

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

GABRIEL MACHADO FIGUEIREDO

**Ferreiros e Alquimistas: o desenvolvimento
de um jogo educativo lúdico e divertido
para ensinar alunos do ensino médio sobre
a história da química**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Renato Perez Ribas

Porto Alegre
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof^a. Marcia Cristina Bernardes Barbosa

Vice-Reitor: Prof. Pedro de Almeida Costa

Pró-Reitora de Graduação: Prof^a. Cíntia Inês Boll

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luciano Paschoal Gaspary

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Marcelo Walter

Bibliotecário-chefe do Instituto de Informática: Alexsander Borges Ribeiro

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho ao meu irmão, que me apresentou a quase tudo que conheci no mundo dos jogos, e aos meus pais, que sempre me apoiaram e lutaram para que eu tivesse todas as oportunidades de chegar aonde hoje estou e aonde ainda chegarei. Sem vocês, nada seria, nada valeria a pena. Muito obrigado, eu amo vocês!

RESUMO

O presente trabalho aborda o desenvolvimento e implementação de um jogo educativo intitulado *Ferreiros e Alquimistas*, projetado para ensinar conceitos históricos e químicos aos alunos do ensino médio. Com base em um estudo interdisciplinar, o jogo combina narrativa, mecânicas de jogabilidade e elementos culturais, destacando a história da liga metálica Tumbaga e a prática metalúrgica dos povos Tayrona. Este trabalho está inserido em uma produção maior feito por uma equipe multidisciplinar, foi construindo usando o programa *Unity 3D* e resultou em um produto lúdico e acessível, alinhado às diretrizes educacionais. O trabalho também apresenta uma análise da história e do mercado de jogos, contextualizando o papel dos jogos digitais no ensino e justificando o formato escolhido para o projeto. Este estudo busca explorar o potencial do jogo como ferramenta complementar ao ensino da história da química, fornecendo uma base para futuras análises sobre seu impacto educacional

Palavras-chave: Desenvolvimento de jogos. Jogos digitais. Educação.

ABSTRACT

This study addresses the development and implementation of an educational game titled *Ferreiros e Alquimistas*, designed to teach historical and chemical concepts to high school students. Based on an interdisciplinary approach, the game combines narrative, gameplay mechanics, and cultural elements, highlighting the history of the Tumbaga metallic alloy and the metallurgical practices of the Tayrona people. This work contributes to a larger production, made by a multidisciplinary team. It was built using *Unity 3D* engine, resulting in a playful and accessible product aligned with educational guidelines. The work also presents an analysis of the history of games and the gaming market, contextualizing the role of digital games in education and justifying the chosen format for the project. This study aims to explore the potential of the game as a complementary tool for teaching the history of chemistry, providing a foundation for future analyses of its educational impact.

Keywords: Game development. Digital games. Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Povo Tayrona	24
Figura 3.2	Ornamentos de Tumbaga	25
Figura 3.3	Primeiras produções feitas para o jogo.....	25
Figura 3.4	Evolução da arte do personagem	25
Figura 3.5	Evolução da arte do jogo	26
Figura 3.6	Glossário	27
Figura 3.7	Projeto de disposição dos itens no cenário	30
Figura 3.8	Progressão da exploração do cenário requerida pelos objetivos.....	30
Figura 3.9	Interface do jogador	31
Figura 3.10	Abas de menus da personagem.....	32
Figura 3.11	Mini jogos de coleta	33
Figura 3.12	Bancadas de criação.....	34
Figura 3.13	Aquisição de chulco.....	34
Figura 3.14	Aquisição do desenho de pássaro	35
Figura 3.15	Árvores de tecnologia propostas para os 3 objetivos.....	35
Figura 3.16	Fim da primeira fase do jogo com ligação narrativa para a segunda.....	36
Figura 3.17	Menu de seleção de fases antes e depois de terminar a fase da Tumbaga. ...	37
Figura 4.1	Controle da personagem	40
Figura 4.2	Chaveamento de controle da personagem para as interações	43
Figura 4.3	Acessos a sistemas regidos por <i>Managers</i>	44
Figura 4.4	Controle de acessos ao caderno da personagem	46
Figura 5.1	Finalista na categoria Melhor Serious Games 2017	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Funções do Livro	31
-----------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abragames	Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos
ADJogos	Associação de Desenvolvedores de Jogos do Rio Grande do Sul
BIG FESTIVAL	Brazilian Independent Games Festival
BGS	Brasil Game Show
CFC	Centro de Formação de Condutores
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
F2P	<i>Free to Play</i> , jogos grátis
FAPERGS	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
FPS	<i>First-Person Shooter</i> , jogos de tiro em primeira pessoa
NAPEAD	Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância
NES	<i>Nintendo Entertainment System</i>
PC	Computador Pessoal
RPG	<i>Role Playing Game</i> , jogos de interpretação de papéis
SBGames	Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital
SEAD UFRGS	Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UI	<i>User Interface</i> , a interface do usuário
UX	<i>User Experience</i> , a experiência do usuário dentro da aplicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Impacto Global e Nacional dos Jogos Digitais	10
1.2 Jogos Digitais: Mais que Entretenimento	11
1.3 Exemplos Relevantes: <i>Gran Turismo</i> e <i>GT Academy</i>	12
1.4 O Mercado de Jogos no Brasil	13
1.5 Proposta de Trabalho	14
2 JOGOS DIGITAIS	15
2.1 Breve Histórico dos Jogos Digitais	15
2.2 O Desenvolvimento do Desenvolvimento de Jogos	16
2.3 Mercados e Plataformas de Jogos Digitais	17
2.3.1 Plataforma Alvo	18
2.3.2 Modelos de Monetização	18
2.3.3 Tamanho do Projeto	19
2.4 A História dos Jogos no Brasil	20
2.4.1 Anos 1980: Início e Pioneirismo	20
2.4.2 Anos 1990: Consolidação e Primeiras Exportações	21
2.4.3 Anos 2000: Organização e Expansão	21
2.4.4 Anos 2010: Crescimento e Reconhecimento Internacional.....	21
2.4.5 Anos 2020: o Futuro Promissor	21
2.5 História dos Jogos Educativos	22
3 O DESIGN DE <i>FERREIROS E ALQUIMISTAS</i>	23
3.1 Contexto do Jogo	23
3.2 Design de Ferreiros e Alquimistas	26
4 A ARQUITETURA DE <i>FERREIROS E ALQUIMISTAS</i>	38
4.1 Convenções de Nomenclatura	38
4.2 Movimentação	39
4.3 <i>Managers</i>	44
4.4 Menus no Caderno	44
5 VALIDAÇÕES E RESULTADOS	47
6 CONCLUSÕES	49
7 AGRADECIMENTOS ADICIONAIS	50
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Há muitos anos que os jogos digitais vêm tomando uma significância grande na sociedade. Hoje, são uma das principais formas de entretenimento e impactam a sociedade de diversas formas. São uma indústria gigante, movimentando grande parte da economia mundial e gerando muitos empregos; com os jogos *multiplayer* (jogos com mais de um usuário jogando simultaneamente), criam novas formas de nos relacionarmos uns com os outros; fomentam a nossa cultura, gerando séries, livros, filmes, músicas e muitos materiais transmídia que vão além dos seus projetos originais; e, entre muitos outros exemplos, também são ferramentas de suporte à educação presentes em diversas aulas, proporcionando experiências imersivas e interativas que estimulam a retenção do conhecimento.

1.1 Impacto Global e Nacional dos Jogos Digitais

Globalmente, os jogos digitais evoluíram de simples formas de lazer para uma indústria multibilionária que molda comportamentos, conecta pessoas e influencia diversas áreas da sociedade. Da simplicidade do *Atari* e do *Arcade* às inovações dos consoles de realidade virtual e à acessibilidade dos jogos em dispositivos móveis, os jogos avançaram não só tecnologicamente, mas também culturalmente, mudando a forma como nos relacionamos com a tecnologia e, muitas vezes, uns com os outros. O *Sudoku* e as palavras cruzadas no banheiro foram trocados pelo *Candy Crush*, *Subway Surfer* e *Fruit Ninja*. E muitas vezes, o jantar e o bate-papo entre amigos viraram madrugadas de jogatina competitiva em *Escape from Tarkov*, *Valorant* ou *League of Legends*. De acordo com relatórios recentes, a indústria de jogos gerou mais de 180 bilhões de dólares em 2023 (Meio & Mensagem, 2023), muito acima de outros setores do entretenimento como o do cinema, que gerou US\$ 33,9 bilhões (CNN Brasil, 2023). No Brasil, o mercado também tem crescido consideravelmente, consolidando-se como um dos maiores mercados de jogos da América Latina. De acordo com a Pesquisa Game Brasil 2024, 73,9% da população brasileira afirma jogar algum tipo de jogo digital (Adrenaline, 2024b), considerando que a população estimada do Brasil em 2024 é de aproximadamente 212 milhões de pessoas (IBGE,), isso equivale a cerca de 157 milhões de jogadores no país. Este crescimento é certamente alavancado pela popularidade de dispositivos móveis, consoles e PCs, além do surgimento de estúdios independentes brasileiros e de grandes eventos em solo brasileiro,

como a *Brasil Game Show* (BGS), a *Brazilian Independent Games Festival* (BIG Festival) e a *Gamescom Latam*.

1.2 Jogos Digitais: Mais que Entretenimento

Os jogos digitais vão muito além do entretenimento, assumindo papéis importantes em áreas como saúde, educação e treinamentos profissionais. Em um mundo onde a atenção está cada vez mais fragmentada por redes sociais e *feeds* (tela de aplicativo que mostra conteúdos) infinitos de conteúdos curtos em aplicativos que incentivam a produção de dopamina rápida para viciar os usuários e aumentar a retenção, há cada vez mais a necessidade de promover o engajamento no aluno, incentivando a vontade de prestar atenção e absorver os conteúdos formais de sala de aula.

Jogos são uma ferramenta poderosíssima como forma de promover foco e concentração. Ao oferecer ao usuário um objetivo e ao cercar a experiência com entretenimento e diversão, o usuário é incentivado a não abandonar a atividade após 30 segundos e, naturalmente, acaba perseguindo o conteúdo didático necessário para cumprir os desafios propostos. Na indústria, este engajamento do usuário é chamado de retenção e é analisado sob diversos ângulos: duração de uma sessão de jogo, número de sessões jogadas, dias consecutivos jogando o jogo, entre outros. Times de produção de jogos às vezes contam até com psicólogos para criar práticas para aumentar a retenção e engajamento dos usuários como *recompensas diárias*, *passes de batalha* e *lootboxes* para engajar os usuários de maneiras até polêmicas, gerando discussões acerca do vício em jogos e a responsabilidade dos desenvolvedores. Mas esses poderes também podem ser usados para o bem.

Jogos digitais oferecem ambientes seguros para a prática de atividades e consolidação do conhecimento. Os simuladores de direção utilizados em Centros de Formação de Condutores (CFC) são um exemplo claro de como os jogos podem servir como ferramentas seguras e eficazes para o treinamento na sociedade. Existe uma grande discussão sobre jogos e simuladores: quando um simulador passa a ser um jogo ou quando um jogo deixa de ser um simulador. Por definição, para ser um jogo, exige-se que a experiência promova o entretenimento e que detenha um conjunto de regras. Mas estas definições estão cada vez mais sutis, uma vez que jogos avançam mais e mais e desbravam novos gêneros e combinações, com vários jogos de simulação sendo comercializados com a finalidade de promover o lazer, como *Euro Truck Simulator 2* (um simulador de motorista

de caminhão de entregas pela Europa), *Farming Simulator 25* (que simula a produção, colheita e comércio agrícola), *Real Flight Simulator* (a experiência de pilotar com todas as chaves, manchetes e botões de um avião) e até um *Rock Simulator* (em que sim, você é uma pedra e não muito além disso). Para fins de simplicidade, neste trabalho, simuladores serão tratados como jogos, uma vez que também podem promover o entretenimento.

1.3 Exemplos Relevantes: *Gran Turismo* e *GT Academy*

Outro caso que mostra a relevância dos jogos digitais fora do entretenimento é a série *Gran Turismo*. *Gran Turismo* é uma série de jogos simuladores de corrida. Nesse jogo, os jogadores participam de corridas, começando com carros básicos de entrada que podem ser melhorados ao longo do jogo, e vão aprendendo sobre os carros, pilotagem e todos os fatores na margem de uma corrida através de testes de direção simulados no jogo, como tutoriais interativos. Contudo, à medida que a tecnologia foi melhorando, o jogo também foi evoluindo, e, aos poucos, ao longo de mais de 15 lançamentos feitos em 25 anos (1997 o primeiro, 2022 o último) e mais de 90 milhões de unidades vendidas (Adrenaline, 2024a), *Gran Turismo* tornou-se um simulador ultra-realista, onde o jogo simula inclusive variações climáticas em tempo real, influenciando fatores como a aderência dos pneus na pista.

O nível de detalhe do realismo do simulador era tamanho que muitos argumentavam que as habilidades do jogo se traduziriam em habilidades de pilotagem reais. Assim, visando testar essa hipótese, em 2008, surgiu uma parceria entre a desenvolvedora *Polyphony Digital* e a fabricante de veículos *Nissan* um programa: o *GT Academy*. Tratava-se de um programa que objetivava transformar jogadores de *Gran Turismo* em pilotos profissionais. Os participantes competiam em desafios virtuais no jogo e os melhores avançavam para um treinamento intensivo no circuito de *Silverstone*, onde enfrentaram testes reais de pilotagem e condicionamento físico. O vencedor ganhava um contrato como piloto real da *Nissan*, competindo em corridas internacionais (fora do jogo). O programa, encerrado em 2016, revelou talentos como Lucas Ordóñez e Jann Mardenborough, demonstrando uma verdadeira conversão das habilidades de pilotagem no jogo para o automobilismo real. Deste programa, saiu também um filme chamado *Gran Turismo: De Jogador a Corredor*, lançado em agosto de 2024, mostrando a história e a experiência dos jogadores-pilotos revelados neste programa.

1.4 O Mercado de Jogos no Brasil

No Brasil, a indústria de jogos também está se desenvolvendo e tem crescido de forma acelerada nos últimos anos, e esse crescimento é refletido tanto no consumo quanto na produção de jogos, com estúdios independentes e empresas maiores ganhando cada vez mais espaço no cenário internacional. Dentre os exemplos de talento nacional, podemos citar a *Hyper Dive Studio*, uma empresa fundada em 2019 pelo autor deste trabalho e seu sócio, Lucas Corrêa. A *Hyper Dive Studio* ganhou destaque com o lançamento do jogo *Papers Grade, Please!*, que, apesar de sua aparente simplicidade, obteve grande sucesso, ultrapassando 100 milhões de *downloads* em todas as plataformas.

Outra empresa situada em Porto Alegre que merece destaque é a *Aquiris Game Studio*, desenvolvedora de *Horizon Chase*. A notoriedade da Aquiris resultou em sua aquisição pela *Epic Games*, culminando na criação da *Epic Games Brazil*, em Porto Alegre (RS).

Apesar do mercado nacional apresentar diversos desafios, como altos impostos sobre equipamentos, falta de incentivos governamentais consistentes e falta de mão de obra qualificada, o desenvolvimento de jogos vem ganhando protagonismo e atenção. Avanços recentes incluem legislações e regulamentações que organizam e facilitam o trabalho dos desenvolvedores; a criação de cursos técnicos, graduações e especializações em desenvolvimento de jogos, formando novos talentos; o surgimento de associações como a *Associação de Desenvolvedores de Jogos do Rio Grande do Sul (ADJogosRS)*, que auxiliam empresas a ingressar no mercado nacional e internacional; e eventos como a *Brasil Games Show (BGS)*, a *BIG Festival* e a *Gamescom Latam*. Estes eventos melhoram a visibilidade do mercado brasileiro, fomentando investimentos e contratos de produção e publicação de jogos. A empresa *Hyper Dive*, é um exemplo que atesta a eficácia destes eventos no incentivo ao desenvolvimento da indústria nacional. Ela participa da *BIG Festival* desde 2019 e esteve na primeira *Gamescom Latam*, em 2024, onde fechou um contrato de publicação que será anunciado em 2025, trazendo recursos externos para o Brasil e gerando novos empregos.

O mercado brasileiro também cresce nos esportes eletrônicos (*e-sports*), com o país sendo um dos líderes em audiência e equipes competitivas em jogos como *League of Legends*, *CS:GO* e *Free Fire*. Canais como o *Flow Games* (1,5 milhão de seguidores no *YouTube*), *Gaules* (4 milhões de seguidores na *Twitch*) e *IGN Brasil* (1,2 milhão de inscritos no *YouTube*) geram milhões de visualizações, consolidando ainda mais a cultura

de jogos no país.

1.5 Proposta de Trabalho

Por fim, pode-se dizer que o papel dos jogos digitais na sociedade contemporânea é multifacetado. Além de seu impacto econômico, eles promovem interação social, treinamento e aprendizado de forma imersiva. Ao mesmo tempo, destacam-se como uma ferramenta poderosa contra a fragmentação da atenção, oferecendo experiências que engajam e desafiam o usuário.

É inserido no presente contexto que este trabalho propõe a produção de um jogo educativo para ensinar sobre a história da química e ressaltar a força desta ferramenta como instrumento educativo. Neste trabalho será apresentado um panorama do mercado de jogos, com alguns fatos sobre a história dos jogos no mundo, no Brasil e na educação. Em seguida serão apresentados os motivos e o design do jogo *Ferreiros e Alquimistas*, seguido de alguns detalhes de sua arquitetura de código e implementação. Ao final, serão apresentados resultados e validações, seguidos das conclusões do trabalho.

2 JOGOS DIGITAIS

Neste capítulo falaremos sobre a história dos jogos digitais no mundo e no Brasil, da história das *engines* (*engine* é um programa de computador projetado para construir jogos) de jogos e um breve contexto sobre o mercado de jogos e seu ecossistema. Será proposta, também, uma possível classificação para jogos, de acordo com fatores de sua produção.

2.1 Breve Histórico dos Jogos Digitais

A história dos jogos digitais começa na década de 1950, com os primeiros experimentos envolvendo computadores. Um dos primeiros jogos amplamente reconhecidos foi *Tennis for Two*, desenvolvido em 1958 por William Higinbotham. Posteriormente, na década de 1970, jogos como *Pong* da *Atari* popularizaram o entretenimento eletrônico, criando as bases para a indústria moderna. Foi também na década de 1970 que os *arcades* surgiram como uma forma revolucionária de experiência coletiva em jogos digitais. Instaladas em fliperamas, bares e centros comerciais, essas máquinas introduziram títulos icônicos como *Space Invaders* (1978), que não apenas foi um sucesso comercial, mas também solidificou os jogos como parte do entretenimento popular. Outros clássicos, como *Asteroids* (1979) e *Pac-Man* (1980), consolidaram a era de ouro dos *arcades*. É interessante notar como o formato da comercialização do jogo muda a experiência do usuário. Nos jogos *arcades*, qualquer progresso que o jogador obtivesse era desfeito uma vez que o usuário deixasse a partida. Dessa forma, ou o usuário colocava uma nova ficha para seguir jogando e não perder seu progresso, ou começaria o jogo do zero numa próxima partida. Este é um formato adaptado muitas vezes para os jogos de hoje, para promover retenção, visto que o jogador é incentivado a permanecer jogando para não perder seu progresso.

O avanço dos computadores pessoais na década de 1980 permitiu a expansão do mercado, popularizando máquinas como o *Commodore 64* e o *ZX Spectrum*, que se destacaram por sua acessibilidade e capacidade gráfica para a época. Jogos como *Manic Miner* (1983) e *Elite* (1984), marcaram a história dos jogos nesses computadores pessoais. Paralelamente, os consoles como o *Nintendo Entertainment System* (NES) dominaram o entretenimento domiciliar, trazendo títulos icônicos como *Super Mario Bros* (1985), que estabeleceu novos padrões de design de níveis citados como referência até hoje. Essa

transição de *arcades* para computadores pessoais e consoles tornou os jogos acessíveis a uma base maior de jogadores, marcando o início da industrialização dos jogos digitais.

Na década de 1990, a sofisticação dos gráficos 3D impulsionou a expansão do mercado para gêneros variados, cada um com títulos que marcaram seu lançamento e consolidação. No gênero *Role Playing Game* (RPG), *Final Fantasy VII* (1997) redefiniu o gênero com sua narrativa épica e gráficos cinematográficos, tornando-se um dos títulos mais icônicos da história dos jogos. O *First-Person Shooter* [FPS] foi popularizado com *DOOM* (1993), que trouxe design inovador, ritmo intenso e estabeleceu as bases para o sucesso comercial do gênero. Este é outro exemplo de jogo que até hoje é referência em sua área. Já no campo dos jogos de estratégia, *StarCraft* (1998) destacou-se como um marco no gênero de estratégia em tempo real, reconhecido por sua profundidade tática e equilíbrio entre facções, tornando-se referência em competições *e-sports*. E foi nos anos 2000 que a internet trouxe jogos *multiplayer* massivos online (MMOs), como *World of Warcraft*, mudando a forma como os jogadores interagem uns com os outros. Essa evolução destaca como os jogos passaram de simples formas de entretenimento para plataformas de socialização e competição global.

2.2 O Desenvolvimento do Desenvolvimento de Jogos

Paralelamente, o desenvolvimento de *engines* de jogos revolucionou a produção dos jogos. Uma *engine* de jogos é um *software* que fornece ferramentas e recursos necessários para o desenvolvimento. Ela inclui componentes como motores gráficos, sistemas de física, ferramentas de animação, integração de áudio, *porting* (adaptação de um *software* de uma plataforma para outra), e muitas outras funcionalidades, permitindo que desenvolvedores criem jogos de forma mais eficiente, mais rápida e mais barata. Uma *engine* é para jogos quase como um *Adobe Illustrator* é para o design gráfico, um *AutoCAD* é para arquitetura e engenharia, ou um *Logic Pro X* é para produção e edição de áudio. Alguns estúdios ainda produzem suas próprias *engines*, mas a grande maioria faz uso de *engines* de terceiros. Dentre as diversas *engines* disponíveis, 3 delas se destacam.

Unreal Engine: Desenvolvida inicialmente para o jogo *Unreal Tournament* em 1998 e aberta ao público como uma ferramenta comercial em 1999, a *Unreal Engine* se tornou uma referência no mercado de jogos AAA (de maior valor de produção). Títulos icônicos como *Fortnite* e *Gears of War* utilizam suas capacidades gráficas excepcionais, oferecendo experiências imersivas. A *Unreal* é conhecida por seu realismo visual e ferra-

mentas robustas que atraem estúdios de grande porte.

Unity 3D: Lançada em 2005, destacou-se por sua versatilidade e simplicidade, sendo amplamente adotada para jogos *mobile* (jogos para dispositivos móveis) e independentes. Um dos principais fatores para sua popularidade entre desenvolvedores independentes foi o modelo de negócio acessível, com licenças gratuitas ou de baixo custo, permitindo que pequenos estúdios e criadores individuais tivessem acesso à tecnologia sem os custos de licença proibitivos que a *Unreal* cobrava no começo. Em 2020, jogos desenvolvidos com a *Unity 3D* alcançaram 5 bilhões de downloads mensais, com 2,8 bilhões de jogadores ativos globalmente (Unity Technologies, 2021).

Godot: Criada em 2014, a *Godot Engine* tem ganhado destaque por ser uma plataforma *open-source* (de código aberto), totalmente gratuita e mantida por uma comunidade ativa de desenvolvedores. Sua abordagem acessível, especialmente para educação e prototipagem, fez com que ganhasse popularidade. A *Godot* é amplamente utilizada em projetos independentes que valorizam a liberdade criativa e a ausência de custos com licenciamento

Atualmente, a indústria de jogos digitais é um dos maiores setores de entretenimento do mundo, impulsionado por inovações como realidade virtual, realidade aumentada e inteligência artificial, que continuam a redefinir os limites do que os jogos podem oferecer. Segundo um relatório da *GamesIndustry.biz*, o mercado global de jogos eletrônicos alcançou uma receita de US\$ 184,3 bilhões em 2024, representando um crescimento de 0,2% em relação a 2023, com a maior fatia no mercado *mobile*. No Brasil, o mercado também apresentou um desempenho significativo, com o país ficando em terceiro lugar mundial no download de jogos para dispositivos móveis em 2023, totalizando 3.68 bilhões de downloads, atrás apenas da Índia e dos Estados Unidos (*GamesIndustry.biz*, 2024).

2.3 Mercados e Plataformas de Jogos Digitais

O mercado dos jogos é bastante abrangente e diverso. Uma possível classificação para eles pode ser feita baseando-se em 3 significativas variantes na produção de um jogo, sendo eles: **plataforma alvo**, **modelo de monetização** e **tamanho do projeto**. Esses fatores influenciam em muitas coisas, mudam o público-alvo, o tipo de experiência construível, o design do jogo, a liberdade criativa que se pode ter no projeto, o formato da produção e a maneira como se distribui e consome o produto final em escala global.

2.3.1 Plataforma Alvo

A plataforma de um jogo refere-se ao dispositivo ou sistema no qual ele é executado. Cada plataforma possui características únicas que determinam o tipo de experiência oferecida ao jogador e o público-alvo, como por exemplo diferentes limites técnicos e interfaces de interação. As principais plataformas incluem:

- **Computadores Pessoais (PCs):** Reconhecidos por sua flexibilidade, os PCs oferecem gráficos avançados, suporte para modificações e a possibilidade de customização de hardware. Lojas virtuais como *Steam* e *Epic Games* lideram a distribuição de jogos para PC;
- **Consoles:** Um console é um dispositivo eletrônico projetado especificamente para executar jogos digitais. Eles são conhecidos por sua simplicidade de uso, oferecendo uma experiência otimizada sem a necessidade de configurações técnicas avançadas. Consoles como *PlayStation*, *Xbox* e *Nintendo Switch* lideram neste segmento, com destaque para seus jogos exclusivos e suporte a *multiplayer* local, o que os torna populares entre famílias e grupos de amigos;
- **Dispositivos Móveis:** *Smartphones* e *tablets* democratizaram o acesso aos jogos digitais, tornando-os acessíveis a uma vasta audiência global. Jogos como *Candy Crush* e *Free Fire* lideram em popularidade e lucro;
- **Serviços de Jogos na Nuvem:** Tecnologias como *Google Stadia* e *Xbox Cloud Gaming* permitem que os jogadores transmitam jogos diretamente para seus dispositivos, eliminando a necessidade de hardware avançado.

2.3.2 Modelos de Monetização

O modelo de monetização descreve a estratégia usada para gerar receita com um jogo. Essa escolha afeta diretamente a experiência do jogador e as decisões de design do desenvolvedor. Os principais modelos incluem:

- **Compra única:** O jogador paga um valor fixo para adquirir o jogo completo. É comum em jogos de console e PC. O modelo é conhecido como *Premium*.
- **Compras adicionais:** O jogo é gratuito, mas oferece compras opcionais, como itens cosméticos, vantagens no jogo, expansões de conteúdo. Popular em dispositivos móveis. Este modelo é chamado também de *Freemium*.

- **Assinaturas:** Serviços como *Xbox Game Pass* e *PlayStation Plus* oferecem acesso a uma biblioteca de jogos mediante pagamento mensal ou anual. A receita para os estúdios é gerada com base em acordos de licenciamento, número de downloads ou tempo de jogo, permitindo que os desenvolvedores sejam compensados proporcionalmente à popularidade de seus títulos dentro da plataforma.
- **Publicidade:** Amplamente usada em jogos gratuitos (*Free to Play* ou *F2P*), especialmente móveis, onde a receita é gerada por meio de anúncios exibidos durante o jogo. Esses anúncios podem incluir *banners* (anúncio em formato de janela fixa na tela de uma aplicação, geralmente na parte inferior ou superior), vídeos intersticiais ou recompensados, e o estúdio recebe pagamentos com base em impressões, cliques ou interações realizadas pelos jogadores.

Dentro de modelos de monetização é válido destacar o papel não tão legal dos modelos de assinatura e principalmente publicidade. Como os desenvolvedores são pagos pelo tempo de uso do aplicativo, a retenção acaba sendo valorizada mais que jogo e o entretenimento, muitas vezes através das técnicas polêmicas mencionadas na seção 1.2. Nestes modelos o produto não é mais o jogo. O jogo passa a ser uma plataforma para o estúdio comercializar um novo produto, a atenção da base de usuários.

2.3.3 Tamanho do Projeto

A classificação do tamanho de um projeto de jogo refere-se ao escopo e à complexidade do desenvolvimento. Ela influencia principalmente o orçamento e a equipe necessária para a produção. As classificações mais comuns incluem:

- **Jogos Indie:** Desenvolvidos por equipes pequenas ou indivíduos, geralmente com orçamentos limitados, frequentemente abaixo de US\$1 milhão, e equipes variando mas não limitadas ao tamanho de 1 a 10 pessoas. Exemplos incluem *Celeste* e *Hollow Knight*.
- **Jogos AA:** Projetos intermediários, com maior orçamento e equipe do que jogos indie, geralmente entre US\$1 milhão e US\$10 milhões, com equipes de 20 a 50 pessoas. Exemplos incluem *Hellblade: Senua's Sacrifice*.
- **Jogos AAA:** Grandes produções com orçamentos elevados, frequentemente acima de US\$50 milhões, e equipes que podem ultrapassar 200 pessoas, voltadas para públicos amplos. Exemplos incluem *The Witcher 3: Wild Hunt* e *Red Dead Re-*

demption 2.

Com a interação desses fatores, o mercado de jogos se adapta constantemente para atender às demandas e expectativas dos jogadores. O ecossistema desse mercado é composto por diversas entidades que desempenham papéis distintos. Entre elas estão os desenvolvedores, responsáveis pela criação dos jogos; os publicadores, que cuidam da distribuição e marketing; as plataformas de distribuição, como *Steam* e *App Store*, que conectam os jogos aos consumidores; e os jogadores, o coração e o motivo para a existência de todo o mercado. Além disso, há também os provedores de tecnologia, que oferecem motores gráficos e ferramentas de desenvolvimento, os investidores, que financiam projetos e impulsionam a inovação na indústria, e criadores de conteúdo e jornalistas que espalham a palavra e a cultura dos jogos.

2.4 A História dos Jogos no Brasil

Não há um registro formal exato da história dos jogos digitais no Brasil. A seguir, são apresentados alguns fatos, eventos e figuras notáveis na história da indústria nacional de produção de jogos digitais.

2.4.1 Anos 1980: Início e Pioneirismo

- Em 1983, Renato Degiovani desenvolveu *Amazônia*, considerado o primeiro jogo de computador em português, distribuído pela revista *Micro Sistemas* (Wikipedia, 2024a);
- Em 1987, foi fundada a *Tectoy*, empresa que trouxe oficialmente ao Brasil os consoles da Sega, como o *Master System* e o *Mega Drive*. A *Tectoy* adaptou jogos para o português e criou títulos exclusivos para o mercado brasileiro, entre eles *Turma da Mônica na Terra dos Monstros*, uma adaptação de *Wonder Boy in Monster Land*; *Chapolim x Drácula: Um Duelo Assustador*, baseado em *Ghost House*; e *Sítio do Picapau Amarelo*, inspirado em um clássico da literatura infantil brasileira (Wikipedia, 2024b).

2.4.2 Anos 1990: Consolidação e Primeiras Exportações

- Em 1997, o jogo *Guimo*, desenvolvido pela *Southlogic Studios*, tornou-se o primeiro jogo brasileiro a ser distribuído internacionalmente, tendo sido lançado na Alemanha pela *Airsoft* (MobyGames, 2024).
- Em 2000, foi lançado *Outlive*, desenvolvido pela *Continuum Entertainment*, que se destacou como o primeiro jogo brasileiro publicado por uma grande distribuidora internacional, a *Take-Two Interactive* (Gaming Room, 2024).

2.4.3 Anos 2000: Organização e Expansão

- No ano de 2004, foi fundada a ABragames (Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos), com o objetivo de fortalecer a indústria nacional de desenvolvimento de jogos (Abragames, 2024).
- Em 2009, a *Ubisoft* adquiriu a *Southlogic Studios*, marcando a primeira aquisição de um estúdio brasileiro por uma grande publicadora internacional (UOL Tecnologia, 2024).

2.4.4 Anos 2010: Crescimento e Reconhecimento Internacional

- 2012: Realização da primeira edição do *BIG Festival (Brazilian Independent Games Festival)*, consolidando-se como o principal evento de jogos independentes da América Latina. Este ano foi marcado também pela criação da *ADJogosRS* (Associação de Desenvolvedores de Jogos Digitais do Rio Grande do Sul).
- 2018: Os jogos produzidos em parcerias com o Brasil (*Celeste* e *Dandara*) são lançados e recebem aclamação internacional, mostrando a força da indústria brasileira.

2.4.5 Anos 2020: o Futuro Promissor

- Em 2019, a *Wildlife Studios* recebeu um investimento de US\$60 milhões, tornando-se o primeiro unicórnio brasileiro no setor de jogos, com valuation de US\$1,3 bilhão (Wildlife Studios, 2024).

- Em 2022, o *Aquiris Studio* recebeu investimento da *Epic Games*, estabelecendo uma parceria para o desenvolvimento de novos títulos multiplataforma.
- No ano seguinte, em abril de 2023, a *Epic Games* adquiriu integralmente a *Aquiris Studio*, transformando-a na *Epic Games Brasil*, seu primeiro estúdio na América Latina (Epic Games, 2024).
- Em 2023, o Brasil atingiu a marca de 1.042 estúdios de desenvolvimento de jogos, refletindo um crescimento significativo e posicionando o país como um importante jogador no cenário global de jogos (Congresso em Foco, 2024).

Podemos notar que o mercado brasileiro encontra-se em uma trajetória de crescente evolução do mercado brasileiro de jogos, desde iniciativas pioneiras até a consolidação de estúdios reconhecidos internacionalmente, passando por investimentos significativos e o surgimento de empresas de destaque no cenário global.

2.5 História dos Jogos Educativos

Um dos primeiros registros de jogo educativo é o jogo *The Oregon Trail* (WIKIPEDIA, 2025), feito em 1971 por Don Rawitsch, Bill Heinemann e Paul Dillenberger para computadores. Criado para ensinar crianças em escolas sobre a realidade dos pioneiros do século 19 na trilha do *Oregon*, era uma aventura de texto sem gráficos ilustrativos.

Esses jogos foram desenvolvidos para tornar o aprendizado mais atraente e acessível, utilizando mecânicas lúdicas para ensinar história, ciências e outras disciplinas. Na década de 1990, jogos como *Carmen Sandiego* e *Math Blaster* popularizaram o gênero, mostrando que educação e entretenimento podem coexistir. Lembro vagamente de jogar jogos como *Coelho Sabido* e alguns *point and clicks* (jogos de apontar e clicar) da *Pantera Cor de Rosa*, que, apesar não possuírem um conteúdo educacional elevado, eram excelentes para o desenvolvimento de raciocínio lógico e memória.

Com o avanço da tecnologia, os jogos educativos evoluíram para incorporar gráficos mais realistas, interações *multiplayer* e integrações com plataformas digitais de ensino. Hoje, eles são utilizados em escolas, universidades e ambientes corporativos, destacando-se como ferramentas valiosas para a educação moderna. Diversos estudos já foram apresentados no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames) reforçando a importância dos jogos no auxílio do ensino em sala de aula (SBGAMES, 2018).

3 O DESIGN DE *FERREIROS E ALQUIMISTAS*

3.1 Contexto do Jogo

A proposta foi feita por Marcelo Eichler em 2014, com um artigo publicado no SBC 2014 (Simpósio Brasileiro de Computação de 2014) (EICHLER, 2014) . Em uma entrevista feita para este trabalho, o professor conta sobre as inspirações para a história e contexto do jogo:

Eu e a Gabriela Perry havíamos trabalhado anteriormente na produção de um jogo casual para o ensino de química (*Xenubi*, que tem como tema a tabela periódica, o grande ícone dos conceitos da química). Ela indicou que gostaria de ampliar o desafio, visando a produção de um jogo mais complicado, com maior duração, que possuísse alguma narrativa.

[...]

Então, eu comecei a consultar livros de história da química para encontrar uma narrativa para o jogo. Acabei encontrando a narrativa no livro de Mircea Eliade (*Ferreiros e Alquimistas*), em que ele defende uma interessante ideia, que muitas das noções dos primeiros alquimistas eram derivadas dos mitos dos artífices da forja e da metalurgia, desde a Idade do Ferro.

[...]

O livro de Eliade fazia um percurso de volta ao mundo, mostrando os mitos dos ferreiros em diversas partes do planeta, na África, na Europa, no Oriente Médio e no Extremo Oriente. Porém, trazia poucos elementos das Américas e não apresentava nada sobre a América do Sul. Por isso eu quis incluir uma fase inicial para a personagem do jogo *Ferreiros e Alquimistas* que se passasse na América do Sul. Foi nessa ocasião que eu me lembrei de uma visita ao Museu do Ouro, em Bogotá, e da impressionante história da liga metálica Tumbaga.

A partir disso, eu considerei que Tumbaga seria a fase zero para o jogo *Ferreiros e Alquimistas*. A fase seguinte seria sobre a metalurgia do ferro e em fases sucessivas, a personagem aprenderia a produzir outras ligas metálicas. O jogo teria uma dinâmica de captura e fuga. Ao final da primeira fase (ou fase zero), quando a personagem aprende a fazer a primeira liga metálica ela é capturada. Em uma segunda fase ela aprenderia a produzir nova liga metálica e conseguiria fugir. Assim, em fases sucessivas, ela seria capturada e fugiria, até o jogo ser concluído em uma volta ao mundo (EICHLER, 2024)

Numa outra publicação feita para a Feira de Inovação Tecnológica da UFRGS 2014, Giovana Novello (NOVELLO, 2014) conta sobre a concepção do projeto (2014, p.2) “... a ideia principal do jogo: contar a história da química de uma maneira dinâmica, atrativa e divertida”. Giovana conta também sobre as inspirações temáticas para escolha de seus personagens (2014, p.2):

Foi escolhido o povo Tayrona como inspiração para esta fase beta pois, além de possuírem uma imensa diversidade cultural que pode ser explorada durante a fase, se encaixa em um período inicial da história da química, um momento aonde apresentar técnicas básicas seria adequado (NOVELLO, 2014)

No artigo publicado no SBC 2014 os autores descrevem o modelo inicial proposto

Figura 3.1: Povo Tayrona



Fonte: (LOZANO, 2022)

para a jogabilidade, que deu uma grande base ao jogo final:

A jogabilidade de Ferreiros é semelhante a de *Minecraft*®, ou seja, o jogador deve manipular itens para criar outros itens. Uma diferença é que em Ferreiros o jogador tem um objetivo definido. Os níveis são compostos de vários cenários, nos quais o jogador pode navegar. O nível Tumbaga, por exemplo, é composto dos seguintes cenários: Casa; Mina de cobre; Rio de ouro, Plantação de milho e Criação de abelhas. (EICHLER, 2014)

Com esta visão, o jogo foi pensado para acomodar diversas fases. Como mencionado, a primeira fase deveria contar um pouco sobre os processos de criação da Tumbaga, uma liga metálica feita de cobre e ouro (também conhecida por *Ouro dos Tolos*). O artigo apresenta também alguns dos processos que deveriam ser contados com o jogo:

A tumbaga é uma liga metálica dourada obtida por oxidação. [...] A tumbaga, uma junção de ouro com cobre, foi a liga mais usada entre os ourives pré-hispânicos do território colombiano. Unindo o ouro com diferentes porções de cobre, os ourives produziram uma gama importante de tonalidades douradas, prateadas e avermelhadas. Ao aquecer um objeto de tumbaga, o cobre presente na liga se oxida e forma na superfície uma mancha escura. Com ácidos vegetais como o chulco (*Oxalis pubescens*), o artesão removia o cobre oxidado até deixar uma fina camada superficial, rica em ouro, que era polida para alcançar um dourado intenso. Assim descobriam uma camada superficial dourada cada vez mais aparente, na medida em que se repetia o processo (EICHLER, 2014)

No projeto inicial o jogo teria os gráficos em 2D e seria feito no programa de computador focado na produção de jogos de ambiente isométrico em HTML5, SOLPEO. Para o design da personagem, primeiro foi feito um estudo no estilo de desenho *cartoon*, que posteriormente foi traduzido para uma arte vetorial 2D que seria usada no jogo. Na Figura 3.3, podemos ver as imagens dos primeiros objetos produzidos para o jogo.

Em 2016, o jogo foi trazido para o programa de computador *Unity 3D* e o projeto começou a tomar a forma que chegaria na sua versão final. Nas figuras 3.4 e 3.5, registros da evolução do projeto.

Ao final de 2016, já haviam algumas definições para o jogo. Ele seria um jogo

Figura 3.2: Ornamentos de Tumbaga



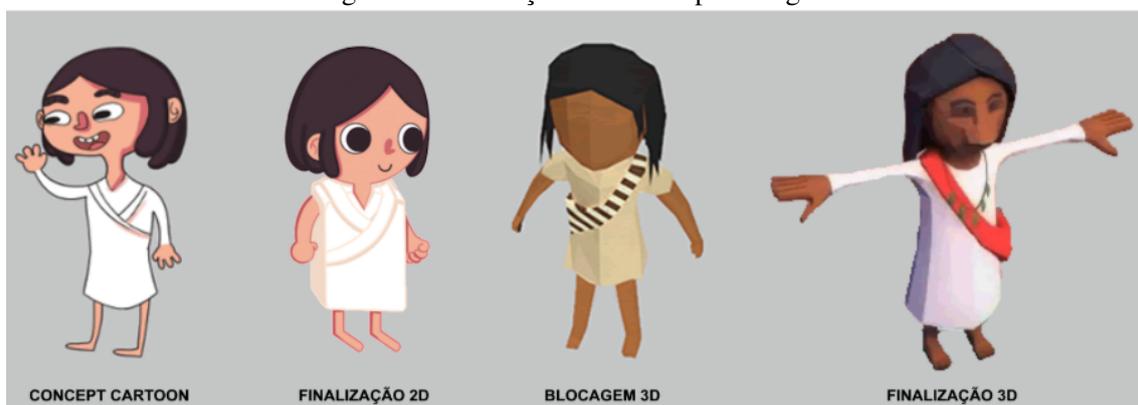
Fonte: (ART, 2016)

Figura 3.3: Primeiras produções feitas para o jogo.



Fonte: Capturas de tela do vídeo do trabalho (NOVELLO, 2014)

Figura 3.4: Evolução da arte do personagem



Fonte: Combinação da Figura 3.3 e imagem retirada de trabalho (CORREA et al., 2016)

de *crafting* (coleta de recursos e construção de objetos), sobre criar objetos com a liga metálica Tumbaga e aconteceria em algum lugar litoral da Colômbia. Já era sabido que o

jogador faria a exploração de um cenário compacto, com uma área central onde o jogador recebe instruções de um tutor (o Ancião), uma área de montagem e quatro ramificações para coleta de itens necessários. Como objetivo da fase, o jogador deveria criar 3 itens, cada um repetindo passos anteriores e adicionando novos. O primeiro um espelho plano e polido; o segundo um peitoral, que utiliza uma técnica a mais: a aplicação de cera de abelha para criar duas cores durante a oxidação, e o terceiro uma escultura de pássaro, que além das técnicas anteriores, requer a criação de um molde de barro.

Figura 3.5: Evolução da arte do jogo



Fonte: Montagem com imagens do autor e capturas de tela do trabalho (NOVELLO, 2014)

3.2 Design de Ferreiros e Alquemistas

A produção do jogo apresentado neste trabalho começou em Agosto de 2016 e foi terminada por volta de Setembro de 2017, consolidada na sua versão WEB que existe até hoje (FIGUEIREDO et al., 2017). Seu projeto foi separado em 3 fases, pré-produção,

produção e validação. A pré produção durou cerca de 3 meses e envolveu as definições, prototipações e desenho do projeto. A produção durou cerca de 8 meses, e, apesar de ter tido momentos de definição e desenho, foi marcada principalmente pelo desenvolvimento do projeto já bastante definido na pré produção. A validação tomou o tempo restante e foi marcada pela entrega do projeto, além de pequenas atualizações para conserto de erros e polimentos.

O primeiro passo na produção de um jogo educativo é entender os principais objetivos educativos com o produto final. Destes, Marcelo destacou o conhecimento de processos de manufatura com a Tumbaga, como fundição da liga, moldagem da peça, processos para obter diferentes cores (como misturas de diferentes quantidades de ouro e cobre em porções diferentes das peças e oxidação e polimento em porções seletas da peça) e a criação de moldes com barro. Também destacou a relação religiosa que a liga teria para o povo, com a criação de estatuetas ou artefatos ligados ao divino e a adoração. O professor evidenciou que o mais importante era o processo como um todo mais do que qualquer detalhe técnico químico, fórmula ou receita exata. Desta forma, foi decidido uma abordagem lúdica, para deixar o conteúdo mais leve e palatável, ensinando apenas o essencial, mas com a adição de uma aba opcional com mais detalhes técnicos sobre todos os elementos do jogo, para aqueles que quisessem engajar no conteúdo. Na Figura 3.6, uma captura de tela com esta aba que nomeamos como glossário.

Figura 3.6: Glossário



Fonte: Autor

Com esta compreensão dos objetivos didáticos, a proposta da jogabilidade foi solidificada como uma experiência lúdica em terceira pessoa em que o jogador controla uma personagem por um cenário coletando itens e os transformando em artefatos através de diferentes técnicas que ela aprende durante o jogo. Para garantir a entrega do conteúdo didático, as primeiras definições feitas foram os objetivos que seriam dados ao jogador e os métodos para alcançá-los, para que fosse garantido que os processos de produção da tumbaga requeridos fossem passados no jogo. Para tanto, foram definidos os processos que seriam abordados em acordo com os objetivos educativos. Os processos selecionados foram: fundição da liga, moldagem manual de peça, corrosão da peça com ácido, isolamento parcial da corrosão com cera de abelha, polimento de peça e criação de peça utilizando molde. Com os processos estabelecidos, foram definidos 3 itens que fizessem sentido histórico e mecânico e que estivessem de acordo com os processos selecionados. Os itens foram: espelho de tumbaga, colar Tayrona e totem de pássaro. Como projetado anteriormente, cada um usaria os conhecimentos anteriores e somaria mais processos. Por ordem os itens e seus processos são:

- **Espelho:** Coleta de cobre e ouro, fundição da liga, moldagem da peça, corrosão da peça e polimento.
- **Colar:** Coleta de cobre, ouro e cera, fundição da liga, moldagem da peça, isolamento com cera, corrosão parcial da peça e polimento.
- **Totem:** Coleta de cobre, ouro, cera e barro, moldagem da forma, queima da forma, fundição da liga, preenchimento da forma, quebra da forma e obtenção da peça, corrosão da peça e polimento final.

A sessão de jogo foi organizado em 3 etapas ordenadas: instrução do objetivo, exploração do cenário e coleta de recursos, criação do artefato objetivo. Dessa forma, uma vez que esteja na criação do artefato o usuário pode focar no processo como um todo, sem interromper para ir buscar outros itens, mantendo o aprendizado organizado e ininterrupto. Foi projetado também a existência de um inventário onde o usuário guardaria os itens coletados e um livro onde anotaria seus objetivos e conhecimentos, acumulando o progresso durante o jogo e ilustrando a passagem do conhecimento e o avanço da tecnologia e da química.

Como o reforço da informação é importante no desenvolvimento da aprendizagem, também foi decidido que não seria possível acumular itens iguais no inventário, só seria possível carregar um item de cada tipo por vez. Isso evita que o usuário colete múltiplos

tiplos itens iguais de uma vez e o força a retornar para a coleta sempre que necessário, reforçando a necessidade dos itens durante o processo de produção. Dessa forma, todo o novo objetivo exige a execução de toda a cadeia de produção do objeto.

Essa escolha acabou impactando na confecção do Totem de pássaro, que teve o processo de isolamento com cera removido para permitir manter isoladas as 3 fases de um objetivo. Caso contrário, o usuário teria que interromper o passo de criação e voltar para coletar mais cera depois de usá-la na confecção do molde com cera. Depois da macro estrutura pronta, foram adicionados alguns passos lúdicos ao processo do totem de pássaro, trazendo alguns elementos novos para fomentar a sessão de jogo. Foi criado um pequeno desafio de enigma bastante simples (para que ninguém fique trancado no desafio) de como coletar o desenho. O usuário deve coletar milho e jogar aos pássaros, para que estes fiquem parados e ele possa desenhá-los. Definidos os itens que precisam ser coletados, foram criados minigames para a coleta do ouro, do cobre, da cera de abelha e do barro.

O chulco (planta da família *Oxalis*) é o único que não exige um minigame e não precisa ser repetido, pois foi suposto que, somado à primeira coleta do chulco, o fato de existir um jarro separado só para este processo, já seria suficiente para reforçar a ideia do processo de corrosão. Com estes fatores todos, foi criado o projeto final do primeiro cenário do jogo, de maneira que a sua exploração é gradual entre os objetivos, para que o usuário não se sinta sobrecarregado logo de começo. Dessa forma, o primeiro objetivo exige uma zona menor, o segundo a mesma zona e mais um pouco, o terceiro o cenário todo. As figuras 3.7 e 3.8 mostram, respectivamente, a disposição dos itens pelo cenário e a progressão da exploração requerida pelos objetivos.

Como requisito, o jogo deveria ser projetado, se possível, para o público genérico, apesar de seu público alvo serem alunos do ensino médio. Portanto, seus controles foram pensados para serem simples, para ampliar o seu alcance. Dessa forma, os seguintes comandos foram escolhidos: WASD ou setas para mover a personagem, mouse para navegar em menus e barra de espaço como tecla de interação.

A UI (interface de usuário) foi projetada para encaixar no estilo do 3D *low poly* (estilo que usa poucos polígonos e uma malha simplificada), usando formas geométricas simples e cores que encaixam na mesma paleta mas que ainda dão destaque aos elementos. Na Figura 3.9, exemplos dos elementos de UI/UX (termo que se refere à interface de usuário e a experiência do usuário) presentes no jogo.

O caderno da personagem acabou recebendo mais de um propósito, servindo como

Figura 3.7: Projeto de disposição dos itens no cenário



Fonte: Autor

Figura 3.8: Progressão da exploração do cenário requerida pelos objetivos



Fonte:

Autor

uma conexão narrativa para os diferentes menus de *UI* presentes no jogo, tornando a experiência mais imersiva. Cada menu se tornou um diferente capítulo, todos separados por abas, como mostrado na Tabela 3.1. O resultado final do design do caderno somado às animações de troca de página, ilustram bem a sensação de folhear um caderno. Para trazer um pouco mais de narrativa, foram feitas ilustrações no estilo giz de cera para as páginas do livro, como se a personagem as tivesse feito.

Figura 3.9: Interface do jogador



Fonte: Autor

Tabela 3.1: Funções do Livro

Nome da aba	Menu	Árvore de tecnologia	Inventário	Glossário
Função	Acesso ao menu do jogo com botões para ajuda, créditos e sair do jogo	Ilustrações da progressão do conhecimento da personagem ao longo do jogo, com os processos de todos os artefatos aprendidos	Mostra dos itens coletados pelo usuário	Um glossário com informações adicionais sobre todos os elementos do jogo para quem quiser aprender mais
Ícone				

Para a coleta dos itens base, foram feitos mini jogos simples em cada área. No total são quatro mini jogos, sendo estes:

- **Coleta de cera de abelha:** Ao começar a interação, a personagem irá pegar uma colmeia nas mãos e as abelhas irão começar a persegui-la. Se as abelhas a alcançarem, a picarão, e ela irá derrubar a colmeia. Fuja sem ser pego para coletar a colmeia com sucesso.
- **Coleta de barro:** Ao começar, a personagem irá juntar um jarro de barro e começar a andar automaticamente de volta para a grama. Uma *UI* irá aparecer com seu equilíbrio. Use as setas para os lados ou as teclas A e D para manter o balanço do marcador branco dentro do aro. Se o marcador sair muito para o lado, a personagem irá escorregar e derrubar o vaso, falhando a coleta. A grama com o jarro para coletar o barro com sucesso.
- **Garimpo de ouro:** Apertando a tecla espaço rapidamente, a personagem balança

Figura 3.10: Abas de menus da personagem



Fonte: Autor

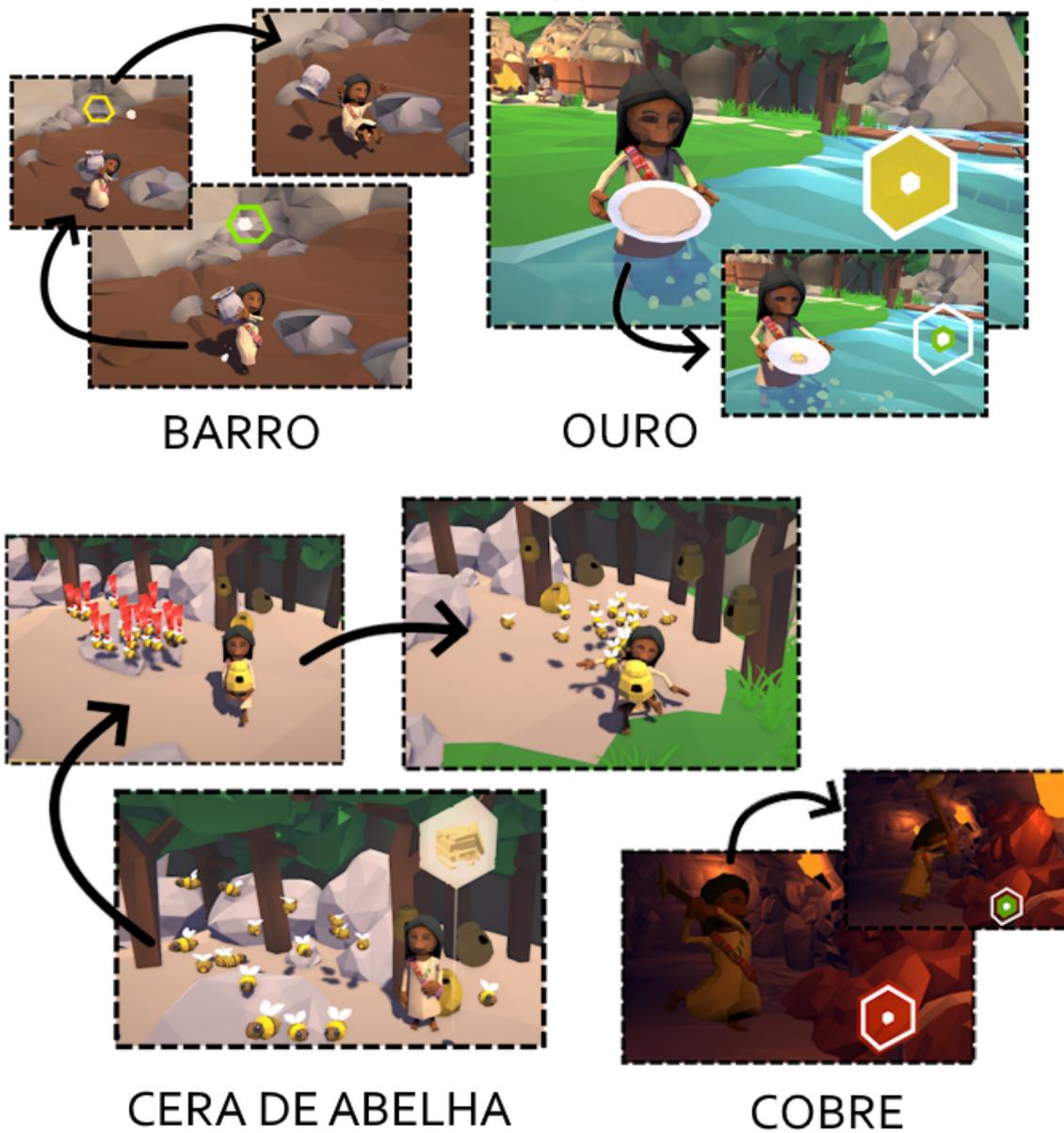
a peneira e a parte amarela do marcador à direita diminui. Se o usuário parar de apertar a tecla espaço, o amarelo restaura seu tamanho normal gradualmente. Para vencer, o amarelo deve diminuir até sumir dentro do branco interno.

- **Mineração de cobre:** O preenchimento colorido aumenta e diminui constantemente, enquanto a personagem executa a sua animação de pulo. Aperte espaço quando o preenchimento estiver verde (dentro do aro branco) para diminuir o aro em 1 unidade. Se apertar no momento errado, o aro irá aumentar 1 unidade (limitado ao tamanho inicial). Diminua o aro em 3 unidades para coletar o cobre com sucesso.

Há também 3 bancadas de criação: a mesa de criação, para montagem e polimento de peças; o caldeirão para fundição da tumbaga e queima do molde; o caldeirão de ácido, para corrosão do cobre. As 3 bancadas funcionam da mesma forma. Ao entrar nelas à esquerda abrirá o inventário e à direita a janela da bancada. Arraste os itens do inventário para a bancada e, para executar o processo, aperte o botão colorido com o ícone da interação, na lateral esquerda da janela da bancada. O processo acontecerá apenas se a personagem já tiver aprendido uma fórmula com os itens na bancada. O caldeirão de ácido é o único que deve ser ativado para poder ser usado. Colete chulco no canto esquerdo do cenário e coloque no caldeirão para liberá-lo para uso.

Os itens chulco e milho não possuem minigames. Para coletá-los o jogador deve

Figura 3.11: Mini jogos de coleta



Fonte: Autor

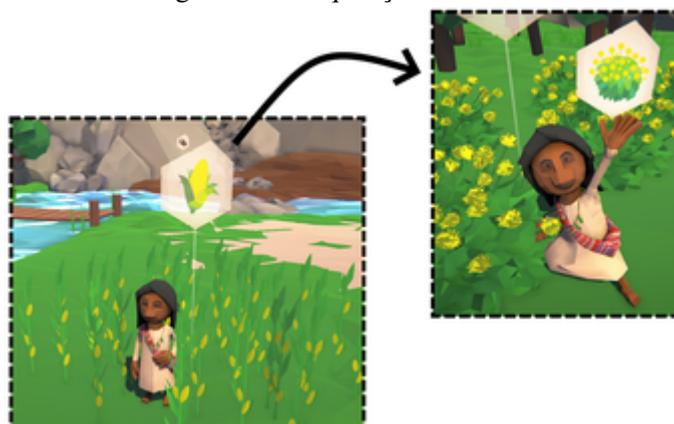
Figura 3.12: Bancadas de criação



Fonte: Autor

se aproximar da área sem o item no inventário e apertar a tecla espaço.

Figura 3.13: Aquisição de chulco



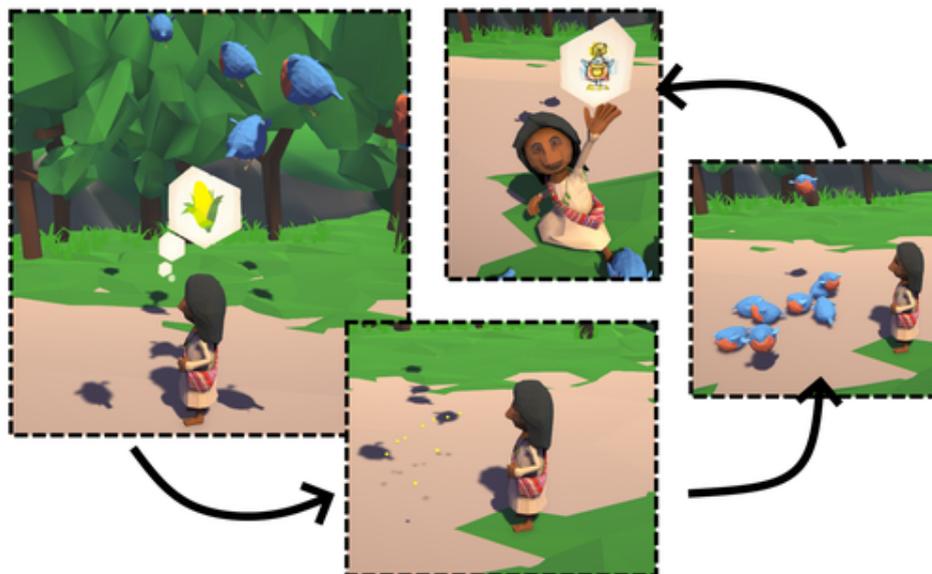
Fonte: Autor

Para coletar o desenho de pássaro há um quebra-cabeça: se o usuário chegar perto dos pássaros, eles sairão voando. Ao tentar interagir, um ícone de milho irá aparecer como uma dica. Ele deverá coletar milho, voltar e interagir novamente. Assim, ele jogará o milho e os pássaros ficarão parados por um breve período. Se ele interagir novamente, antes que eles voltem a fugir, coletará o desenho com sucesso.

Para completar a fase, o último objetivo deve ser entregue ao ancião. Na Figura 3.15, as árvores de tecnologia propostas para os 3 objetivos, em ordem de execução.

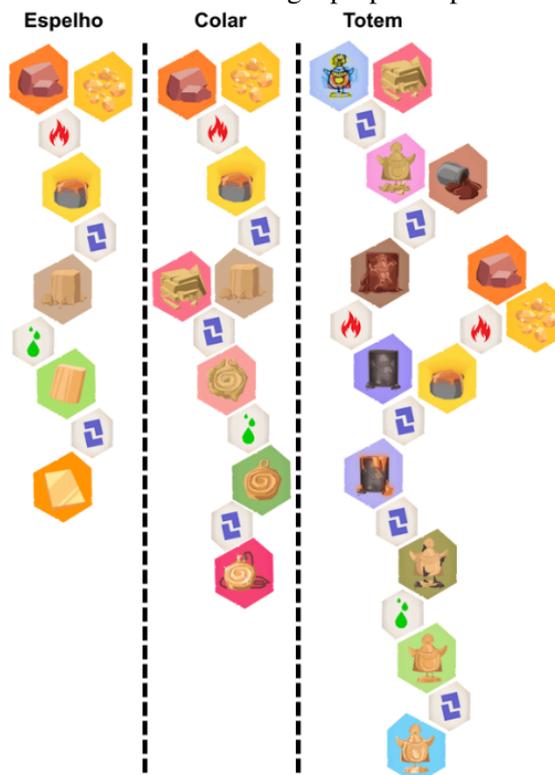
O projeto *Ferreiros e Alquimistas* previa apenas a implementação de uma fase, mas tinha como pré requisito o suporte a atualizações de conteúdo no futuro. A visão para o jogo completo era de que a personagem exploraria tecnologias diferentes, nave-

Figura 3.14: Aquisição do desenho de pássaro



Fonte: Autor

Figura 3.15: Árvores de tecnologia propostas para os 3 objetivos



Fonte: Autor

gando pela história da química. Para tanto foi necessário estruturar o jogo de maneira que suportasse tais requisitos no futuro. A estrutura conta com: um caderno contendo todas as tecnologias aprendidas e conhecimentos acumulados (carregado entre fases), um menu de seleção de fases, que mostrasse esse avanço e progressão para o jogador, uma narrativa que ligasse tais fases, código modular que aceita novas features em cima das que

já existem. Para ligar narrativamente o final da primeira fase com uma possível próxima fase, a cada objetivo completo durante a primeira fase é possível notar o avanço de caravelas espanholas chegando no horizonte. Quando a personagem entrega o terceiro item ao Ancião, as caravelas chegam e sequestram a personagem, levando-a para uma colônia espanhola em Cuba. Lá ela aprenderia a metalurgia do ferro com um escravo africano também aprisionado pelos espanhóis. A ligação narrativa pode ser vista na Figura 3.16.

Figura 3.16: Fim da primeira fase do jogo com ligação narrativa para a segunda

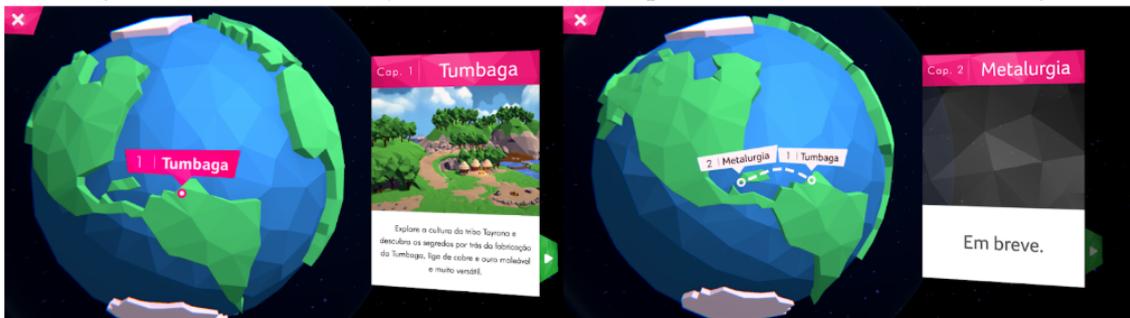


Fonte: Autor

O menu seleção de fases foi projetado como um planeta, mostrando a jornada da

personagem pelo mundo. Dessa maneira, fica em aberto para o futuro a liberdade de colocá-la em outras localidades. Isso abre mais espaço para a exploração da história da química e a escolha de quais tecnologias mostrar. Na Figura 3.17 está o menu de seleção de fases, antes e depois de completar a fase da Tumbaga.

Figura 3.17: Menu de seleção de fases antes e depois de terminar a fase da Tumbaga.



Fonte: Autor

4 A ARQUITETURA DE *FERREIROS E ALQUIMISTAS*

O projeto foi feito na *engine Unity 3D* na linguagem de programação *C#*, utilizada pelo software. A versão da *Unity 3D* no seu lançamento era a *2017.30f3*. Foi produzido utilizando uma adaptação do método ágil espiral, com ciclos de produção variados entre 2 semanas e 1 mês. Sua produção foi versionada utilizando a ferramenta interna da *engine* chamada *Collab* (também conhecida por *Unity Collaborate*), que já se encontra descontinuada.

A primeira tarefa na programação do jogo foi o desenho da arquitetura geral do código. Para isso, após o macro design do jogo estar definido, foram modelados os principais elementos do jogo, com o objetivo de isolar as responsabilidades em entidades separadas e deixar o código fácil de encaixar novas funcionalidades futuras. As principais áreas destacadas foram: *inputs* e controle do jogador, interações e mini jogos da fase, controle do caderno da personagem e controle geral da aplicação. Controladores específicos foram feitos para os outros elementos da aplicação como câmera, controle da cena de entrada, menu inicial da aplicação, seleção de fases no planeta, controles específicos dos minigames, etc.

4.1 Convenções de Nomenclatura

Para maior facilidade na compreensão das funcionalidades apresentadas, serão apresentadas as convenções de nomenclatura que foram definidas para o projeto. Apesar dos nomes *Settings*, *Behaviour*, *Controller*, *Manager*, *Input* e *Handler* frequentemente vistos em códigos de jogos, não há um padrão bem estabelecido para as suas funcionalidades. Como são utilizados neste trabalho, aqui está a definição de suas funcionalidades quando eles aparecem no final de nomes de classes dos códigos escritos pelo autor (não nativos da *Unity 3D*):

- **Controller:** Uma classe que herda da classe nativa *MonoBehaviour* (Unity Technologies, 2017c) e age como um componente especializado, controlando uma função específica definida pelo resto de seu nome. Exemplos são: *CameraController* e *CraftTableController*.
- **Manager:** Classe que opera um grande sistema e implementa o padrão *Singletons* (NYSTROM, 2017). Exemplos são *SoundManager*, *GameManager* ou *Database-*

Manager.

- **Input:** Classe que escuta por *inputs* e dispara eventos, sempre ligada a um *Handler*. Exemplos são *KeyboardInput*, *GamepadInput* e *TouchInput*.
- **Handler:** Classe de ligação que mapeia entradas a saídas por meio de referências serializadas. Exemplos são *InputHandler* e *EventHandler*.
- **Behaviour:** Não confundir com a classe nativa *MonoBehaviour*, *Behaviours* são controladores especializados em comportamentos artificiais. Exemplos são *BirdBehaviour* e *BeeBehaviour*.
- **Settings:** Classes que herdam da classe nativa *ScriptableObject* (Unity Technologies, 2017f), que fornece a capacidade de gerar objetos estáticos na pasta do projeto. Estas instâncias podem serializar seus dados e serem referenciadas por qualquer referência serializada de objeto ou de seu tipo. São utilizadas para definir configurações, bases de dados estáticas e, em alguns casos, variáveis estáticas mudadas durante o jogo. *ScriptableObject* é construído no momento de criação da aplicação, com seus dados serializados. Quando a aplicação abre, estes dados são carregados no objeto. Seus dados podem ser alterados durante uma sessão de jogo, mas estas mudanças serão sempre perdidas no término da aplicação, que carregará novamente os dados do momento da construção do aplicativo em uma nova inicialização.

4.2 Movimentação

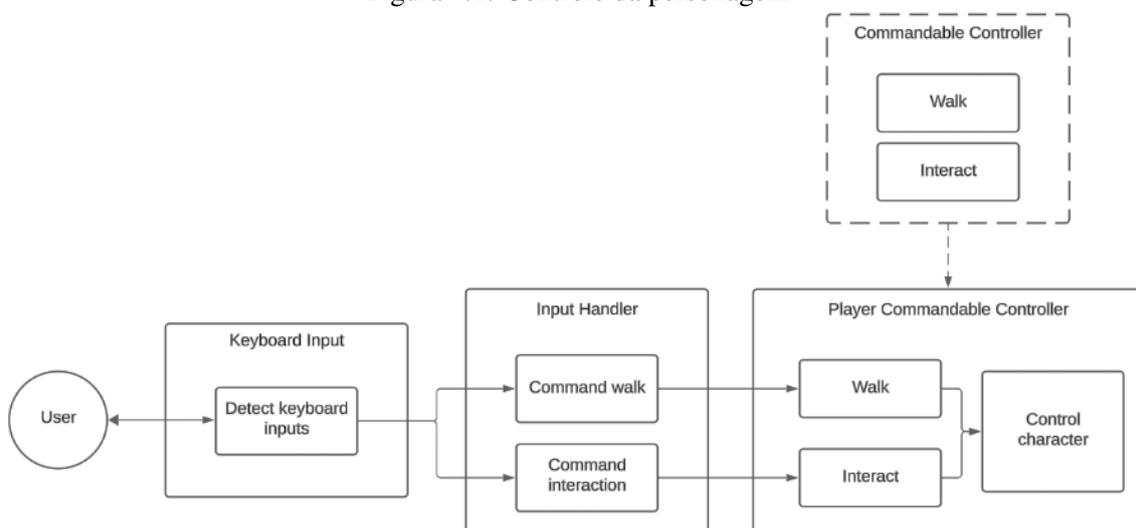
Muitas vezes a ordem de produção pode ser ditada por outras áreas. A primeira coisa implementada foi a movimentação do personagem, para dar à arte a habilidade de navegar no cenário e assim trabalhar as dimensões de cena, os objetos de jogo e o posicionamento geral das coisas. Para a movimentação a arquitetura pensada foi inspirada nos padrões *Command* e *State*, do livro *Game Programming Patterns* (NYSTROM, 2017). *Command* é um padrão pensado para isolamento e abstração de comandos, permitindo a separação do código de captação de *inputs* da execução dos comandos relacionados à ela. O padrão *State* serve para separar os diferentes controles que podem existir dentro de uma entidade que se encontra em diferentes estados. A arquitetura inicial envolve as classes:

- **Input Handler:** Classe que liga comandos a controladores nas cenas.
- **[SomeMethod]Input:** Classes responsáveis pela detecção das *inputs* e disparo de comandos no *InputHandler*. Ao longo do projeto foi decidido que apenas o controle

por teclado seria implementado, portanto, a única instância implementada de *Input* é o *KeyboardInput*.

- **CommandableController:** Classe abstrata com a interface de comandos que o *InputHandler* usa para se conectar e com controle de trava seletiva destes comandos no controlador.
- **PlayerCommandableController:** Controlador da personagem responsável pela movimentação, animações, sons da personagem e detecção de possíveis interações. *PlayerCommandableController* herda de *CommandableController*.

Figura 4.1: Controle da personagem



Fonte: Autor

A separação entre *InputHandler* e detecção de *inputs* foi feita para facilitar possíveis remapeamentos de comandos e suporte para controladores diferentes, pois neste momento do projeto não se sabia se o suporte ao controle seria necessário, quais comandos existiriam no futuro (no possível update com a fase 2) e se o usuário poderia remapear os controles para o seu conforto. Com esta arquitetura, para trocar entre teclado e gamepad, por exemplo, só seria necessário deletar a instância ativa de *Input* e criar uma nova com o novo tipo, trocando por exemplo de *KeyboardInput* para *GamepadInput*. E para remapear controles, bastaria implementar futuramente a troca da ordem de chamadas dentro de *InputHandler*. Já a classe abstrata *CommandableController* foi criada para possibilitar a troca do controlador apontado por *InputHandler*. Isso serve para dar mais modularidade e até mais segurança. Por exemplo, em um minigame, ao trocar o controlador que *InputHandler* aponta, o controlador da personagem para de receber *inputs* e o controlador do mini jogo passe a recebê-las de maneira exclusiva, evitando conflitos de controle e tornando o debugging mais fácil.

A movimentação da personagem ficou como responsabilidade do *PlayerCommandableController*. Esta movimentação acontece da seguinte maneira: *KeyboardInput* detecta *inputs*, avisa o *InputHandler* que a mapeia para o comando correto (por exemplo, *PlayerCommandableController.Walk(Vector3 direction)*) que executa o controle da personagem. Como o controle da personagem deve ser feito ao longo do tempo, precisamos de algum tipo de ciclo de repetição para executá-lo (*loop*). Na *Unity 3D*, o *loop* de uma classe é comumente feito através de códigos *MonoBehaviour* implementando a função *Update* (Unity Technologies, 2017d), que é chamada pela *engine* uma vez por quadro em código ligados na cena. Como a personagem pode ficar muitas vezes parada, dentro de interações, minijogos ou vendo o seu caderno, foi decidido que a movimentação seria implementada de outra forma, com corrotinas, para que somente estivessem ativas caso o usuário estivesse se movimentando. *Coroutines* (Unity Technologies, 2017b) são funções que podem suspender sua execução por uma chamada de *yield* e um comando de quando retomar o controle. No nosso caso o comando de *WaitForEndOfFrame* (Unity Technologies, 2017h) nos permite alcançar o mesmo efeito que uma *Update*. Desta forma, quando a personagem não estiver sendo intencionalmente controlada, temos certeza de que o controlador não estará mexendo na sua posição, evitando o conflito caso outra entidade queira mexer nesta variável também (como é feito, por exemplo, em algumas interações). Para isso, quando o *PlayerCommandableController* recebe uma *input*, ele liga uma corrotina de movimentação, caso nenhuma esteja ligada, e atualiza as direções de controle. Quando ele recebe novas *inputs*, se a corrotina ainda estiver ligada, ele apenas atualiza as direções alvo, utilizando a mesma corrotina. Ao parar de fornecer *inputs*, o controlador do jogador recebe este aviso do *InputHandler* e encerra a corrotina de movimentação.

A movimentação da personagem utiliza o motor físico da *Unity 3D* usando o componente nativo chamado *Rigidbody* (Unity Technologies, 2017e), controlando sua velocidade conforme as *inputs* do jogador. Para as animações da personagem usei dois componentes nativos. O *SkinnedMeshRenderer* (Unity Technologies, 2017g), que deforma a malha de triângulos (*mesh*) da personagem com base em uma configuração de avatar (fornecida pelo arquivo *.fbx* do modelo da personagem) transposta sobre um referencial de objetos na hierarquia da cena (que deve conter localmente a mesma hierarquia presente nas configurações). E o *Animator* (Unity Technologies, 2017a) que consegue tocar animações feitas pelo artista em objetos na hierarquia, dadas as configurações em sua interface gráfica e uma série de comandos que podem ser executados código. O resultado visual das animações é uma combinação do *Animator* mexendo o esqueleto na cena e o

SkinnedMeshRenderer deformando a *mesh* da personagem.

Com a movimentação feita, a próxima grande área eram as interações, que são a maior parte do jogo. Para as interações foram levadas em conta algumas considerações, como:

1. **As interações devem conter uma zona de interesse**, onde se o jogador estiver dentro, elas possam ser começadas dadas as *inputs* de interação.
2. **As interações devem assumir o comando do jogador** e devem ser livres para implementar quaisquer controles com os comandos pré definidos (por mais que os mini jogos da tumbaga estivessem definidos, a requisição era de que o jogo suportasse atualizações de conteúdo, então ele deve suportar interações ainda não conhecidas).
3. **O jogador deve assumir uma posição e rotação pré definida** para a interação antes de começá-la.
4. **O controlador do jogador deve ser interrompido durante as interações**, para que elas tenham a liberdade de mexer nele sem conflito de acesso à variáveis.

Para esta arquitetura, as classes projetadas foram:

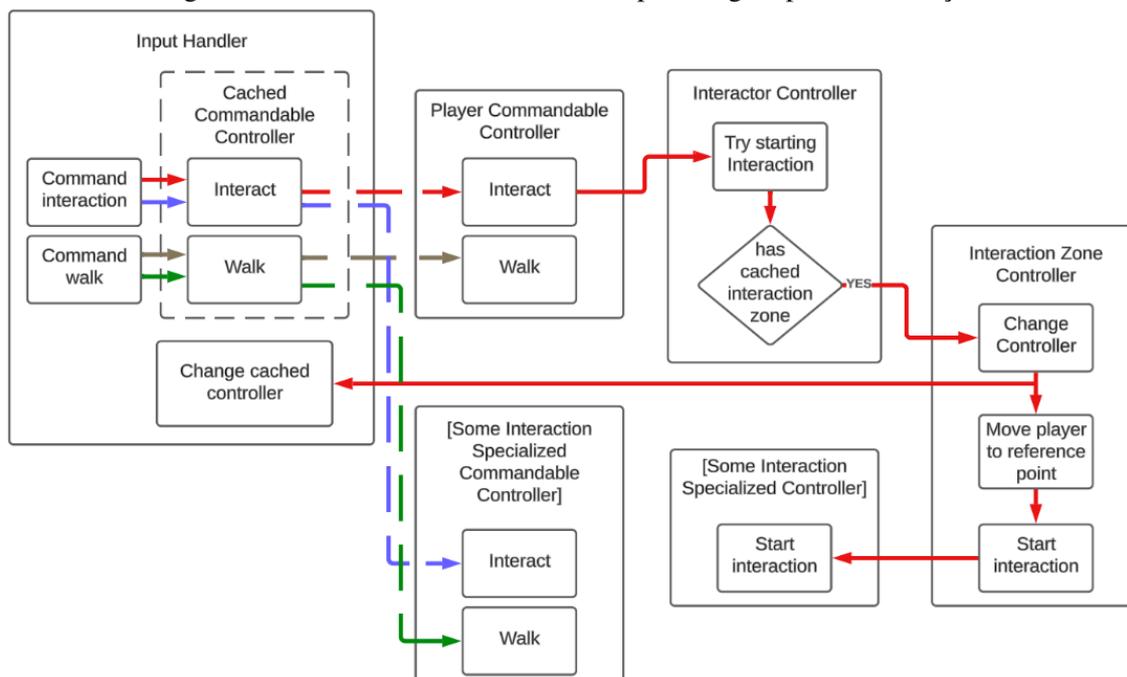
1. **PlayerCommandableController:** além das definições anteriores, dada uma entrada, manda o *InteractorController* tentar começar uma interação.
2. **InteractorController:** responsável por checar se o jogador está dentro de uma zona de interação e, dado o comando de interação, ligar o controlador do jogador na zona de interação alvo se ela não for vazia; Dá o comando para o *InteractionZoneController* começar sua interação.
3. **InteractionZoneController:** indica o ponto referencial que o jogador tem que assumir no espaço para começar a interação, executa a transição dos estados do jogador entre movendo pelo cenário e executando a interação e vice-versa; Controla também as *UIs* dos ícones indicadores de interação; Referencia uma instância de *InteractionController* e liga o jogador nela.
4. **InteractionController:** classe abstrata que declara as referências que as interações devem conter como: ícone, dados das instruções de ajuda, *Animator* que o jogador deve assumir, trilha sonora que deve ser tocada, referência ao controlador que assumirá posse da personagem durante a interação. Guarda também os dados das instruções adicionais contextuais para ajuda (vistos na Figura 3.9), referentes a interação e atualizadas na tela quando o jogador está em distância suficiente para

começar a interação.

5. **[SomeInteractionCommandable]Controller:** classes especializadas que herdam de *CommandableController* e implementam o controle do jogado durante a interação, por exemplo: *GoldPanningCommandableController* ou *MiningCommandableController*.

Com esta arquitetura é possível isolar os diferentes modos do jogo em diferentes controladores, com uma estrutura organizada capaz de trocar as *inputs* (comandos de entrada do usuário) e o foco do jogador entre eles. Nessa forma, *Input Handler* começa com o foco no *Player Controller* e conforme a personagem anda pelo cenário, a classe *Interactor* consegue identificar se está dentro de uma zona de interação, usando o motor físico da *Unity 3D* e os componentes *Rigidbody* e *Collider* (Unity Technologies, 2017e), que avisam o código quando o colisor (componente que calcula colisões numa cena) dele encosta em outro colisor da cena. Ao entrar em contato com uma zona de interação, *Interactor* guarda ela como referência. Ao sair, limpa sua referência se a área da qual estiver saindo for igual à guardada. Quando *Player Controller* recebe o comando de interação, ele o envia para *Interactor* que, se tiver uma zona na sua referência, comanda o começo da interação. A zona então, remove o *Player Controller* do *Input Handler*, move o jogado até o ponto referencial da interação, passa para o *Input Handler* o controlador específico da interação e começa a interação.

Figura 4.2: Chaveamento de controle da personagem para as interações

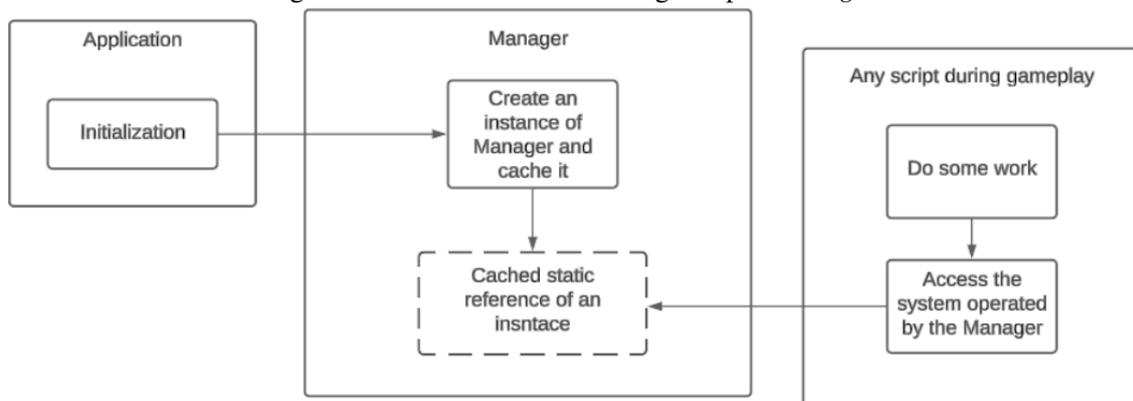


Fonte: Autor

4.3 Managers

Como explicado no começo do capítulo, neste projeto, *Managers* são controladores de grandes sistemas que utilizam o padrão de *Singleton* e portanto possuem apenas uma instância viva na cena, acessadas em diversos lugares do código através de uma referência pública e estática chamada de *Singleton*. Nos meus códigos, na maioria das vezes os *Managers* são instanciados uma vez e nunca destruídos. Neste projeto os *Managers* são: **SoundManager**: responsável por controlar a trilha sonora e volume de todas as instâncias do componente nativo AudioSource, com chamadas para tocar sons, trilhas, pausar a trilha, e mutar os sons. **GameManager**: responsável por lidar com as macro funções do jogo, como inicializar e trocar de cena. **DataManager**: responsável por guardar o progresso do jogado e prover interfaces de leitura e escrita aos dados. **BookManager**: responsável por prover uma interface de controle do caderno do jogador.

Figura 4.3: Acessos a sistemas regidos por *Managers*



Fonte: Autor

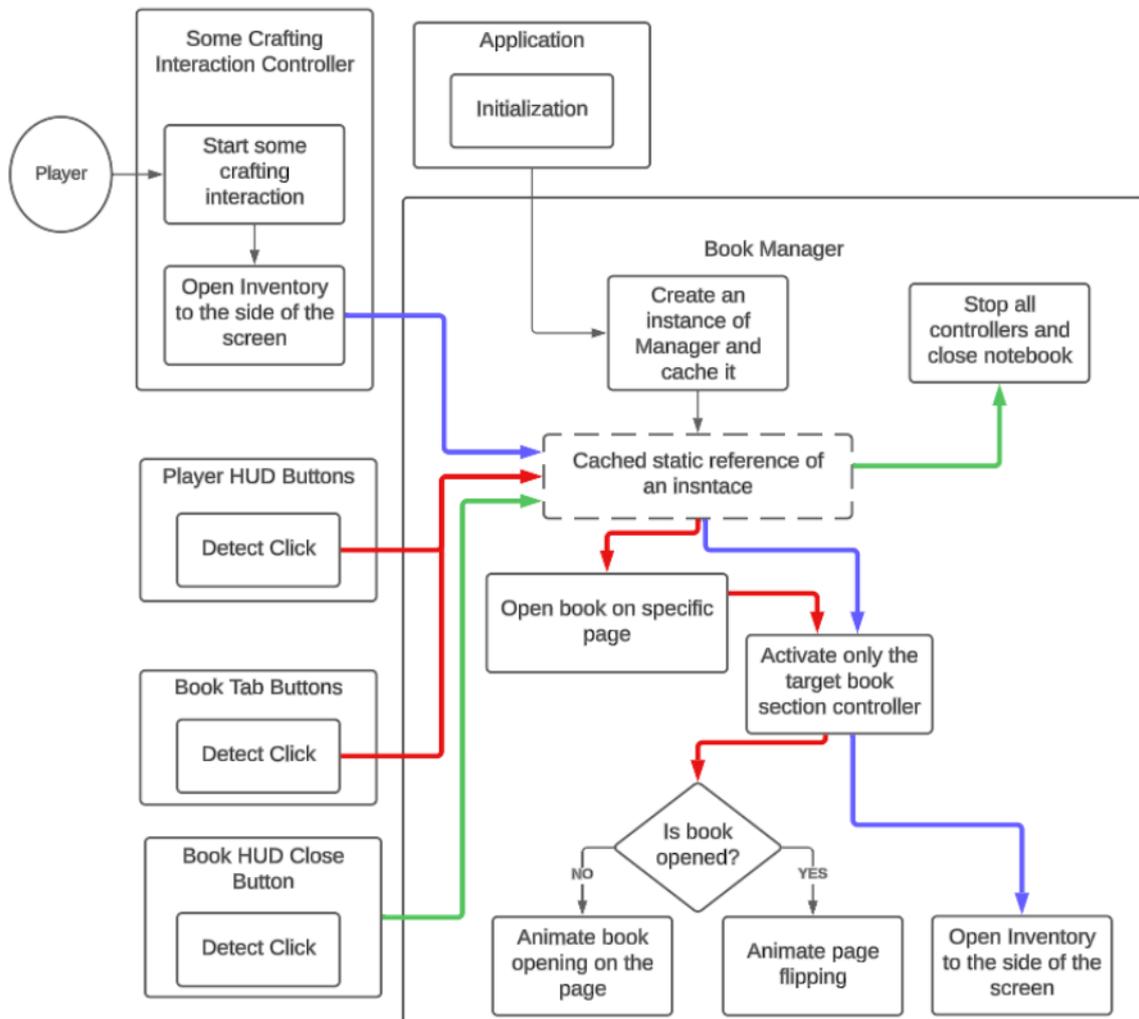
4.4 Menus no Caderno

Para os menus do caderno o primeiro trabalho era compreender os usos e chamadas de acesso às janelas detalhadas na Tabela 3.1 (menu, árvores de tecnologia, inventário e glossário). Os acessos seriam todos feitos por botões na *UI* da tela, exceto pelo inventário, que seria mostrado nas de criação. Além disso, os menus deveriam ser todos como um caderno, que quando acessado, abriria na tela. A navegação entre as janelas seria feita por abas no caderno e deveria mostrar o folhear das páginas para maior imersão. A navegação seria toda por uso do mouse, sem a necessidade de mapeamento para outro controle, portanto, a captação de comandos das *inputs* foi feita usando o componente nativo da *Unity*

3D chamado *Button* [1] que identifica um clique em um elemento de *UI* e fornece uma interface para a serialização de uma chamada em um controlador no editor da *Unity 3D*; e as interfaces de código *IBeginDragHandler*, *IDragHandler*, *IEndDragHandler* e *IPointerClickHandler* que fornecem chamadas automaticamente chamadas pela *engine* quando o mouse clica, começa a arrastar, arrasta e solta um elemento de *UI* que contenha um componente que implemente estas interfaces. Com isso as classes definidas para a arquitetura foram:

- ***BookManager***: controlador que desperta a abertura do livro, controla a navegação entre as páginas e as animações do folhear de páginas. Foi feito como um *Manager* pois chaveia os contextos de controle entre as abas do livro e implementa o padrão *Singleton*, para fornecer o comando de abertura do livro à qualquer controlador do jogo (permitindo a abertura por botões ou pelas diferentes zonas de interação).
- ***MenuController***: fornece chamadas para fechar o jogo, abrir os créditos e abrir a ilustração de controles para os botões de sua página.
- ***TechTreeController***: controla a montagem da lista de árvores de tecnologia com base nos dados coletados do jogado e a seleção de qual deve ser mostrada pelo *SlidableWindowController*.
- ***SlidableWindowController***: controla a janela arrastável que mostra a árvore de tecnologia.
- ***InventoryController***: controla a montagem do inventário de acordo com os dados do jogado. Comunica o banco de dados da remoção (o usuário pode arrastar os itens para fora) e adição de novos itens (adquiridos em bancadas de criação).
- ***InventoryItemController***: detecta e controla o clique e arrasto de itens do inventário.
- ***GlossaryController***: controla a montagem dos botões do glossário e os textos mostrados quando estes são clicados.
- ***GlossarySettings***: classe com habilidade referencial serializável, contendo os dados a serem mostrados no glossário.

Figura 4.4: Controle de acessos ao caderno da personagem



Fonte: Autor

5 VALIDAÇÕES E RESULTADOS

Ao fim do projeto, *Ferreiros e Alquimistas* foi entregue ao professor Marcelo Eichler, que ficou muito satisfeito com o seu resultado. O jogo foi entregue em dois formatos, um arquivo executável para PC *Windows* e uma aplicação *WebGL*, disponível até hoje no acervo de projetos do NAPEAD (FIGUEIREDO et al., 2017). Na entrevista feita para este trabalho, o professor fala um pouco sobre as suas expectativas antes e depois do projeto, e suas experiências com a aplicação do jogo em sala de aula:

Eu imaginava o jogo com uma característica visual minimalista, em 2D. De certa forma parecido com jogos que eu jogava há alguns anos, como *Civilization* (Sid Meier) ou *FarmVille* (Zynga). Embora esses jogos tivessem outra dinâmica, eu não tinha uma representação mais definida acerca do visual e mesmo da dinâmica de jogo para *Ferreiros e Alquimistas*, talvez por que eu não fosse um jogador experiente em consoles. Nós não conseguimos desenvolver toda a narrativa pensada para o jogo, mas sem dúvida a fase Tumbaga ficou excelente, muito além de minhas expectativas. O que me deixou muito satisfeito com o jogo produzido foi tanto a qualidade gráfica quanto a dinâmica, a jogabilidade. Pois minhas ideias para a narrativa eram simples, muito resumidas, pouco especificadas. Sem dúvida, foi a qualidade dos bolsistas do NAPEAD que trabalharam no desenvolvimento do jogo que permitiram que ele apresentasse um ótimo acabamento e tivesse um muito bom recebimento em sua divulgação em eventos científicos [...] Eu apresentei o jogo em disciplinas de formação inicial de professores, como nas disciplinas de Evolução da Química (que é como chamamos a disciplina de História da Química no curso de Licenciatura em Química da UFRGS) e em Projetos de Educação Química: Espaços Escolares (em que discuto com os estudantes a utilização das tecnologias digitais e dos eventuais laboratórios de informática no ensino de química). A recepção dos estudantes sempre foi muito boa. Entretanto, não consegui ainda formalizar nenhuma atividade de avaliação (ou de usabilidade) do jogo em realidade de escola. Sem dúvida com esse TCC me senti animado a fazer isso. Esse vai ser um objetivo que vou seguir, então, nesse e no próximo ano (EICHLER, 2024)

Além disso, Marcelo Eichler contou que em 2025 publicará um artigo que já escreveu e que fala, entre outros temas, sobre a produção do jogo. Falou também que, com a entrega deste trabalho, pensa em escrever outro artigo usando a dissertação.

Ferreiros e Alquimistas também foi submetido a uma premiação, onde foi selecionado como finalista (SBGAMES, 2017) e, apesar de o vencedor da categoria ter sido o jogo Rango Cards (do estúdio Fira Soft, de Brasília), recebeu menção honrosa no palco.

A arquitetura final do jogo ficou bastante satisfatória, apesar de ter sido o meu primeiro jogo. Hoje, eu faria algumas coisas diferentes (como usar menos *Singletons* e mais referências estáticas através de *ScriptableObjects* para evitar dependências de código), mas a arquitetura se mantém organizada e modular. Durante a produção foram feitas várias iterações na arquitetura e diversos refatoramentos no código, à medida que fui aprendendo sobre padrões e desenvolvendo meus conhecimentos. Mas acredito que uma das razões para tal feito se deve ao trabalho de Robert Nystrom e de seu livro, que é como a Bíblia do design de padrões de código para jogos. *Ferreiros e Alquimistas* se

tornou, na minha opinião, um jogo referência entre os educativos feitos por estudantes, sua qualidade gráfica e de jogabilidade o destaca entre os jogos disponíveis. Uma das provas foi ter batido de frente com o jogo Rango Cards e outros da categoria, feitos por profissionais da área do desenvolvimento de jogos.

Figura 5.1: Finalista na categoria Melhor Serious Games 2017

Melhor Serious Game

Esconder tabela

Nome	Link para download	Empresa	Site	Escola/Universidade	Estado	Cidade
A Nova Califórnia		Game e Arte Ensino de Arte e Cultura Ltda ME	Link		SP	Guarulhos
Ferreiros e Alquimistas		NAPEAD	Link	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	RS	Porto Alegre
Gamebook Guardiões da Floresta	Download	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Comunidades Virtuais	Link	Universidade do Estado da Bahia	BA	Salvador
O Livro Sagrado dos Jurubebas		Kaipora Digital	Link		PB	Campina Grande
Rango Cards	Download	Fira Soft	Link	Universidade de Brasília	DF	Brasília
Sara - A Meaningful Journey, Part One		Chronikin		Universidade Positivo	PR	Curitiba

Fonte: (SBGAMES, 2017)

6 CONCLUSÕES

Ferreiros e Alquimistas foi um jogo muito frutífero. A proposta era fazer um jogo de aventura que explorasse a história da química e ensinasse ao aluno um pouco sobre o avanço tecnológico desta ciência, de maneira lúdica e divertida. Além de aprender muito sobre a produção e desenvolvimento de jogos, acredito que concluímos o trabalho com êxito. Além de cumprir os requisitos de qualidade, cumprimos todos os requisitos técnicos colocados pelo professor idealizador do projeto. A fase da tumbaga foi feita com as tecnologias solicitadas e o jogo foi terminado de maneira que no futuro ainda pode receber atualizações, de maneira modular e muito mais simples de serem feitas do que se fossem feitas do zero. Para as próximas fases, com a base já feita, só serão necessários os conteúdos de arte, game design e a programação dos mini jogos de cada fase. O controle de trocas de fases, o aumento do conteúdo no caderno da personagem, o controle da personagem e o chaveamento entre as interações, todos devem funcionar com futuras atualizações.

Como trabalho futuro, é projetado que o jogo receba a atualização de conteúdo com a segunda fase, sendo esta sobre a tecnologia da Metalurgia. Nesta fase a personagem se encontra aprisionada em uma colônia espanhola na Colômbia. Lá, ela conhece um escravo africano que a ensinará sobre a metalurgia do ferro, dando sequência ao avanço tecnológico registrado em seu caderno. O ciclo de jogabilidade permanece o mesmo, o escravo funcionará como o ancião, passando os objetivos que a personagem deve construir. Cada objetivo ensinará um pouco mais sobre os processos de forja do ferro e serão gravados no livro. Ao fim desta fase, também será necessário o planejamento de uma próxima para fazer a ligação narrativa entre o final da metalurgia do ferro e o começo da próxima tecnologia, mantendo modelo de ligação entre as fases previsto no menu principal. O menu de seleção de fases abre espaço para diferentes regiões do mundo. Dessa forma, os trabalhos futuros podem seguir construindo o avanço da história da química, irrestrito de local. Lembrando que, para manter a narrativa coesa, o avanço temporal também pode ser feito, através da passagem do caderno da personagem. Neste sentido, a personagem não precisa ser sempre a protagonista da história. Afinal, a história da química se torna os registros no caderno, que pode sobreviver por centenas de anos sem perder a coesão histórica.

7 AGRADECIMENTOS ADICIONAIS

O *Ferreiros e Alquimistas* foi um projeto bem grande, e durante a sua existência muitos alunos participaram. A versão final do jogo pode ser encontrada nas referências (FIGUEIREDO et al., 2017), e na sua produção trabalharam:

- **Gabriel Figueiredo:** Responsável pela programação, desenvolvimento e game design.
- **Lucas Corrêa:** Encarregado das animações, modelagem 3D, ilustrações e game design.
- **Cristian Gars:** Incumbido de desenvolver a *UI/UX* e criação da marca.
- **Marcelo Figueiredo:** Produção da trilha sonora e do design de som.
- **Marlise Santos e Gabriela Perry:** Coordenadoras do projeto.
- **Marcelo Eichler:** Além de idealizar o projeto, contribuiu diretamente para a validação dos conteúdos educativos presentes no jogo.

Durante a existência do projeto, antes da minha entrada e da produção da versão do jogo apresentada neste trabalho, também passaram pelo projeto os alunos Giovana Novello, Matheus Jorge, Gustavo Fritsch e Laura Vasconcellos do Departamento de Design e Ana Schwendler e Andrei Schwingel do Instituto de Ciências da Computação, todos da UFRGS, cujos trabalhos não estão diretamente refletidos no jogo final (exceto pelo modelo 3D das abelhas feito por Laura Vasconcellos, que ainda se encontra no jogo). O projeto foi financiado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (SEAD), NAPEAD e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Este projeto foi um marco gigante na minha carreira. Lembro até hoje de um momento marcante durante a feira do SBGames 17 que participamos. Lá, tínhamos um estande apresentando o jogo, durante toda a feira. Muitas pessoas jogaram, mas uma delas me marcou. Um garoto que jogou o jogo inteiro, estava terminando o primeiro objetivo e, quando a janela de objetivo cumprido apareceu, levantou os braços comemorando, sem nem perceber que estávamos filmando o estande. Essa pequena alegria dele me contagiou e com certeza é parte do motivo pelo qual decidi me tornar um desenvolvedor de jogos.

Ferreiros e Alquimistas é o primeiro jogo em que trabalhei com Lucas, o artista 3D que desenvolveu o jogo comigo. Esta parceria, que nasceu dentro do NAPEAD, se

expandiu para fora. Em 2019 abrimos a nossa empresa, a *Hyper Dive Studio*. Já são quase 6 anos de estrada (e quase 9 de parceria). Dentro da área de jogos, trabalhamos com *outsourcing* (modelo de prestação de serviços de desenvolvimento terceirizado), consultoria criativa, terceirização de projetos, e nos encontramos em 2020 com o mercado *Hyper Casual*. Nele tivemos um imenso sucesso com a publicação de *Paper's Grade, Please!*, que hoje (2025) tem mais de uma centena de milhões de downloads. Ironicamente, o jogo é uma brincadeira com a ideia de ser professor, onde você joga como um professor supervisionando aulas e corrigindo provas muito malucas de alunos mais malucos ainda. Este jogo foi a nossa primeira virada de sucesso e nos permitiu ampliar a empresa. Abrimos uma sede e contratamos outros dois alunos da UFRGS, um programador e um game designer. Em 2024 decidimos mudar para o mercado *PC Premium*, onde nos encontramos agora. Hoje, a *Hyper* já conta com um time de 6 pessoas na produção e um administrador, com previsão de contratar mais 4 pessoas até o meio do ano. Temos um contrato assinado com uma publicadora estrangeira para publicar o nosso primeiro título PC em 2026, que já está em produção. A parceria com a publicadora e o jogo serão anunciados em Maio na *Gamescom Latam 2025*. Os horizontes são amplos e tenho certeza de que é só o começo. Resta apenas agradecer ao NAPEAD, ao Lucas Corrêa, à Gabriela Perry e à Marlise Santos, ao professor Marcelo Eichler, ao garotinho que jogou o jogo na feira e, claro, ao *Ferreiros e Alquimistas*, que começaram esta jornada.

REFERÊNCIAS

Abragames. **História da Abragames: Fundação da Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://abragames.org/historia>>.

Adrenaline. **Gran Turismo já vendeu quase 100 milhões de unidades**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.adrenaline.com.br/games/playstation/gran-turismo-ja-vendeu-quase-100-milhoes-de-unidades/>>.

Adrenaline. **Pesquisa Game Brasil 2024: veja o atual perfil do público de jogos no país**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.adrenaline.com.br/games/pesquisa-game-brasil-2024-veja-o-atual-perfil-do-publico-de-jogos-no-pais/>>.

ART, M. M. of. 2016. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://images.metmuseum.org/CRDImages/mi/web-large/DP302673.jpg>>.

CNN Brasil. **Cinema: bilheteria global de 2023 foi 30,5% maior que a de 2022**. 2023. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.cnnbrasil.com.br/entretenimento/cinema-bilheteria-global-de-2023-foi-305-maior-que-a-de-2022>>.

Congresso em Foco. **Evolução da Indústria Brasileira de Jogos: Crescimento e consolidação do mercado de jogos no Brasil**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://congressoemfoco.uol.com.br/area/pais/marco-na-historia-da-industria-de-jogos-do-brasil-proxima-fase>>.

CORREA, L. et al. Ferreiros e alquimistas; um jogo educacional sobre história da química. **GAMEPAD Seminário de Games e Tecnologia**, 2016. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.feevale.br/Comum/midias/21f47596-1c1b-4531-979a-aa619aceb6b1/Ferreiros%20e%20Alquimista%20-%20um%20jogo%20sobre%20a%20hist%C3%B3ria%20da%20qu%C3%ADmica.pdf>>.

EICHLER, M. Ferreiros e alquimistas; um jogo educacional sobre história da química. **SBC – Proceedings of SBGames 2014**, 2014. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Eichler/publication/324755267_Ferreiros_e_Alquimistas_um_jogo_educacional_sobre_Historia_da_Quimica/links/5ae07a4b0f7e9b2859470519/Ferreiros-e-Alquimistas-um-jogo-educacional-sobre-Historia-da-Quimica.pdf>.

EICHLER, M. **Entrevista online**. 2024. Entrevista realizada online, 27 dez. 2024.

Epic Games. **Aquisição da Aquiris pela Epic Games e fundação da Epic Games Brasil**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.epicgames.com/site/en-US/news/aquiris-is-joining-epic-and-becoming-epic-games-brasil>>.

FIGUEIREDO, G. et al. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.ufrgs.br/napead/projetos/ferreiros-e-alquimistas/>>.

GamesIndustry.biz. **GamesIndustry.biz Presents: The Year in Numbers 2024**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.gamesindustry.biz/gamesindustrybiz-presents-the-year-in-numbers-2024>>.

Gaming Room. **Outlive: Lançamento do jogo Outlive pela Continuum Entertainment**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.gamingroom.net/games/estrategia/outlive/>>.

IBGE, A. **População estimada do país chega a 212,6 milhões de habitantes em 2024 | Agência de Notícias**. Available from Internet: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41111-populacao-estimada-do-pais-chega-a-212-6-milhoes-de-habitantes-em-2024>>.

LOZANO, N. **TAYRONA – “SONS OF THE TIGER”**. 2022. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://casachunuusantamarta.com/en/tairona/>>.

Meio & Mensagem. **Indústria global de jogos gerou US\$183,9 bilhões em 2023**. 2023. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.meioemensagem.com.br/marketing/industria-global-de-jogos-gerou-us-1839-bilhoes-em-2023>>.

MobyGames. **Guimo: Primeiro jogo brasileiro distribuído internacionalmente, desenvolvido pela Southlogic Studios**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.mobygames.com/game/17677/guimo/>>.

NOVELLO, G. **Ferreiros e alquimistas - um jogo educacional sobre história da química**. 2014. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/114856>>.

NYSTROM, R. **Game Programming Patterns**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://gameprogrammingpatterns.com>>.

SBGAMES. **Festival de Jogos - Jogos Finalistas - Melhor Serious Game**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.sbgames.org/sbgames2017/festival-de-jogos>>.

SBGAMES. **Trilha de Educação**. 2018. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://www.sbgames.org/sbgames2018/educacao>>.

Unity Technologies. **Animator - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/Animator.html>>.

Unity Technologies. **Coroutine - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/Coroutine.html>>.

Unity Technologies. **MonoBehaviour - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/MonoBehaviour.html>>.

Unity Technologies. **MonoBehaviour.Update() - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/MonoBehaviour.Update.html>>.

Unity Technologies. **Rigidbody - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/Rigidbody.html>>.

Unity Technologies. **ScriptableObject - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/ScriptableObject.html>>.

Unity Technologies. **SkinnedMeshRenderer - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/SkinnedMeshRenderer.html>>.

Unity Technologies. **WaitForEndOfFrame - Scripting API**. 2017. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://docs.unity3d.com/2017.3/Documentation/ScriptReference/WaitForEndOfFrame.html>>.

Unity Technologies. **2021 Game Report**. 2021. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://create.unity.com/2021-game-report>>.

UOL Tecnologia. **Ubisoft e Southlogic: Primeira aquisição de estúdio brasileiro por uma publicadora internacional**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2009/01/20/ult530u6586.jhtm>>.

Wikipedia. **Amazônia (jogo eletrônico)**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Amaz%C3%B4nia_\(jogo_eletr%C3%B4nico\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Amaz%C3%B4nia_(jogo_eletr%C3%B4nico))>.

Wikipedia. **Tectoy e Jogos Exclusivos: Fundação da Tectoy e adaptações de jogos como Turma da Mônica na Terra dos Monstros**. 2024. Acesso em: 27 dez. 2024. Available from Internet: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Tectoy>>.

WIKIPEDIA. **The Oregon Trail (1971 video game)**. 2025. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Oregon_Trail_\(1971_video_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Oregon_Trail_(1971_video_game))>.

Wildlife Studios. **Unicórnio Brasileiro: Investimento e crescimento da Wildlife Studios**. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Available from Internet: <<https://newsroom.wildlifestudios.com/pt-br>>.