

Por: David Ohara

david.ohara@ufpe.br

Paulista, 2023

Cells at War

Citologia Humana como um Jogo Tower Defense

Cells at War

Paulista, 2023

Citologia Humana como um Jogo Tower Defense

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Design do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Design.

david.ohara@ufpe.br

Aluno: David Ohara

Orientador: André Neves

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Cardoso, David Ohara de Souza.

Cells at War: citologia humana como um jogo tower defense / David Ohara de Souza Cardoso. - Recife, 2023.

67 p. : il.

Orientador(a): André Marques Menezes das Neves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Design - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Game. 2. Design. 3. Citologia Humana. 4. CBL. 5. Tower Defense. I. Neves, André Marques Menezes das. (Orientação). II. Título.

600 CDD (22.ed.)

A **Deus** pelo dom da vida
À minha **família** pelo apoio
A todos os meus **amigos**
A **todos** que se dispuseram a
participar dos testes
A todos os **estudantes** e **professores**
que fizeram parte da minha formação
À presente **banca**
E a meu orientador **André Neves**

A Todos Que Estiveram Presentes

Gratidão

Resumo

O Projeto Cells at War se trata de um jogo que busca retratar o tema da Citologia Humana como um Tower Defense ambientado em um cenário de ficção científica (sci fi), em que o jogador precisará posicionar células para manter o corpo funcionando e impedir o avanço da infecção por agentes patogênicos. O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi desenvolvido utilizando a metodologia Challenge Based Learning (CBL), criada pela Apple, tratando-se, portanto, de uma abordagem teórico projetual ligada à união entre o lúdico e o educacional a partir do Game Design aliado aos conceitos de Citologia Humana. O projeto apresenta um memorial descritivo relatando o processo criativo, bem como suas etapas, que levaram a criação de um artefato jogável com a presente temática, contendo também discussões sobre os resultados obtidos em seus testes efetuados nos eventos Rec'n'Play e Conecta (ambos em 2023), e projeções para o futuro do jogo desenvolvido.

Palavras-chave: Game, Design, Citologia, CBL, Tower Defense

Abstract

The Cells at War Project is a game that seeks to portray the theme of Human Cytology as a Tower Defense set in a science fiction (sci fi) scenario, in which the player will need to position cells to keep the body functioning and prevent the advancement of infection by pathogenic agents. This Course Completion Work (TCC) was developed using the Challenge Based Learning (CBL) methodology, created by Apple, and is, therefore, a theoretical design approach linked to the union between the playful and the educational from the Game Design combined with the concepts of Human Cytology. The project presents a descriptive memorial reporting the creative process, as well as its stages, which led to the creation of a playable artifact with this theme, also containing discussions about the results obtained in tests carried out at the Rec'n'Play and Conecta events (both in 2023), and projections for the future of the developed game.

Keywords: Game, Design, Cytology, CBL, Tower Defense

Sumário

• Introdução	7
• Challenge Based Learning (CBL)	12
• Etapas de CBL	14
• Engage	18
◦ Big Idea	18
◦ Essential Question	19
◦ Challenge	21
• Investigate	22
◦ Guiding Questions	24
◦ Guiding Activities / Guiding Resources	27
◦ Discutindo as Bases Teóricas	28
◦ Synthesis	34
• Act	36
◦ Solution Concepts	36
◦ Solution Development	49
◦ Implementation and Evaluation	56
• Conclusão	58
• Referências	59
• Anexos	66

Introdução

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 1996), a Citologia Humana, estudada no quarto ciclo do Ensino Fundamental 2 (equivalente ao 8º e 9º ano), na disciplina de Ciências Naturais, compreende o aprendizado sobre as funções que as células humanas ocupam no corpo, como interagem entre si, e quais atividades são realizadas por elas, sendo um assunto de muita importância para conhecer mais sobre o corpo humano e entender processos relacionados à sua saúde e bom funcionamento.

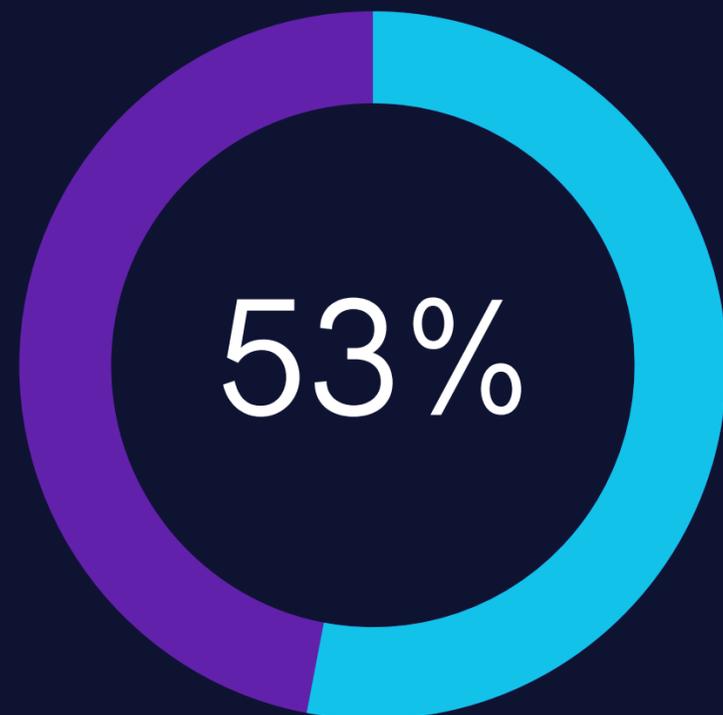
Contudo, estas informações nem sempre são tão simples de serem absorvidas pelos alunos, que têm como maior desafio o aprendizado de termos e contextos complexos, muitas vezes de difícil associação com a realidade devido à didática profusa em elementos teóricos, contendo escassas aplicações práticas que colocam os alunos em atividades interativas.

Dentro deste cenário, observa-se uma oportunidade promissora para trazer uma solução que integre conceitos de Design ao tema apresentando, visando melhorar a identificação do aluno com o assunto, ajudando em seu aprendizado.

Dados a se Notar

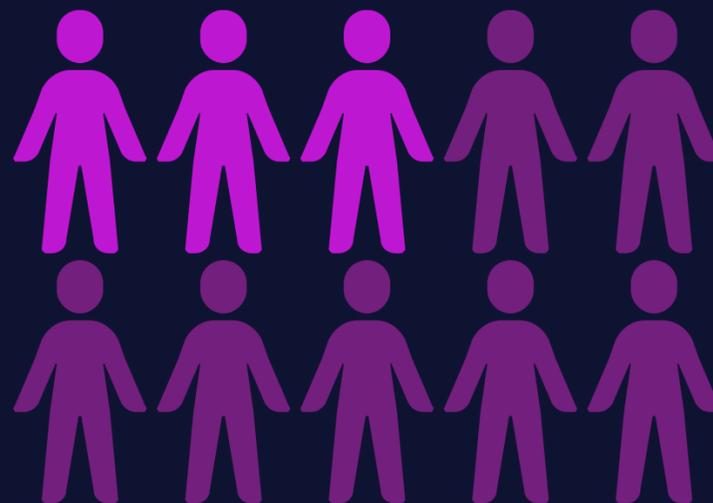
Educação Básica

No censo de 2022 do IBGE foi apontado que apenas cerca de 53% das pessoas com 25 anos ou mais completaram o ensino médio. (IBGE, 2022).



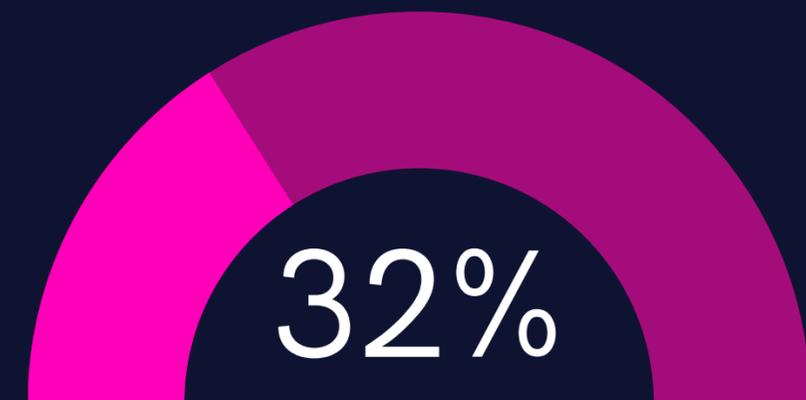
Aprendizado

Segundo pesquisa do Ipec, em 2022, 11% dos jovens entre 11 a 19 (que somam 2 milhões de pessoas) ainda não concluíram o ensino básico. 30% deles afirma que os motivos se devem à dificuldade de acompanhar as atividades e explicações. (Unicef, 2022).



Conteúdo

Em pesquisa realizada pela Universidade Estadual de Goiás (UEG), sobre a dificuldade de aprendizado de biologia em uma Escola Estadual de Uberlândia, 32% dos alunos têm dificuldades nos assuntos de citologia e genética. (Gonçalves, 2013).



A Ideia

Nascida na disciplina de Design de Figurinos (2021.2), e desenvolvida em Artefatos Narrativos Digitais (2022.2), a ideia a ser trabalhada neste Projeto de Conclusão visa apresentar os conteúdos aparentemente pouco divertidos e nomes complexos da Citologia Humana em um produto de entretenimento, um jogo, que traga um aprendizado osmótico sobre o tema através de uma aventura de ficção científica em um mundo de células humanizadas com funções análogas aos ofícios humanos, que precisam trabalhar diariamente para manter o corpo funcionando e bem protegido da ameaça dos agentes patogênicos.

Justificativas

Acadêmica

Desenvolver um projeto que relacione o design com o aprendizado de citologia humana, criando um jogo que explore a temática com foco na diversão, evitando uma abordagem excessivamente didática.

Educacional

Ajudar no combate à evasão escolar, tornando o processo de aprendizado em algo mais divertido, promovendo o engajamento dos alunos no tema ao aprenderem involuntariamente ao jogar em seus momentos livres.

Pessoal

Projetar um jogo divertido e imersivo ao unir dois temas pessoalmente interessantes, citologia humana e videogames, resultando em um produto audiovisual de qualidade que também tem seu valor educativo.

Inspirações



Figura 1: Inspirações do Projeto Cells at War. Em respectivo, da esquerda para a direita, de cima para baixo: Cells At Work (Manga), Cells At Work (Anime), Arknights (Jogo), e Plants VS Zombies (Jogo).



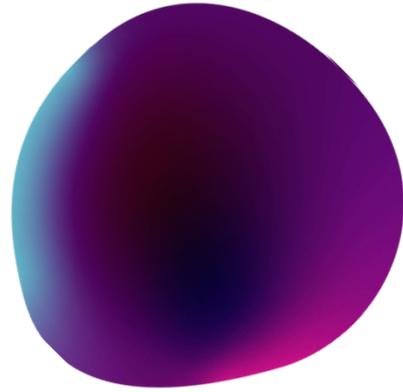
**E como será o
Desenvolvimento do Projeto?**



Challenge Based Learning é uma metodologia colaborativa desenvolvida pela Apple Classrooms of Tomorrow-Today, em 2008, que visa o **aprendizado** através da identificação de **problemas reais** e a proposta de soluções através de **desafios** relacionados (como diz o próprio nome)

Conhecendo a Metodologia:

Challenge Based Learning (CBL)



Etapas de CBL

Engage 01

Fase de Imersão - Nela o aluno irá partir de uma ideia abstrata para se conectar com o tema, identificando uma questão chave que irá se desenvolver em um desafio concreto.

Investigate 02

Fase de Investigação - Do desafio desenvolvido, o aluno irá explorá-lo para expandir sua visão sobre, identificando questões estruturantes, recursos e atividades que irão gerar uma base sólida a ser analisada para responder o que foi levantado.

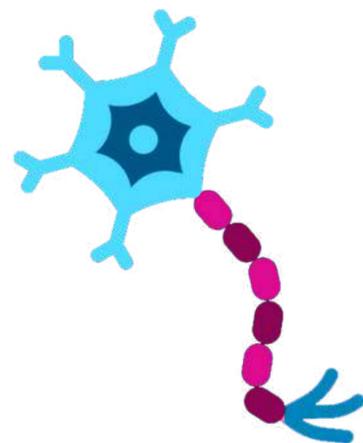
Act 03

Fase de Ação - Usando a base desenvolvida e aprovada, o aluno passará a desenvolver sua proposta, trazendo soluções para os problemas contemplados que serão testadas e validadas com experimentos reais.

Engage

Big Idea

Uma grande ideia que funciona como pontapé inicial para o desenvolvimento do projeto. Possui um caráter amplo, o que ajuda na exploração de diversos contextos ligados a esta ideia central.



Essential Question

Ajudando no afunilamento do tema, a questão essencial levanta o questionamento primordial a respeito da importância da Big Idea em um determinado contexto a ser explorado pelo aluno, direcionando-o para uma proposta mais clara a ser abordada.



Challenge

O objetivo geral a ser atingido com o projeto, sendo apresentado na forma de um desafio que irá propor a solução dos problemas reais que foram apontados pelo aluno na questão essencial, finalizando a fase de Engage com um estímulo para as futuras atividades.



Investigate

Guiding Questions

As questões guias apontam para os objetivos específicos identificados a partir do desafio, fragmentando-o em tópicos a serem respondidos durante o desenvolvimento do projeto, indicando o caminho a ser estudado pelo aluno.



Activities / Resources

Os métodos e materiais, expressos em atividades a serem realizadas e recursos a serem utilizados para responder aos tópicos levantados na etapa anterior, promovendo um aprendizado rico sobre o tema.



Synthesis

A conclusão da etapa de investigação. Partindo das questões guias e das atividades e recursos explorados, na síntese o aluno irá compor bases sólidas de conhecimentos, formando uma visão clara sobre o que precisa ser feito para desenvolver o projeto.



Act

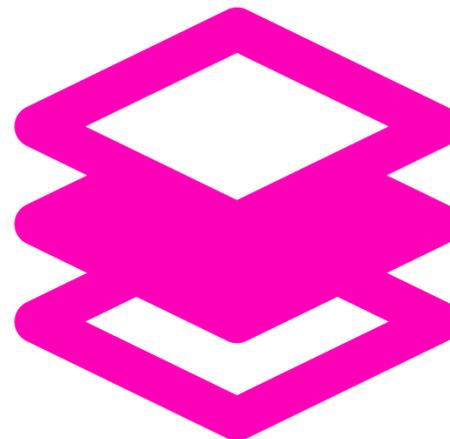
Solution Concept

A partir da síntese do que fora aprendido pelo aluno, este passa a desenvolver os conceitos da solução que responderá ao desafio. Estes conceitos irão trazer as primeiras observações sobre o projeto, definindo quais suas ideias centrais e seu modo de funcionamento.



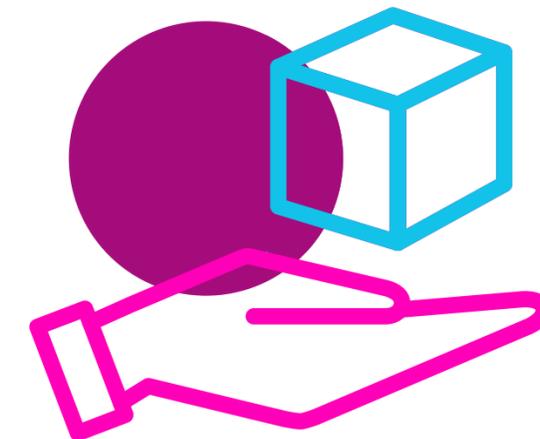
Solution Development

Nesta etapa, o aluno irá executar as ideias e conceitos que foram criados na etapa anterior, formulando experimentos, protótipos e testes, com eventuais refinamentos a fim de se conseguir comunicar bem os aspectos abordados no projeto.



Implementation

Com a solução já desenvolvida, esta então será implementada em situações reais, buscando identificar quais seus erros e acertos, gerando reflexões sobre o que fora desenvolvido, resultando na formulação de mais refinamentos, ou na conclusão do projeto.



Entendendo o Tema

Engage - Big Idea: Ludicidade X Ciência

Dentro da ideia estabelecida, buscou-se declarar um tema geral, abstrato, uma **Big Idea** que poderá ser explorada de forma ampla, como a relação entre **Ludicidade X Ciência**

Descobrimo a Problemática

Engage - Essential Question:

Para entender melhor sobre o tema, buscou-se identificar a **Essential Question**, um questionamento feito a partir da **Big Idea** que trará a seguinte problemática que precisa ser respondida pelo projeto:

Como posso trazer **conhecimentos científicos sobre citologia humana de maneira lúdica?**

Gerando Desafios

Com o objetivo de compreender melhor as possibilidades do que pode ser trabalhado, bem como apresentar o desafio adequadamente na metodologia, foram realizadas sessões de brainstorming apoiadas por ferramenta de inteligência artificial generativa, usando o modelo Chat GPT 3.5.

A ideação buscou explorar a estrutura de CBL, apresentando a metodologia e as etapas anteriores já trabalhadas, permitindo que, a ferramenta pudesse auxiliar na geração de alternativas e perspectivas sobre o que poderia ser um desafio interessante a ser desenvolvido para este projeto.

A partir desta abordagem, comparando as informações geradas com os objetivos do projeto e suas justificativas, decidiu-se então pelo levantamento do desafio apresentando anteriormente, a fim de fazer um jogo que seja igualmente divertido e informativo, que deixe o jogador imerso dentro do contexto de citologia humana e crie nele os estímulos necessários para continuar se divertindo enquanto explora o jogo e aprende.

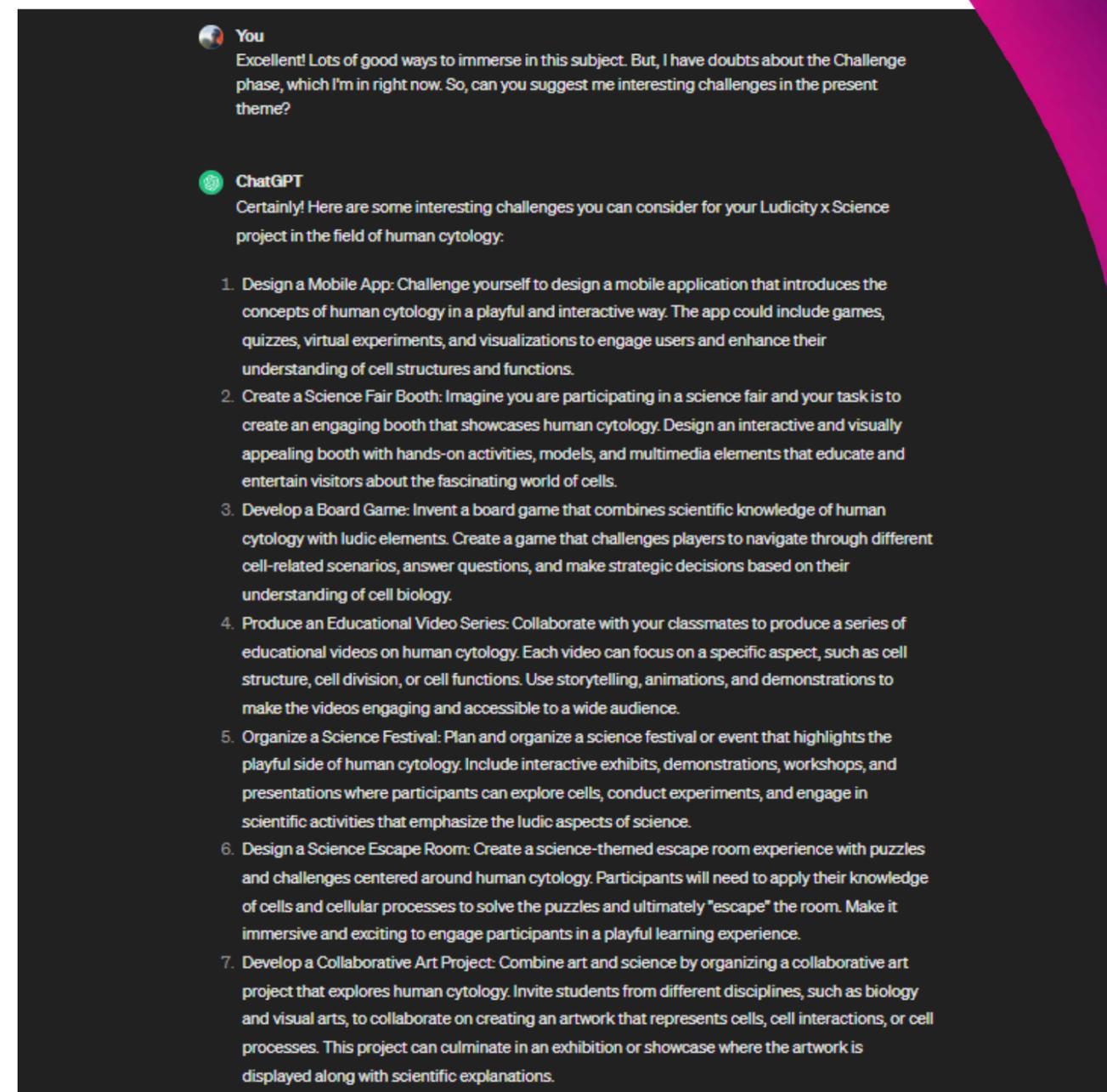


Figura 2: Brainstorming com Chat GPT 3.5 para identificar oportunidades de desafios a partir da Essential Question

Traçando o Objetivo Geral

Engage - The Challenge

Deste modo, através da **Essential Question**, descobre-se o Objetivo Geral a ser alcançado em forma de uma atividade instigante, o **Challenge**, que irá propor o desafio central a ser solucionado, aumentando o aprofundamento no tema e finalizando a fase de **Engage** com a seguinte proposta a fim de responder a **Essential Question**:

Desenvolver um Jogo - Ensinar citologia humana através de um jogo tower defense, em que o jogador poderá posicionar células para combater agentes patogênicos

Detalhando os Objetivos Específicos

Investigate - Guiding Questions

Ao iniciar a fase investigativa, o desafio identificado será **dissecado** para sua melhor compreensão, gerando assim **Guiding Questions**, os Objetivos Específicos que surgem do objetivo geral previamente traçado, visando descobrir questionamentos importantes para se gerar o **aprendizado** necessário para completar a atividade proposta na etapa anterior

Explorando Guiding Questions

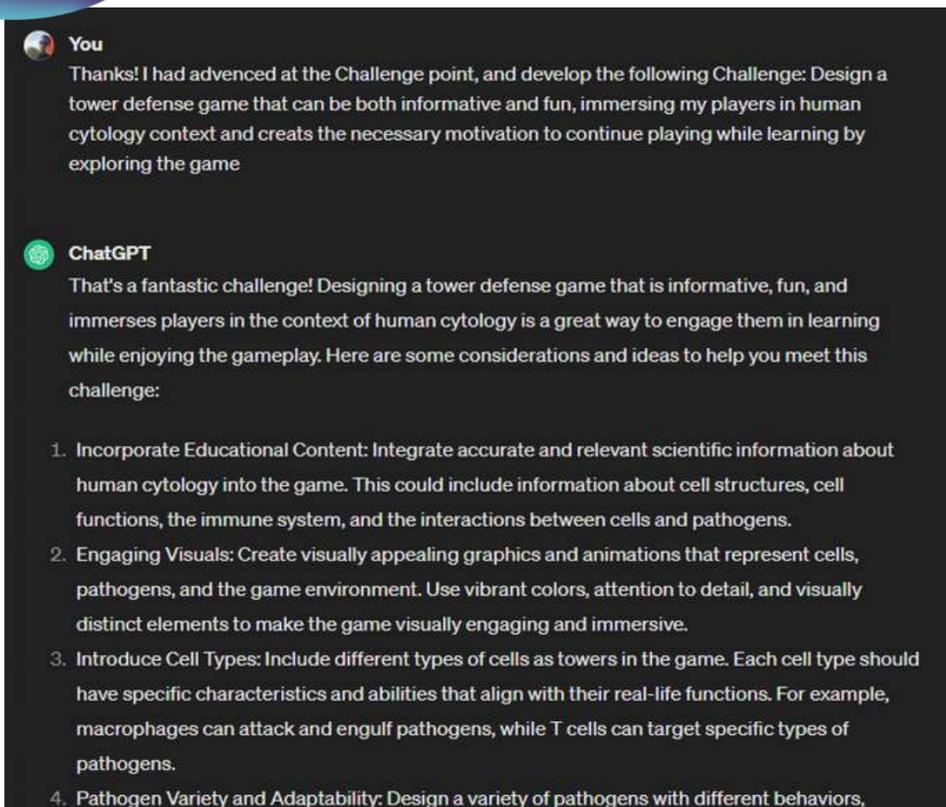


Figura 3: Relembrando o contexto e as etapas desenvolvidas do projeto do projeto a o Chat GPT 3.5.

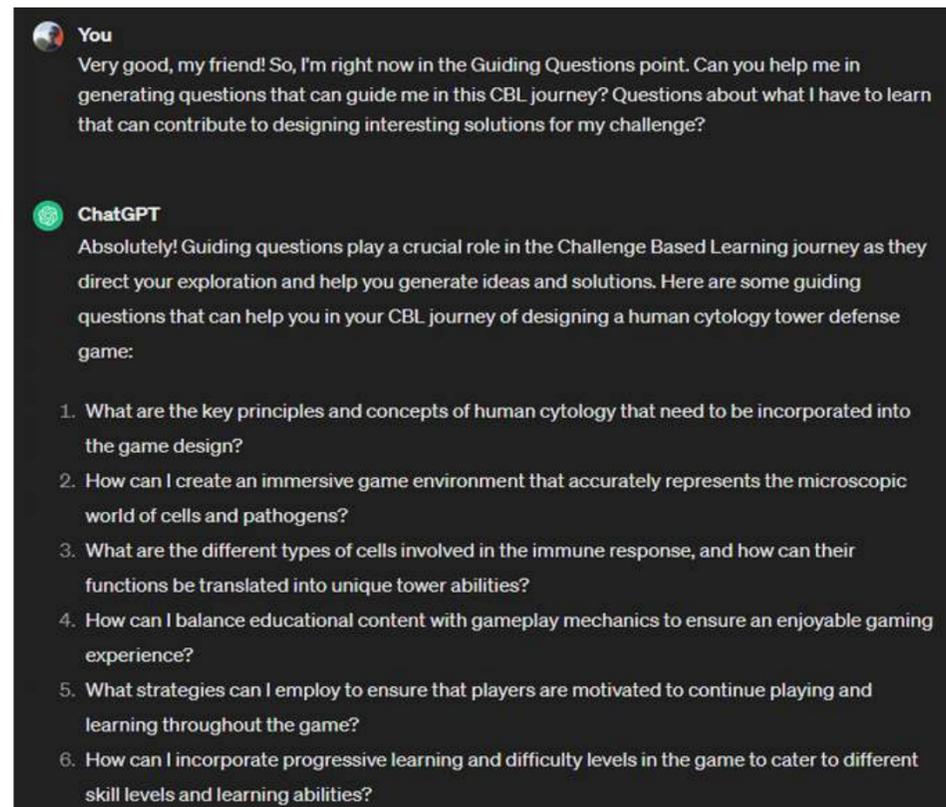


Figura 4: Brainstorming para se identificar possibilidades de Guiding Questions a ser exploradas.

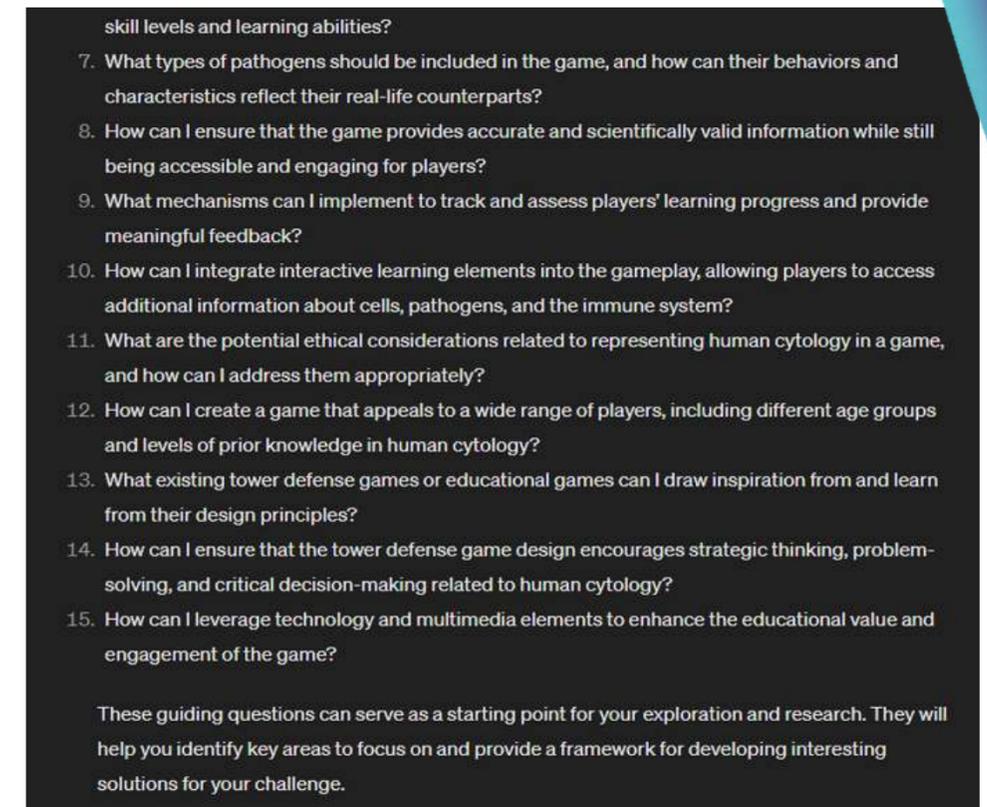


Figura 5: Mais resultados que foram gerados, continuando as informações da Figura x.

Para identificar possibilidades mais amplas de Guiding Questions, foi realizada mais uma sessão de brainstorming utilizando o Chat GPT 3.5, onde foram levantadas questões ligadas tanto aos aspectos de game design quanto ao fator educativo que irá ser explorado pelo jogo, o que levou a elaboração destas questões estruturantes a serem organizadas em dois grandes tópicos, um para a abordagem lúdica e outro para o valor educacional, conforme a página seguinte.

Guiding Questions

Objetivos Específicos

Lúdico

Educacional

Aprender Citologia Humana

Conceitos - Quais conceitos e princípios-chaves da citologia humana que precisam dialogar com os aspectos do game design?

Desenvolver um cenário imersivo

Ambientação - Como criar uma ambientação imersiva no jogo que traga o jogador para o mundo da citologia humana fazendo a relação entre o cenário e o mundo real?

Contar uma História Envolvente

Narrativa - Que elementos narrativos desenvolverão melhor a imersão do jogador na história e como essa história traz o diálogo entre Citologia Humana e o universo do jogo?

Identificar Personas

Jogadores - Quem gostaria de aprender citologia humana jogando, ou jogar enquanto aprende citologia humana?

Balancear Desafio e Aprendizado

Motivação - Quais elementos motivacionais irão promover o progresso do jogador mediante o balanço entre o desafio e recompensa, e como apontar erros e acertos sem quebra de imersão?

Aplicar Teorias do Aprendizado ao Jogo

Teorias do Aprendizado - Como utilizar fundamentos da educação para ensinar ao jogador sobre os conceitos de citologia humana de modo que o mesmo possa ter acesso visível ao seu progresso?

Gamificar Células

Células - Quais características das células devem ser consideradas para a criação de sua jogabilidade e de seus conceitos?

Gamificar Patógenos

Patógenos - O que cria o senso de perigo e desafio dos patógenos no jogo, e como estes elementos promovem o diálogo com suas inspirações reais?

Tornar a Experiência Suculenta

Gamefeel - Que aspectos devem ser incorporados ao jogo para tornar a experiência mais "suculenta" e marcante?

Utilizar mecanismos de Acessibilidade

Acessibilidade - Quais as barreiras existentes entre os jogadores e o tema que o jogo pode solucionar enquanto contempla a diversidade de usuários?

Ajudar a Sanar Dúvidas

Dúvidas e Curiosidades - Quais dúvidas, equívocos e curiosidades existentes na temática de Citologia Humana que podem ser abordados e respondidos no jogo?

Pesquisar Referências

Referências - Quais referências de estudos sobre citologia humana e jogos similares devem ser observados, e como trazer seus elementos para o projeto?

Apresentando Materiais e Métodos

Investigate - Guiding Activities / Guiding Resources

À luz do desafio principal (**Challenge**) e de suas questões estruturantes (**Guiding Questions**), determina-se os métodos e os materiais (**Guiding Activities / Guiding Resources**) que irão contribuir para o desenvolvimento do projeto, servindo para coletar e processar dados, gerando alternativas e soluções que resultarão no produto final

Explorando Atividades e Recursos

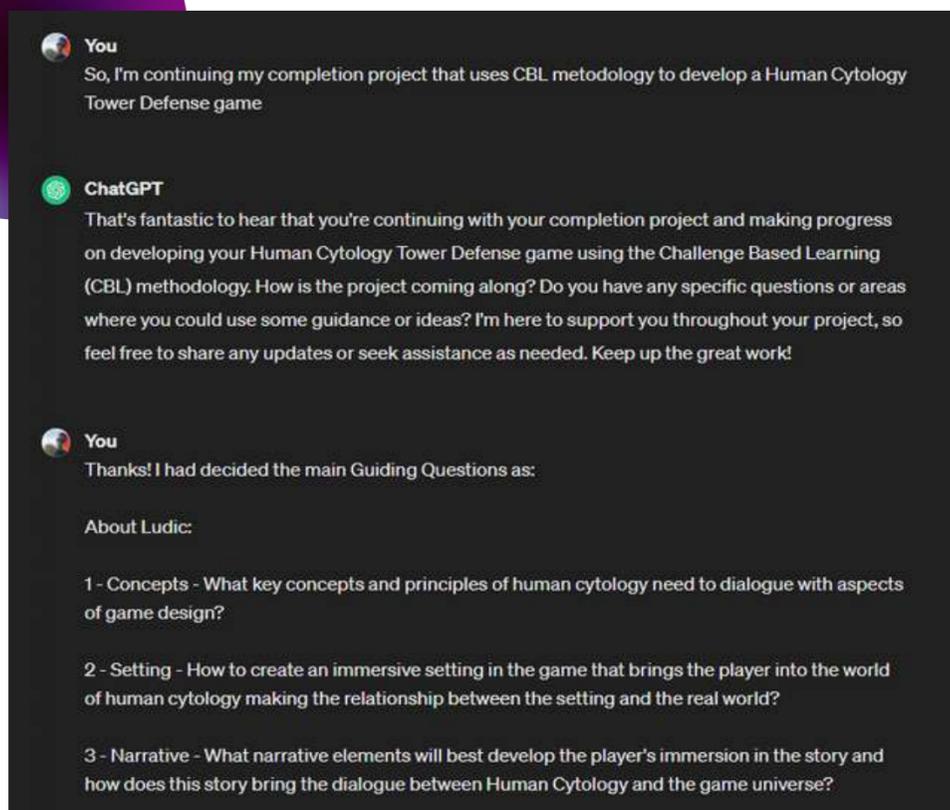


Figura 6: Contextualizando a ferramenta sobre as Guiding Questions aplicadas ao projeto.

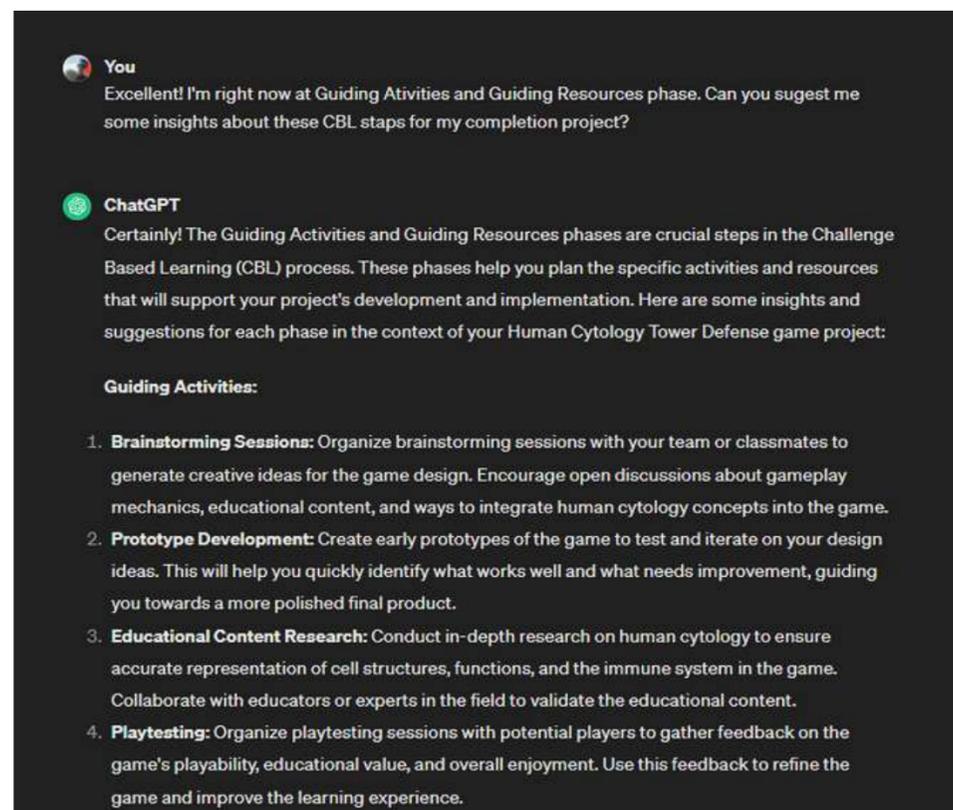


Figura 7: Ideação de Guiding Activities para a construção do trabalho

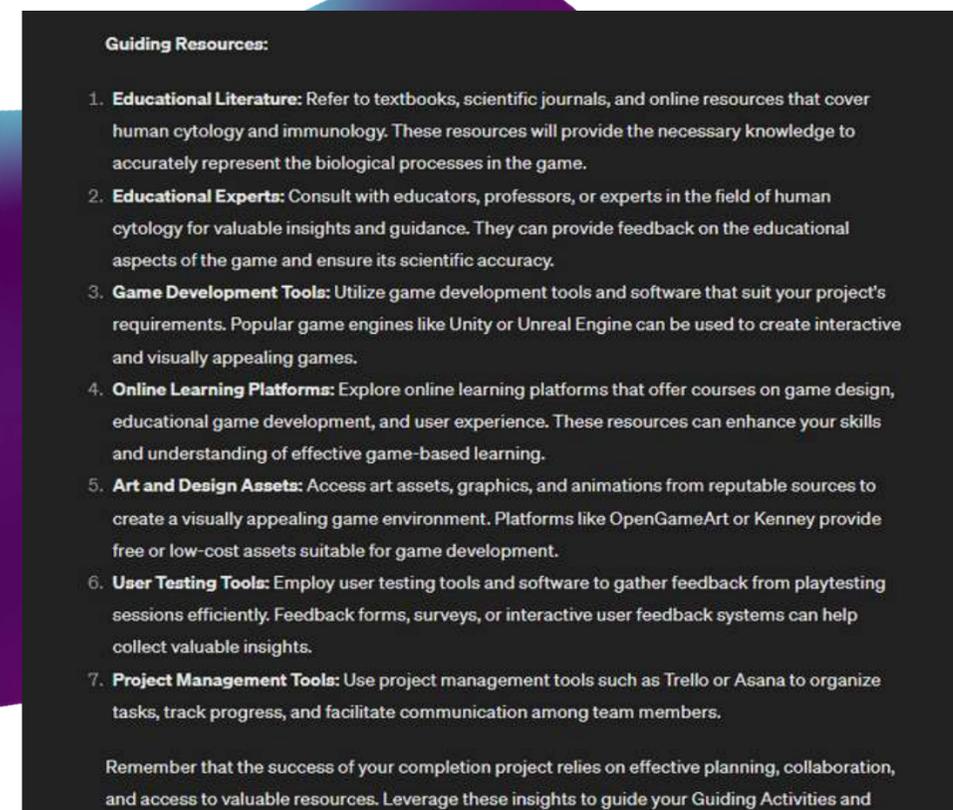


Figura 8: Exploração de Guiding Resources a serem utilizadas no desenvolvimento.

A sessão de brainstorming continua, desta vez com o objetivo de explorar possibilidades a respeito das atividades e recursos que poderão ser utilizados durante o desenvolvimento do projeto. A partir das alternativas geradas, pôde-se elaborar, de forma completa, os tópicos de métodos e materiais que serão importantes, identificando o que precisa ser feito para abordar o tema com uma solução impactante para o desafio.

Métodos & Materiais

Guiding Activities

Guiding Resources

Pesquisa de Conteúdo Educacional

Buscar compreender o universo da citologia humana através de informações pertinentes e confiáveis, visando apresentar o tema com precisão, criatividade e estilo no projeto.

Metas de Desenvolvimento

Estabelecer metas com prazos reais a serem cumpridas para manter o andamento e organização do projeto, possibilitando uma otimização nas etapas de seu desenvolvimento.

Pesquisa de Perfís de Jogadores

Pesquisar quais pessoas precisam ou gostariam de aprender citologia humana, bem como as barreiras físicas e sociais que dificultam este aprendizado, promovendo acessibilidade ao projeto.

Prototipação e Playtests

Desenvolver protótipos interativos que apresentem bem a ideia do jogo, de modo que possam ser conduzidos testes com os jogadores para a identificação de problemas a serem resolvidos e de pontos de atração que motivam os usuários a continuar jogando.

Sessões de Brainstorming

Dissecar o tema estudado para definir a forma como este dialogará com a mídia de jogos digitais, no gênero de tower defense, trazendo ideias que servirão para a documentação e criação do jogo.

Feedbacks de Especialistas

Apresentar as ideias desenvolvidas a especialistas das áreas contempladas pelo projeto (game design, citologia humana, diversão e ludicidade), trazendo uma visão multidisciplinar sobre o projeto que irá validar se os objetivos almejados estão sendo cumpridos adequadamente.

Referências Bibliográficas

Atlas de biologia sobre citologia humana, tecidos e órgãos (que também trazem informações sobre as células), livros didáticos, artigos científicos e matérias.

Ferramentas de Administração de Testes

Canais e redes de comunicação para realização de testes e coleta de feedbacks online (de forma síncrona ou assíncrona), com jogadores e especialistas / pesquisadores, como Figma, Discord, Google Forms, Google Docs e Whatsapp.

Ferramentas de Game Dev e Produção Artística

Softwares para criar protótipos e jogos, como Gamemaker Studio 2 ou Figma, e Ferramentas para produção de assets e concepts do jogo, como Photoshop, After Effects, Clipstudio Paint, Graphics Gale, ChatGPT, Stable Diffusion, Image Creator (Microsoft).

Plataformas de Pesquisa Online

Sites informativos, repositórios de artigos, plataformas gratuitas de aprendizado, canais e vídeos de youtube, jornais online, foruns etc, que abordem sobre citologia humana, desenvolvimento de jogos e / ou educação x ludicidade.

Referências Audiovisuais

Conteúdos informativos disponibilizados por agências de saúde, como o Instituto Butantan, que apresentam o tema de forma atrativa ao público. Games de tower defense, como Plants VS Zombies e Arknights, e recursos de mídia que tratam do tema, como Cells at Work (Anime), Homo Machina (jogo mobile) e Leuco - Ataque (jogo de tabuleiro).

Ferramentas de Gerenciamento Projetual

Recursos para gerenciar as etapas de desenvolvimento, como Strateegia, Google Drive, Google Classroom e Google Docs.

Discussindo as Bases teóricas

Informações em Destaque

Os estudos sobre células humanas se iniciam a partir do segundo ciclo do Ensino Fundamental 2 (8º e 9º ano), contemplando aspectos como organelas, funções desempenhadas, e sua relação com agentes patogênicos. (MEC, 1998).

O sistema imunitário reage à infecção de corpos estranhos, como substâncias e agentes patológicos a partir de resposta imunitária inata (natural do próprio organismo, com ação de rápida) ou adaptativa (desenvolvida ao longo do combate à doença). Suas células principais são os glóbulos brancos, que atuam no combate a agressões ao corpo, ocasionadas por corpos estranhos e infecções virais e bacterianas. Entre os glóbulos brancos responsáveis pela resposta inata, estão células como os neutrófilos (responsáveis pela vanguarda do combate à ação bacteriana), os eosinófilos (que atacam parasitas multicelulares, como helmintos), e as células Natural Killers (NK, com a função de identificar células infectadas por vírus ou células mutantes / câncer). (Cruvinel et al., 2010).

O sistema circulatório realiza as trocas gasosas e transporte de nutrientes e toxinas através do trabalho das hemácias (glóbulos vermelhos, ou eritrócitos), que atuam entregando oxigênio e glicose para as demais células do corpo, também descartando o subproduto do consumo destas substâncias, o gás carbônico, tóxico. (Montonari, 2016).

Informações em Destaque

Enquanto isso, as plaquetas (trombócitos), são fragmentos de células que atuam na reconstrução de tecidos, utilizando a fibrina para criação de estruturas sólidas que impedem o vazamento de células vermelhas, os coágulos. (Moake, 2021).

Os neurônios são células que realizam sinapses nervosas (trocas de mensagens) para enviar estímulos entre as células do corpo e o sistema nervoso central (que reside no cérebro). Os neurônios podem ser divididos em sensoriais (recebem estímulos do ambiente ou de outras células), motores (enviam impulsos nervosos para as demais células do corpo), e interneurônios (que estabelecem o contato entre os diferentes tipos de neurônios e o sistema nervoso central). (Santos)

Para manter o funcionamento do organismo, as células realizam o processo de respiração celular, na qual se consome oxigênio e glicose para moléculas de ATP, que fornecem energia para que estas células possam fazer suas atividades metabólicas. Como subproduto da respiração celular, surge o gás carbônico, que deve ser eliminado do corpo para evitar que as células vermelhas absorvam oxigênio. (Khan Academy).

Complementos

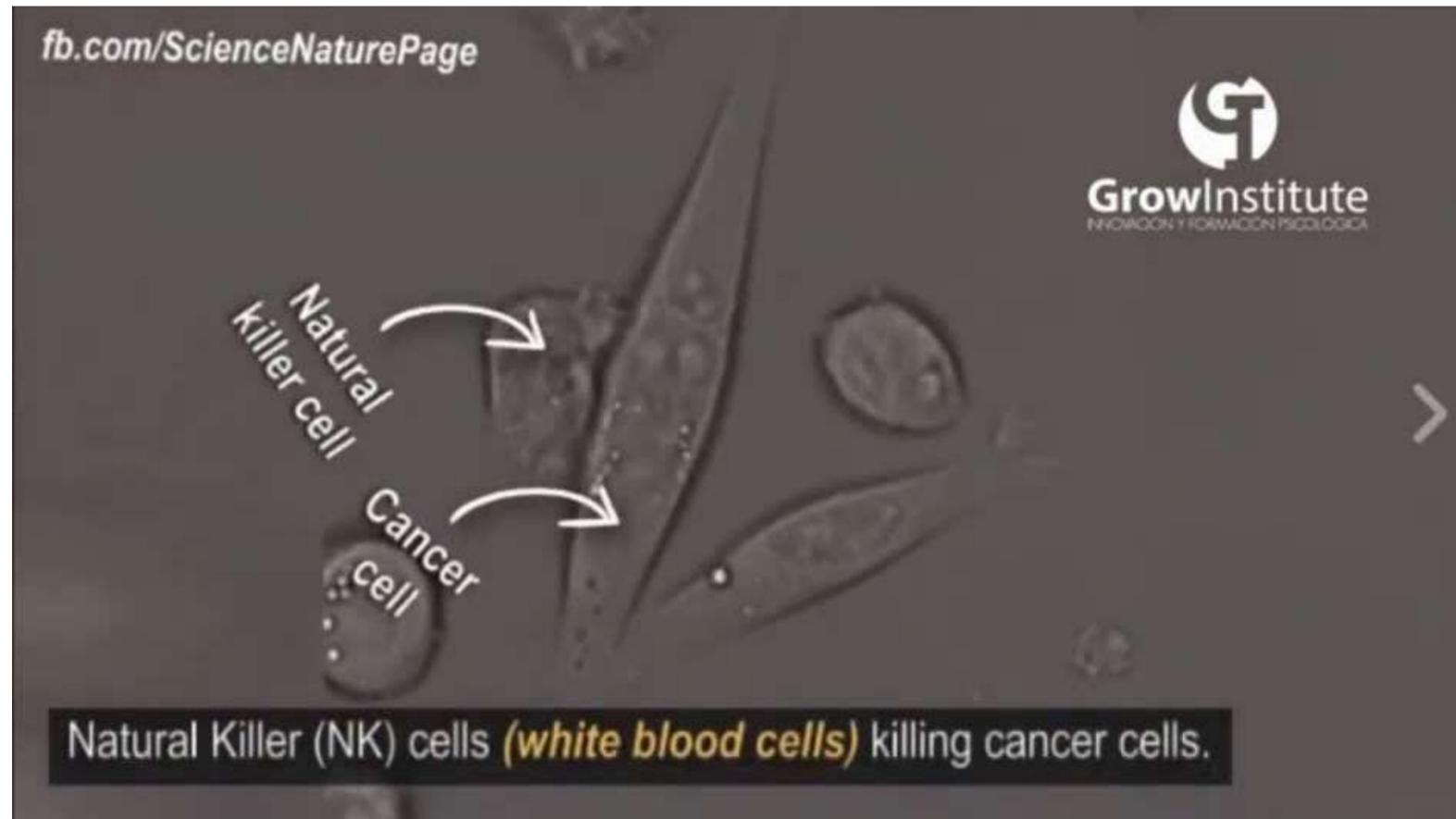


Figura 9: Células NK cercam e atacam células tumorais, induzindo-as à apoptose.

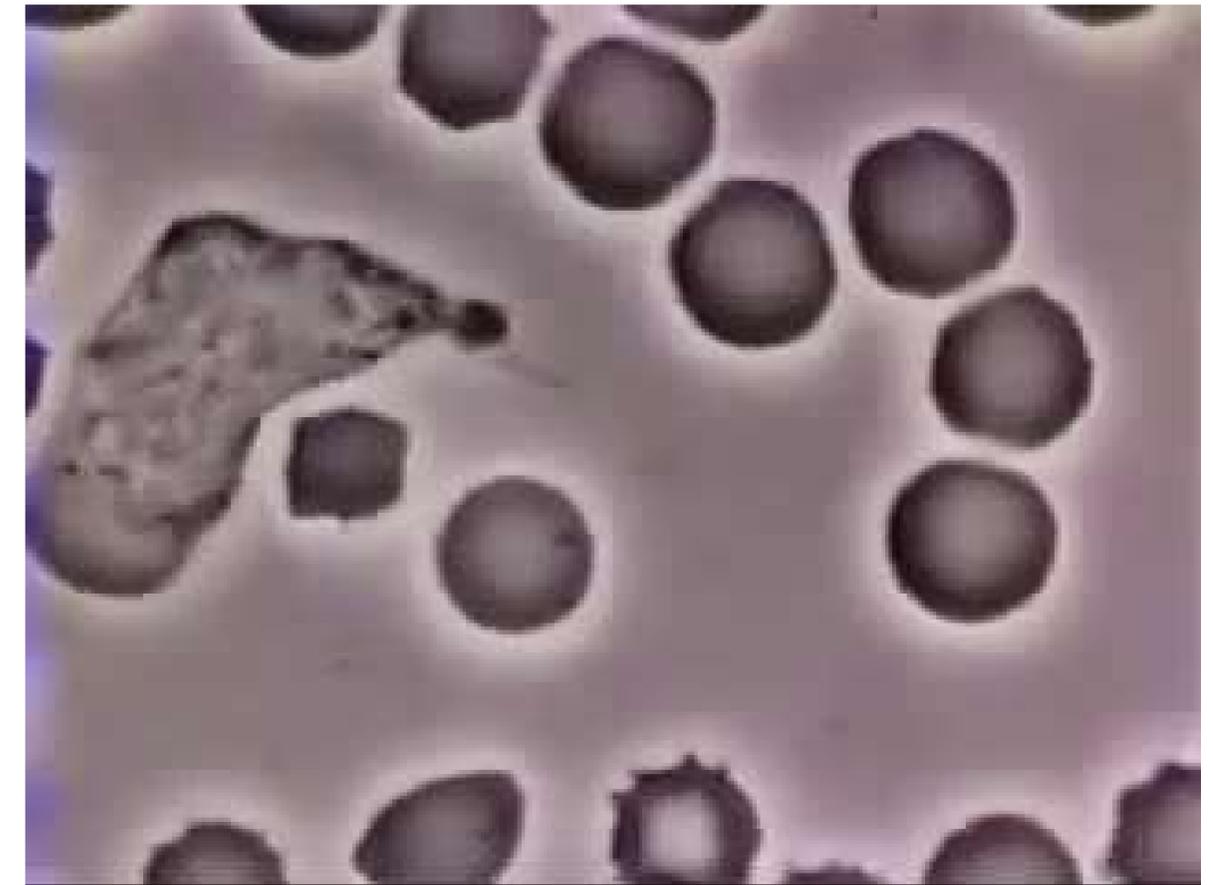


Figura 10: Neutrófilo perseguindo uma bactéria para destruí-la através do processo de fagocitose.

Estudos de Game Design

A parte principal de um jogo se dá pela sua jogabilidade, a interação entre o jogador e o artefato, fazendo com que seja necessário a formulação de etapas conceituais para encontrar as informações chaves sobre o que o jogo quer passar enquanto for jogado. Deste modo, a criação de protótipos se prova como algo de grande importância para desenvolver estes conceitos estruturantes, e testa-los a fim de entender se estão sendo bem aplicados e estão enriquecendo a experiência de jogo. (Weiller, 2017).

Os protótipos servirão como versões simplificadas da jogabilidade principal do jogo, focando nos aspectos centrais que configuram seus objetivos, como condições de vitória e derrota, características que promovem maior diversão e tutoriais interativos para ensinar como o jogo deve ser jogado. Em especial, protótipos de baixa fidelidade são uma alternativa mais simples para evitar problemas de programação quando ainda se está testando se o jogo pode ser jogado. (Weiller, 2015).

Mais Complementos

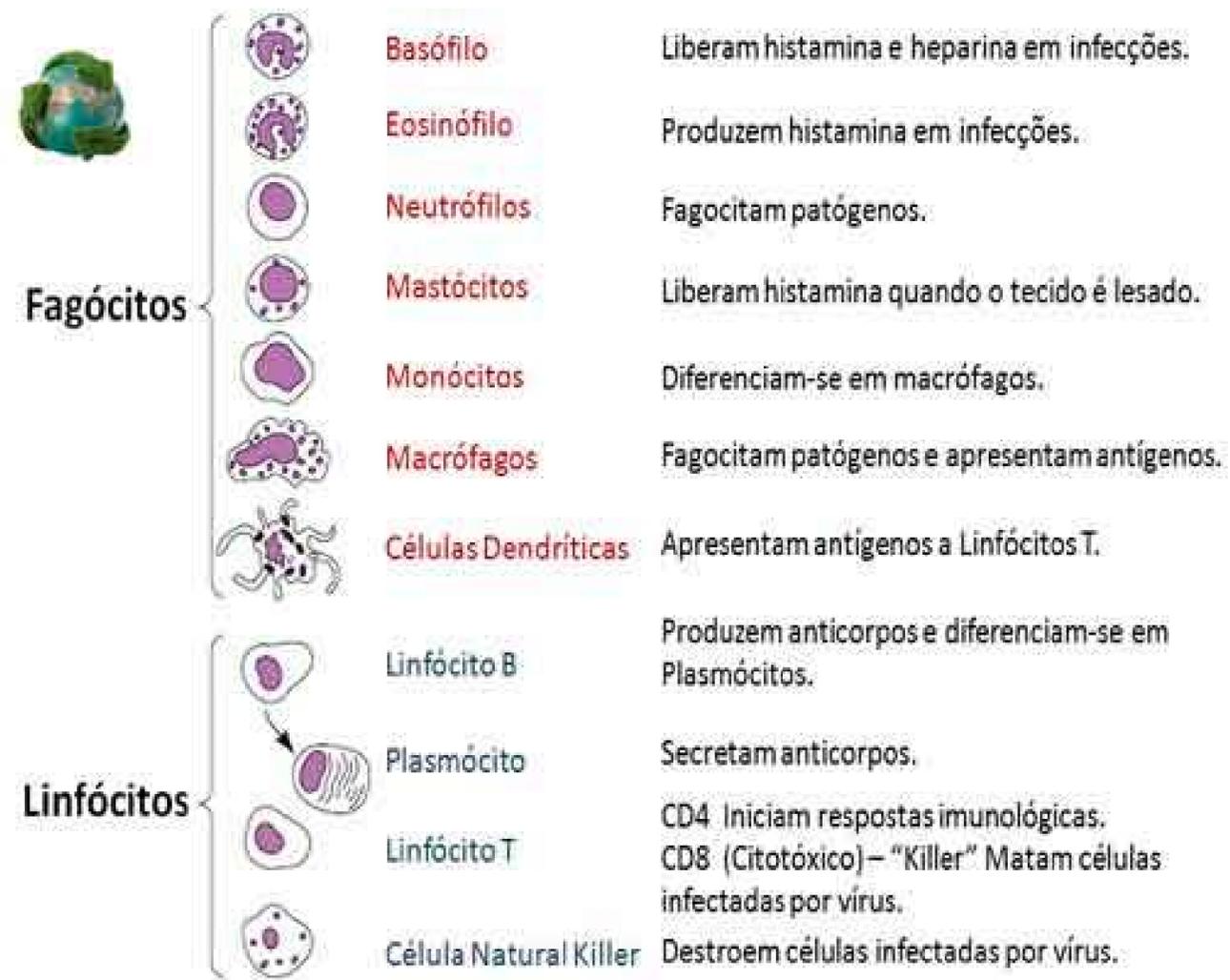


Figura 11: Infográfico trazendo os diferentes tipos de glóbulos brancos, dividindo-os em fagócitos e linfócitos.

Resolvendo as Bases Projetuais

Investigate - Synthesis

Com todos os assuntos anteriores resolvidos, são estabelecidas as **Bases Projetuais** para **transformar o aprendizado** das etapas prévias em uma série de **atividades para o desenvolvimento** do design que solucionará o problema, finalizando assim a **Investigate Phase** e **Iniciando a Act Phase**

Bases Projetuais da Síntese

Unindo o Lúdico ao Educacional

Assunto

A abordagem de citologia humana seguirá um recorte retratando as funções das células sanguíneas (glóbulos vermelhos e brancos) e os desafios do sistema circulatório e imunitário frente a infecções bacterianas e infecções virais.

Deste modo, o artefato poderá apresentar as funções de cada célula frente ao combate destes patógenos

Pessoas

O perfil de jogador identificado se encontra entre jovens dos 14 aos 20 anos, do ensino fundamental 2 (a partir do 8º e 9º) ao ensino médio, e entusiastas da biologia, que se afastam do tema por terem certa dificuldade de associar termos complexos de citologia às suas implicações práticas.

Neste caso, opta-se por uma abordagem mais lúdica, que associe os elementos do jogo aos termos reais.

Jogo

Uma abordagem simples e estilizada, retratando a citologia humana como um mundo de ficção científica (Scifi) onde células precisam combater patógenos invasores (bactérias e vírus). O jogo será um tower defense (TD) em 2d, com estética em pixel art, sendo desenvolvido usando a engine Game Maker Studio 2, e o programa gráfico Graphics Gale.

Circulação e Imunidade

Jovens que Desconhecem o Lado Divertido da Citologia

TD Scifi com Células e Patógenos

A partir da etapa anterior, as **bases de conhecimentos** aprendidos já estão **sólidas** o suficiente para desenvolver os **Solution Concepts**, as representações da proposta de solução que serão examinadas e avaliadas para se identificar a **oportunidade** a ser explorada dentro dos temas estudados

Identificando Oportunidades

**Act -
Solution Concepts**

A Primeira Ideia

Objetivos e Jogabilidade

O objetivo do jogo será impedir a invasão de patógenos no corpo humano, seguindo uma jogabilidade similar os jogos "Arknights" e "Plants VS Zombies", em que o jogador posiciona suas tropas estrategicamente, considerando as diferentes habilidades e funções, para vencer o avanço inimigo. As tropas entram em campo utilizando alguma energia, cuja quantidade varia com o card do personagem, para que sejam chamados para o tabuleiro, e no caso particular deste jogo, a energia será a o oxigênio, que é conseguido pelas hemácias (glóbulos vermelhos), ao pegar caminho pelas artérias, levando-o às demais células do corpo. Após consumir esta energia, as células liberam gás carbônico, tóxico, que deve ser eliminado do organismo, fazendo com que as hemácias devam seguir pelas veias para devolvê-lo aos pulmões, onde será retirado do organismo. Neste caso, as hemácias cumprirão uma função similar às dos girassóis em "Plants VS Zombies", que é a de gerar energia para chamar as tropas.

Personagens e o Jogador

Os personagens, células, terão diferentes funções mecânicas baseadas no papel desempenhado por elas na vida real. Seja reparar estruturas destruídas (plaquetas); distribuir oxigênio para fortalecer as tropas (glóbulos vermelhos); ou até mesmo lutar contra os organismos estranhos que tentam invadir o corpo (glóbulos brancos), todas têm sua importância dentro do tabuleiro, que serão vistas mais detalhadamente adiante, nos estudos comportamentais das células. O jogador agirá como uma célula nervosa, mais especificamente um inter-neurônio, que estabelece a comunicação entre os neurônios motores e sensoriais, ajudando a coordenar a ação das demais células da melhor forma possível.

Inimigos e Estilo

Os inimigos que tentarão invadir serão os patógenos, os organismos estranhos, parasitas ou não, que tentarão se apropriar das células, devorá-las, ou roubar energia do corpo. Cada tipo de patógeno terá seu próprio comportamento e sua própria forma de lidar com eles. Enfim, durante o jogo, o visual seguirá num estilo mais simplificado, se adequando ao estilo de visão superior (topdown), com o intuito de possibilitar um processo de animação menos trabalhoso. O estilo seguirá a simplificação proposta pelos jogos que estão servindo de referência.

Primeira Interface

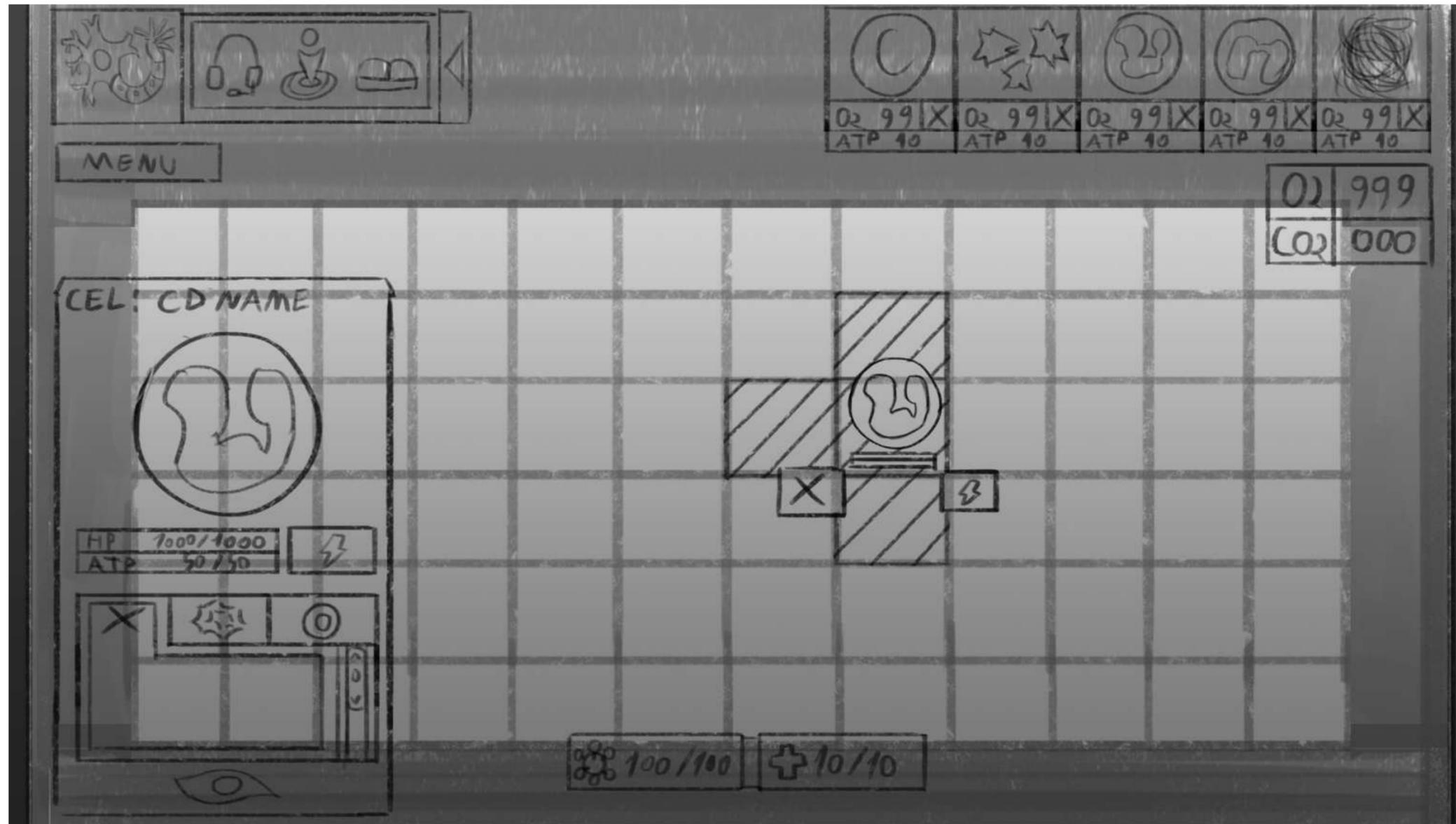


Figura 12: A primeira ideia de interface, na disciplina de Design de Artefatos Narrativos Digitais (2022.2) mostrando o posicionamento dos elementos do jogo (células, painel informativo do neurônio, visualização de ficha de células, pontos etc). Contudo, começar o jogo pela interface não parece uma ideia muito boa.

Referência de Prototipação



Figura 13: Exemplo de protótipo de baixa fidelidade para jogos de tower defense. O protótipo apresenta modelos feitos de papel e é jogado em conjunto entre o jogador e o desenvolvedor.

Protótipo de Baixa Fidelidade

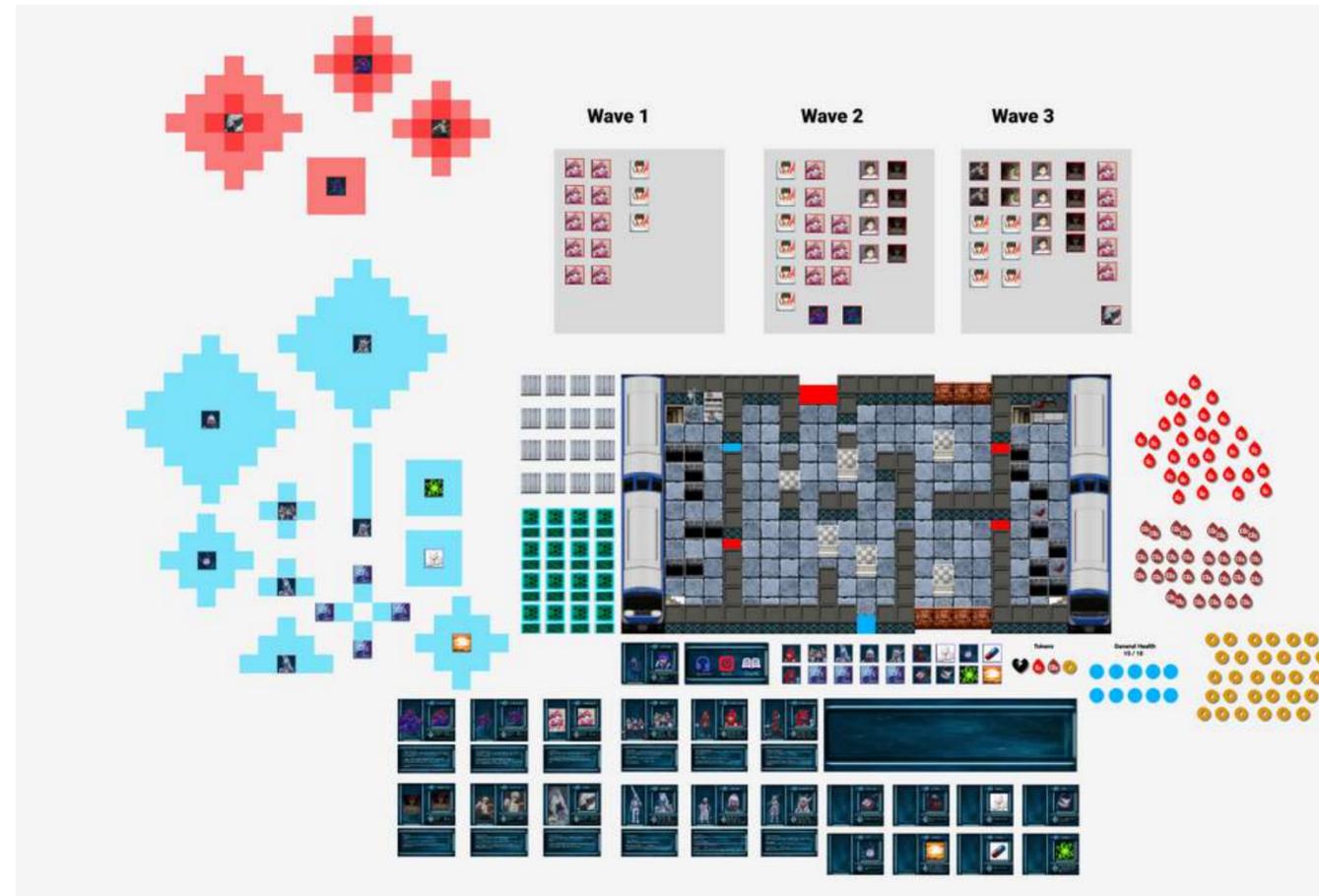


Figura 14: Protótipo de baixa fidelidade criado no Figma, simulando um jogo de tabuleiro usando peças digitais arrastáveis, com gameplay remoto.

A partir desta exploração inicial, foi formulado um primeiro protótipo, de baixa fidelidade, tendo como objetivo testar e desenvolver os conceitos centrais que serão aplicados ao protótipo digital. Com um protótipo de tabuleiro para explorar as funcionalidades do jogo, não foi necessário o uso de códigos, tendo maior foco nas mecânicas e na elaboração conceitual do jogo e seu gameplay central.

Elementos Principais

- Bases: Pontos Azuis. Inimigos não podem entrar.
- Portões Inimigos: Vermelhos. Inimigos saem daí.
- Casas Baixas e Altas: Casas Baixas permitem bloqueio de inimigos. Casas Altas ampliam o alcance das células.
- Paredes: inimigos e aliados não podem passar dessas regiões.
- Buracos: Impedem a movimentação de todas as unidades.
- Destruição de Blocos: certas condições podem destruir tiles no tabuleiro.
- Frascos Contaminados: prejudicam aliados e inimigos.
- Portas e Caminhos: Algumas células podem se mexer, para isso irão utilizar portas e caminhos pré-definidos no tabuleiro.

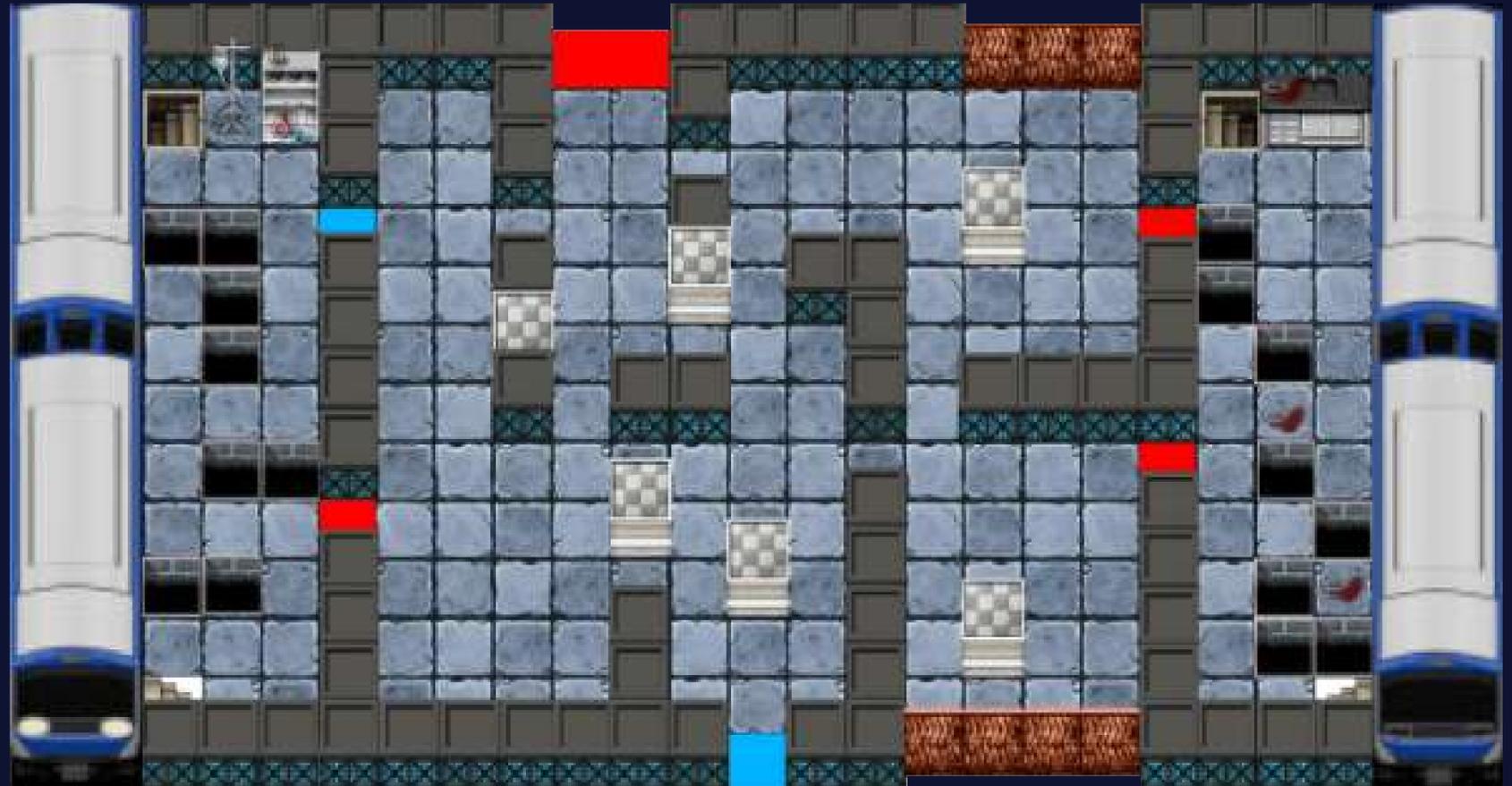


Figura 15: Apresentação com maior foco no tabuleiro.

Células e Patógenos

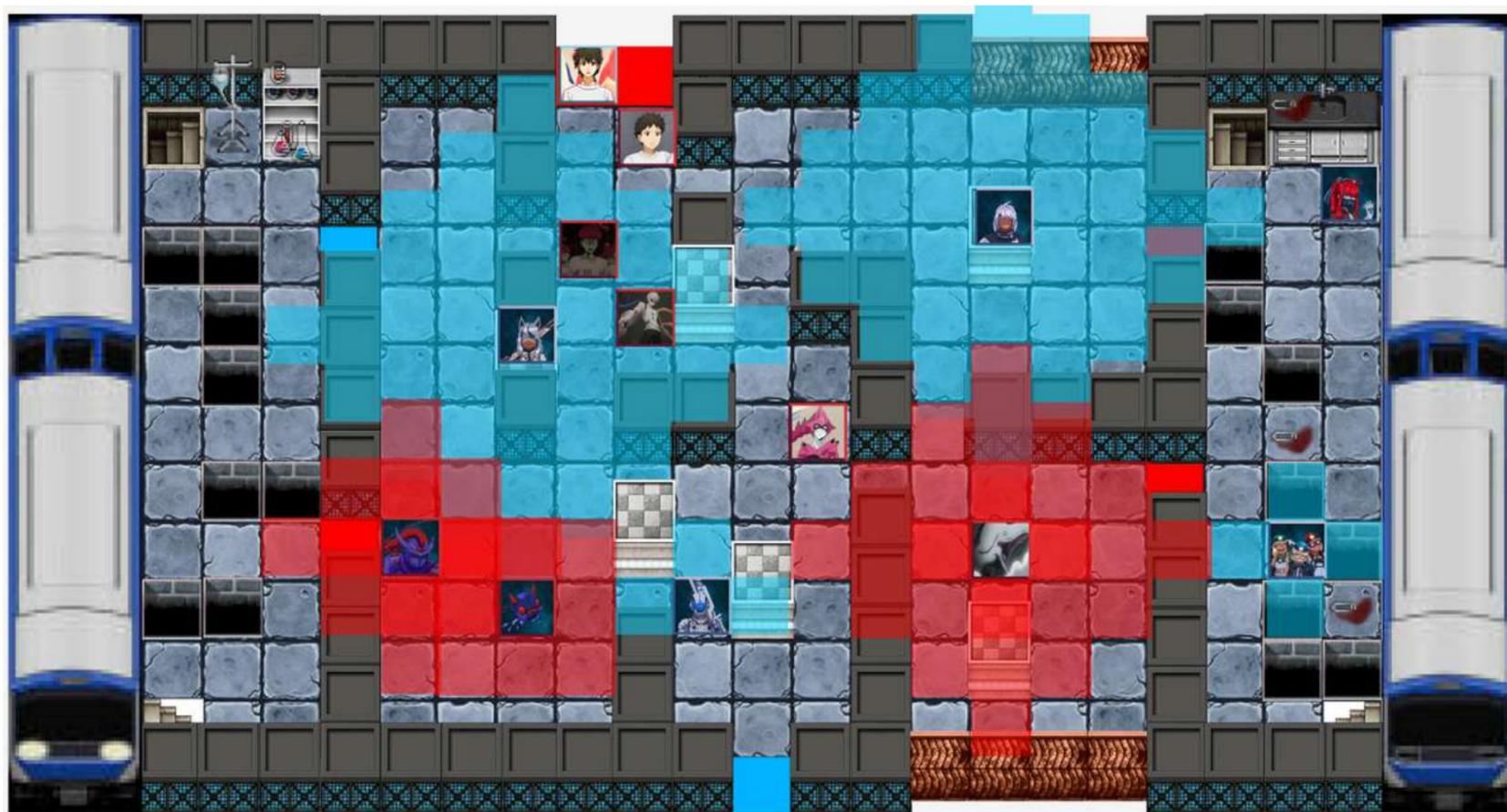


Figura 16: Apresentação do tabuleiro com as peças durante um teste com um jogador.

- Células:
 - Brancas (Leucócitos): Função de Ataque. Combatem os patógenos
 - Vermelha (Eritrócito): Produção de Oxigênio / Descarte de Gás Carbônico, nunca as duas funções.
 - Plaquetas (Trombócitos): Reparação de Estruturas. Constroem pontes sobre buracos e criam paredes que impedem a passagem de inimigos.
 - Comuns: podem ser atacadas por patógenos. Precisam chegar à base em segurança
- Patógenos: Saem dos Portões de Inimigos. Diminuem a saúde ao entrar na base.
 - Vírus: podem se disfarçar de células comuns
 - Mutantes: células defeituosas. Se disfarçam de células comuns
 - Bactérias: Resistentes e agressivas. Muita armadura da cápsula bacteriana
 - Helmintos: Enormes demais para serem destruídos com métodos normais

Atributos e Recursos

- Oxigênio (O₂): Gerado pela hemácia. Necessário para posicionar células.
- Gás Carbônico (CO₂): Gerado pelo consumo de O₂. Descartado pela hemácia. Seu acúmulo é tóxico.
- Molécula de ATP: Gerada por todas as células. Gasta por uma célula para gerar energia.
- Dano geral: Indica tiles destruídos e saúde perdida.
- Saúde Geral: Reduzida com a invasão inimiga. Quanto menor o valor, mais difícil se torna o jogo.
- Solicitação de Apoio: Ajuda da neurônio. Pode solicitar informações e itens específicos.
- Consumíveis escassos: gerados em baixa quantidade. Ao serem consumidos não se restituem.

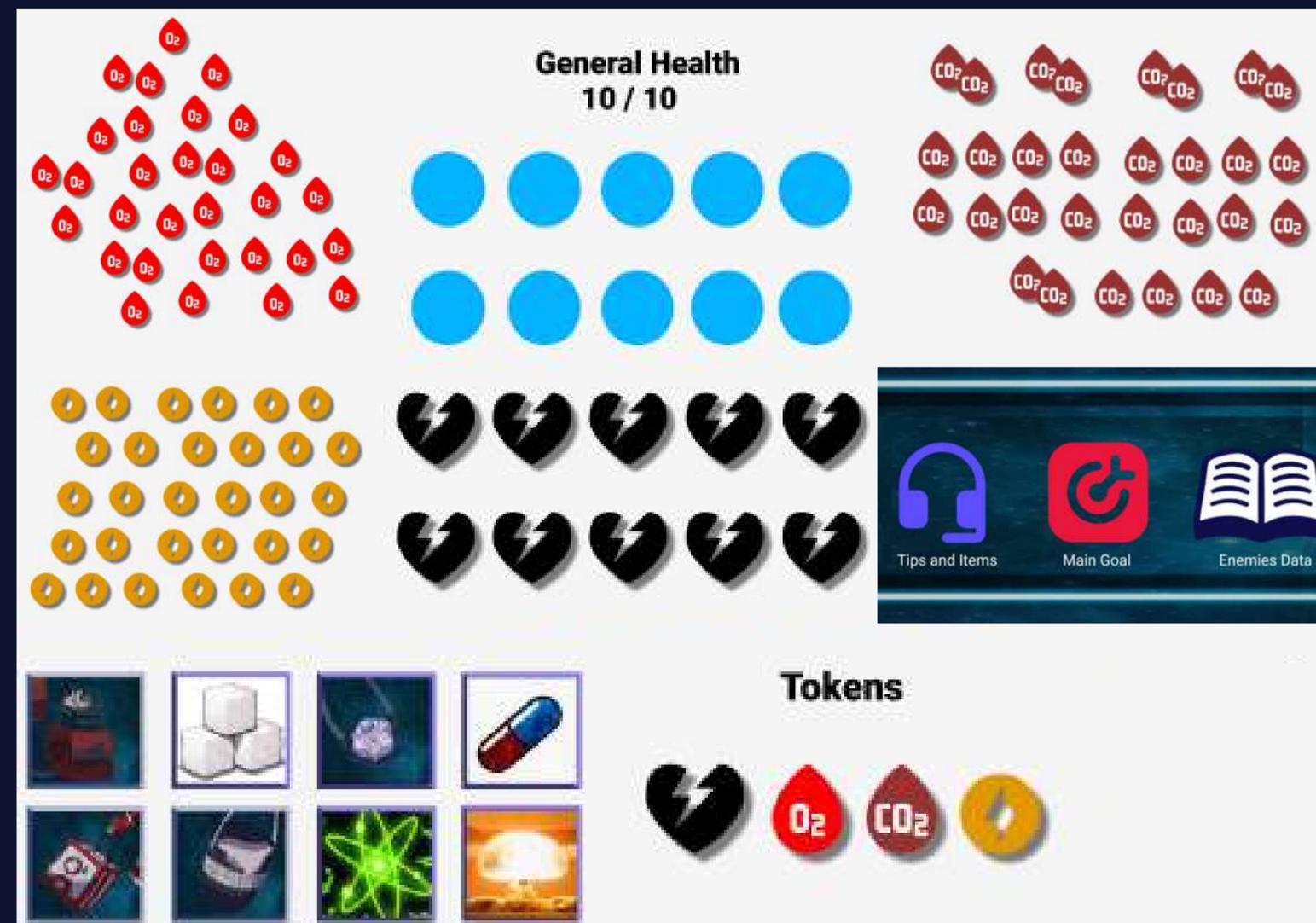


Figura 17: Conjunto de itens, atributos e contadores.

Conclusão do Primeiro Protótipo

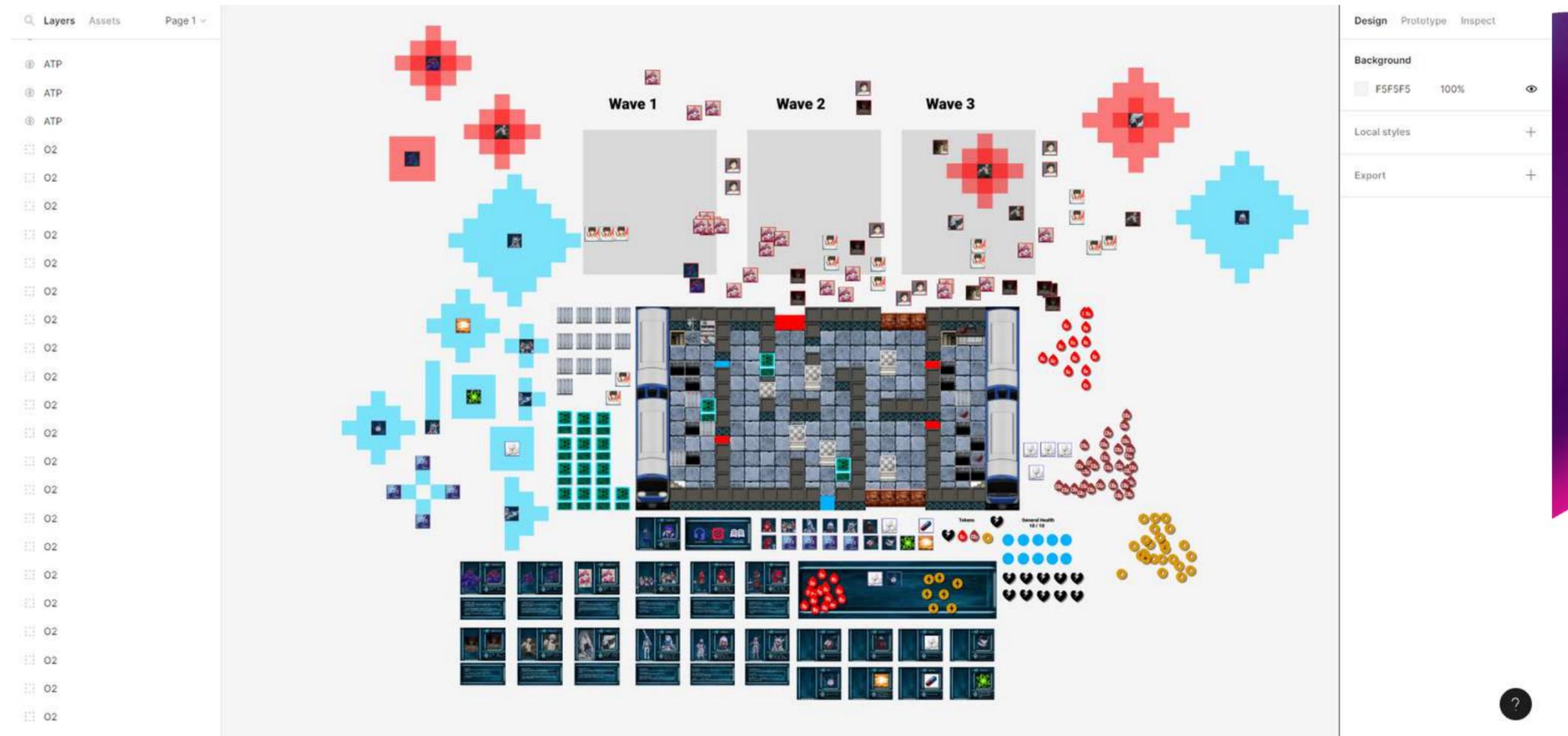


Figura 18: Tabuleiro após o término do jogo e discussões com os jogadores.

A sessão de testes com este protótipo foi realizada com apenas 5 jogadores, em que, à luz de suas reações durante o jogo, e das discussões realizadas após a jogatina, foram apontados problemas como complexidade excessiva do mapa e muitos inimigos diferentes ao mesmo tempo, dificultando na compreensão pela maioria deles. Quanto aos aspectos positivos, o protótipo se demonstrou divertido, em especial quanto a relação Citologia x Game, e do gerenciamento de recursos.

The background features a dark blue gradient with several large, organic, rounded shapes in shades of purple and magenta. A large, semi-transparent purple circle is centered behind the text.

Evoluindo os Conceitos

GDD e Afunilamento Final

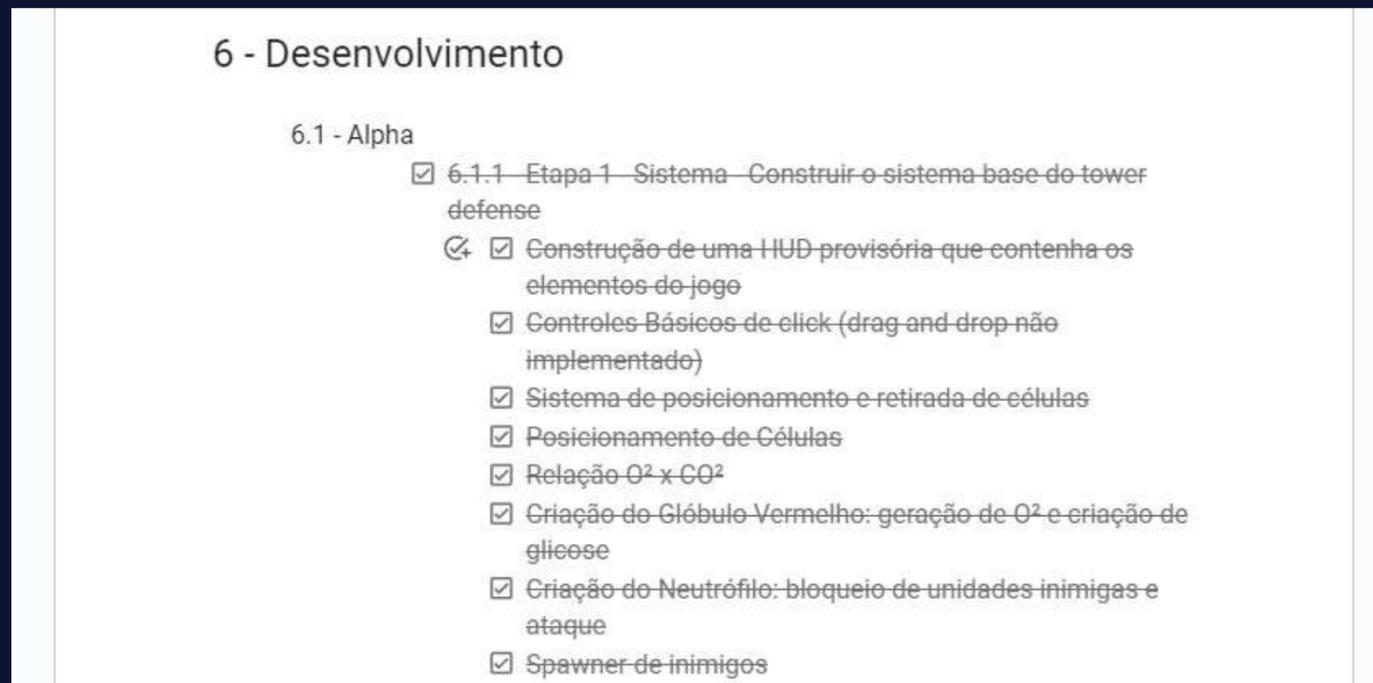


Figura 19: Checklist presente no GDD, demarcando etapas concluídas do desenvolvimento do jogo.

O objetivo do jogo será impedir a invasão de patógenos no corpo humano, seguindo uma jogabilidade similar os jogos "Arknights" e "Plants VS Zombies", em que o jogador posiciona suas tropas estrategicamente, considerando as diferentes habilidades e funções, para vencer o avanço inimigo. As tropas entram em campo utilizando alguma energia, cuja quantidade varia com o card do personagem, para que sejam chamados para o tabuleiro, e no caso particular deste jogo, a energia será a o oxigênio, que é conseguido pelas hemácias (glóbulos vermelhos), ao pegar caminho pelas artérias, levando-o às demais células do corpo. Após consumir esta energia, as células liberam gás carbônico, tóxico, que deve ser eliminado do organismo, fazendo com que as hemácias devam seguir pelas veias para devolvê-lo aos pulmões, onde será retirado do organismo.

Neste caso, as hemácias cumprirão uma função similar às dos girassóis em "Plants VS Zombies", que é a de gerar energia para chamar as tropas.

Assumindo um papel de comando, o jogador passará a organizar o posicionamento das diferentes células (glóbulos vermelhos, plaquetas, glóbulos brancos etc) para impedir o avanço dos agentes patogênicos invasores. Para isso, o jogador também terá que gerenciar bem seus recursos produzidos (O^2 , CO^2 , ATP e demais itens) para manter o funcionamento das suas células, que podem ser combatentes, que irão bloquear e / ou atacar os inimigos (glóbulos brancos, por exemplo), células de suporte, que irão auxiliar na defesa do organismo ao modificar o tabuleiro ou facilitar o trabalho das demais células (plaquetas e neurônios, por exemplo), ou células de cultivo, que irão produzir recursos para manter o funcionamento e a saúde das unidades (glóbulos vermelhos), bem como gerar recursos para combater os inimigos (neurônios). O jogo tem como objetivo principal trazer uma exploração divertida baseada no contexto da Citologia Humana, fazendo com que o jogador aprenda o assunto por osmose enquanto joga e é apresentado ao modo como este mundo funciona, criando nele as capacidades necessárias para resolver os desafios de forma autônoma conforme for aprendendo.

Para os fins deste protótipo de baixa fidelidade, optou-se pelo foco no funcionamento da base do jogo, disponibilizando células a serem posicionadas, variações simples de inimigos, e uma interface temporária para informar sobre recursos e eventos.

A engine usada para esta fase de prototipação será a Gamemaker Studio 2, em sistema de código livre. A versão final poderá seguir um caminho diferente quanto à engine, a depender da disponibilidade da futura equipe, podendo ser continuado em Gamemaker Studio 2 ou em Godot.

Referências



Figura 20: Jogo Arknights (Mobile)

Similar a **Arknights (1)**, o gameplay se dá em tempo real, com inimigos surgindo a partir dos pontos de incursão e seguindo para os pontos de objetivo. Também há presença de mecânicas como:

- **Tipos de Casas:** Os personagens podem ser colocados em casas altas (bloqueiam inimigos) ou casas baixas (atacam livremente).
- **Classes de Torres:** Cada personagem possui diferentes funções e habilidades, podendo atacar, curar, gerar pontos, etc.
- **Ativação de Habilidades:** O personagem selecionado exibe suas características e pode usar uma habilidade específica.



Figuras 21 e 22: Jogos Final Fantasy V (SNES) e Katana Zero (PC/ Xbox), em respectivo

O gráfico será em pixel art, com visão topdown, Similar a **Final Fantasy V (2)**, contendo efeitos visuais para maior imersão do jogador em determinados casos, conforme o jogo **Katana Zero (3)**, além das seguintes recomendações:

- **Resolução Proporcional:** Os assets seguem a proporção de 16 x 16 pixels para evitar problemas de funcionamento. A tela será em 640 x 480 pixels.
- **Limite de Cores:** Para emular a estética retro, os assets terão limites de 16 cores por instância.
- **Transparência:** Estabelecer pop ups transparentes irá reduzir a perda de visibilidade nas mensagens do jogo

Conceitos do Jogo



Figura 23: Tileset utilizado no jogo, enfatizando a ambientação scifi.

Abaixo estão descritas as mecânicas principais que fazem parte do jogo:

- **Posicionando Células:** Para colocar células em campo, o jogador deverá gastar uma quantidade de Oxigênio (O₂, que é gerado pelo Eritrócito) igual ao custo de cada célula.
- **Gás carbônico (CO₂):** Subproduto do gasto de O₂, cujo acúmulo impede a geração de atp e a ativação de habilidades.
- **Ativando Habilidades:** O ATP (gerado automaticamente) é uma energia geral usada para ativar as habilidades específicas das células.
- **Saúde:** O limite de saúde é 10 pontos, que vai reduzindo conforme patógenos entram na base. Quando a saúde chega a 0, ocorre a derrota.
- **Inimigos:** Surgem dos pontos de infecção, reduzindo a saúde do corpo ao entrar na base. Podem ser divididos em bactérias (que podem atacar as células) e vírus (que se disfarçam de células boas). A vitória é atingida quando todos os inimigos são eliminados.
- **Células Boas:** Civis saudáveis que estão fugindo da infecção. Ao entrarem na base recuperam a saúde.
- **Febre:** Estado indicador de perda de saúde, em que para cada ponto perdido resulta no aumento do dano global para inimigos e aliados, fazendo a tela ficar vermelha.

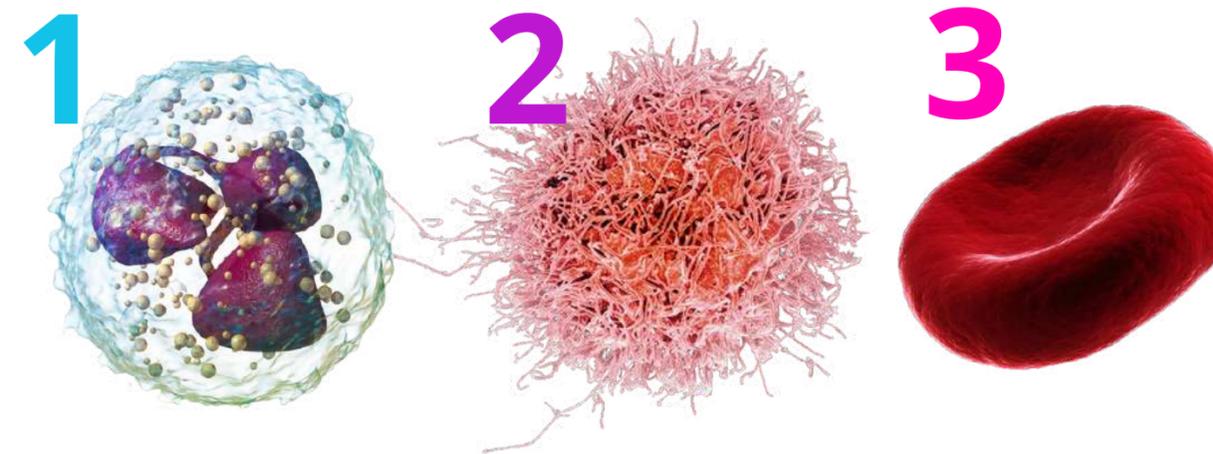


Figura 24: Células para a versão digital. Neutrófilo, Natural Killer e Eritrócito, em respectivo.

Abaixo estão descritas as características das células dentro do jogo:

- **Neutrófilo(1):** Glóbulo branco especializado na contenção de bactérias, enfrentando várias ao mesmo tempo, realizando a fagocitose para combatê-las.
 - **Fagocitose:** Habilidade passiva. Recupera seus pontos de vida e gera um ponto de ATP ao abater uma bactéria.
 - **Modo de Extermínio:** Habilidade ativa. Aumenta o alcance e o poder de ataque para destruir ainda mais inimigos.
- **Célula Natural Killer - NK (2):** Glóbulo branco especializado na contenção de células infectadas e mutantes, revelando-as entre as células boas para poder abatê-las.
 - **Vigia:** Habilidade passiva da célula NK. Revela células infectadas dentro do seu alcance e reduz sua velocidade.
 - **Matilha:** Habilidade ativa. Cerca um alvo com células NK menores para conter hordas de células infectadas.
- **Eritrócito (3):** Glóbulo vermelho especializado no transporte de gases e nutrientes, garantindo o funcionamento das células do corpo.
 - **Gerenciamento de Oxigênio:** Habilidade passiva do Eritrócito. Gera oxigênio periodicamente.
 - **Enfermagem:** Habilidade ativa. Gera uma glicose, usada para curar células aliadas.

Testando e Iterando

Act - Solution Development

Com o **Solution Concept** decidido, inicia-se a geração de experimentos e protótipos a serem **testados**, visando apontar possíveis problemas ou demais lacunas a serem identificados através do contato entre os artefatos desenvolvidos e possíveis usuários e colaboradores, podendo gerar novas **Guiding Questions** para contemplar novos pontos a serem aprendidos e complementar o que já foi realizado, gerando assim mais **iterações**



Protótipo

Digital

Criando a Base do Jogo

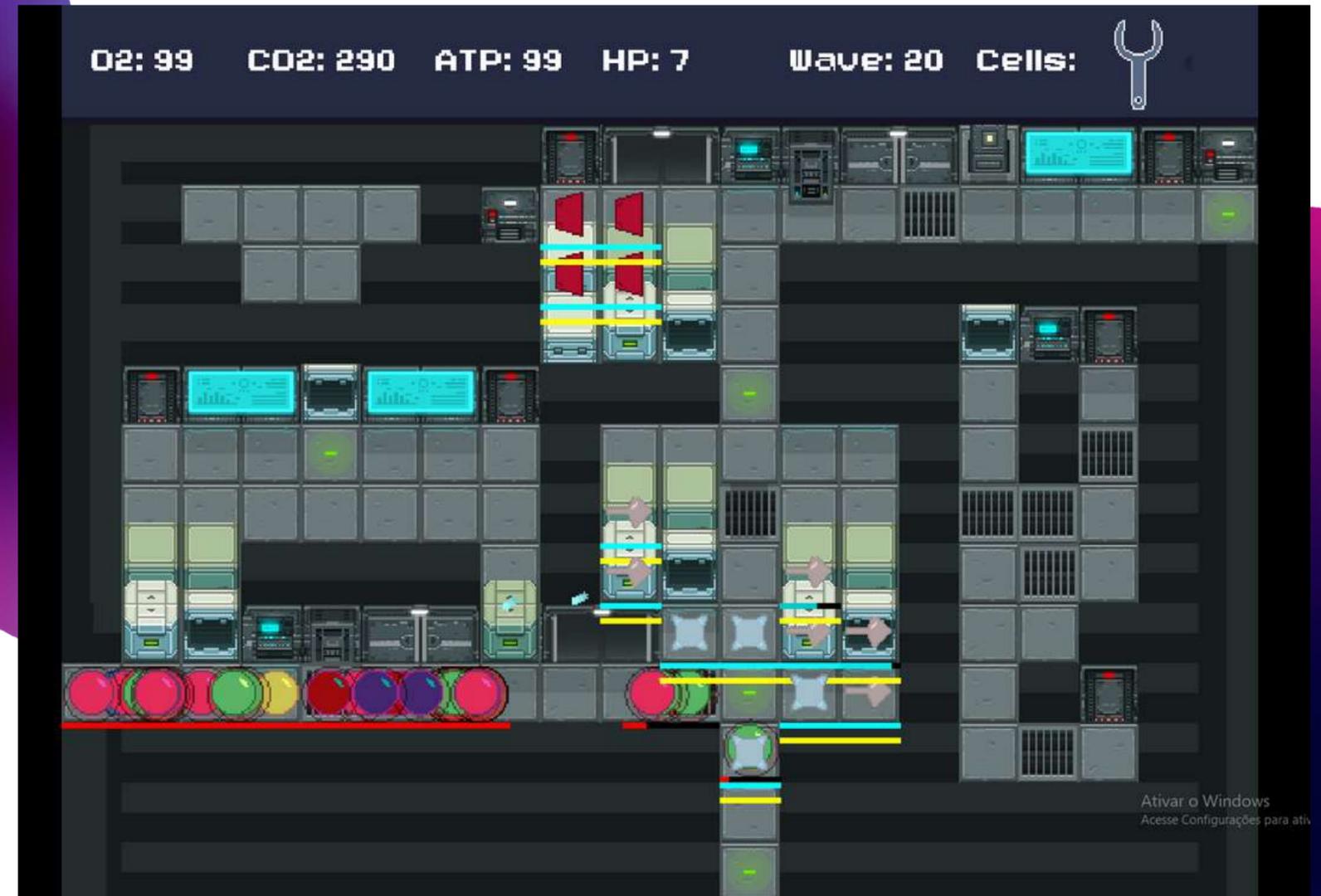
Primeira Versão - Playtest 0



- Definição da estrutura básica de funcionamento do sistema do jogo.
- Torres posicionadas devidamente alinhadas.
- Interface e torres provisórias.



- Adaptação e ajustes de **elementos da Interface**
- Adaptação e ajustes de torres para **células**
- **Habilidades passivas** das células
- Problemas de **coerência** de elementos
- **Patógenos** funcionando
- Inimigos **Exagerados**

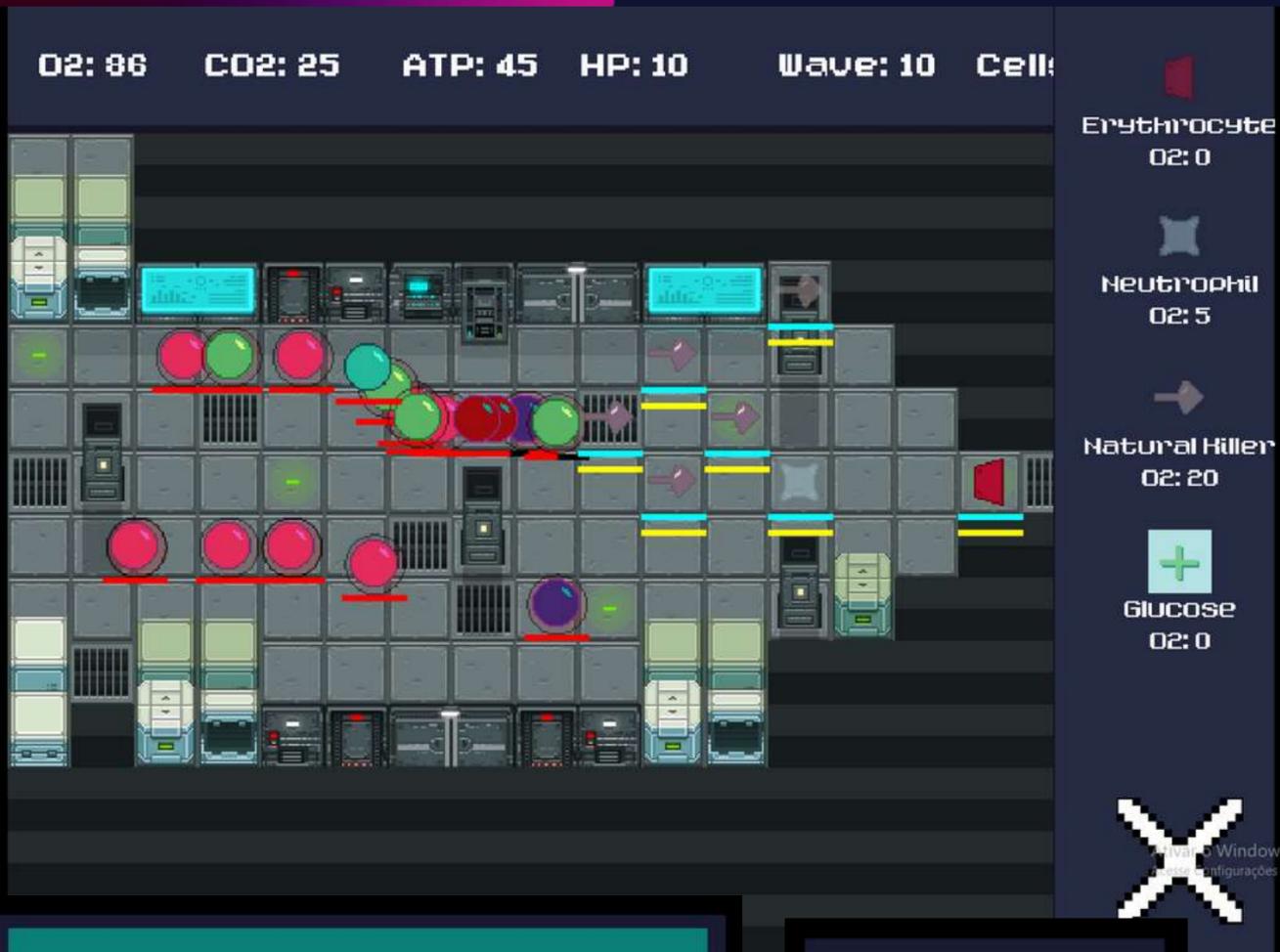


Adaptação Temática

Primeira Versão Oficial -
Playtest 1

Segunda Versão - Playtest 2

- Ajustes das **informações** das células
- **Habilidades** Definidas
- Uso da Glicose (gerada pelo Eritrócito) para **curar** as células
- Ajuste nas habilidades passivas das células
- Necessidade de um **tutorial real** e modo pausa

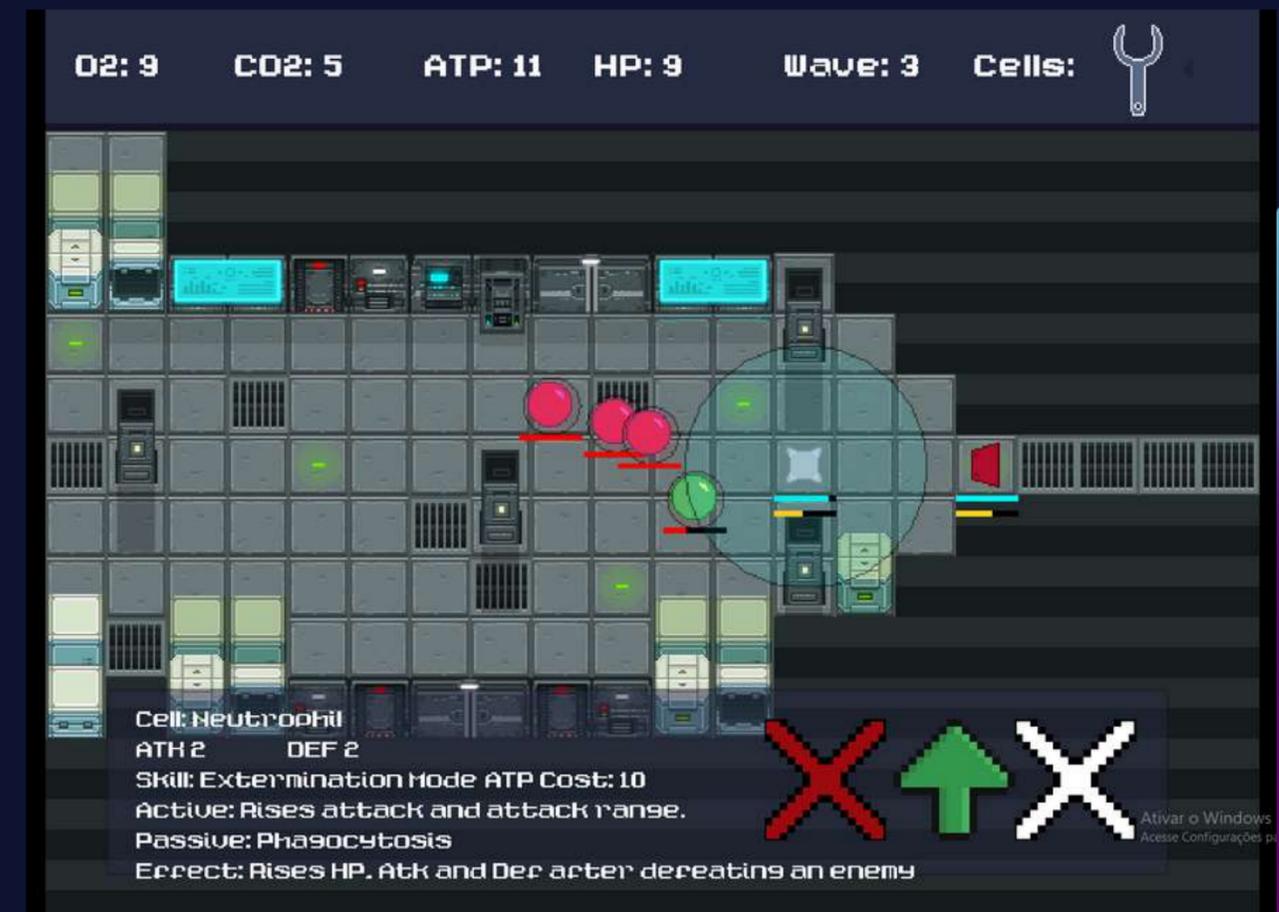


Iniciar

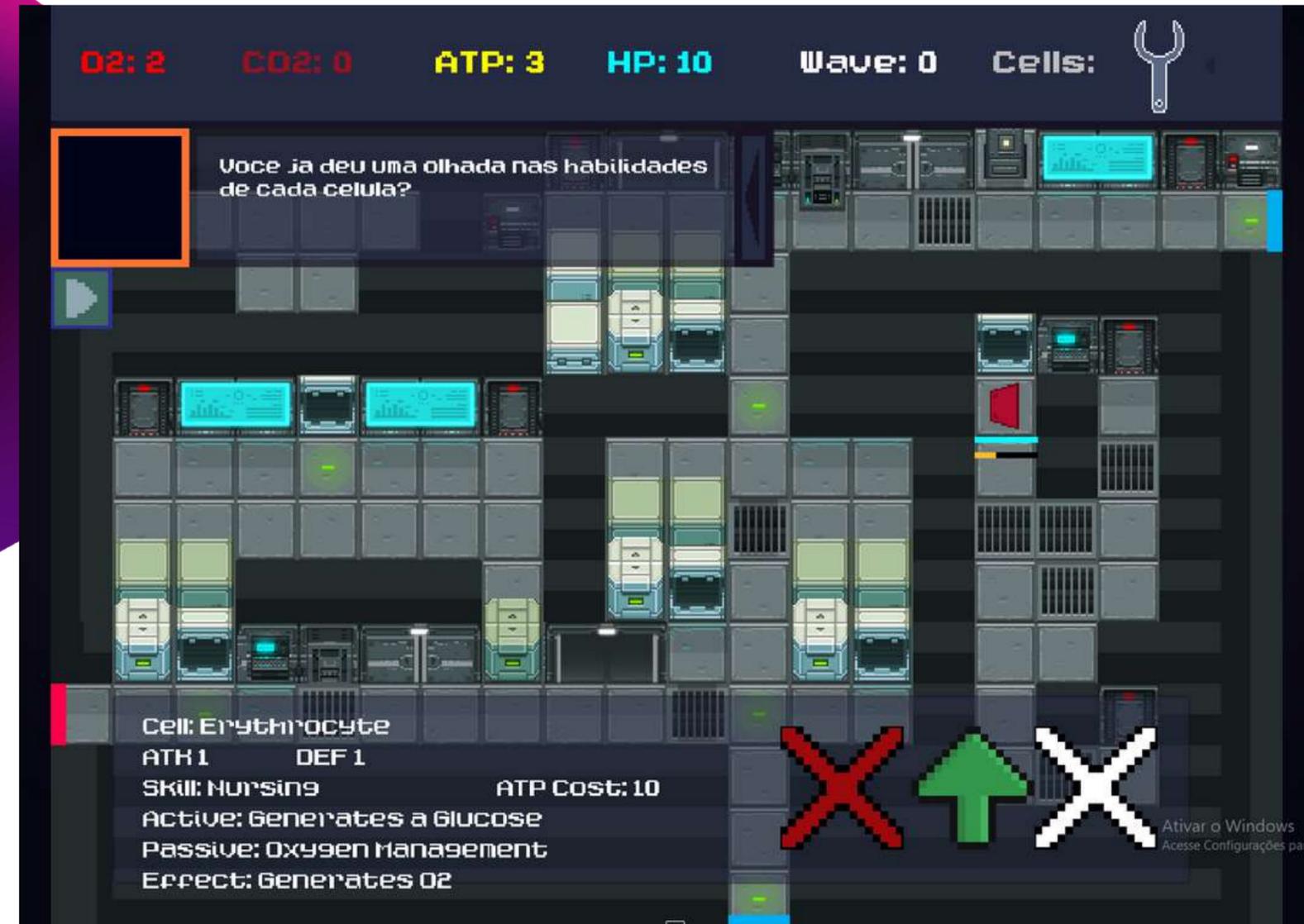
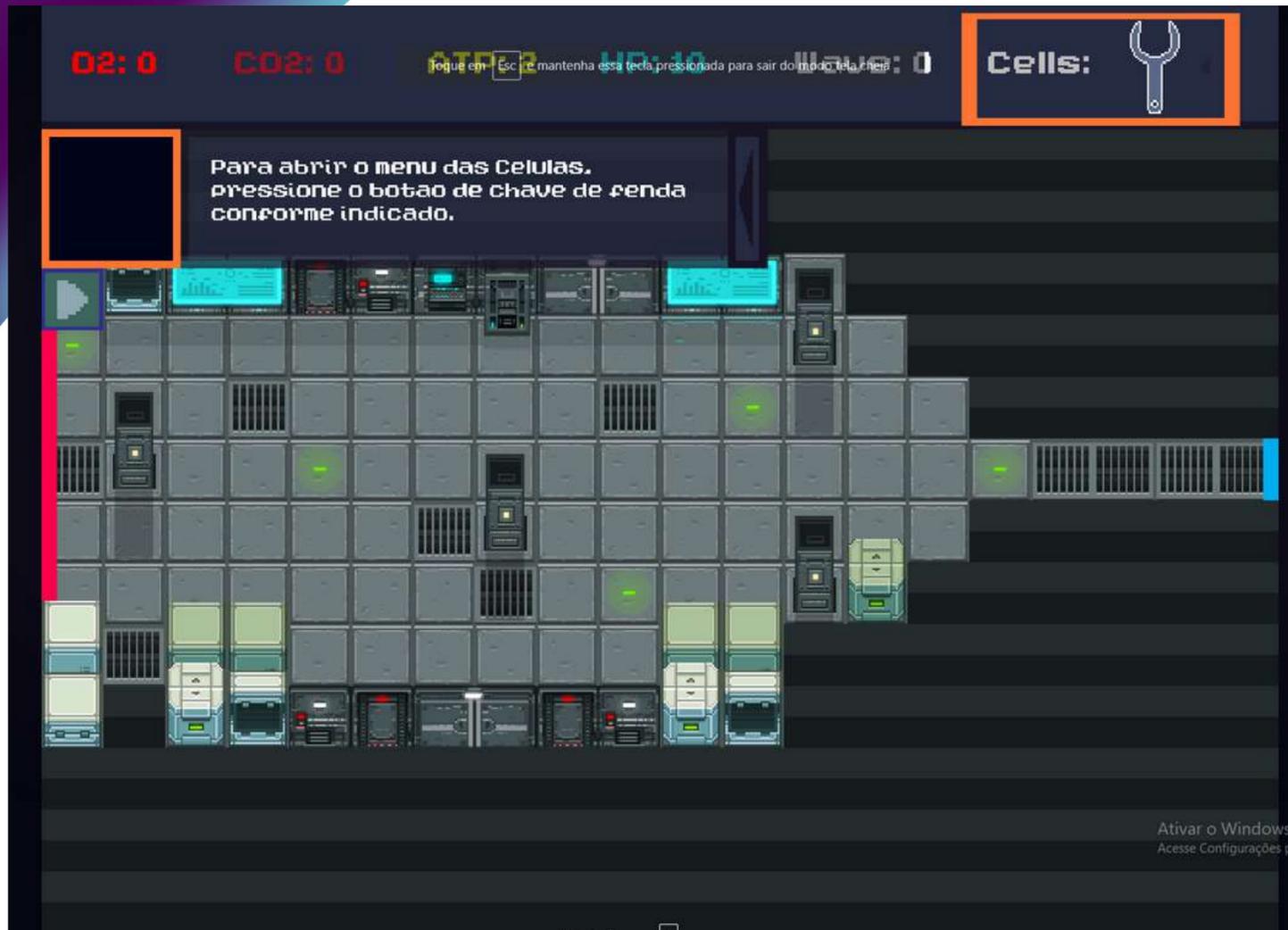
1

Tutorial

2



- Implementação de tutorial para **jogatina autônoma**
- **Correção de bugs** anteriores
- Aplicação de **modo pausa** e **caixa de diálogos** informativa
- Ajuste nos **elementos visuais** do mapa e dos inimigos
- Necessidade de ajustes na interface



Finalização da base

Versão mais Recente -
Playtest 3

Apresentação do Projeto Concluído

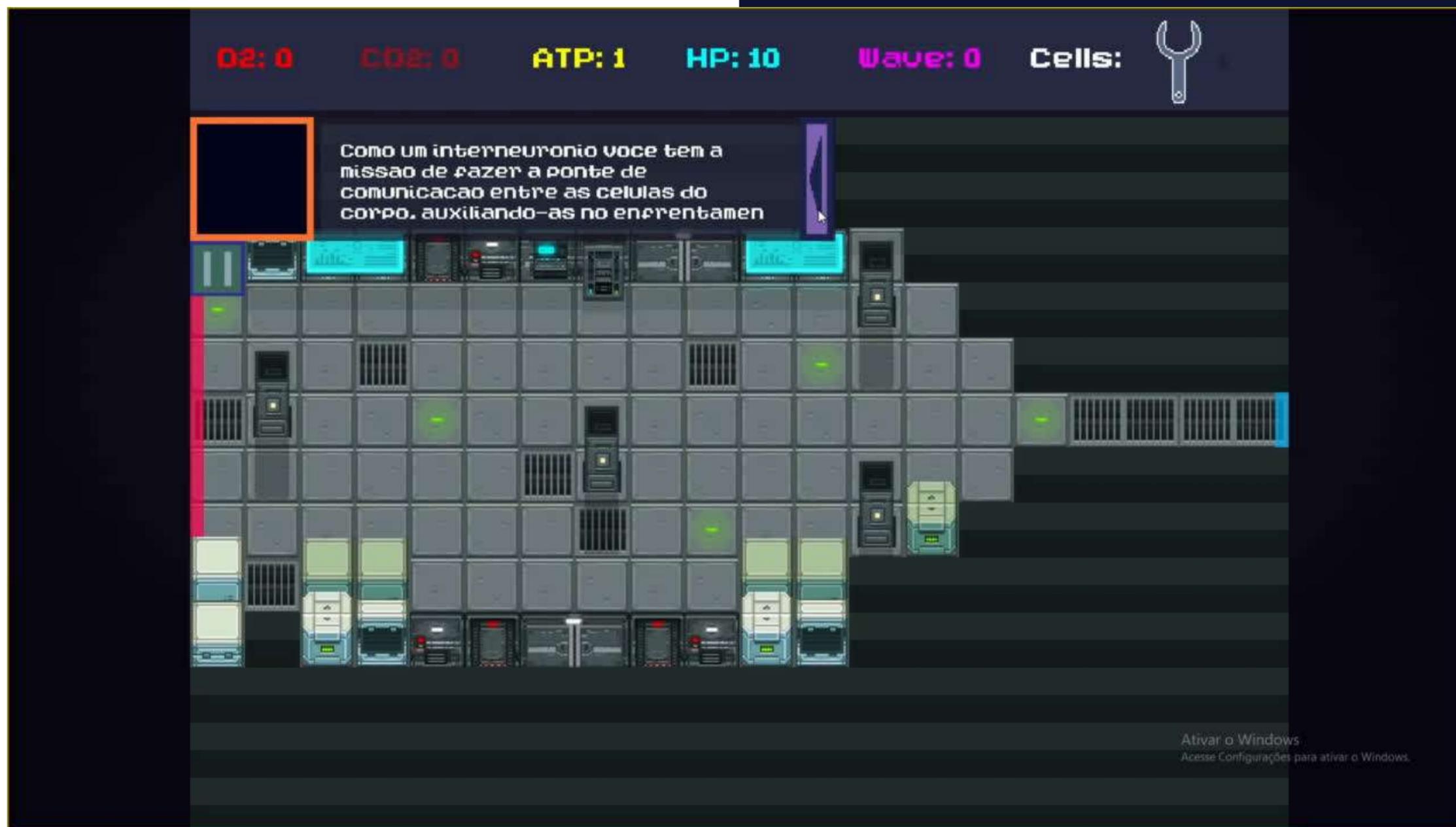
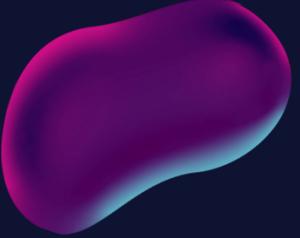


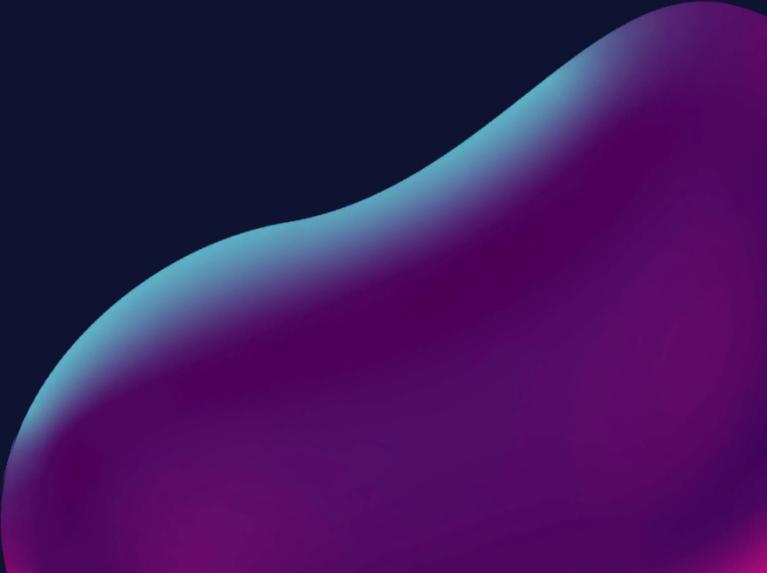
Figura 25: Protótipo final, jogável, desenvolvido. O link para jogar pode ser [conseguido clicando aqui](#)



Aplicando o Projeto

Act - Implementation and Evaluation

Ao desenvolver as soluções, a próxima etapa é a aplicação do projeto, a **Implementation and Evaluation Phase**, para medir sobre suas funcionalidades e deficiências, indicando os **resultados** que deram certo e os que apresentaram alguma falha, culminando assim no surgimento da **proposta** que será defendida no **Projeto de Conclusão** e / ou em eventuais iterações que irão servir para **refinar** ainda mais o artefato desenvolvido



Resultados Observados

Rec'n'Play e Conecta

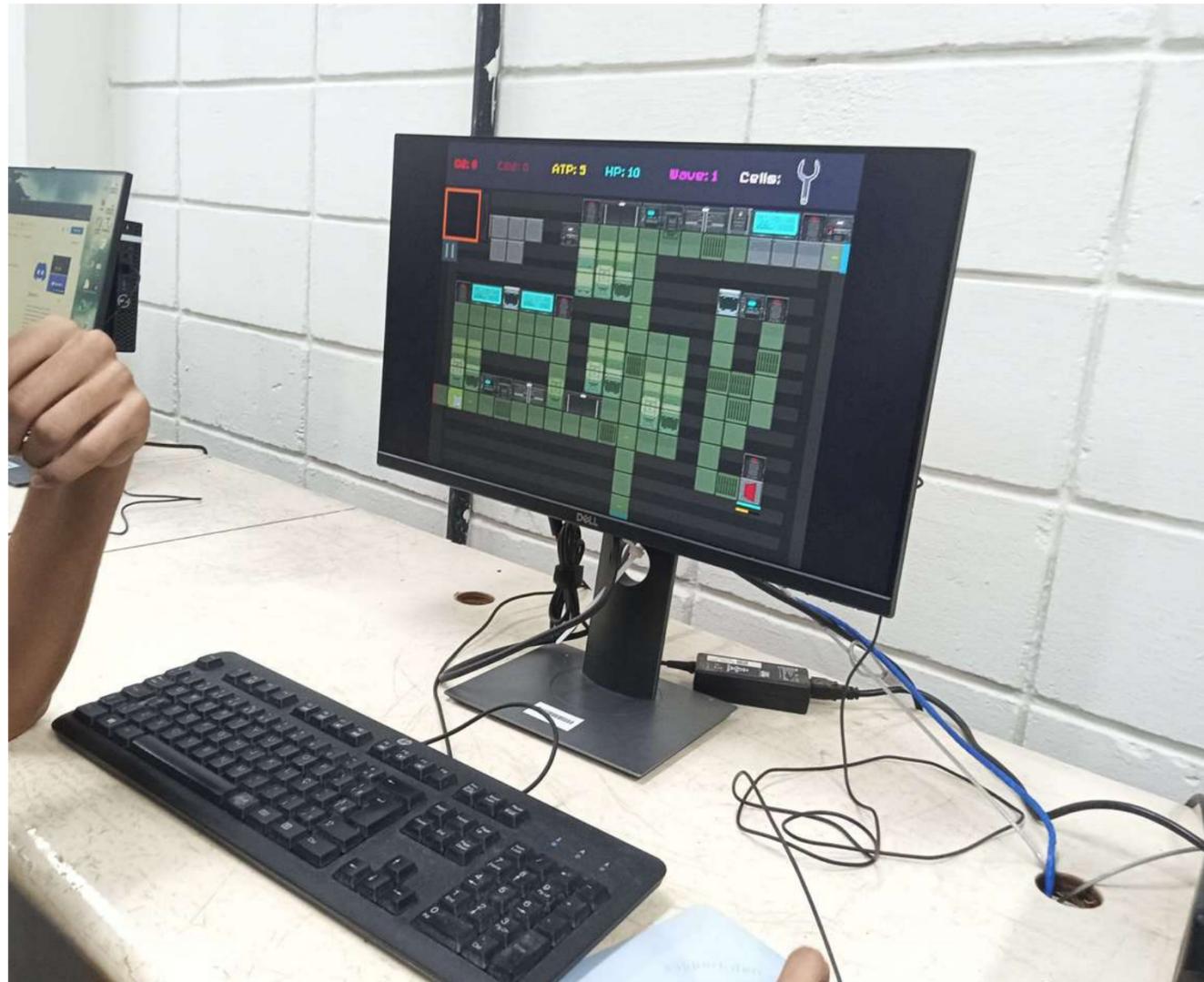


Figura x: Apresentação do Projeto no Conecta

A versão alcançada do projeto foi disponibilizada posteriormente em amostras de jogos de dois eventos, sendo eles o **Rec'n Play (19/10/23)** e o **Conecta (01/12/23)**.

Em ambas as amostras foi identificado que **jogadores ainda não familiarizados** com o gênero **Tower Defense (TD)** acabaram tendo **relativa dificuldade** para entender o que fazer no jogo, em especial nos seguintes casos: avançar o diálogo no **tutorial** (frequente), reconhecer os elementos da **interface** (raro) e acessar o **menu** contendo as células (pouco comum). Durante o jogo, também foi observado que os inimigos se movem **rápido demais**, o que dificulta na **tomada de decisões** por parte destes jogadores, levando-os, na maior parte do tempo, a não conseguirem vencer os desafios. Contudo, estas questões dificilmente ocorreram com **jogadores mais proficientes**, ou continuaram a ocorrer com **neófitos** após relativa **intervenção do designer**, em que, em ambos os casos, conseguiram jogar com **maior autonomia** ao entender o tutorial, conseguindo identificar os papéis de cada elemento da interface, os tipos de células, e como utilizá-las. Alguns jogadores ainda comentaram que os **visuais das células** poderiam ser mais **icônicos**, o que os ajudaria a identificá-las melhor no jogo.

Não o bastante, ao final da jogatina, ao serem **questionados** sobre a possibilidade de terem **aprendido algo com o jogo**, os jogadores apontaram que conseguiram entender as diferentes **funções das células** (quem transporta oxigênio, quem defende o corpo) e que tipo de **patógeno** combatiam (se identificavam vírus ou se atacavam bactérias), revelando um resultado interessante.

Conclusão

Com os dados obtidos, observa-se que algumas **melhorias** podem ser feitas para melhorar a **experiência do jogador**, como **fragmentação do tutorial** em fases ainda mais simples, abordando cada mecânica cuidadosamente, além da **redução da velocidade** dos inimigos e as melhorias visuais, substituindo os place holders do jogo por **visuais finalizados com animações fluidas**.

No mais, o artefato conseguiu apresentar bem a ideia de que Citologia Humana pode ser um assunto divertido caso aplicado de maneira lúdica. Uma vez que os jogadores tenham entendido como o jogo funciona, ele se torna interessante e imersivo, o que direciona os futuros ajustes para as questões de gamefeel e aplicação dos elementos que não foram colocados neste protótipo.

Próximos Passos

Contatar Equipe

Criação de uma equipe multidisciplinar para levar o projeto adiante, dividindo as atividades por área de atuação, permitindo que o designer foque em seu ofício de melhorar a experiência de jogo



Desenvolver

Avançar com as etapas de desenvolvimento, adicionando conteúdos cortados da versão apresentada que farão parte do jogo principal, como concept arts, animações, level designs, além de células e patógenos novos.



Financiamento

Alcançar uma versão beta do jogo para conseguir investimentos em editais e financiamentos coletivos, além de contatar uma publisher para cuidar do marketing do jogo.



Referências

Chat GPT 3.5. Disponível em < <https://chat.openai.com/share/32feb78b-3cf8-43e1-9f43-393e7e2a1441> > Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental 2 (1998).

Disponível em: <

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/biblioteca-de-apoio/pcn-ensino-fundamental-6-ao-9-ano/> >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Parasitas e resposta imunitária: A ação da resposta inata, Barros,

UnICEUB (2016). Disponível em: <

<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11070/1/21386155.pdf>

>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Referências

IBGE sobre evasão escolar (2022). Disponível em: < <https://educa.ibge.gov.br/jovens%252520/conheca-o-brasil/populacao/18317> >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Dois milhões de crianças e adolescentes de 11 a 19 anos não estão frequentando a escola no Brasil, alerta UNICEF (2022). Disponível em: < <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/dois-milhoes-de-criancas-e-adolescentes-de-11-a-19-anos-nao-estao-frequentando-a-escola-no-brasil> >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia, Gonçalves, Revista on-line de Educação Física da UEG (2013). Disponível em: < <https://www.revista.ueg.br/index.php/praxia/article/view/943/677> >. acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Referências

ISOLADOS SIMULTANEAMENTE DE LÍQUOR, SANGUE E NASOFARINGE DE CRIANÇAS COM MENINGITES PNEUMOCÓCICAS:

SUSCETIBILIDADE, SOROTIPOS E TIPAGEM DA PspA, Oliveira, UFG

(2007). Disponível em: <

<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/59/o/LucianaCruzII-2007.pdf>

>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Infecções Pneumocócicas, Bush (2023). Disponível em: <

[https://www.msmanuals.com/pt-](https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-gram-positivas/infec%C3%A7%C3%B5es-pneumoc%C3%B3cicas)

[br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-](https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-gram-positivas/infec%C3%A7%C3%B5es-pneumoc%C3%B3cicas)

[bact%C3%A9rias-gram-positivas/infec%C3%A7%C3%B5es-](https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-gram-positivas/infec%C3%A7%C3%B5es-pneumoc%C3%B3cicas)

[pneumoc%C3%B3cicas](https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-gram-positivas/infec%C3%A7%C3%B5es-pneumoc%C3%B3cicas) >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Cancer Cells vs. Normal Cells: How Are They Different?, Eldridge

(2023). Disponível em: < [https://www.verywellhealth.com/cancer-cells-](https://www.verywellhealth.com/cancer-cells-vs-normal-cells-2248794)

[vs-normal-cells-2248794](https://www.verywellhealth.com/cancer-cells-vs-normal-cells-2248794) >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Referências

Sistema Imunitário – Parte I Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória, Cruvinel et al. (2010). Disponível em: <
<https://www.scielo.br/j/rbr/a/QdW9KFBP3XsLvCYRJ8Q7SRb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Como ocorre a coagulação do sangue, Moake (2021). Disponível em: <
<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-do-sangue/o-processo-de-coagula%C3%A7%C3%A3o-sangu%C3%ADnea/como-ocorre-a-coagula%C3%A7%C3%A3o-do-sangue>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Referências

Histologia Texto, atlas e roteiro de aulas práticas, Montanari 3ª edição, Edição da autora (2016). Disponível em: <
<https://professor.ufrgs.br/tatianamontanari/files/livrodehisto2016.pdf>>.
Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Glicólise, Khan Academy. Disponível em: <
<https://pt.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Neurônio, Santos. Disponível em: <
<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/neuronios.htm>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Referências

Pense Pequeno e Termine seu primeiro videogame, Weiller (2017).

Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/518939905/Pense-Pequeno> >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

Game Start, Weiller (2015). Disponível em: <

https://www.thaisweiller.com/books/game_start.pdf >. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2024

The image features a dark blue background with several organic, flowing shapes in shades of purple and magenta. A large, central circle with a gradient from light blue to dark purple is the focal point. The word "Anexos" is written in white, bold, sans-serif font in the center of this circle.

Anexos

GDD e Progresso do Jogo

GDD Cells at War - Guia Projetual

Versão: 1.3 (26/09/2023)

Novidades: Definição do histórico do projeto em disciplinas anteriores;
Apresentação das etapas de ideação; Discussão de Resultados;
Amostra de Assets

Build Atual do Protótipo: <https://encr.pw/Q3Fvd>



Anexo 1: [Game Design Document do Projeto Cells at War. O link para acessar pode ser visto aqui.](https://encr.pw/Q3Fvd)

Anexo 2: Andamento do Jogo Pós Disciplina

"Se eu vi mais longe, foi por estar
sobre ombros de gigantes."

– Isaac Newton