

## O USO DE GAMIFICAÇÃO COMO SUPORTE AO PROCESSO DE ENSINO DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DA CIRCULAÇÃO FETAL

Jacques Vieira Dos Santos TREVISAN<sup>1</sup>; Luiz Ricardo BEGOSSO<sup>2</sup>; Carlos Izaias SARTORÃO FILHO<sup>3</sup>

*jacquesvst@gmail.com; begosso@fema.edu.br; carlos.filho@fema.edu.br*

*O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Brasil.*

**RESUMO:** O tópico de soluções gamificadas como metodologia de ensino está em crescimento na educação médica. O uso de simuladores e jogos educativos pode ser aplicado em situações de difícil compreensão, como no caso do estudo da circulação fetal, na qual alunos têm frequentemente apresentado dificuldades. Este trabalho tem como objetivo analisar essas dificuldades, pesquisar ferramentas existentes e desenvolver uma ferramenta computacional para apoiar o ensino da anatomia e circulação fetal, usando elementos gamificados. Ao fim aplicar um questionário como feedback da eficiência da ferramenta. Por enquanto, o projeto encontra-se com apenas uma fase desenvolvida, o jogador tem opções de escolher o idioma e habilitar a nomenclatura adequada das estruturas anatômicas, para uma experiência mais didática. O objetivo inicial é controlar um grupo de hemoglobinas saindo da placenta, passando por partes de todo o sistema circulatório e retornando à placenta, obtendo uma pontuação final com base no tempo do percurso e órgãos visitados, que é enviada para um placar global onde jogadores podem comparar suas pontuações com outros, ou consigo mesmos. Espera-se que esta ferramenta possa contribuir para o ensino da circulação fetal aos alunos da área de saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Circulação Fetal; Gamificação; Educação Médica

**ABSTRACT:** The topic of gamified solutions as a teaching methodology is growing in medical education. The use of simulators and educational games can be applied in situations of difficult understanding, as in the case of the study of fetal circulation, in which students have often presented difficulties. This paper aims to analyze these difficulties, research existing tools and develop a computational tool to support the teaching of fetal anatomy and circulation, using gamified elements. Finally, apply a survey as feedback on the efficiency of the tool. For now, the project has only one stage developed, the player has options to choose the language and enable the appropriate nomenclature of the anatomical structures, for a more didactic experience. The initial objective is to control a group of hemoglobins leaving the placenta, passing through parts of the entire circulatory system and returning to the placenta, obtaining a final score based on the time of the route and visited organs, which is sent to a global scoreboard where players can compare their scores with others, or with themselves. It is expected that this tool can contribute to the teaching of fetal circulation to students in the health field.

**KEYWORDS:** Fetal Circulation; Gamification; Medical Education.

### INTRODUÇÃO

Existem várias diferenças entre a circulação sanguínea de um feto e a circulação sanguínea de uma pessoa após o nascimento, quando esta possui os órgãos já formados, não só na anatomia mas também nas suas funcionalidades. Uma das principais diferenças encontra-se

---

<sup>1</sup> Aluno de Bacharelado em Ciência da Computação e de Iniciação Científica.

<sup>2</sup> Professor Orientador.

<sup>3</sup> Professor Coorientador

nos pulmões que, de acordo com Mattos (1997), ficam cheios de líquido durante a fase fetal, proporcionando grande resistência ao fluxo do sangue. Dessa forma o sangue deve vir com altos níveis de oxigênio da mãe, circular no feto e retornar através da placenta para se reoxigenar e circular novamente.

Alunos da área da Saúde precisam aprender os detalhes da anatomia e circulação fetal, e frequentemente demonstram dificuldades no aprendizado de tais conceitos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de um jogo computacional para o ensino desse assunto de forma gamificada. A hipótese é que esta ferramenta contribua para apoiar o ensino do processo de circulação fetal aos alunos da área da saúde.

A popularidade das soluções baseadas em jogos computacionais vem aumentando nos últimos anos, sendo que um dos motivos é porque as gerações mais novas de estudantes estão mais familiarizadas com jogos eletrônicos e seus elementos. Carlson (2005) exemplifica possíveis mudanças nos modelos de educação para se adaptar aos alunos da nova geração que preferem o que é mais prático e com resultados rápidos e, citando uma frase de Richard T. Sweeney, que diz que os alunos podem não querer apenas ouvir uma aula por horas, é necessário haver recursos extras, que sejam motivacionais ao processo de aprendizado. Se bem implementado, a ferramenta pode causar um aumento significativo no interesse dos alunos pela matéria em comparação aos métodos tradicionais de ensino.

As soluções disponíveis gratuitamente online se resumem em jogos mais básicos sobre medicina geral, em que a mecânica é baseada apenas em clicar e arrastar, ou simplesmente em perguntas e respostas. Nos exemplos observados, além da jogabilidade simples, os temas são superficiais para o nível das matérias de um curso superior. Ao realizar uma busca pela internet usando as palavras chave circulação fetal, educação médica, jogos, gamificação, não foram encontradas soluções gamificadas que envolvessem o aprendizado da anatomia e fisiologia da circulação do feto.

## **1. OBJETIVOS GERAIS**

Esta pesquisa procura desenvolver uma ferramenta computacional baseada em jogos para apoiar o ensino da anatomia e fisiologia fetal por meio de um jogo experimental que contará inicialmente com uma fase de percurso, e futuramente com outras fases que cobrirão doenças e medicamentos usados para seus respectivos tratamentos durante a gestação. Por fim,

pretende-se também analisar a eficiência do jogo em sala de aula, por meio de sua aplicação prática e a obtenção de um formulário que coletará as opiniões de alunos e professores sobre didática, interface do usuário e o quão intuitivo e eficiente é a experiência com a ferramenta.

### 1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver usando a Unity Engine na licença gratuita, uma ferramenta baseada em jogo computacional para apoiar o ensino da circulação fetal, onde a primeira fase consiste em realizar o trajeto correto de um grupo de hemoglobinas que devem sair da placenta da mãe, passar por partes de todo o sistema circulatório do feto e retornar à placenta da mãe, controlando o caminho que deve ser seguido.

Implementar um sistema de pontuação para esse jogo, de modo que o usuário receba feedback de suas ações e possa competir com outros jogadores, motivando-se a alcançar uma pontuação melhor.

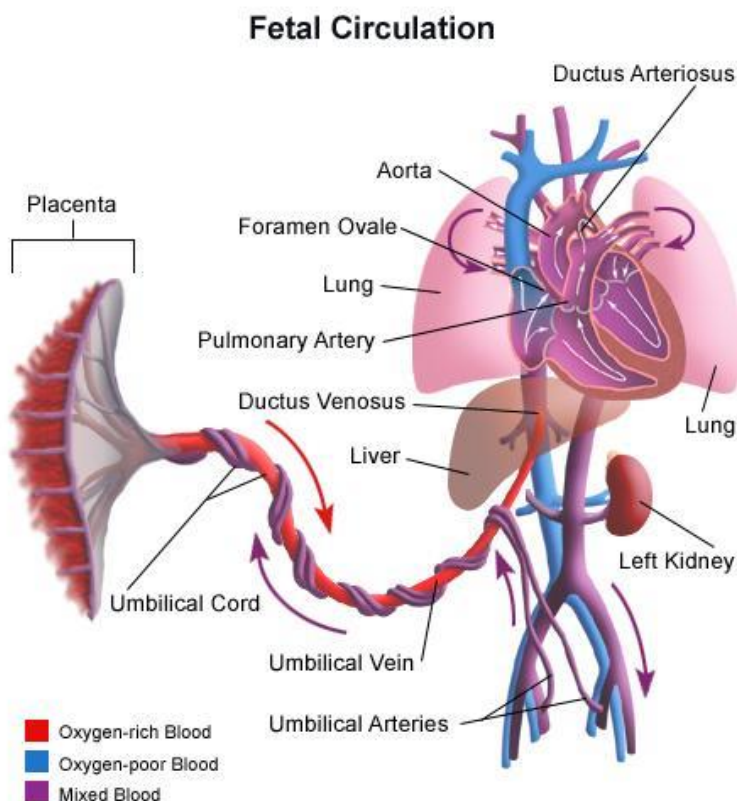
Aplicar um teste em sala de aula para obter opiniões dos alunos e professores da área da saúde sobre a ferramenta. Este teste consistirá em comparar o aprendizado dos alunos com os métodos tradicionais de ensino e verificar o quanto a ferramenta poderá auxiliar no processo de aprendizado dos alunos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. SISTEMA CIRCULATÓRIO FETAL

Durante a gestação, o sistema circulatório fetal se difere do mesmo após o nascimento, e é explicado em uma publicação no site do Centro Médico da Universidade de Rochester (University of Rochester Medical Center), conforme ilustrado na Figura 1.

O feto é conectado à placenta pelo cordão umbilical. Esse é o órgão que se desenvolve e se implanta no útero da mãe durante a gestação. O feto consegue toda nutrição e oxigênio necessário através dos vasos sanguíneos no cordão umbilical. O feto tem o suporte e a vida através da placenta. Produtos residuais e dióxido de carbono vindos do feto são mandados de volta à circulação da mãe para serem descartados.



**Figura 1** - Ilustração do fluxo do sangue fetal. Disponível em: <<https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?contenttypeid=90&contentid=P01790>>. Acesso em 18 de julho de 2020.

O sistema circulatório fetal usa três desvios, que são pequenas passagens que direcionam o sangue que precisa ser oxigenado. O propósito desses desvios é para evitar a passagem nos pulmões e fígado, órgãos que somente funcionam completamente após o parto. O desvio que evita o pulmão é chamado de forame oval. Este desvio move o sangue do átrio direito do coração para o esquerdo. O duto arterial desvia o sangue da artéria pulmonar para a aorta.

Oxigênio e nutrientes são enviados do sangue da mãe pela placenta até o feto. O sangue enriquecido flui pelo cordão umbilical até o fígado e se divide em 3 ramos. O sangue então chega à veia cava inferior, a maior veia conectada ao coração. A maioria desse sangue é enviado através do duto venoso. Esse também é um desvio que permite o sangue altamente oxigenado ir do fígado à veia cava inferior e então ao átrio direito do coração. Uma pequena quantidade desse sangue realmente fica no fígado para entregá-lo os nutrientes e oxigênio necessário.

Produtos residuais do sangue fetal são transferidos de volta ao sangue da mãe pela placenta.

Dentro do Coração Fetal:

O Sangue entra no átrio direito, fluindo pelo forame oval até o átrio esquerdo. O sangue então passa pelo ventrículo esquerdo, uma das câmaras de baixo do coração, que tem acesso à aorta.

A partir da aorta, o sangue passa pelo próprio músculo do coração, braços e cérebro. Após a circulação nesses locais o sangue retorna ao átrio direito e uma pequena porção desse sangue menos oxigenado é misturada com o sangue mais oxigenado que está no início da circulação. Ao invés de seguir para o forame oval, é direcionado ao ventrículo direito.

A partir do ventrículo direito, o sangue menos oxigenado é bombeado para a artéria pulmonar, uma pequena porção do sangue continua nos pulmões, a maioria é desviada para o duto arterial que é um atalho para a aorta descendente. Este sangue então entra nas artérias umbilicais e flui de volta à placenta, onde acontece a troca: o sangue do feto libera o dióxido de carbono e produtos residuais no sistema circulatório da mãe e mais sangue oxigenado e com nutrientes é enviado para a placenta e o processo se repete.

No nascimento, o cordão umbilical é seccionado e o bebê deixa de receber oxigênio e nutrientes da mãe. Com as primeiras respirações, os pulmões começam a se expandir e os fluidos nos alvéolos são limpos. Um aumento na pressão sanguínea do bebê e uma grande redução na pressão pulmonar reduz a necessidade do ducto arterial para desviar o sangue. Essas mudanças ajudam no fechamento do desvio, aumentam a pressão no átrio direito e reduz a pressão no átrio esquerdo do coração. Essas mudanças de pressão estimulam o fechamento do forame oval. O fechamento do ducto arterial, ducto venoso e forame oval, completa a mudança da circulação fetal para a circulação de um recém-nascido.

## 2.2. GAMIFICAÇÃO

O uso de gamificação pode ser eficiente para apoiar as metodologias clássicas de ensino em um cenário acadêmico. Um exemplo do sucesso da aplicação está descrito no livro *The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game*, do professor norte americano Lee Sheldon (2012), onde começou a aplicar conceitos como pontuações, recompensas, colaboração e competição em sua disciplina de gamedesign.

Conforme GAVRIUSHENKO et al. (2015), ao usar um ambiente de gamificação nos estudos, os usuários podem se sentir mais motivados a continuar nas atividades quando

adotados os elementos de recompensa, cada conquista aparenta valer mais o esforço, e com um sistema de feedbacks mais complexos, o usuário pode identificar mais diretamente o que está acertando e errando.

“Jogos permitem repetidas falhas, e após cada falha, o aluno aprende algo novo. Dessa forma, estudantes podem aprender com os seus erros, recebendo as falhas e experiências negativas de maneira positiva e significativa<sup>4</sup>” (NAH et al., 2013, p.100, tradução nossa).

### **3. IMPLEMENTAÇÃO**

#### **3.1. DESENVOLVIMENTO**

A ferramenta escolhida para a implementação deste projeto é a Unity Engine. VOROTILIN (2018) explica que o ensino baseado na plataforma Unity não é apenas para crianças, já que também pode ser aplicado em cursos universitários. Por exemplo cursos online de institutos como MIT, tem diversos simuladores de mecanismos, eventos da natureza, fenômenos físicos e astronômicos, que possuem o objetivo de motivar o aluno a aprender de forma mais eficiente.

As imagens dos órgãos foram retiradas de pesquisas anteriores e redesenhadas utilizando Adobe Flash, conforme ilustrado na Figura 2. As vantagens de recriar as imagens disponíveis são: Aplicar pequenas modificações que não afetam sua semelhança com o órgão real, mas a permite ser integrada mais facilmente com o resto do circuito; Padronizar o esquema de cores afim de reduzir as inconsistências; Obter cada órgão separadamente em um formato de alta qualidade, o que é crucial para ser possível a aproximação da visão do jogador, mantendo uma qualidade agradável e caso necessário carregar ou descarregar partes da fase separadamente.

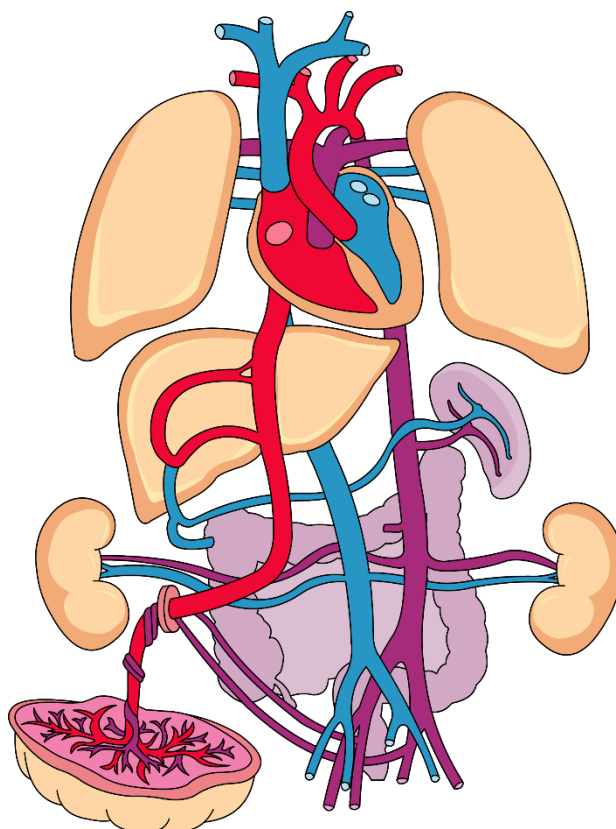
As pontuações são salvas usando uma API em PHP que as guarda em um banco de dados relacional. Ao buscar as pontuações globais, serão retornadas apenas a com mais pontuação de cada dispositivo, enquanto as locais são todas do dispositivo sendo utilizado, para dar ao jogador um resumo das pontuações de outros jogadores e um detalhamento de suas próprias pontuações.

---

<sup>4</sup> “Games allow repeated failure, and after each failure, the student learns something new. In this way, students can learn from their mistakes while taking failure and the negative experiences in a positive and meaningful way.”

### 3.2. TEMÁTICA E JOGABILIDADE

O cenário de todas as fases será o sistema circulatório do feto, e o jogador controlará um grupo de 10 hemoglobinas que servem como contagem de vidas. Ao início de uma partida, seu nível de oxigênio é 84% e sua pontuação é 1 milhão, sua pontuação e oxigênio vão decrementando ao decorrer do tempo com finalidades diferentes que serão explicadas posteriormente.



**Figura 2** - Desenho do sistema circulatório usado como mapa

O jogador controlará a direção das hemoglobinas para que elas passem em certos órgãos e vasos sanguíneos, tendo em mente que deverá retornar à placenta para concluir o nível. Porém deve-se ficar atento aos níveis de oxigênio que, ao ser reduzido a 40%, será fim de jogo e nenhuma pontuação será conquistada.

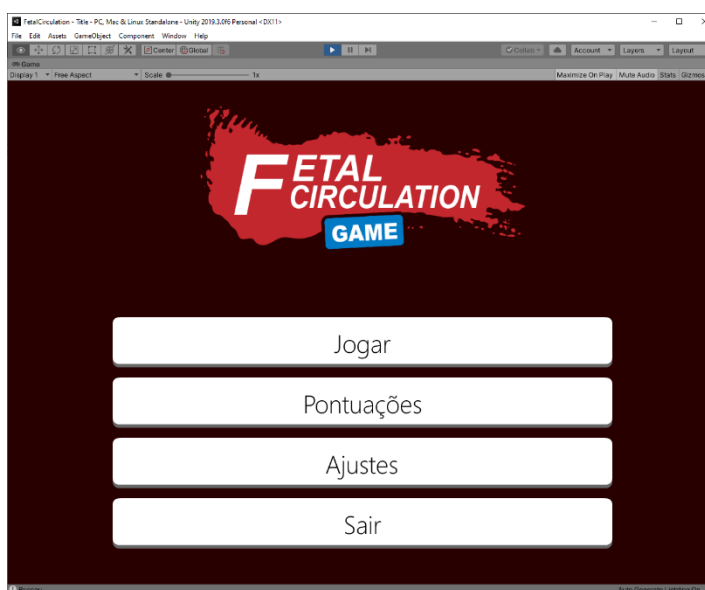
Se o jogador encostar nas bordas de um vaso sanguíneo ou órgão, uma hemoglobina deixará de fazer parte do seu grupo e diminuirá sua pontuação em 100 mil pontos. Se o jogador perder a última hemoglobina do grupo, será fim de jogo e nenhuma pontuação será conquistada.



Durante a partida, o jogador poderá utilizar o recurso de acelerar ou desacelerar a velocidade com que as hemoglobinas realizam o percurso no sistema circulatório do ambiente do jogo, tanto para a experiência não ser tão monótona em uma segunda tentativa, quanto para facilitar a experiência de alunos que têm dificuldades de completar o trajeto na velocidade padrão. Esse recurso também afeta a taxa de queda de oxigênio proporcionalmente, mas não a pontuação. Dessa forma, pontuações conquistadas em velocidades maiores serão consequentemente maiores.

### 3.3. INTERFACE DO MENU

Ao iniciar a execução do aplicativo, o usuário verá a tela inicial com o título do jogo “Fetal Circulation” e as opções disponíveis conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3** - Tela inicial da ferramenta

As quatro opções disponíveis nesta parte do jogo são descritas a seguir:

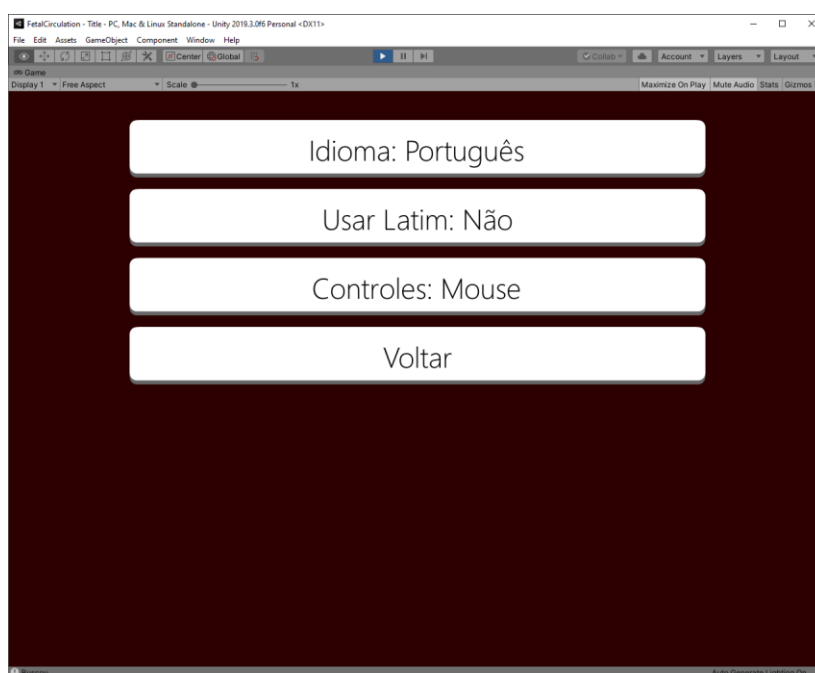
**Jogar:** Levará o usuário para a seleção de fase, esta tela contém apenas a primeira fase atualmente.

**Pontuações:** Listará a melhor pontuação de cada pessoa relativa a fase 1 para cada dispositivo diferente. Ao interagir com a primeira opção, o usuário escolhe se quer ver as pontuações globalmente, porém apenas o melhor de cada jogador, ou todas as pontuações locais.



**Ajustes:** Esta tela apresenta opções de usabilidade para o usuário, conforme ilustrado na Figura 4, dentre elas: Idioma, com opções Português e Inglês; Usar Latim: quando ligado os nomes dos órgãos serão exibidos em latim independentemente do idioma do restante da interface; Controles, caso executado em um computador, oferece as opções teclado nas teclas WASD ou mouse que fará da posição do mouse a direção das hemoglobinas.

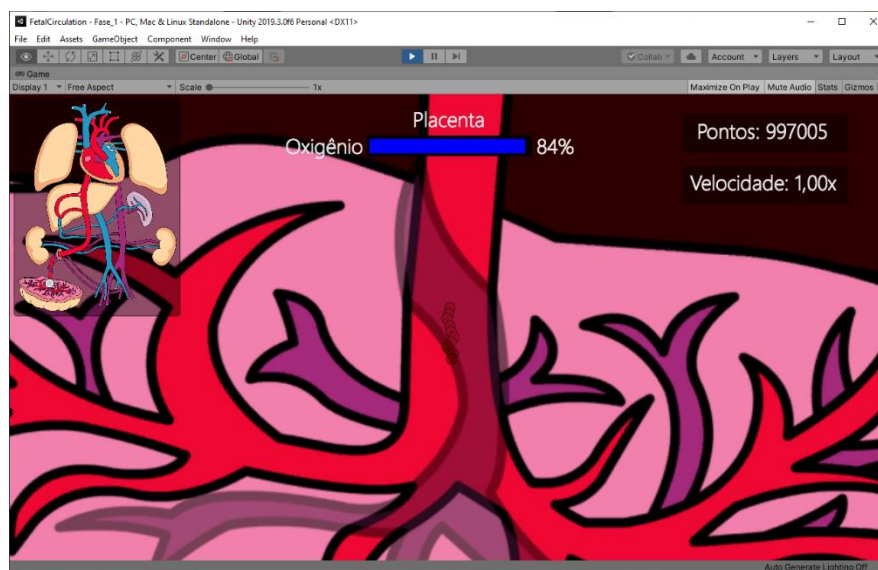
**Sair:** Encerra a aplicação salvando todas as opções alteradas para uma futura sessão.



**Figura 4** - Tela de ajustes e opções da ferramenta

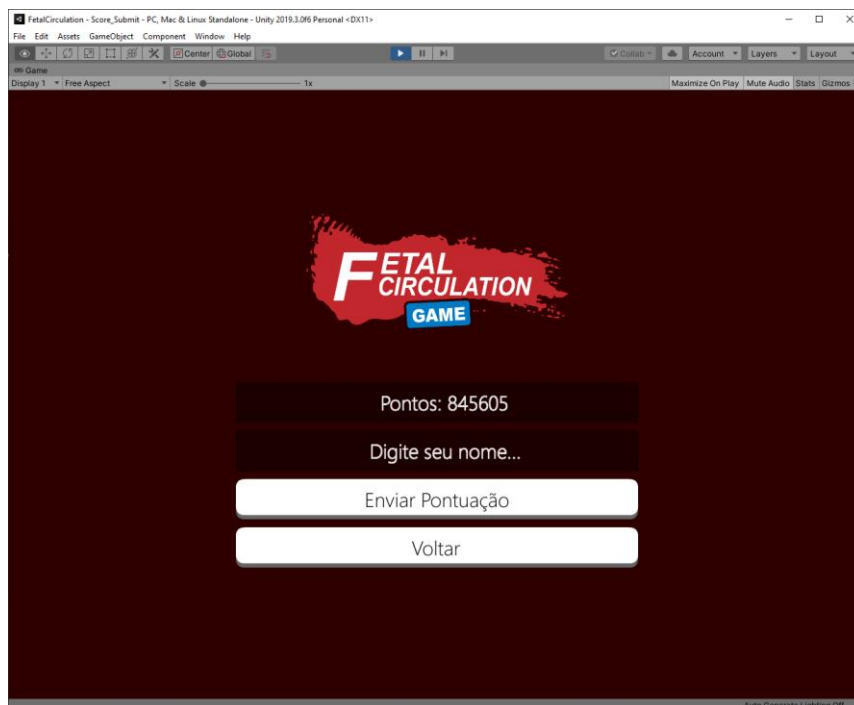
### 3.4. INTERFACE DA FASE

No canto superior esquerdo da aplicação é mostrado um mapa da fase e um ponto indicando a posição do jogador relativo ao mapa, com intenção de dar ao usuário uma visão geral da fase sem precisar fazer o trajeto completamente, conforme ilustrado na Figura 5. No topo da tela é exibido a descrição do órgão ou vaso sanguíneo em que o jogador se encontra, seguido por uma barra que representa a porcentagem de oxigênio. No canto superior direito, a pontuação do jogador e a velocidade que indica a velocidade das hemoglobinas e a taxa de queda de oxigênio.

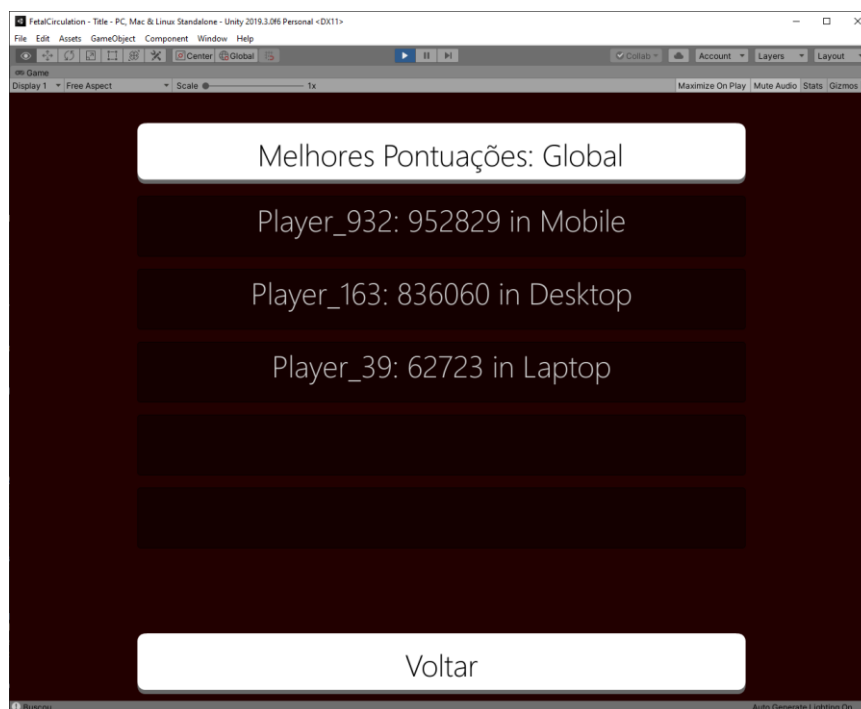


**Figura 5** - Visão do jogador ao início da primeira fase

Ao término do jogo, o usuário obtém uma tela indicando sua pontuação final, conforme ilustrado na Figura 6 e poderá consultar a sua pontuação ou de outros jogadores, conforme ilustrado na Figura 7.



**Figura 6** - Tela de envio de pontuação



**Figura 7** - Tela de Listagem de pontuações globais e locais com dados de exemplo

## CONCLUSÃO

A gamificação é uma técnica importante para a construção de jogos computacionais que possam apoiar o ensino de diferentes conceitos. Neste projeto, desenvolvemos uma ferramenta, Fetal Circulation, que tem o objetivo de apoiar o processo de ensino de conceitos para a educação médica na simulação da anatomia e fisiologia normal e patológica. No caso do jogo sobre a circulação fetal desenvolvido neste projeto, a avaliação da validade e da confiabilidade intra e interobservador, adiada devido à pandemia pelo COVID-19, será posteriormente executada. Futuras melhorias estão previstas após a validação do método, como a implementação de mais níveis que serão adicionados cobrindo simulação de diversas condições patológicas maternas, infecciosas e congênitas fetais relacionadas ao tema, e a circulação em outras partes do corpo atualmente inacessíveis ou sem representação visual.

## REFERÊNCIAS

MATTOS, Sandra S. Fisiologia da Circulação Fetal e Diagnóstico das Alterações Funcionais do Coração do Feto. Arquivo Brasileiro de Cardiologia, 69 (3), 205-209, 1997.

CARLSON, Scott . The Net Generation Goes to College. The Chronicle of Higher Education, out.2005.

Fetal Circulation - Health Encyclopedia - University of Rochester Medical Center Disponível em <<https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?contenttypeid=90&contentid=P01790>>. Acesso em 18 de julho 2020.

Rudolph AM, Heymann MA - Control of Fetal Circulation. In: Comline RS, Dawes GS, Nathaniels PW, eds - Fetal and Neonatal Physiology. London: Cambridge University Press, 1983.

SHELDON, Lee. The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game. Boston, MA: Cengage Learning, 2012.

GAVRIUSHENKO, Mariia; KARILAINEN, Laura; KANKAANRANTA, Marja. Adaptive systems as enablers of feedback in English language learning game-based environments. Proceedings of the 2015 IEEE Frontiers in Education Conference. 535 - 542. EUA, 2015.

NAH, Fiona Fui-Hoon; TELAPROLU, Venkata Rajasekhar; RALLAPALLI, Shashank; VENKATA, Pavani Rallapalli. GAMIFICATION OF EDUCATION USING COMPUTER GAMES. In: YAMAMOTO S. (EDS) HUMAN INTERFACE AND THE MANAGEMENT OF INFORMATION. INFORMATION AND INTERACTION FOR LEARNING, CULTURE, COLLABORATION AND BUSINESS. HIMI 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8018. Springer, Berlin, Heidelberg.

VOROTILIN, Vadim. VISUALIZATION AND GAMIFICATION WITH UNITY FOR VARIOUS DOMAINS. Sigma Software. Disponível em: <<https://sigma.software/about/media/visualization-and-gamification-unity-various-domains>>. Acesso em: 3 de jul. de 2020.