogo *Tales of Phantasia* (SNES, 1994), um jogo de RPG.²⁰

¹⁹ Um inventário, no contexto de jogos, é uma mecânica projetada para organizar, armazenar e exibir itens de um personagem durante o jogo.

²⁰ Disponível em: https://media.alvanista.com/uploads/game/18/18979/medium_2_screenshot.png



Figuras 18 e 19: Cena do jogo *Tomb Raider* (Playstation 3, 2013, à esquerda), um jogo de sobrevivência²¹ e do jogo *Outlast* (PC, 2013, à direita), um jogo de *Survival Horror*.²²

Os jogos de simulação tem como objetivo geral simular algum tipo de mundo (fictício ou não) ou alguma atividade através de uma experiência de jogabilidade. Geralmente jogos de simulação podem ser enquadrados naqueles que tem o intuito de gerenciar um mundo onde o jogador vive ou o papel de gerenciador deste mundo ou alguém que vive nele. Outro subgênero de jogos de simulação são os jogos de esportes, que buscam simular a prática dos mesmos, como jogos de corrida e futebol, por exemplo. *Little Big City* e *Horizon Chase Turbo* são exemplos de jogos que tem seu gênero de simulação.



Figuras 20 e 21: Cena do jogo *Little Big City* (Android, 2013, à esquerda), um jogo de simulação focado em gerenciamento de cidades²³ e do jogo *Horizon Chase Turbo* (PC, 2018, à direita), focado no esporte de corrida.²⁴

²¹ Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/z8GYmYCTpH0/maxresdefault.jpg>

²² Disponível em: shorturl.at/akxQ4

²³ Disponível em: <https://i.pinimg.com/originals/33/05/86/330586bd248c2b7c1ecba1824ce99ab5.jpg>

²⁴ Disponível em: shorturl.at/nzJ89

No gênero de jogo de estratégia o foco está no uso inteligente de habilidades de planejamento e pensamento ao enfrentar os desafios propostos pelo jogo, utilizando-se de alguma estratégia em particular. Existem vários subgêneros para a estratégia, mas vale citar “Estratégia Em Tempo Real”, onde todos os jogadores jogam simultaneamente e sem pausas onde a ação acontece o tempo todo e “RPGs de Estratégia”, que combinam elementos de RPG e estratégia. Exemplos de jogos deste gênero são *Age of Empires IV* e *Fire Emblem Fates: Conquest*.



Figuras 22 e 23: Cena do jogo *Age of Empires IV* (PC, 2021, à esquerda), um jogo de estratégia em tempo real²⁵ e do jogo *Fire Emblem Fates: Conquest* (Nintendo 3DS, 2015, à direita), um RPG de estratégia.²⁶

Por fim, os jogos eletrônicos de *puzzle*. Um puzzle é um quebra-cabeça cujo foco é a resolução de diversos tipos de quebra-cabeças ou problemas que visam testar as habilidades do jogador em vários campos, como lógica, reconhecimento de padrões, vocabulário, etc. No caso deste gênero, os subgêneros costumam representar o tipo de puzzle que é proposto - assim se o quebra-cabeça consiste em números ou operações matemáticas, o jogo poderia ser classificado como um jogo de puzzle matemático. Alguns exemplos de jogos de puzzle são *Puyo Puyo Tetris 2* (este tendo como foco reconhecimento de padrões) e *Alphabetty Saga* (baseado em vocabulário).

²⁵ Disponível em: <https://olhardigital.com.br/wp-content/uploads/2022/01/AoE-IV-4.jpg>

²⁶ Disponível em: https://assets.rpgsite.net/images/images/000/043/191/original/FEF_Jan192016_06.jpg



Figuras 24 e 25: Cena do jogo *Puyo Puyo Tetris 2* (PC, 2020, à esquerda)²⁷, e do jogo *Alphabetty Saga* (Android, 2015, à direita)²⁸, jogos eletrônicos de puzzle.

2.3.2 Storytelling ou Narrativa

O storytelling ou narrativa trata-se de uma exposição de fatos, contando uma história ou um conto. “A narrativa está presente nas mais diversas esferas culturais, e, conseqüentemente, manifesta-se das mais variadas formas: mitos, contos de fada, literatura, teatro e cinema.” (LIMA et al., 2015, p. 696). E não poderia deixar de ser diferente para jogos eletrônicos - contudo este é um elemento opcional dependendo da proposta do jogo.

Para Salen e Zimmerman (2003), para jogos eletrônicos, existem dois tipos de estruturas narrativas: a embutida e a emergente. Narrativas embutidas consistem numa progressão de história mais linear, análoga a linearidade encontrada em narrativas cinematográficas. A narrativa nestes casos já é pré-existente antes da interação do jogador com o jogo e então o jogador precisa apenas segui-la. O já citado anteriormente *Tomb Raider* tem sua narrativa enquadrada neste tipo. Sua história consiste em controlar a personagem Lara Croft, que após sofrer um naufrágio, se encontra sozinha e isolada em uma ilha japonesa, descobrindo mais tarde, que alguns dos seus amigos e colegas ainda estão vivos. Em todas as instâncias do jogo a narrativa será sempre essa.

²⁷ Disponível em: <https://pirogames.com/wp-content/uploads/2021/05/Puyo-Puyo-2.jpg>

²⁸ Disponível em: shorturl.at/gsuD4

A narrativa emergente trata-se de uma narrativa onde a mesma é moldada pelas ações contínuas do jogador ou outros fatores dentro do jogo. As escolhas feitas pelo jogador influenciam diretamente na narrativa, de modo que ter vários tipos diferentes de comportamentos irão criar diferentes tipos de desenvolvimentos na narrativa, tornando-se algo não linear (Salen e Zimmerman, 2003). Um exemplo de jogo que segue essa estrutura é o jogo indie²⁹ *Undertale*, lançado em 2015. A narrativa base deste jogo consiste em controlar uma criança humana que cai em uma caverna, separada por uma barreira mágica, onde ela acaba descobrindo toda uma civilização de monstros que vivem na parte subterrânea da Terra. A partir daí então o jogador pode realizar inúmeras ações dentro do jogo que mudarão a narrativa progressivamente, sendo algumas delas: escolher matar todos os monstros, matar só alguns, não matar nenhum, desejar voltar para casa, permanecer no subterrâneo, etc. Cada uma destas ações do jogador influenciam diretamente na narrativa que o jogo segue, sendo elas totalmente diferentes entre si, gerando vários finais diferentes.



Figura 26: Cena do jogo *Undertale* (PC, 2015).³⁰

Por fim, vale citar que uma mesma franquia de jogos pode surgir tendo nenhum tipo de narrativa vinculada a ela (sendo mais notável em jogos de puzzle e simulação) e ainda ressurgir em uma encarnação contendo uma narrativa (ou uma parte do jogo contendo narrativa). Exemplo fica a cargo do clássico jogo de Tetris. Sendo originalmente apenas um jogo de puzzle de reconhecimento de padrões, sem qualquer tipo de enredo ou história associada.

²⁹ Um jogo indie recebe essa classificação para indicar que eles foram produzidos de forma autônoma, sem apoio financeiro de empresas externas e geralmente em equipes pequenas.

³⁰ Disponível em: <http://umlconnector.com/wp-content/uploads/492851.png>

Muitos anos mais tarde, uma reencarnação deste Tetris lançada em 2020 denominada *Puyo Puyo Tetris 2*, que além de misturar outro tipo de puzzle (*Puyo Puyo* é um puzzle de reconhecimento de padrões inspirada no Tetris) contém um modo história chamada *Adventure*, que insere uma narrativa embarcada para o jogo, onde o jogador vai controlando diferentes personagens e a história se desenrola por partidas consecutivas de Tetris e Puyo Puyo.



Figuras 27 e 28: Cena do modo de história do jogo *Puyo Puyo Tetris 2* (PC, 2020), mostrando um mapa navegável (à esquerda)³¹ e diálogos com personagens do jogo (à direita)³².

2.3.3 Personagens, Câmeras e Controles

Para Rogers (2010), por mais que o processo de game design da produção de um jogo mude com o tempo, é necessário estabelecer três pilares logo no início do desenvolvimento do projeto. Chamado por ele de “Os três Cs”, consistem nos personagens (*characters*, em inglês), câmeras e controles do jogo.

Grosso modo, um personagem trata-se de um papel representado por ator ou atriz a partir de uma figura fictícia (baseado em alguém real ou não) criado por um autor. Transportando este conceito para o universo de jogos eletrônicos, um personagem neste contexto seria todos os elementos (controláveis ou não) que na qual o jogador pode interagir e que desempenha algum tipo de papel no jogo, desde a dizer uma simples frase ou ser o protagonista da história. Contudo, em certos gêneros de jogos (especialmente puzzles) pode-se ter a completa ausência de quaisquer personagens.

³¹ Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/HXCrMMBK3kQ/maxresdefault.jpg>

³² Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/y3P6GOxOcn4/mqdefault.jpg>

Um jogo pode ter diferentes tipos de personagens dado o papel que os mesmos desempenham na história. A classificação geral consiste em personagens jogáveis e personagens não-jogáveis (denominados principalmente como *NPCs*³³). Os personagens jogáveis são todos aqueles que o jogador controla livremente durante uma parte significativa do jogo, sendo geralmente os protagonistas ou personagens ligados aos protagonistas. Os personagens não-jogáveis, os *NPCs*, já se dividem em muitos subgrupos. Eles geralmente são personagens que na qual o jogador interage na história apenas para obter alguma informação ou então trata-se apenas do antagonista da história ou personagens ligados ao antagonista.

Um jogo que denota estes tipos de personagens é o *Fire Emblem: The Blazing Blade*. Este jogo é um RPG de estratégia em que sua história é desenvolvida através de capítulos. Durante todos eles o jogador controla o trio de protagonistas lorde do jogo: *Eliwood*, *Hector* e *Lyn*. Por outro lado, após um certo tempo no jogo, surge a *NPC Hannah*, que enquanto está presente dá ao jogador informações sobre as batalhas que se seguem em cada capítulo. Por fim temos o antagonista do jogo, *Nergal*, que também é um *NPC*, mas tem seu papel como vilão da história.



Figura 29: O trio de protagonistas lorde do jogo *Fire Emblem: The Blazing Blade* (Game Boy Advance, 2003).³⁴

³³ NPC é abreviação de *Non Playable Character*, ou seja, personagem não-jogável.

³⁴ Disponível em: <https://media.moddb.com/images/groups/1/15/14125/Fire-Emblem-Wallpaper-wide.jpg>

Prosseguindo para o segundo C, há a câmera de um jogo. “Manipular o ponto de vista ou uma câmera sintética é fundamental para qualquer interface que precise lidar com um ambiente gráfico tridimensional.”³⁵ (DRUCKER e ZELTZER, 1995, p. 139, tradução nossa). A câmera de um jogo é basicamente o olho do jogador dentro do jogo, projetado para que ele enxergue da forma que a câmera foi implementada. A câmera impacta de forma direta o design visual do jogo e de seus controles, então é necessário escolher muito bem que tipo de câmera será utilizada. (ROGERS, 2010).

Existem alguns tipos de câmeras utilizadas em jogos. A mais rudimentar delas são em jogos em que não existe uma “câmera” propriamente dita pois o ponto de visão é fixo e o jogador enxerga toda a área que está disponível na tela sob uma única perspectiva. O jogo *Tetris*, já citado anteriormente, se enquadra nessa visualização. Este estilo foi amplamente utilizado nos primeiros jogos e se mantém ativo até mesmo em jogos atuais que não seja necessário uma perspectiva de profundidade ou movimentação. (ROGERS, 2010).

As câmeras de rolagem (ou *scrolling*) surgiram nos jogos da década de 1980. Neste tipo de câmera, a câmera se move em algum grau, podendo ser controlada pelo jogador ou controlada automaticamente pelo jogo. Existem dois tipos de rolagens: uma é a rolagem em paralaxe (ou *parallax*, termo normalmente mais usado em inglês) e a rolagem forçada.

Na paralaxe a câmera se move e então o mundo (geralmente o plano de fundo) se move junto com a câmera, dando uma ilusão de movimento e profundidade. Como exemplo, no jogo *Black Belt* em que à medida que o jogador avança para a direita o cenário de fundo se move junto. Na rolagem forçada o jogador não consegue movimentar a câmera de forma alguma e seu campo de visão é preso a movimentação automática da câmera. Isto acontece no jogo *Aerial Assault*, em que a câmera se move sempre sozinha automaticamente para a direita com o plano de fundo se movendo ao mesmo tempo, independente das movimentações realizadas pelo jogador.

³⁵ Em original: “Manipulating the viewpoint, or a synthetic camera, is fundamental to any interface which must deal with a three dimensional graphical environment[...]”.



Figura 30: Imagem do jogo *Black Belt* (Master System, 1986) em que o cenário de fundo se move no efeito de rolagem de câmera em *parallax* à medida que o jogador se move.³⁶



Figura 31: Cena do jogo *Aerial Assault* (Master System, 1990), em que independente do movimento efetuado pelo jogador, o plano de fundo se move automaticamente para a direita.³⁷

Com o advento dos consoles de 32-bits, especialmente do *Playstation*, tornou-se mais comum jogos tridimensionais em consoles - algo que até aquele ponto só era tradicional em máquinas de fliperama. Nestes jogos é utilizado uma câmera chamada de câmera em primeira pessoa, que segue o jogador por uma perspectiva 3D. Na grande maioria dos jogos é possível controlar a movimentação da câmera, rotacionando-a e etc, como no exemplo do jogo *Super Mario 64*. Já em outros isto não é possível, como por exemplo no jogo *Doom*. Ainda sim, tais jogos trouxeram uma perspectiva bastante próxima da visão real, especialmente para a época que foram lançados.

³⁶ Disponível em: https://www.geekproject.com.br/wp-content/uploads/2019/02/03-black-belt_subchefe.png

³⁷ Disponível em: <https://bdjogos.com.br/fotos/1358-aerial-assault-4.png>



Figuras 32 e 33: Cenas dos jogos *Super Mario 64* (Nintendo 64, 1996) à esquerda³⁸ e *Doom* (Playstation, 1995)³⁹, à direita, mostrando o uso de câmeras em perspectivas tridimensionais.

Por fim, o último da tríade dos Cs, trata-se dos controles em um jogo. Os controles são expressos pelos comandos possíveis de serem realizados juntamente com a forma de que eles são executados. Os comandos são expressos através de um dispositivo de entrada, sendo este geralmente um *joystick*. Rogers (2010) cita alguns aspectos importantes a serem levados em consideração para uma melhor experiência do usuário, sendo algumas delas como: ergonomia, respeito a regras clássicas já estabelecidas e combinações de teclas.

A ergonomia neste contexto diz respeito a como o uso do controle e o uso dos comandos se adequam de forma confortável e precisa para o jogador. (ROGERS, 2010). Sendo assim é necessário respeitar certas regras clássicas já estabelecidas para uma maior familiarização do jogador com o jogo. Por exemplo, a seta da direita faz o jogador ir para a direita ou o botão principal ser usado para executar a ação principal do personagem. É necessário cuidado ao mudar este padrão que já é esperado por muitos jogadores ao ter o contato inicial com o jogo e pode causar estranheza. A figura 34 a seguir mostra a disposição recomendada por Rogers (2010) dos botões baseados nos dedos do jogador, sendo recomendado que as ações principais fiquem sendo utilizadas pelo dedão e pelo dedo indicador enquanto que ações auxiliares fiquem a cargo dos outros dedos.

³⁸ Disponível em: <https://i.pinimg.com/originals/7f/d7/c2/7fd7c2900eaff9227f39be31b41b92a9.png>

³⁹ Disponível em: [https://r.mprd.se/media/images/52003-Doom_\(E\)-2.jpg](https://r.mprd.se/media/images/52003-Doom_(E)-2.jpg)

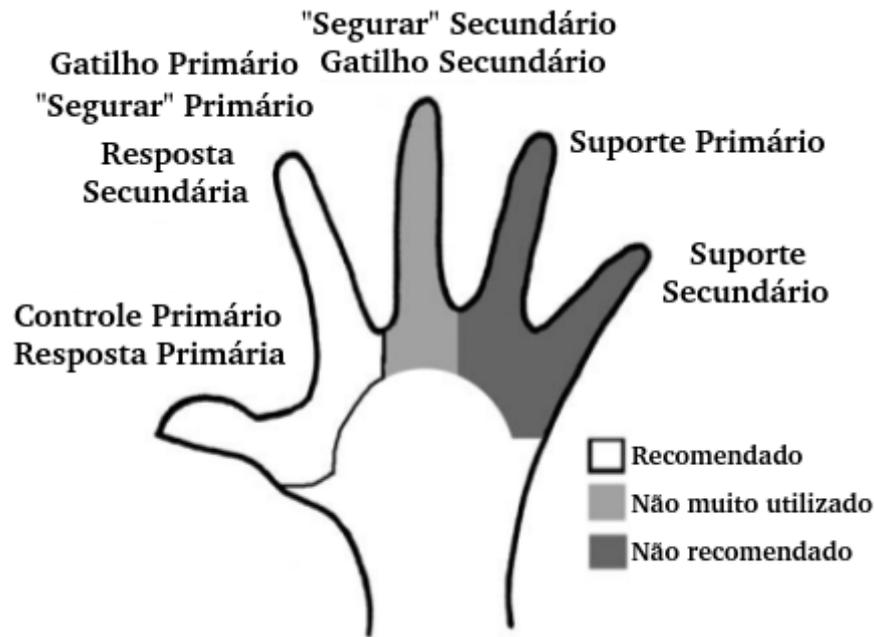


Figura 34: Disposição dos dedos baseado nas funções principais executadas em um jogo, para Rogers (2010).⁴⁰

A regra se aplica ao momento em que é necessário executar combinações de teclas para inferir diferentes comandos. Algo predominante em jogos de Luta, o jogo precisa ser simples e intuitivo para execuções básicas e padrões, deixando apenas comandos mais avançados e complexos com muitas combinações de teclas como um fator adicional. Por exemplo, em *Street Fighter III: 3rd Strike*, o jogador dispõe de 3 comandos para socar e mais outros 3 para chutar (mais os direcionais), sendo simples apenas ter que apertar um único botão para este movimento. Contudo, se o jogador quiser executar movimentos mais complexos, chamados comumente de “especiais”, que efetuam mais dano, é necessário executar uma série de comandos em sequência, algo que normalmente não é simples.

⁴⁰ Imagem retirada da página 157 do livro: “Level Up! the Guide to Great Video Game Design”, do autor Scott Rogers, edição de 2010, tradução livre.



Figura 35: Cena da execução de um movimento especial no jogo *Street Fighter III: 3rd Strike* (Dreamcast, 1999) que utiliza o direcional para baixo e direita duas vezes consecutivas mais o botão usado para soco.⁴¹

2.3.4 Mecânicas e Níveis

“Não há nada pior do que um nível vazio em que você simplesmente caminha por ele.⁴²” (ROGERS, 2010, p. 331, tradução nossa). Não há uma definição amplamente utilizada para definir o que seria a mecânica de um jogo. Para ERIKSSON et al (2012), as mecânicas de um jogo delimitam o jogador para que ele vá pela direção desejada da proposta do jogo através de elementos específicos - estes provocando ações específicas para o jogador. Para complementar esta definição, Rogers (2010) define mecânicas como um conjunto de elementos que criam uma dada jogabilidade (ou *gameplay*⁴³) quando o jogador interage com eles. Alguns exemplos podem ser citados:

- Portas e baús que são abertos pelo jogador;
- Plataformas que desaparecem, se movimentam, giram, etc.;
- Pisos escorregadios ou íngremes;
- Lugares que impedem a movimentação livre do personagem;
- Poços sem fundo, com espinhos ou lava;
- Inimigos estáticos ou inimigos programados para ir de encontro ao jogador;
- Temporizadores (visíveis ou invisíveis).

⁴¹ Disponível em: shorturl.at/bmpz6

⁴² Em original: “There’s nothing worse than an empty level you just walk through [...]”

⁴³ Jogabilidade ou *gameplay* refere-se a todas as experiências do jogador durante a sua interação com os todos os elementos que compõem um jogo, sendo literalmente “a forma que ele joga”.

A figura a seguir é do jogo *Kid Chameleon*, em que é possível observar alguns destes elementos, tais como: o personagem principal no topo da tela se esgueirando por uma passagem estreita; ao final da passagem blocos que irão desaparecer ao jogador entrar em contato; um inimigo programado para a ir de encontro ao jogador; pisos íngremes; temporizador no canto superior esquerdo da tela.



Figura 36: Cena do jogo *Kid Chameleon* (Mega Drive/Genesis, 1992).⁴⁴

À medida que o jogador avança no jogo, novas mecânicas e desafios são inseridos. O jogo vai mudando progressivamente, normalmente ficando com uma dificuldade mais atenuada. Uma das formas de mensurar o progresso e o estado atual do jogador durante o jogo, é o sistema de níveis. (COSTA e MARCHIORI, 2015, p. 50 apud Werbach e Hunter, 2012).

Para Schell (2008), os níveis são definidos como todos os espaços ou áreas durante o curso de um jogo em que há um dado objetivo a ser alcançado naquele nível. Normalmente também é se dito “passar de nível”, isto é, cumprir todos os desafios e alcançar o objetivo daquele nível para então ir para o próximo. Esta progressão serve para introduzir novas mecânicas e desafios, mantendo o interesse do jogador.

Os níveis podem ser expressos de diversas formas. Alguns diretamente de forma homônima, como “Nível 1”, ou “Nível C”. Outros também expressam níveis que são subníveis, descritos como “Nível 2-2” ou nível “2-F”. Níveis também podem ser expressos sem números mas com um título descritivo, geralmente aparecendo em mapas.

⁴⁴ Disponível em: <http://www.hardcoregaming101.net/wp-content/uploads/2017/07/kc01.png>

Alguns jogos podem não ter o uso explícito de níveis, mas estes contam com outras formas de se medir a progressão. Por exemplo, as missões presentes em jogos podem ser consideradas níveis, tecnicamente. As missões são cumpridas pelo jogador para que ele progrida no jogo, resolvendo os desafios de uma missão para pular para a próxima. Neste caso, eles se diferenciam apenas pelo fato de serem um tipo de objetivo estritamente expresso no jogo.



Figura 37: Mapa do jogo *Sonic The Hedgehog* (Master System, 1991), que ilustra os níveis do jogo, mostrando o nível chamado “Green Hill”.⁴⁵



Figura 38: Cena do jogo *Rain On Your Parade* (PC, 2021), onde são listadas as missões necessárias para continuar progredindo no jogo.⁴⁶

⁴⁵ Disponível em: <https://www.smspower.org/uploads/Screenshots/SonicTheHedgehog-SMS-WorldMap1.png>

⁴⁶ Disponível em: <https://gamefabrique.com/screenshots2/pc/rain-on-your-parade-01.big.jpg>

2.3.5 Inteligência Artificial

A inteligência artificial (que neste ponto em diante será abreviado como IA) trata-se de uma área de pesquisa de computadores que simula a capacidade de inteligência dos humanos. Esta definição entretanto é ampla e não se aplica exatamente quando no contexto de jogos eletrônicos.

Funge (2004) cunha o termo “*game AI*”, que literalmente significa inteligência artificial de jogos. A criação deste termo serve para diferenciar a IA tradicional de computadores e trabalhos científicos contra a inteligência artificial utilizada nos jogos. Esta diferenciação ocorre pois, nos jogos, o objetivo não é necessariamente entender o comportamento humano (do jogador, neste contexto) e aprender com ele. Muitas vezes, a IA nos jogos consiste apenas em um conjunto de regras a serem obedecidas por elementos do jogo e que podem ou não se adaptar às ações do jogador. Em outros jogos, entretanto, a IA já está programada para aprender com cada movimento feito pelo jogador para assim devolver uma resposta “inteligente”.

Um exemplo clássico de IA para jogos se encontram nos fantasmas do jogo *Pac-man*. (BIRCH, 2010). Neste jogo, o jogador assume o papel do personagem *Pac-man*, onde precisa coletar todos os itens em um labirinto enquanto foge de quatro fantasmas. Cada um destes fantasmas fica perseguindo o jogador de modo que se o fantasma tocar no jogador, ele perde.

Durante muito tempo o consenso era que os fantasmas andavam pelos labirintos de forma aleatória. Entretanto, cada um dos fantasmas tem um algoritmo próprio e exclusivo para se movimentar pelo labirinto, alguns deles sendo baseados até mesmo nas ações do jogador:

- O fantasma vermelho, chamado de *Blinky*, se movimenta baseado na posição atual do *Pac-man*, numa espécie de “perseguição míope”. Ele tende a demorar para alcançar o *Pac-man* pelo fato de repetir o padrão de movimentação exato feito pelo jogador;
- O fantasma rosa, chamado de *Pinky*, é mais audacioso e perigoso. Seu padrão de movimentação consiste em ir até onde o *Pac-man* está prestes a passar, como se estivesse esperando por ele. Este fantasma fica pelo menos quatro espaços à frente do *Pac-man* observando possíveis rotas;
- O fantasma azul, chamado de *Inky*, tem o padrão de movimentação mais imprevisível. Inicialmente, ele não se moverá até que o jogador tenha feito pelo menos 30 pontos.

Após isto ele começará a se mover e então usará a posição atual tanto do *Pac-man* quanto do fantasma vermelho, tentando ficar à frente do *Pac-man*, mas com apenas 2 espaços a frente, diferentemente do fantasma rosa;

- O fantasma laranja, chamado de *Clyde*, é o último a começar a se movimentar. Ele se moverá apenas quando mais de $\frac{1}{3}$ dos itens forem coletados no labirinto. Após isto, ele assume dois comportamentos baseados na proximidade com o *Pac-man*: quando ele está a oito ou mais espaços de distância ele se comporta como o fantasma vermelho. Quando a distância se torna inferior a oito espaços, ele simplesmente toma outro caminho, se afastando do *Pac-man*.

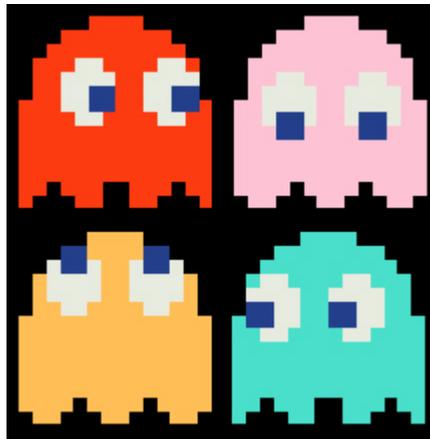


Figura 39: Os quatro fantasmas do jogo *Pac-man*.⁴⁷

2.3.6 Sons, Músicas e Efeitos Sonoros

“Mesmo com as limitações, os desenvolvedores de jogos foram capazes de criar simples porém memoráveis temas musicais (ou mesmo apenas *jingles*⁴⁸) para jogos como *Pac-man*, *Donkey Kong* e *The Legend of Zelda*.”⁴⁹ (ROGERS, 2010, p. 394, tradução nossa). Isto expressa que o elemento sonoro no jogo já é algo de longa data e uma preocupação dos desenvolvedores para tornar a experiência mais prazerosa e memorável.

Historicamente, sons e efeitos sonoros passaram por um longo caminho. Inicialmente os jogos começavam tendo apenas efeitos sonoros simples, bem agudos e intermitentes, apenas para exprimir alguma ação dentro do jogo. Com o surgimento dos jogos em 8-bits,

⁴⁷ Disponível em: <https://unwinnable.com/wp-content/uploads/2010/12/Pac-Man-Ghosts.jpg>

⁴⁸ Um *jingle*, no contexto de jogos, trata-se de um tema musical curto e relativamente simples, feito para ter uma associação direta com um jogo (ou uma parte dele) para tornar o jogo mais memorável com facilidade.

⁴⁹ Em original: “Even with the limitations, game creators were able to create some simple but memorable musical themes (or even just jingles) for games like Pac-Man, Donkey Kong, and The Legend of Zelda.”

dominados pelos consoles da *Nintendo* e da *Sega*, muitos jogos já contavam com temas musicais completos para as fases. Para o exemplo do console 8-bit da *Sega*, o *Master System*, as músicas eram compostas a partir de quatro canais de áudio diferentes. Na figura a seguir, é exibida uma visão osciloscópica de uma parte das trilhas sonoras do jogo *Fantasy Zone II: The Tears of Opa-Opa*, mostrando os quatro canais.



Figura 40: Visão osciloscópica de uma parte de uma música do jogo *Fantasy Zone II: The Tears of Opa-Opa* (Master System, 1987).⁵⁰

O impulso nas músicas nos jogos surgiu a partir dos consoles que usavam mídia de CD em vez de cartucho. Deste ponto em diante, as músicas para jogos poderiam ser produzidas como normalmente as músicas eram produzidas para álbuns musicais de artistas, com uma qualidade altíssima, maiores quantidades e em formatos mais acessíveis. Para Rogers (2010), uma perfeita sinergia entre os visuais de um jogo e sua trilha sonora conseguem tornar um jogo como um clássico absoluto. Vide exemplo da música tema da primeira fase do primeiro jogo do Sonic, a *Green Hill*. O visual da colina verdejante e brilhante com uma música de fundo extremamente bem executada e convidativa fez com que o jogo se tornasse memorável a partir do primeiro contato do jogador. Assim como nos filmes, a trilha sonora de um jogo proporciona um envolvimento do jogador, sendo tão importantes quanto.

⁵⁰ Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/n7EICviELdE/hqdefault.jpg>

2.4 A Taxonomia de Bloom em jogos educativos

Os jogos educativos precisam ter um objetivo didático específico - isto é, saber exatamente o que deseja-se ensinar - para apoiar ou promover processos de aprendizagem. (DONDI e MORETTI, 2007). Conforme apresentado as características dos jogos eletrônicos na seção anterior, tais elementos precisam estar em conformidade para que sejam atingidos os objetivos de um jogo educacional. Uma das formas de mensurar se o objetivo está sendo alcançado é avaliá-lo pela Taxonomia de Bloom.

A taxonomia, de forma geral, consiste numa ciência de classificação. Sendo assim, a Taxonomia de Bloom trata-se de um sistema de classificação feito com o objetivo de definir e distinguir três domínios de cognição humana, sendo elas: cognitivo, afetivo e psicomotor. Ela foi publicada originalmente em 1956 por uma equipe de psicólogos da Universidade De Chicago, sendo o nome “Bloom” vindo do presidente do comitê, Benjamin Bloom.

Mesmo que os níveis (cognitivo, afetivo e psicomotor) sejam abertamente discutidos e trabalhados, o domínio cognitivo tornou-se o mais utilizado (e portanto o mais conhecido) pelos educadores. (MARCHETI e BELHOT, 2010). Por este motivo foram criados seis níveis de aprendizagem, especificamente “objetivos de aprendizagem”. Em 2001 uma reformulação da taxonomia de Bloom modificou os nomes dos níveis. A seguir, os nomes originais e sua tradução em português: *Remember* (Relembrar), *Understand* (Entender), *Apply* (Aplicar), *Analyze* (Analisar), *Evaluate* (Avaliar) e *Create* (Criar). Os níveis são hierárquicos em forma de pirâmide, sendo ilustrados na imagem a seguir:

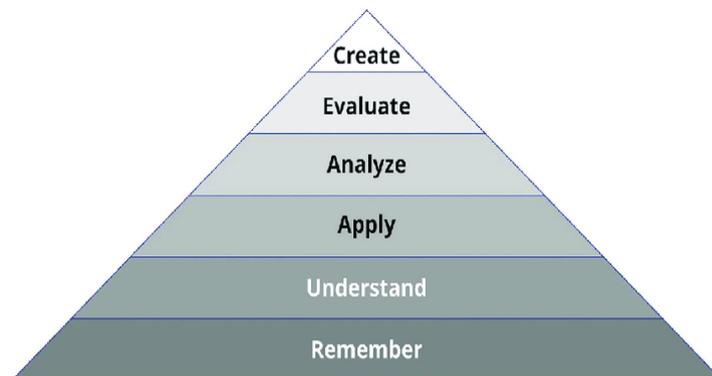


Figura 41: Representação gráfica dos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom.⁵¹

⁵¹ Disponível em: shorturl.at/bTZ59

Cada um dos níveis representa uma área importante para o aprendizado cognitivo, representando o que a pessoa no centro da aprendizagem precisa ser capaz de conseguir, de acordo com BUCHANAN, *et al.*, 2001:

- *Remember*: Deve ser capaz de se lembrar das ideias e das informações que forem apresentadas;
- *Understand*: Ser capaz de interpretar, discutir, fazer comparações e analogias, detectar similaridades e diferenças ou ainda explicar o conteúdo apresentado utilizando-se de suas próprias palavras;
- *Apply*: Deve ser capaz de aplicar ativamente um conceito apresentado, geralmente resolvendo algum problema relacionado àquele conceito;
- *Analyze*: Ser capaz de analisar o material ou tópico apresentado, conseguindo distinguir e fazer conexões entre todas as partes constituintes do mesmo;
- *Evaluate*: Ser capaz de verificar se o conhecimento adquirido está em conformes com o que foi apresentado;
- *Create*: A partir da verificação feita na etapa anterior, conseguir criar algo novo que seja coerente e funcional.

Ao desenvolver um jogo educacional, é preciso ter em mente um tipo de jogo que permita ao jogador conseguir alcançar cada um dos seis níveis cognitivos apresentados, aliados com o objetivo do jogo - isto é, o que exatamente o jogo quer ensinar. Para Boller e Kepp (2017), cada um dos níveis podem ser associados a certos tipos de jogos expressos por determinados verbos criados por Borton (2016), cujo se encontram reunidos na tabela a seguir:

Tabela 1 - Taxonomia de Bloom e os Tipos de Jogos

Nível Cognitivo	Verbos utilizados para os objetivos deste nível, para Borton (2016), em português	Tipos de jogos recomendados para este nível
Nível 1: Remember	Listar, identificar, reconhecer, nomear, selecionar, etc.	Jogos de puzzles, especialmente em formato de perguntas.
Nível 2: Understand	Explicar, contar, descrever, comparar, distinguir, resumir, etc.	Jogos de puzzles, <i>RPGs</i> focados em gerenciamento de inventário, jogos de exploração, <i>visual novels</i> . ⁵²
Nível 3: Apply	Usar, demonstrar, escolher, organizar, etc.	Jogos de simulação e jogos de puzzles que utilizem simulação.
Nível 4: Analyze	Analisar, comparar, categorizar, classificar, concluir, etc.	Jogos de estratégia e <i>RPGs</i> de estratégia.
Nível 5: Evaluate	Determinar, criticar, decidir, priorizar, deduzir, justificar, etc.	Jogos de simulação, <i>RPGs</i> .
Nível 6: Create	Compilar, criar, estimar, inventar, desenvolver, combinar, etc.	Jogos de puzzles que envolvem construções, jogos de simulação, <i>RPGs</i> .

Fonte: Adaptado de Boller e Kepp (2017, p. 60).

Um jogo não precisa atender de uma vez em sua integralidade todos os seis níveis expostos. Cada parte do jogo pode ser construída a fim de que cada parte consiga aplicar cada um dos níveis de desenvolvimento cognitivo. Boller e Kepp (2017) utilizam como exemplo um jogo para o desenvolvimento de habilidades de vendas e suporte ao usuário. A ideia é aprimorar as habilidades do jogador fazendo ele alcançar os níveis cognitivos completando tarefas relacionadas para cada nível:

- Inicialmente, selecionar as ferramentas apropriadas e necessárias para o início do suporte (Nível 1 - *Remember*);
- Explicar porque os recursos são úteis e como eles podem ser benéficos (Nível 2 - *Understand*);

⁵² Um *Visual Novel*, ou em português Romance Visual, é um tipo de jogo que tem seu foco em seu enredo, através na qual o jogador acompanha a história geralmente por meio de textos e imagens.

- Fazer as perguntas corretas para determinar as necessidades do cliente para então escolher os recursos de acordo com essas necessidades, adaptando a proposta de valor ao cliente (Nível 3 - *Apply*);
- Comparar os métodos utilizados para levantar um dado produto com outros levantados anteriormente (Nível 4 - *Analyze*);
- Superar as expectativas do cliente ou então resolver possíveis discordâncias (Nível 5 - *Evaluate*);
- Por fim, com um cliente real, aplicar tudo que foi visto anteriormente e criar uma proposta de venda (Nível 6 - *Create*).

2.5 Considerações finais

Este capítulo apresentou todo o conteúdo teórico que foi estudado para embasar este projeto. A seção 2.1 serviu de introdução para mostrar como o ambiente lúdico consegue se sair de forma excepcional como ferramenta impulsionadora da aprendizagem. A seção 2.2 mostrou um histórico da origem dos jogos eletrônicos terminando precisamente na fase da chegada dos *smartphones*. A seção 2.3 fez a ligação com a seção 2.2 ao exemplificar todos os elementos que constituem um jogo eletrônico, finalizando então com a seção 2.4 que explica como a Taxonomia de Bloom pode ser utilizada como uma ferramenta de avaliação de aprendizagem em jogos educativos. Toda esta fundamentação teórica será utilizada como base para o desenvolvimento do jogo proposto por este trabalho.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Todos os anos, jogos educativos são lançados e eles merecem uma atenção especial para mostrar ao público novas ideias de como jogos são utilizados como ferramentas lúdicas. Estes jogos costumam ganhar mais visibilidade no meio acadêmico, seja em trabalhos de conclusão do curso e similares ou ainda em simpósios anuais direcionados para jogos, como o Simpósio Brasileiro de Games⁵³. Neste capítulo serão apresentados alguns jogos educativos que possuem a proposta similar ao do *FlashMath*, isto é, jogos educacionais que têm seu foco na aprendizagem de conceitos matemáticos de cálculo.

3.1 Tabuada da Velha (HENRIQUE, et al., 2015)

Trata-se de um jogo educacional desenvolvido com o propósito de ensinar e fixar conceitos matemáticos de adição e subtração, sendo desenvolvido na plataforma *Construct 2*⁵⁴. O conceito do jogo é misturar cálculos com o tradicional jogo da velha.



Figura 42: Tela inicial do jogo Tabuada da Velha.⁵⁵

O processo do desenvolvimento do jogo se deu através da metodologia ágil *Scrum*, metodologia de desenvolvimento baseadas em *sprints*, isto é, reuniões semanais e blocos de desenvolvimento contínuo através de um dado período de tempo. A plataforma utilizada foi o *Construct 2*, que utiliza HTML5 e AJAX. O estilo de codificação nessa plataforma é *drag and drop*, que consiste em pegar e soltar os elementos previamente prontos, o que efetivamente reduz a codificação necessária para a construção.

⁵³ <https://www.sbgames.org/>

⁵⁴ <https://www.construct.net/en/construct-2/download>

⁵⁵ Fonte: HENRIQUE, et al. (2015).

A mecânica do jogo consiste nas regras do jogo da velha tradicional, em que para a vitória é necessário combinar três elementos (que neste jogo são frutas) iguais na horizontal, vertical ou diagonal em um tabuleiro 3x3. Contudo, o ponto deste jogo é que para que a fruta permaneça no tabuleiro é necessário que o resultado do cálculo (da adição ou subtração) tenha sido respondido corretamente. O cálculo em questão se encontra nas próprias frutas. Se a resposta estiver correta, o acerto é registrado e a fruta fica na posição indicada. Caso contrário, ela volta para a posição original e o erro também é registrado. Ainda é possível que o jogador reinicie o tabuleiro, colocando todas as peças de volta ao seu lugar, mas isto não zera o contador de acertos e erros. O jogador 1 é representado pela maçã e o jogador 2 pela laranja.



Figura 43: Telas do jogo, onde cada um mostra um tipo de cálculo diferente.⁵⁶

3.2 Trilha Matemática (LISE e BRANCHER, 2004)

O jogo Trilha Matemática é um jogo educacional focado para ser multiusuário competitivo utilizando a rede local, em que o objetivo do jogador é ser o primeiro a conseguir chegar ao final de um labirinto bidimensional. Contudo, para avançar no labirinto, é necessário que o jogador resolva a cada rodada uma expressão matemática que engloba as quatro operações matemáticas básicas. O jogo preza pela agilidade de seu jogador em resolver as expressões, sendo portanto um jogo de raciocínio rápido.

É possível o jogo ser jogado com apenas um jogador, mas a proposta de Lise e Brancher (2004) é que o educador crie um ambiente com vários alunos para estimular a competitividade e o aprendizado coletivo. O público alvo é para alunos do 5º ano do ensino fundamental.

⁵⁶ Fonte: HENRIQUE, et al. (2015).



Figura 44: Tela inicial do jogo, onde são adicionados os jogadores da rede local.⁵⁷



Figura 45: Tela do jogo onde o jogador resolve as expressões e anda no labirinto.⁵⁸

3.3 FRADE, et al., (2015)

O jogo desenvolvido por FRADE *et al.* (2015) não possui um nome definido. Ele consiste em um jogo de plataforma 3D que utiliza Realidade Virtual⁵⁹ em que o objetivo é ultrapassar os obstáculos e coletar todas as moedas em cada fase. Ao tentar coletar uma moeda, o jogador precisa resolver uma questão matemática. Caso acerte, a moeda é coletada, caso contrário o jogador retorna para a posição inicial. O jogo foi construído na plataforma *Unity*. A proposta do jogo é que educadores possam fazer login no jogo e inserir as suas próprias expressões matemáticas de acordo com o nível de seus alunos e/ou o que o educador quer abordar nos cálculos.

⁵⁷ Fonte: LISE e BRANCHER (2004)

⁵⁸ Fonte: LISE e BRANCHER (2004)

⁵⁹ A Realidade Virtual é um tipo de tecnologia utilizada entre um usuário e algum sistema operacional para criar a sensação de profundidade e presença em algum meio digital, utilizando visões em 360° de câmera.

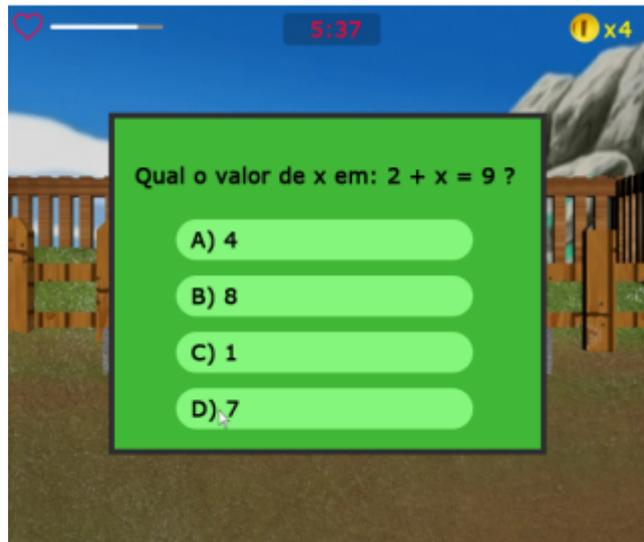


Figura 46: Tela do jogo mostrando a operação matemática ao tentar coletar uma moeda.⁶⁰



Figura 47: Tela do cadastro de enunciados para as operações matemáticas que aparecerão no jogo.⁶¹

3.4 Considerações finais

Este capítulo mostrou três jogos educacionais que contém uma proposta educacional que consiste na aprendizagem de aritmética básica. Todos os jogos apresentados conseguem cumprir este papel com cada um tendo suas particularidades para aliar algum fator diferenciado juntamente a ideia de cálculo.

Para o primeiro jogo, “Tabuada da Velha” de HENRIQUE, et al., (2015), o conceito foi misturar o jogo da velha com as operações matemáticas. O segundo jogo, “Trilha Matemática” de LISE e BRANCHER (2004) uniu o conceito de exploração 2D em labirintos

⁶⁰ Fonte: FRADE, et al., (2015)

⁶¹ Fonte: FRADE, et al., (2015)

com as operações matemáticas. Por fim, o jogo sem título definido de FRADE, et al., (2015) foi mais além ao unir plataforma 3D em Realidade Virtual junto com as operações matemáticas.

O *FlashMath* contém a sua própria proposta que se encaixa nas motivações dos jogos mostrados anteriormente. O projeto deste TCC visa ensinar e fixar conceitos de aritmética básica. Para o *FlashMath* a proposta é unir elementos de jogabilidade *Arcade* com a matemática. Não haverá mistura de gênero com outro, como por exemplo apresentado no jogo “Tabuada da Velha”. A ideia do *FlashMath* é ser uma experiência mais direta, rápida e recompensadora, de modo que o jogador pegue o jogo e imediatamente jogue-o, sem tutoriais ou explicações de mecânicas. Todos estes conceitos serão detalhados no capítulo a seguir.

4. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO MOBILE EDUCACIONAL PARA O DOMÍNIO DE CÁLCULO MENTAL

O jogo *FlashMath* é o produto de desenvolvimento deste TCC, que consiste em um jogo educacional para aprimorar o domínio de cálculo mental. Este capítulo será dividido em duas seções: A primeira é reservada para o detalhamento de todos os aspectos do jogo, cobrindo a sua proposta, desenvolvimento e todas as características do jogo em si. A segunda parte será dedicada para descrever todas as partes constituintes do *FlashMath*, cobrindo a sua documentação e suas funcionalidades, com o produto de software pronto.

4.1 Aspectos constituintes do FlashMath

4.1.1 Proposta

Existem diversos jogos educacionais disponíveis, cada qual com sua proposta e motivações sobre o que querem ensinar ao jogador. No capítulo anterior foram apresentados alguns jogos que visam trabalhar com o ensino da matemática de forma lúdica. A proposta do *FlashMath* também é ensinar matemática de forma lúdica, com as suas particularidades.

FlashMath é um jogo educacional que tem seu foco em aprimorar habilidades de aritmética básica - especificamente no tema de cálculo mental. Cálculo mental é uma habilidade que consiste em efetuar operações matemáticas relativamente simples sem que seja necessário auxílio externo (como lápis e papel ou calculadora), usando apenas o cérebro para calcular.

O jogo não só tem seu objetivo de apenas promover a prática de cálculos mentais, mas também que eles sejam efetuados *rapidamente*. Portanto, este é o motivo do nome do jogo se chamar *FlashMath* - calcular matemática de forma rápida. Assim, a parte principal do jogo consiste em responder corretamente expressões matemáticas em um dado tempo. Mas esta não é a única parte do *FlashMath*. A proposta também consiste em contar com uma espécie de “tutorial” em que o jogador pode ler a respeito de algumas técnicas para cálculo mental. Isto ajudaria o jogador a se sair melhor no jogo principal, o que conseqüentemente faria o jogador se sair melhor calculando expressões matemáticas no mundo real.

4.1.2 Desenvolvimento

O desenvolvimento de um jogo, assim como qualquer outro tipo de produto, carece de uma metodologia de desenvolvimento apropriada que consiste em seguir algumas etapas e produzir partes constituintes. Muitos autores e autoras produzem diversas abordagens na área de criação de jogos. Para este projeto, a abordagem proposta por PERUCIA (2005) foi a escolhida. Ela consiste na realização das seguintes etapas:

- *Game Design*: Consiste na modelagem dos aspectos conceituais do jogo, identificando-se como o jogador irá interagir com o jogo, o que ele irá ver, as telas do jogo, etc. Normalmente os participantes da produção discutem possibilidades de como o jogo será e são feitos vários *mockups*⁶².

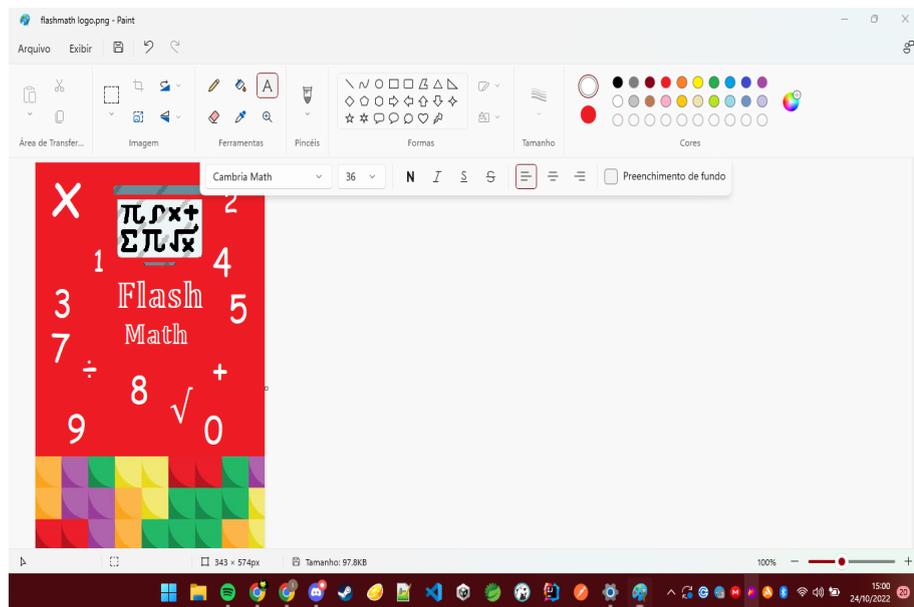


Figura 48: Print da modelagem da tela-título do jogo, feito no aplicativo *Paint* (Windows 11).⁶³

- *Documentação*: Nesta etapa é produzido um documento, que é unido com o que foi produzido na etapa anterior, chamada *GDD - Game Design Document*, ou um documento similar. Neste documento são mostradas todas as especificações através de uma lista de itens que são detalhadas a partir das ideias obtidas na etapa de *Game Design*. A lista de itens se encontram na tabela 2:

⁶² Mockups são representações visuais de um determinado projeto ou ideia, feitos em escala ou em tamanho real. Normalmente possuem seus designs bastante próximos ao produto final.

⁶³ Fonte: elaboração própria.

Tabela 2 - Itens da Documentação do Game Design

Item	Descrição
Descrição	Detalhamento do que consiste o jogo e seu(s) objetivo(s).
Motivação	Todos os elementos que possam atrair o jogador para jogar o jogo.
Diferencial	Características que fazem o jogo se destacar perante a outros.
Gênero	Qual a classe de jogos que o jogo pode ser classificado.
Público Alvo	Descrição do tipo de jogador que na qual o jogo se destina.
Formas de Jogo	Todas as formas que o jogador terá de jogar o jogo.
Diretivas de Arte	Descrição de como serão as artes do jogo. Isto inclui gráficos, elementos de <i>UI</i> ⁶⁴ , etc.
Arte Conceitual	Exemplo de arte encontrada no jogo.
Interface do Jogo	Exemplos de interface, geralmente expressas em <i>mockups</i> .

Fonte: Adaptado de VAZ (2018).

O GDD é um documento muito importante para o desenvolvimento de um jogo. Ainda que não seja obrigatório produzi-lo, é muito recomendado produzir um, ou ao menos produzir um documento similar. Mantê-lo constantemente atualizado também é essencial. Assim, conforme as mudanças vão surgindo, toda a equipe sempre terá a mesma visão do projeto. (CUNHA, 2020)

- *Desenvolvimento*: A partir desta etapa o conteúdo do jogo começa a ser produzido. Isto inclui todos os aspectos, como mecânicas, fases, modos, etc. Vale salientar que, como sendo um produto de um *software*, é possível aplicar metodologias de desenvolvimento típicas desta área, como o *Scrum*⁶⁵, por exemplo.

⁶⁴ UI é abreviação de *User Interface*, que consiste nas partes em que há interação direta do usuário com o *software*, através de por exemplo, botões, gestos, etc.

⁶⁵ *Scrum* é um tipo de metodologia de desenvolvimento que foca em boas práticas de gerenciamento de projetos complexos, em que geralmente não se tem conhecimento de todas as etapas ou necessidades do produto.

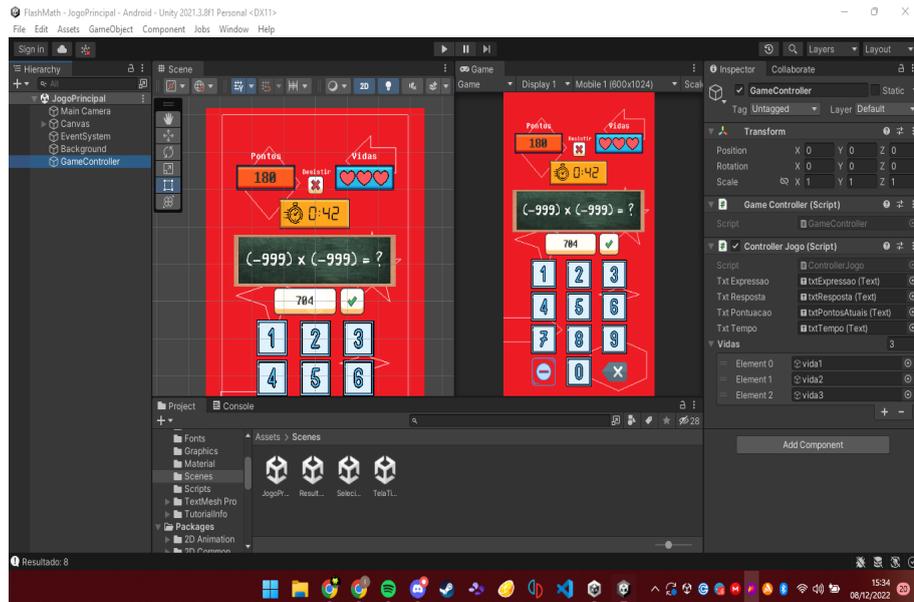


Figura 49: Modelagem de uma das partes do jogo sendo feitas no Unity.⁶⁶

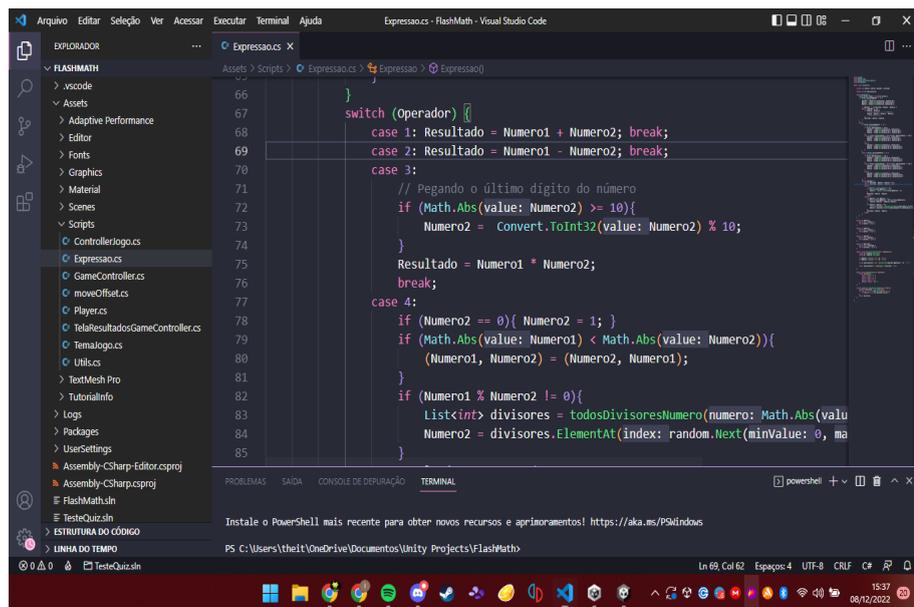


Figura 50: Print de um dos códigos que fazem parte da programação do *FlashMath*, sendo feitas no aplicativo *Visual Studio Code*.^{67, 68}

⁶⁶ Fonte: elaboração própria.

⁶⁷ <https://code.visualstudio.com/>

⁶⁸ Fonte: elaboração própria.

- *Testes*: Sendo uma etapa crucial antes de entregar o jogo, são feitos vários tipos de testes para garantir que o produto está atendendo às características esperadas. São feitos tipos de testes para verificar bugs e se as propostas do jogo estão funcionando conforme o esperado.

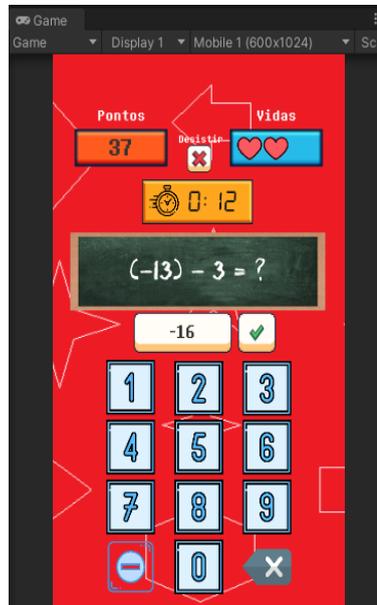


Figura 51: Print da seção “Game” do Unity, em que é possível visualizar o jogo sendo executado e podendo testar ajustes de possíveis tamanhos diferentes de tela.⁶⁹

Após a etapa de testes ainda podem vir etapas adicionais conforme a necessidade, como uma possível etapa de implantação, por exemplo. No caso do *FlashMath*, sua implantação seria, após ter o arquivo do jogo pronto, instalá-lo em algum dispositivo *Android* compatível.

4.2 Resultados e Discussões

Após o detalhamento de todos os aspectos constituintes do *FlashMath*, conforme explicado na seção anterior, a produção de um documento que contém todas especificações do jogo foi criada. Ainda que ele não seja um GDD propriamente dito, ele segue padrões do formato do mesmo. A próxima seção é reservada para detalhar todos estes aspectos.

⁶⁹ Fonte: elaboração própria.

4.2.1 Documentação do *FlashMath*

4.2.1.1 Descrição

FlashMath é um jogo digital educacional para *smartphones Android* que visa a fixação de conceitos de aritmética básica, focado no campo de cálculo mental. O jogo foi desenvolvido através de uma *game engine*⁷⁰ chamada *Unity* que utiliza *C# (C Sharp)* como sua linguagem de programação.

4.2.1.2 Motivação

A área de jogos educacionais é rica e enriquecedora, e sempre há espaço para alguma ideia que vise aprendizado de alguma forma. O *FlashMath* surgiu como uma dessas ideias para que proporcione diversão e aprendizado, além de colocar os conhecimentos adquiridos na graduação em Ciência da Computação em prática durante seu desenvolvimento.

4.2.1.3 Diferencial

Ainda que existam muitos jogos do gênero educacional focados em matemática, há poucos deles que tenham um aspecto mais *arcade* e mais direto, onde o jogador apenas pega e joga o jogo casualmente. Este jogo foi criado para ser uma experiência mais divertida e casual, mas que ainda seja educativa, se destacando dos demais.

4.2.1.4 Gênero

FlashMath se enquadra na categoria de jogo educacional estilo quiz.

4.2.1.5 Público Alvo

O jogo destina-se ao público geral, mas é recomendado que o jogador tenha conhecimento mínimo envolvendo pelo menos dois dos quatro tipos de operações básicas.⁷¹

4.2.1.6 Forma do Jogo

O usuário poderá escolher o jogo principal, em que haverá três níveis de dificuldade para escolher. O usuário também poderá escolher a opção de aprendizado, que mostra dicas de técnicas de cálculo mental.

⁷⁰ *Game Engines* ou “motores de jogo” são um tipo de software que tem seu principal objetivo desenvolver jogos, geralmente incluindo bibliotecas de códigos e gráficos relativos a esta área.

⁷¹ Os quatro tipos de operações básicas são: adição, subtração, multiplicação e divisão.

4.2.1.7 Diretivas de Arte

O design do FlashMath segue uma proposta simplista, similar aos jogos deste gênero. É utilizado cores vibrantes mas com poucas informações para dar destaque e nem distrair o jogador. Uma interface de *UI* própria é utilizada como teclado, para facilitar a entrada das respostas.

4.2.1.8 Arte Conceitual

A arte conceitual foi modelada no próprio *Unity*, utilizando uma versão beta do jogo para testar as funcionalidades principais do *FlashMath* em sua versão final. Com base nos testes, a versão final foi elaborada para ser similar a esta, apenas com mudança nos gráficos e no posicionamento de certos elementos.

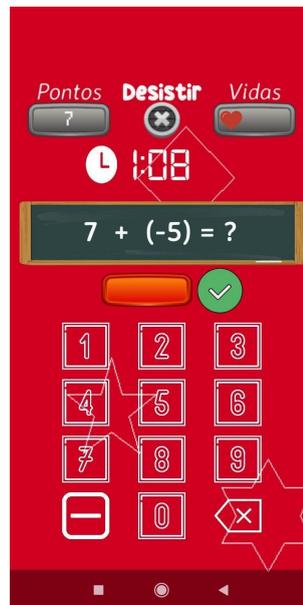


Figura 52: Arte conceitual do modo de jogo principal do *FlashMath*.⁷²

4.2.1.9 Interface do Jogo

Ao iniciar o jogo, o usuário poderá escolher as opções de: jogar o jogo principal, entrar no menu de dicas ou fechar o jogo. Ao escolher jogar o jogo, ele poderá escolher a dificuldade e no menu de dicas escolher qual técnica quer visualizar. Independentemente do menu escolhido, o jogador poderá voltar ao menu principal e sair do jogo.

⁷² Fonte: elaboração própria.

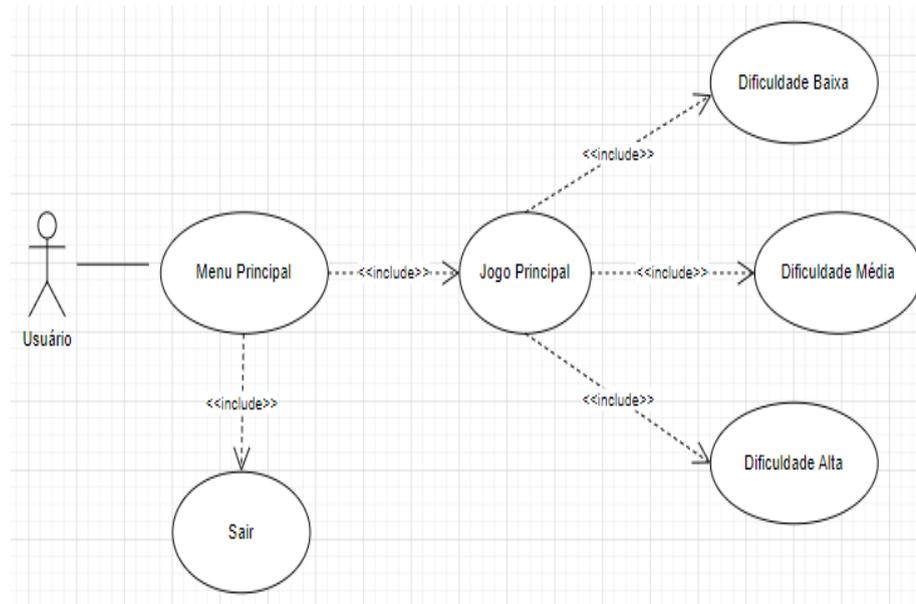


Figura 53: Diagrama UML de caso de uso *FlashMath*, descrevendo a ação de jogar o jogo principal e em uma dada dificuldade.⁷³

4.2.2 Estrutura

Após a conclusão da documentação do jogo, foi possível traçar um esquema de ciclo do aplicativo, onde se mapeou todas as ações e fluxos possíveis de acontecer. Para ilustrar esse ciclo, foi criado um diagrama de caso de uso seguindo o padrão UML. A UML é uma notação para modelagem de objetos da vida real nas aplicações. Um diagrama de caso de uso é um tipo de diagrama em que são descritas as funcionalidades de um sistema e como as partes constituintes (usuário e a aplicação por exemplo) interagem com os mesmos. A figura a seguir ilustra todas as possíveis interações que o jogador pode ter com o aplicativo. O diagrama foi feito no site de modelagem online *Draw.io*.⁷⁴

⁷³ Fonte: elaboração própria.

⁷⁴ <https://app.diagrams.net/>

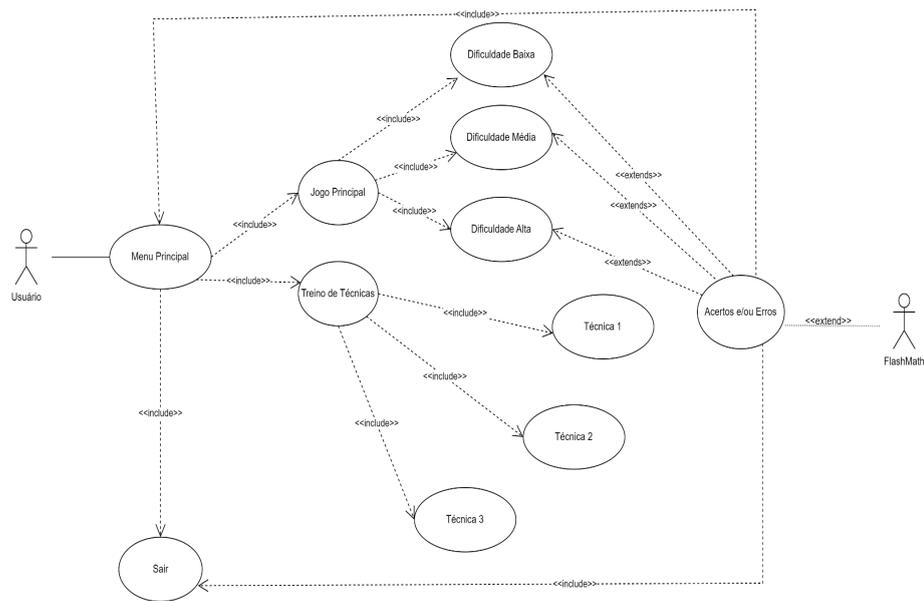


Figura 54: Diagrama de caso de uso entre o usuário e o software *FlashMath*.⁷⁵

O diagrama ilustra todos os caminhos possíveis da interação entre o usuário (o jogador) e o *FlashMath*. O usuário é responsável por interagir com o sistema escolhendo qual tipo de jogo será jogado e entrando com as respostas. Em ambos os tipos de jogos, o *FlashMath* é responsável por mostrar todos os acertos e/ou erros cometidos pelo jogador, assim como sua pontuação final. A partir deste ponto o jogador pode escolher entre voltar ao menu principal ou sair do jogo.

4.2.3 Funcionalidades

Após passar por todas as etapas descritas nas seções anteriores, foi criado um *software* funcional que atende a determinadas características. Tais características foram definidas através de funcionalidades necessárias para o produto de *software*. Todas as funcionalidades presentes no *FlashMath* serão expostas a seguir, acompanhadas de figuras ilustrativas.

4.2.3.1 Tela de Título e Menus Principais

Quando o jogador iniciar o jogo ele irá se deparar com uma tela de título inicial. Após isto ele irá navegar entre outras telas do jogo que correspondem aos menus para que ele selecione o tipo de jogo, dificuldade ou então saia do jogo.

⁷⁵ Fonte: elaboração própria.



Figura 55: Tela-título do *FlashMath*.⁷⁶

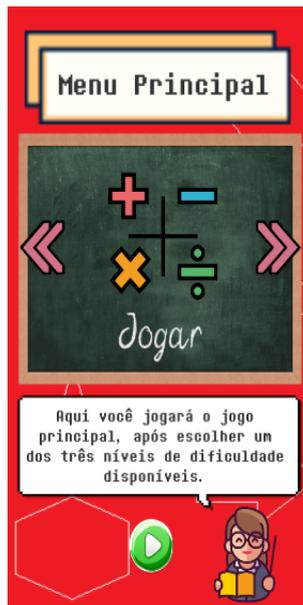


Figura 56: Print do menu principal do *FlashMath*, na opção “Jogar” selecionada.⁷⁷

⁷⁶ Fonte: elaboração própria.

⁷⁷ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.2 Tela do Menu de Dificuldades do Jogo Principal

Nesta tela o jogador irá escolher qual será o nível de dificuldade que será aplicado ao jogo principal, afetando as mecânicas do jogo como um todo. O jogo fornece três tipos de dificuldade ao jogador: baixa, média e alta. Cada dificuldade obedece a um conjunto de regras predeterminadas:

- Na dificuldade baixa apenas as operações de soma e subtração irão aparecer; A faixa de números utilizados nas operações irá variar apenas entre 0 e 10; Não irão aparecer operações matemáticas cujo resultado seja um número negativo.
- Na dificuldade média todas as quatro operações básicas serão usadas, mas a multiplicação e a divisão irão aparecer apenas quando o jogador atingir pelo menos 200 pontos; O formato da multiplicação nunca será entre um número de dois ou mais dígitos vezes outro número de dois ou mais dígitos; As operações envolvendo divisão só acontecem entre números cujo resultado seja um número inteiro; A faixa de números utilizados nas operações irá variar entre -100 e 100;
- Na dificuldade alta todas as quatro operações básicas podem aparecer desde o início do jogo; As operações envolvendo divisão continuam a acontecer entre números cujo resultado seja um número inteiro; A faixa de números utilizados nas operações irá variar entre -999 e 999;



Figura 57: Tela de seleção de dificuldade do *FlashMath*, na opção “Média” selecionada.⁷⁸

⁷⁸ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.3 Tela do Jogo Principal

Nesta tela ocorre o jogo propriamente dito. É exibido no centro da tela escrita em uma lousa a operação matemática atual em que o jogador deve responder. Abaixo dela, é exibido a entrada atual do jogador e um botão de confirmar resposta. O jogador pode digitar sua resposta através dos botões dispostos em forma de teclado que aparecem na tela, indo do número 0 ao 9, mais dois botões: um para inserir o sinal de negativo na resposta (tratando assim a resposta como um número negativo) e outro para deletar o último dígito inserido. Acima da operação matemática exibida, encontram-se: o contador de pontos, que informam a quantidade atual de pontos do jogador; Um botão de desistir para o jogador sair imediatamente do jogo; Abaixo deste, o cronômetro com o tempo restante para o jogador inserir a resposta - para cada resposta correta o jogador ganha um total de pontos igual ao tempo restante do cronômetro. Após isto, o cronômetro é reiniciado e uma nova expressão matemática é gerada. Por fim, o contador de vidas, que mostra a quantidade atual de vidas do jogador.



Figura 58: Tela do jogo principal do *FlashMath*.⁷⁹

⁷⁹ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.4 Tela de Acertos e/ou Erros

Esta tela aparece após o jogador encerrar seu jogo principal. Nesta tela são exibidas a quantidade final de pontos do jogador e suas respostas erradas juntamente com o resultado correto delas. Também se encontram três botões, onde o jogador pode tentar novamente, voltar ao menu principal ou sair do jogo.

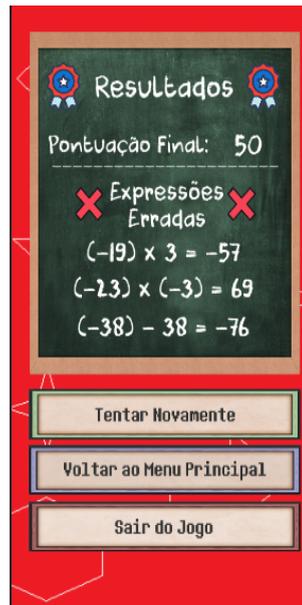


Figura 59: Tela de resultados após uma partida no *FlashMath*.⁸⁰

⁸⁰ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.5 Tela de Seleção de Técnicas

Após o jogador selecionar a opção de técnicas no menu principal, ele é direcionado para esta tela. Aqui o jogador poderá escolher qual dos três tipos de técnicas ele irá querer visualizar.



Figura 60: Tela do menu de seleção de técnicas.⁸¹

4.2.3.6 Tela de Explicação de Técnicas

Estas técnicas visam aumentar a proficiência do jogador em realizar cálculos mentais, associadas a cada nível de dificuldade do jogo principal. Após selecionar a técnica na tela anterior, o jogador é direcionado para uma tela onde é feita a explicação de como aplicar. A partir daí o jogador pode voltar ao menu principal para poder iniciar um jogo no jogo principal já podendo levar em consideração aplicar a técnica recém vista.

Cada explicação das técnicas contém um número de páginas, onde o jogador pode tocar nas setas para avançar ou retroceder uma página. O objetivo principal é que estas técnicas possam ajudar o jogador a conseguir mais pontos no jogo, aprimorando ainda mais suas habilidades de cálculo mental.

⁸¹ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.6.1 Técnica de Arredondamento

Voltada para a dificuldade baixa, esta técnica consiste em arredondar um dos números presentes na operação (ou os dois) para um número mais redondo, como o 0, 2 ou 10. Feito o cálculo, é retirada a diferença que foi inserida no momento do arredondamento.

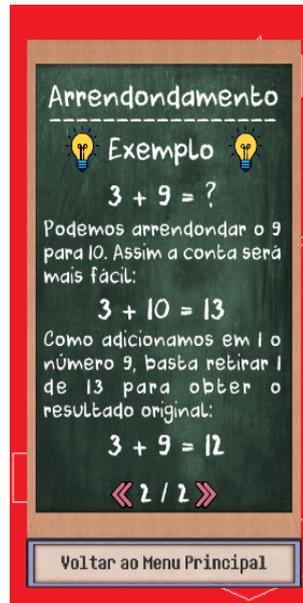


Figura 61: Tela da página 2 da explicação sobre a técnica de arredondamento.⁸²

⁸² Fonte: elaboração própria.

4.2.3.6.2 Técnica da Divisibilidade

Voltada para a dificuldade média, esta técnica consiste em relembrar ao jogador a divisibilidade dos números, que ajudará a efetuar operações de divisão. Cada número pode atender a um critério de divisibilidade entre os números de 2 a 10.

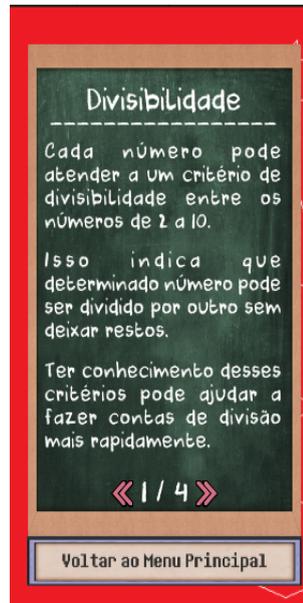


Figura 62: Tela da página 1 da explicação sobre a técnica de divisibilidade.⁸³

⁸³ Fonte: elaboração própria.

4.2.3.6.3 Técnica da Fatoração

Voltada para a dificuldade alta, esta técnica visa melhorar o acerto de contas de multiplicação entre números de dois ou mais dígitos vezes outros números. A fatoração consiste em transformar os números presentes na multiplicação em números menores que são mais fáceis de se calcular mentalmente.

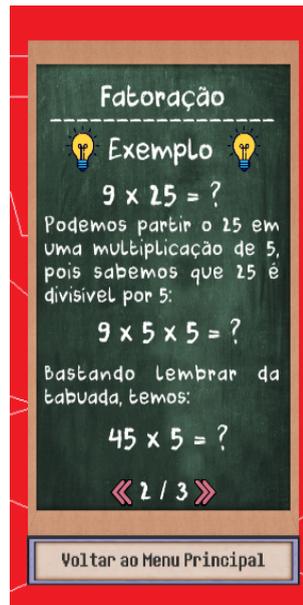


Figura 63: Tela da página 2 da explicação da técnica de fatoração.⁸⁴

⁸⁴ Fonte: elaboração própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visualizamos durante a progressão deste trabalho, um histórico dos jogos e o conceito por trás dos jogos educacionais, assim como uma forma de mensurar seu nível de aprendizagem. De forma similar, vimos exemplos de como jogos poderiam ser utilizados de forma lúdica ao se propor a ensinar ou fixar conceitos de matemática - um assunto que ainda é bastante difícil de se aprender para muitas pessoas. Estes jogos serviram de exemplo para a criação de um jogo educacional que pudesse minimizar esse abismo de aprendizagem de matemática, por um estudo de caso.

Ainda que a criação não só de jogos, mas de qualquer *software* de forma geral seja um processo complexo, longo e cansativo, é importante o investimento em formas de se alcançar todos (ou pelo menos a maioria) do público para que as oportunidades de aprendizado sejam estendidas. Então é válido todo o esforço construído para alcançar este objetivo.

Sendo assim, foi possível construir uma espécie de “ponte” para este aprendizado através do produto do estudo de caso: o *FlashMath*, feita para ser adicionada no rol dos jogos educativos voltadas para o aprendizado de matemática. Apesar de tudo, o céu é o limite - então muitas coisas interessantes ainda poderiam ser incluídas em versões futuras do *FlashMath*. Como por exemplo, pequenas mecânicas que bonifiquem o jogador caso ele seja mais rápido ainda em responder corretamente ou outros modos de jogo que envolvam as expressões matemáticas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Paulo Nunes de. **Atividade Lúdica: técnicas e jogos pedagógicos**. São Paulo, SP: Loyola, 2003.
- AMORIM, Antonio. **Jogos Eletrônicos Interativos: A Origem dos Jogos Eletrônicos**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- APRENDIZAGEM. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/aprendizagem/>>. Acesso em 5 abr. 2022.
- BARTON, Linda G. **Quick Flip Questions for Critical Thinking**. [S. l.]: Edupress, 2016.
- BATISTA, G.; NOVAES, L.; FARBIARS, A. **Jogos: desenvolvendo competências e habilidades**. VIII Simpósio Brasileiro de Games, 2009.
- BIRCH, Chad. **Understanding Pac-Man Ghost Behavior**. [S. l.], 2 dez. 2010. Disponível em: <<https://gameinternals.com/understanding-pac-man-ghost-behavior/>>. Acesso em: 2 maio 2022.
- BOLLER, Sharon; KAPP, Karl M. **Play to Learn: Everything You Need to Know About Designing Effective Learning Games**. [S. l.] Association for Talent Development, 2017.
- BOUCHARD, Philip R. **How I Managed to Design the Most Successful Educational Computer Game of All Time**. Medium, 2017. Disponível em: <<https://medium.com/the-philipendium/how-i-managed-to-design-the-most-successful-educational-computer-game-of-all-time-4626ea09e184>> Acesso em: 27 mar. 2022.
- BRESCIANI, A. A. **A guerra dos botões: a estética da violência nos jogos eletrônicos**. Curso em Ciências Sociais. Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília, Universidade Estadual Paulista, 2001.
- BUCHANAN, L.; WOLANCZYK, F.; ZINGHINI, F. **Blending bloom's taxonomy and serious game design**. In: Proceedings of the International Conference on Security and Management (SAM). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2011. p. 1.
- CLUA, E., BITTENCOURT, J. **Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação**. Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1313-1356, São Leopoldo, Brasil, Julho de 2005.

COOPEE, TODD. **Atari Video Computer System (1977)**. [S. l.], 28 dez. 2015. Disponível em: <<https://toytales.ca/atari-2600>>. Acesso em: 6 abr. 2022.

COSTA, Amanda Cristina Santos; MARCHIORI, Patricia Zeni. **Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência**. InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, [s. l.], ed. 2, p. 44-65, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912/103928>. Acesso em: 27 abr. 2022.

CUNHA, Kátia Gomes; **GAME DESIGN DOCUMENT: O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS E OS EDUCADORES**. Orientador: Profa Ma. Andrezza Cristina da Silva Barros Souza. 2020. Monografia (Licenciatura em Computação e Informática) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Angicos - RN, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5047>. Acesso em: 19 out. 2022.

DRUCKER, Steven; ZELTZER, David. **CamDroid: A System for Implementing Intelligent Camera Control**. Association for Computing Machinery, [s. l.], p. 139-144, 15 abr. 1995. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/sig95symp.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

DOMINGOS, Carlos. **Oportunidades Disfarçadas**. 1. Ed. São Paulo: Sextante, 2009.

DONDI, C.; MORETTI, M. **A methodological proposal for learning games selection and quality assessment**. British Journal of Educational Technology, 2007.

ERIKSSON, B; MUSIALIK, M; WAGNER, J. **Gamification engaging the future**. 2012. 18f. Bachelor Thesis -Department of Computer Science and Engineering, University Of Gothenburg, Gothenburg, 2012. Disponível em: <https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/30037/1/gupea_2077_30037_1.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

FRADE, Bruna; ALIXANDRE, Bruno; SOUSA, Pedro. **Desenvolvimento de um jogo Sério com Uso de Realidade Virtual Aplicado ao Ensino da Matemática**. SBC – Proceedings of SBGames 2015, [s. l.], p. 802-808, novembro de 2015. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/cultura-full/147045.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

FUNGE, John. **Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction**. [S. l.]: A K PETERS, 2004.

HENRIQUE, M.; MORAIS, I.; AZEVEDO, S.; ALBUQUERQUE, V. **Tabuada da Velha: Um Jogo Educacional Sobre Adição e Subtração**. Anais dos Workshops do IV Congresso

Brasileiro de Informática na Educação. p. 310-317, 2015. Disponível em: <<http://ojs.sector3.com.br/index.php/wcbie/article/view/5993/4192>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens. A Study of the Play-Element in Culture**. [S.l.]: Beacon Press, 1971.

LEUZINGER, Gustavo. **A Era dos Smartphones: Um estudo Exploratório sobre o uso dos Smartphones no Brasil**. Orientador: Edmundo B. Dantas. 2014. Monografia (Bacharelado em Publicidade e Propaganda) - Faculdade de Comunicação Social da Universidade de Brasília, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/9405/1/2014_GustavoLeuzingerCoutinho.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

LIMA, Rafael et al. **A Estrutura Narrativa Dos Jogos Eletrônicos**. SBC – Proceedings of SBGames, pp. 695-698, 2015, Teresina, PI, 11 nov. 2015. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/artesedesign-short/147515.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

LISE, Douglas Matté; BRANCHER, Jacques Duílio. **Trilha Matemática: Um Jogo Multiusuário Para Treinamento em Matemática Básica**. MEMORIAS TISE 2004, [s. l.], p. 204-205, 2004. Disponível em: <http://www.tise.cl/2010/archivos/tise2004/sf/s04.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2022.

LÚDICO. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/ludico/>>. Acesso em 5 abr. 2022.

MANSON, Michael. **História dos Brinquedos e dos Jogos**. Lisboa, Portugal: Teorema, 2002.

MARCHETI, Ana Paula; BELHOT, Renato. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Gestão & Produção, [S. l.], p. 421-431, 4 jun. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/bRkFgcJqbGCDp3HjQqFdqBm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 jun. 2022.

MCFERRAN, Damien. **Retrospective: The Awkward Birth of the DS, Nintendo's Most Successful System**. 19 mai. 2017. Disponível em: <https://www.nintendolife.com/news/2017/05/retrospective_the_awkward_birth_of_the_ds_nintendos_most_successful_system> Acesso em: 8 abr. 2022.

ONEPLUS. **Smartphone Gaming: Is Casual Winning the Console War?**. [S. l.], 14 fev. 2015. Disponível em:

<<https://medium.com/@oneplus/smartphone-gaming-is-casual-winning-the-console-war-ead954ebc70e>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

PIAGET, J. **A formação do símbolo: imitação, jogo e sonho, imagem e representação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

PERUCIA, Alexandre Sousa et al. **Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2005.

ROGERS, Scott. **Level Up! The Guide to Great Video Game Design**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2010.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Rules of Play: Game Design Fundamentals**. [S. l.]: Mit Press, 2003.

SALLEE, Mark Ryan. **Marvel vs. Capcom 2 Review: Is it truly a timeless classic?** 28 jul. 2009. Disponível em: <<https://www.ign.com/articles/2009/07/28/marvel-vs-capcom-2-review>> Acesso em: 8 abr. 2022.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. 1. ed. [S. l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 2008.

STEINBOCK, Dan. **The Mobile Revolution: The Making of Mobile Services Worldwide**. Kogan Page, 05/11/2012.

TORRES, Ricella Delunardo. **Desenvolvendo um Jogo Para Ensinar Física com Unity 3D**. 2015. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, João Monlevade. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/255/1/MONOGRRAFIA_Desenvolven doJogoEnsinar.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

VAZ, Antônio Carlos da Silva Batista. **DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL PARA ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Orientador: Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé - PB, 2018. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/5021?locale-attribute=en>>. Acesso em: 18 out. 2022.