



Christian Spinelli

A Utilização de Game Learning Analytics em um Serious Game Voltado ao Turismo.

Recife

2020

Christian Spinelli

A Utilização de Game Learning Analytics em um Serious Game Voltado ao Turismo.

Monografia apresentada no curso de bacharelado em Sistemas de informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em sistemas de informação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Estatística e Informática
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Gilberto A.de A. Cysneiros Filho

Recife

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S757u Spinelli, Christian
A Utilização de Game Learning Analytics em um Serious Game Voltado ao Turismo / Christian Spinelli. - 2020.
57 f. : il.
- Orientador: Gilberto Cysneiros Filho.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Sistemas da Informação, Recife, 2020.
1. Game Learning Analytics. 2. Serious Game. 3. Game Analytics. 4. Learning Analytics. 5. Turismo. I. Filho,
Gilberto Cysneiros, orient. II. Título

CDD 004

Christian Spinelli

A Utilização de Game Learning Analytics em um Serious Game Voltado ao Turismo.

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: 05 de Novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Gilberto Cysneiros (Orientador)
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Roberta Macedo
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Cícero Garrozi
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

À minha família, amigos, minha namorada e ao meu orientador.

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente a Deus pela força e sabedoria que me foi dada para concluir a minha graduação.

Agradecer aos meus pais e minha namorada Beatriz Cavalcante que me deram suporte nos momentos difíceis. Ao meu primo Redley Rabelo que me emprestou o computador dele para continuar meu TCC quando o meu computador parou de funcionar, ao meu tio Walter Spinelli que me deu um notebook para que eu pudesse continuar fazendo o meu trabalho.

Agradecer ao pessoal da prefeitura na pessoa do Braúlio Moura que trabalha na secretaria de turismo da prefeitura de Recife, foram bastante solícitos e sem a ajuda deles não seria possível a conclusão do trabalho.

E por fim quero agradecer ao meu orientador Gilberto Cysneiros pelo suporte e orientação. E agradecer aos professores do curso de Bacharelado de Sistema de Informação que foram importantes para a minha formação. Quero agradecer aos professores Roberta Macedo e Cícero Garrozi que fizeram parte da banca do TCC e me deram inúmeras sugestões para o aperfeiçoamento da versão final deste trabalho.

*“Eu acredito que às vezes são as pessoas que ninguém espera nada que fazem as coisas que ninguém consegue imaginar.
(Alan Turing).*

Resumo

O mercado de jogos digitais vem se consolidando no Brasil e o seu poder de capturar a atenção dos jogadores possibilita que jogos sejam utilizados de forma educacional, com o desenvolvimento de *Serious Games*. *Serious Games* são jogos que não têm apenas o objetivo de entreter, mas também de ensinar o jogador, inclusive com relação ao turismo. Que tem como objetivo ensinar características e costumes de lugares para seus habitantes e turistas. O objetivo do *Game Learning Analytics* é obter informações e analisar dados dos *Serious Games* com a finalidade de melhorar sua funcionalidade e medir o aprendizado. Existem várias formas de aplicar *Game learning Analytics* em um *Serious Games* e uma dessas formas é a utilização de *quizzes e mini-games* em paralelo ao jogo principal, dentro dessa abordagem o jogador deve ter uma missão principal no jogo que o estimule a jogar e obter recursos para progredir no jogo, em decorrência disso ter acesso aos mecanismos de aprendizagem. A partir dessa abordagem, neste trabalho descrevo o desenvolvimento de um *Serious Games* voltado ao turismo com a utilização de *Game Learning Analytics*.

Palavras-Chave: Game Learning Analytics, Turismo, Serious Games, Game Analytics, Learning Analytics, Recife.

Abstract

The digital games market has been consolidating in Brazil and its capacity to capture the attention of players allows games to be used educationally, with the development of *Serious Games*. Serious Games are games that are not only intended to entertain, but also to teach the player, including with regard to tourism. It aims to teach characteristics and customs of places for its inhabitants and tourists. The purpose of *Game Learning Analytics* is to gather information and analyze data from *Serious Games* for the purpose of improving its functionality and measuring learning. There are several ways to apply *Game Learning Analytics* to *Serious Games* and one of these ways is to use quizzes and mini games in parallel with the main game, within which approach the player should have a main mission in the game that encourages him to play and get resources to progress in the game as a result of having access to the learning mechanisms. From this approach, this article will describe the development of a *Serious Games* focused on tourism using *Game Learning Analytics*.

Palavras-Chave: Game Learning Analytics, Tourism, Serious Games, Game Analytics, Learning Analytics, Recife.

Lista de Figuras

Figura 1 - Number Munchers, um dos primeiros Serious Games desenvolvido pelo MECC (HACKETT, 2016).	17
Figura 2 - Learning Analytics Process.	18
Figura 3 - Game Learning Analytics System (Freire et al, 2016).	20
Figura 4 - Ciclo de vida Unity.	22
Figura 5 - Dados do Jogador.	23
Figura 6 - Dados da Pergunta.	24
Figura 7 - Arquitetura.	25
Figura 8 - Movimentação do personagem.	33
Figura 9 - Tela de pergunta.	34
Figura 10 - Loja do jogo Olha Recife: O Jogo.	34
Figura 11 - Cenário da Rua do Sol.	35
Figura 12 - Obstáculos Rua do Sol.	35
Figura 13 - Cenário Marco Zero.	36
Figura 14 - Obstáculos Marco Zero.	36
Figura 15 - Cenário Museu Francisco Brennand.	37
Figura 16 - Obstáculos Museu Francisco Brennand	38
Figura 17 - Cenário Castelo Ricardo Brennand.	38
Figura 18 - Obstáculos Castelo Ricardo Brennand.	39
Figura 19 - Cenário Praia de Boa Viagem.	39
Figura 20 - Obstáculos Praia de Boa Viagem.	40
Figura 21 - Plataformas do estágio 2.	41
Figura 22 - Código de geração da plataformas.	42
Figura 23 - Gráfico da fase prática da jogadora DeboraLouise.	43
Figura 24 - Gráfico da fase de domínio da jogadora DeboraLouise.	44
Figura 25 - Gráfico de definição dos perfis.	47
Figura 26 - Gráfico de avaliação de desempenho.	48
Figura 27 - Gráfico de média de avaliação Inicial por idade..	50
Figura 28 - Gráfico de média de avaliação Final por idade..	51
Figura 29 - Gráfico de média de avaliação inicial por sexo.	51
Figura 30 - Gráfico de média de avaliação final por sexo.	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela de avaliação de desempenho.

48

Lista de Abreviaturas e Siglas

GLA	Game Learning Analytics
GA	Game Analytics
PGB	Pesquisa Game Brasil
SG	Serious Game
LA	Learning Analytics
MECC	Minnessota Educacional Computing Consortium
LMS	Learning Management System
GLAS	Game Learning Analytics System
KPI	Key Performance Indicator
GPS	Google Play Services
AI	Avaliação Inicial
AF	Avaliação Final
LI	Limite Inicial
LF	Limite Final

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo	5
Abstract	6
Lista de Figuras	7
Lista de Tabelas	8
Lista de Abreviaturas e Siglas	9
Sumário	10
1 Introdução	14
1.1 Objetivos	15
2 Fundamentação Teórica	16
2.1 Serious Games	16
2.2 Learning Analytics	18
2.3 Game Analytics	19
2.4 Game Learning Analytics	19
3 Ferramentas	21
3.1 Unity	
3.2 Firebase	23
3.3 Google Sites e JavaScript	24
3.4 Arquitetura	25
4 Metodologia	26
4.1 Definição da Metodologia	26
4.2 Definição das perguntas	26
4.3 Mecânica do Jogo	30
4.4 Coleta de dados	31
4.5 Análise de Resultados Obtidos	31
5 Desenvolvimento do Serious Game	33
5.1 Aplicação das Fases no jogo	42
5.2 Pontuação	44
5.3 Análise dos dados	46
5.4 Efetividade do Olha Recife: O Jogo.	46
5.5 Análise das interações	47

6 Conclusão e trabalhos futuros	53
6.1 Conclusão	53
6.2 Trabalhos Futuros	54
6.3 Trabalhos Semelhantes	54
Referências Bibliográficas	55

1 Introdução

Atualmente, os jogos digitais são uma das principais formas de entretenimento no Brasil e são uma das maiores indústrias de entretenimento do mundo. Segundo pesquisa da *Newzoo*, o mercado de videogames atingiu o índice histórico em 2018 gerando o valor de US\$ de 134 bilhões ([NEW ZOO, 2019](#)). Segundo pesquisa da PBG, 75,5% dos brasileiros jogam algum tipo de jogo eletrônico com 84% desses jogadores afirmando que utilizam o *smartphone* para jogar ([PGB, 2018](#)). Ou seja, a popularização dos *smartphones* facilita o acesso das pessoas aos jogos que podem ser utilizados não apenas para o entretenimento.

Todos esses jogadores investem seu tempo em jogos porque estes promovem o engajamento e com um conteúdo que motiva e conecta os jogadores mais do que outras mídias. Em jogos digitais são apresentados cenários onde os jogadores são desafiados a ter um melhor desempenho. Essa característica tem promovido um crescente interesse em utilizar jogos com o propósito educacional ([SERRANO LAGUNA et al. 2017](#)). Isso acontece porque o design de bons jogos é profundamente alinhado com o design de boas experiências educacionais, sempre tentando incentivar os jogadores/alunos a alcançar um pouco além do seu nível atual de competências ([KOSTER, 2004](#)).

Com relação ao turismo, a gamificação pode trazer para os turistas uma experiência única e mais memorável, trazendo um maior engajamento. Um grande número de destinos turísticos e organizações já experimentaram gamificação para marketing, vendas e engajamento do cliente com a sua marca ([FEIFEI XU, 2017](#)). Pesquisadores de gamificação sugerem que ela pode influenciar nas experiências do usuário nos seguintes aspectos: social, emocional e criando uma experiência imersiva ([SIGALA, 2015](#)).

Utilizando *Game Learning Analytics* (GLA) é possível coletar dados dos jogos, esses dados que foram coletados são misturados e agregados, gerando informação que será reportada e visualizada. Essa informação gerada é utilizada pelos educadores para analisar o desempenho educacional dos jogadores e esse processo termina com a análise do desempenho do jogo para ser verificado se ele está cumprindo com o seu papel educacional ([SERRANO LAGUNA et al. 2017](#)).

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral:

- Desenvolver um jogo sério voltado ao turismo capaz de auxiliar nos processos de aprendizagem e com a utilização de *Game Learning Analytics* mostrar a sua eficácia.

E como objetivos específicos:

- Desenvolver um jogo educativo em *Unity*.
- Analisar estatisticamente o perfil dos usuários do jogo e assim analisar o grau de eficácia do jogo desenvolvido.
- Aplicar a metodologia Serrano Laguna ([SERRANO LAGUNA et al, 2017](#))

2 Fundamentação Teórica

Esse capítulo tem como objetivo apresentar os princípios teóricos necessários para a realização desta pesquisa. Conceituando os temas [Serious Games](#), [Learning Analytics](#), [Game Analytics](#), [Game Learning Analytics](#).

2.1 *Serious Games*

Segundo ([MICHAEL, D. 2006](#)), o termo *Serious Games* se refere a qualquer uso de jogos digitais com outros propósitos além de entretenimento. Incluindo simulações de treinamento, jogos de crítica social e jogos criados para promover produtos. Nos dias de hoje, a maioria dos acadêmicos usa o termo para se referir tipicamente ao uso de jogos digitais para propósitos educativos.

Comparando *Serious Games* com jogos normais, autores como Zyda ([ZYDA, 2005](#)) argumentam que jogos sérios tem mais do que apenas enredo, arte e software. É a adição da pedagogia que os torna jogos sérios. No entanto, ela também enfatiza que a pedagogia deve estar subordinada ao enredo e que mesmo em jogos sérios, o componente de entretenimento vem em primeiro lugar. O foco no entretenimento está em contraste com as descrições de jogos sérios contabilizados no livro *Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform* by [Michael and Chen \(2006\)](#).

A ideia de utilizar jogos para melhorar o ensino existe desde a publicação do primeiro jogo digital comercial ([MALONE, 1981](#)). Mas na sua origem os jogos digitais eram utilizados principalmente em treinamentos em domínios específicos como em medicina e treinamento militar. É fácil encontrar exemplos no campo das linguagens ([BALTRA, 1990](#)) e engenharia ([EBNER & HOLZINGER, 2007](#))

Um dos primeiros *Serious Games* criados foi o *Number Munchers*, que foi um jogo lançado na década de 80 e desenvolvido pelo MECC (*Minnessota Educacional Computing Consortium*) ([HACKETT, 2016](#)). A [figura 1](#), mostra abaixo uma das telas desse jogo, que tinha o objetivo de ensinar matemática básica.



Figura 1 - Number Munchers, um dos primeiros Serious Games desenvolvido pelo MECC ([HACKETT, 2016](#)).

Segundo o artigo da *SBGames* ([MAICON HACKENHAAR DE ARAUJO, 2012](#)) existem alguns bons princípios para o desenvolvimento de um *Serious Game*, eles são: (i) Interatividade dos conteúdos: os jogos devem ser tão interativo quanto possível; (ii) Produção: é positivo que o jogo possibilite ao jogador a criação de algo maior; (iii) Customização: o jogo deve se adaptar aos diferentes tipos de jogadores; (iv) Consolidação: após ensinar um nova habilidade ela deve ser repetida para consolidar a informação; (v) Informação sob demanda: os conteúdos devem aparecer em pequenas doses; (vi) Sentidos Contextualizados: O jogo deve apresentar o contexto da informação que está passando; (vii) Incentivo à lateralidade: incentivo ao constante repensar objetivos; (viii) Ferramentas inteligentes: são os recursos do jogo, na qual o jogador deve saber facilmente como utilizar; e (ix) Performance antes da competência: Desenvolver a proficiência para que o jogador aprenda sem precisar ler sobre aquilo por exemplo.

Além de tudo isso, jogos sérios devem instigar e incentivar os seus jogadores a se sentirem desafiados em um nível de dificuldade adaptados a eles para que o jogador continue interessado a jogar. Podendo utilizar elementos de gamificação, como pontos e avanços dentro do jogo, para captar e estimular o jogador a continuar jogando o *Serious Game*.

2.2 Learning Analytics

De acordo com Baker & Inventado ([BAKER & INVENTADO, 2014](#)) *Learning Analytics (LA)* pode ser definido como a exploração de dados para benefícios educacionais e a ciência do aprendizado enfatizando a importância da interpretação humana de dados e visualização, pois sem isso, seria apenas mineração de dados para a educação, que depende mais de automação do que da interpretação de um educador.

Tanya Elias tem uma definição mais funcional, onde *Learning Analytics* é aquilo que permite que dados sejam coletados em um *Learning Management System (LMS)* para ser utilizado com o interesse de melhorar o ensino e o aprendizado ([ELIAS T, 2011](#)). De forma mais ampla, os autores preferem definir *Learning Analytics* como a exploração de conjuntos educacionais coletados por ambientes de aprendizado interativos para avaliação de aprendizado, *feedback* e suporte.

A Definição mais precisa de Learning Analytics é a medição, coleta, análise e relato de dados sobre aprendizado e seus contextos, com o propósito de entender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que isso ocorre ([LONG, SIEMENS 2012](#)).

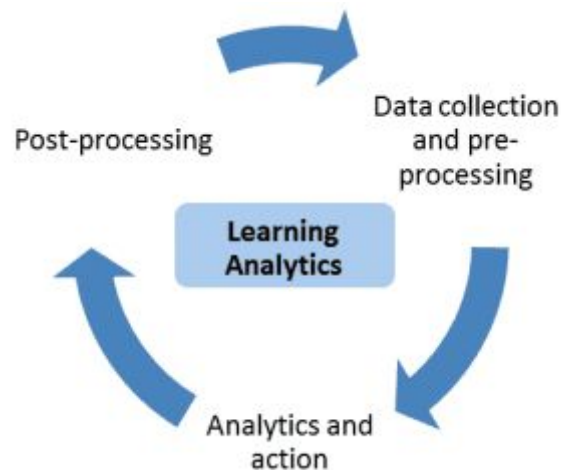


Figura 2 - *Learning Analytics Process*.

Como ilustrado na [figura 2](#), Learning Analytics é frequentemente um ciclo iterativo e geralmente segue 3 passos principais: Coleta de dados e pré-processamento, análise e pós-processamento.

O primeiro passo para qualquer aplicação que utilize *Learning Analytics* é a coleta de dados dos mais variados ambientes educacionais e sistemas, esse passo é fundamental para a descoberta de padrões que possam ser utilizados. Baseado nos dados e padrões identificados é feita a análise, várias técnicas podem ser aplicadas para explorar os dados e descobrir padrões

escondidos que podem ajudar a melhorar a efetividade do aprendizado. O pós-processamento serve para a contínua melhora da análise, essas melhorias podem envolver novos dados a serem compilados, refinamento de dados, determinar novos atributos, personalização e recomendação ([CHATTI, 2012](#)).

2.3 Game Analytics

Game Analytics é o termo utilizado pela indústria de videogames para a aplicação de *analytics* no desenvolvimento de jogos e pesquisa para melhorar o entendimento de como os usuários jogam os seus jogos, procurando erros e melhorando a experiência de jogabilidade para o jogador ([LOH, C, 2015](#)).

Game Analytics System podem coletar muitos tipos de dados. Dependendo de qual aspecto do ciclo de jogo são relatados. Os dados podem ser vistos de duas perspectivas diferentes, uma mais técnica sobre o jogo e sua infraestrutura e outra mais focada nos dados do usuário e na sua experiência.

Da perspectiva técnica, alguns sistemas rastreiam métricas do processo de desenvolvimento do jogo, como o número de bugs no código, ou como o seu número varia de acordo com cada versão do jogo. Isso ajuda os programadores a manterem o processo de desenvolvimento sob controle. Durante teste e desenvolvimento, outros sistemas gravam métricas de performance como frame rate e uso de memória na máquina que os jogos são instalados, podendo prevenir o jogo de rodar lentamente.

Para uma perspectiva focada no usuário, muitos *Game Analytics Systems* rastreiam o que é conhecido como “dados do usuário”. Esse termo pode cobrir qualquer dado que de alguma forma relata a relação do jogador com o jogo. Por exemplo, “métricas comerciais”, incluindo todos os dados de transações feitas pelo jogador dentro e fora do jogo. “Métricas do jogo” medem todos os dados relatados da direta interação dos jogadores com o jogo, como o número de jogadores, tempo jogado ou pontuação.

2.4 Game Learning Analytics

Quando um jogo sério é criado, os objetivos educacionais do *Learning Analytics* e as ferramentas e tecnologias da *Game Analytics* devem ser combinados, isso pode ser chamado de *Game Learning Analytics*(GLA). Podendo relacionar o que o jogador está fazendo com o

atual aprendizado do jogador e eventualmente ajudar a entender melhor como o processo de aprendizado funciona.

Uma implementação básica de um *Game Learning Analytics System (GLAS)* deve inspecionar como cada jogador interage com o jogo, guardando informações detalhadas sobre as interações e as mudanças no estado interno do jogo para análises futuras. Uma implementação deve prover os seguintes artefatos ([SHNEIDERMAN, 1996](#)):

Instrumentação - Requer que o jogo periodicamente guarde informações da interação do jogador. Dados devem ser enviados para a coleção e guardados no servidor em lotes.

Coleta e Armazenamento - Um sistema do lado do servidor para receber, classificar e guardar todas as interações enviadas pelo jogo.

Analytics em tempo real - É altamente desejável acessar os dados chaves em tempo real.

Lotes agregados - Para análises mais complexas é necessário analisar os dados de diferentes sessões de jogos do usuário. E também agregar os dados de diferentes jogatinas.

Indicadores de Performance chave (KPI) - Educadores devem ter uma forma de identificar as KPI, que são os dados que o jogo retorna que podem medir a efetividade educacional do jogo.

Analytics Dashboard - Devem prover uma visão geral de indicadores chaves do jogo.

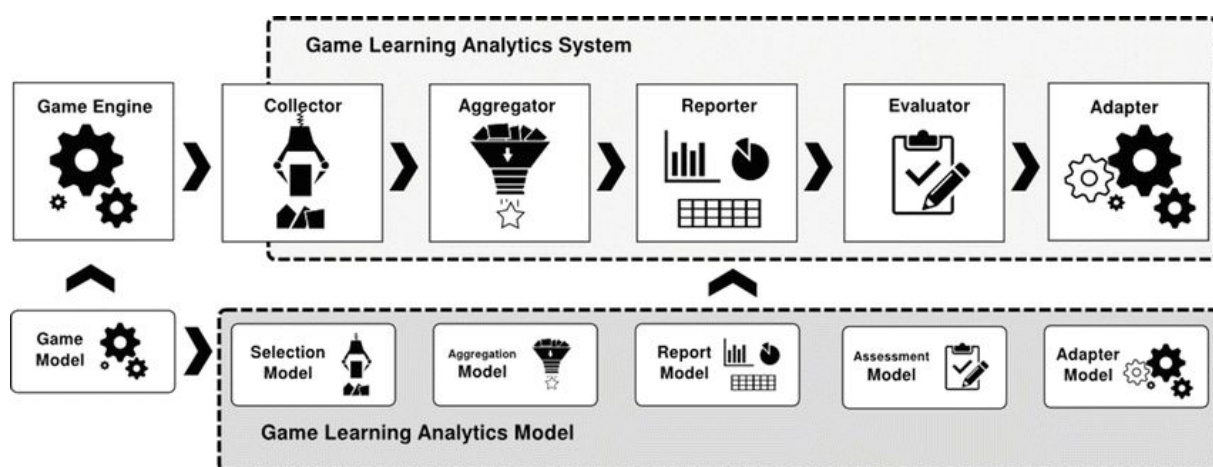


Figura 3 - *Game Learning Analytics System* ([Freire et al., 2016](#)).

Podemos observar na [figura 3](#) um modelo de implementação de um *Game Learning Analytics System*. O processo de análise começa no jogo, que envia os dados para um coletor, esses dados são misturados e agregados, gerando informação para ser reportada e visualizada. Essa informação é utilizada pelos educadores para avaliação dos estudantes, o processo

termina com o adaptador, na qual as informações são utilizadas para possíveis adaptações no jogo que irão contribuir para o melhor aprendizado do jogador ([FREIRE & FERNÁNDEZ, 2014](#)).

3 Ferramentas

O jogo foi desenvolvido em *Unity*, utilizando a linguagem de programação *C#* e a biblioteca do Google Play.

A coleta de dados foi feita utilizando a biblioteca e o banco de dados do *Firebase*.

Foi criado um site no *Google Sites* para mostrar e avaliar os dados coletados.¹ Os dados são filtrados e agrupados através de um código em *Javascript* utilizando a biblioteca do *Google Charts*.

Cada uma dessas Ferramentas será detalhada a seguir:

3.1 *Unity*

O *Unity* é um dos motores de jogos mais utilizados pelo mercado, ele foi desenvolvido pela *Unity Technologies* e tem suporte para a criação de jogos 2D e 3D. Ele possui uma versão gratuita que foi utilizada para o desenvolvimento desse jogo. Os jogos desenvolvidos são multiplataformas e podem rodar em até 25 plataformas diferentes, dentre elas estão *Windows, Linux, Mac, Android, IOS, PS4, XBoxOne*, etc. Os jogos podem ser desenvolvidos em *C#* ou *Javascript*. O *Unity* também contém uma biblioteca de ferramentas bastante robusta que permite que o desenvolvedor possa criar jogos com todo tipo de abordagem e de forma otimizada, também contém uma vasta documentação e tutoriais que facilitam no desenvolvimento.

¹ <https://sites.google.com/view/olharecifeojogoanalytics/p%C3%A1gina-inicial>

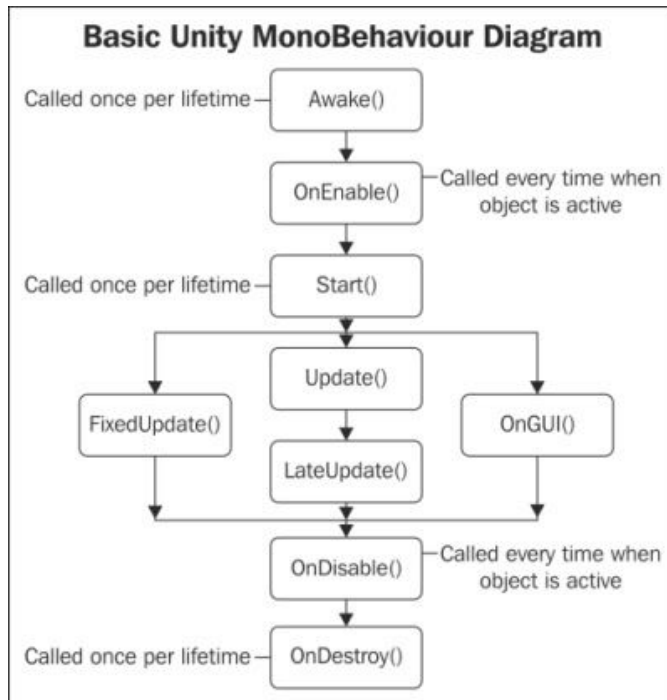


Figura 4 - Ciclo de vida *Unity*.

O ciclo de vida do *Unity* é ilustrado na [figura 4](#). Os métodos *Update*, *FixedUpdate*, *LateUpdate*, são métodos que são chamados uma certa quantidade de vezes por frame e eles permitem que o jogo rode em loop infinito, esses métodos vão alterando as informações do jogo mediante a interação com o jogador e então esses dados são atualizados na tela através do método *OnGUI*. Os métodos *Awake* e *Start* são utilizados para inicialização, com a diferença que o *Awake* é chamado antes de qualquer componente ser carregado e o *Start* é chamado apenas quando o jogo é iniciado. Também existem métodos que são chamados quando ocorrem alterações de status, como o *OnDisable* que é chamado quando um *Game Object* é desabilitado.

O desenvolvimento em *Unity* funciona através das seguintes entidades: *Game Objects*, componentes e variáveis. Todos os elementos do jogo criados em *Unity* são *Game Objects*, como por exemplo a câmera do jogo, o personagem principal, o cenário, etc. Esses *Game Objects* são formados e definidos através de seus componentes, todos os *Game Objects* possuem pelo menos um componente, que é o *Transform*, que define a posição absoluta do objeto dentro de um espaço tridimensional. Existem diversos componentes em *Unity*, como por exemplo o *Box Collider*, que permite a criação de um colisor para um *Game Object*. Por fim os componentes são compostos de variáveis que representam valores editáveis das propriedades dos componentes, como por exemplo o componente *Transform* tem uma variável do tipo *Vector 3* que recebe como valores 3 *floats* que representam a posição x, y e z do *Game Object*.

3.2 *Firestore*

A coleta de dados foi feita através da biblioteca do *Firestore*. O *Firestore* permite monitorar uma grande quantidade de métricas, que permite que os seus desenvolvedores possam analisar os seus jogos. O *Firestore* é integrado diretamente com o *Google Play Services (GPS)*.

Ele captura métricas que são enviadas para o console do *Firestore* automaticamente, mas também permite que o desenvolvedor capture métricas personalizadas.

Os dados capturados são divididos em duas categorias, do jogador e das perguntas. Essas categorias são definidas da seguinte forma:

Dados do jogador:

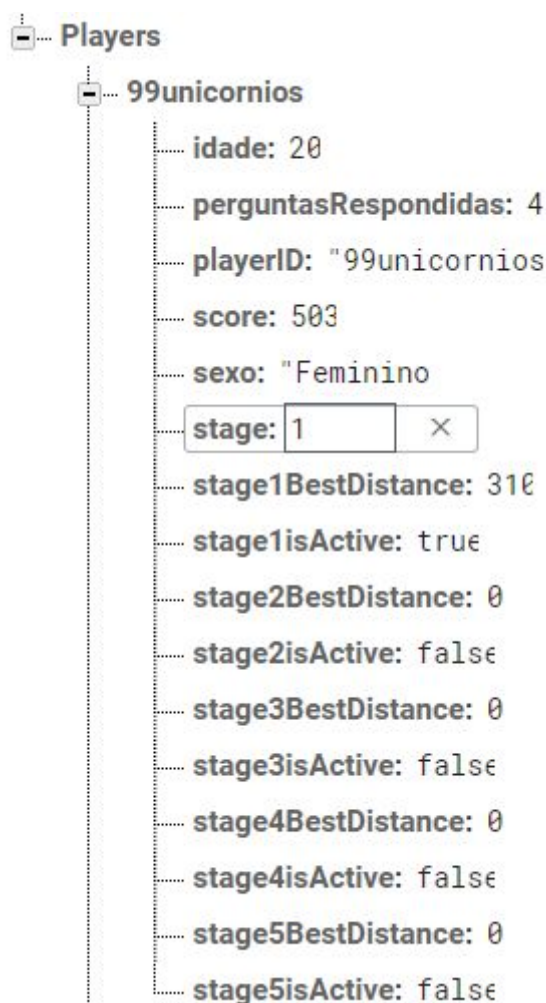


Figura 5 - Dados do Jogador.

Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 5](#) ilustra como os dados referentes ao jogador são separados, esses dados são os referentes a [Game Analytics](#), são informações do jogador referente ao comportamento dele no jogo como pontuação, fases liberadas e pontuação.

Dados das perguntas:

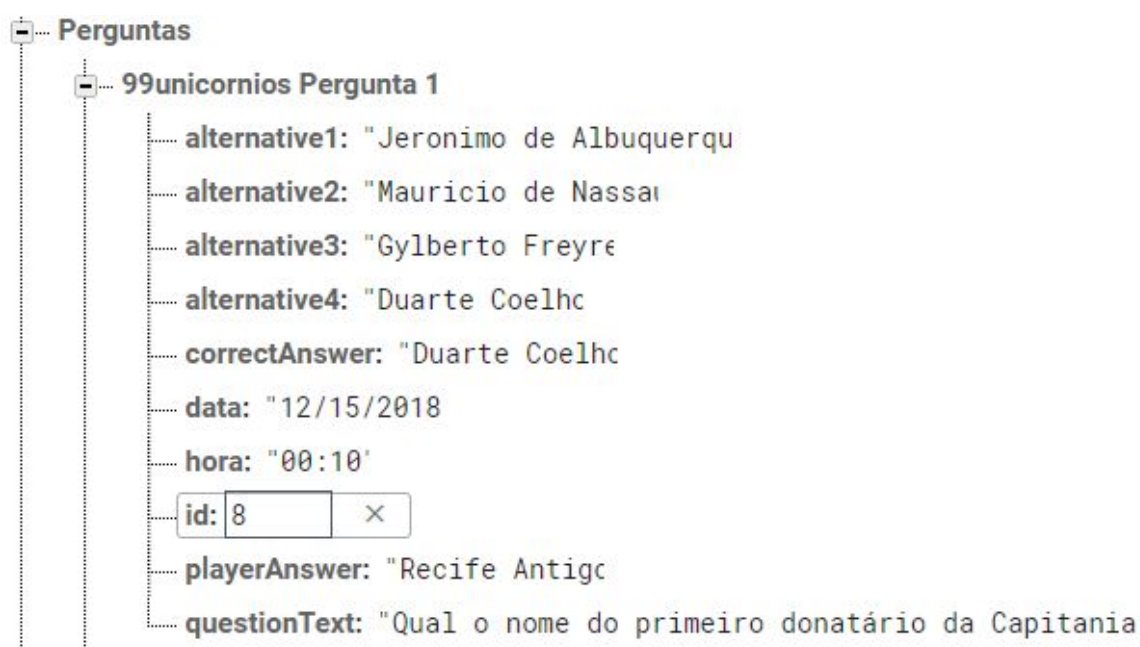


Figura 6 - Dados da Pergunta.
Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 6](#) ilustra os dados referentes ao aprendizado ([Learning Analytics](#)). Onde os dados de jogador e pergunta estão associados através do *playerID*. Isso permite que os dados possam ser agrupados de diversas formas e permite que se possa extrair diversas informações à partir desses dados. A coleta de dados foi definida na seção [4.4 Coleta de dados](#).

3.3 Google Sites e JavaScript

Para agrupar os dados foi criado um site no *Google Sites* com códigos em *Javascript*. Nesse site os dados extraídos do jogador foram agrupados e foi extraído o perfil de cada jogador.

As tabelas são formadas da seguinte forma. Existe um *Combobox* em que o gestor pode escolher o nome do jogador. Após isso procura no servidor quantas perguntas aquele jogador respondeu e joga os *IDs* dessas perguntas em uma lista. Então os gráficos da fase

prática e domínio são formados conforme a fórmula explicada na seção [4.5 Análise de Resultados Obtidos](#).

3.4 Arquitetura

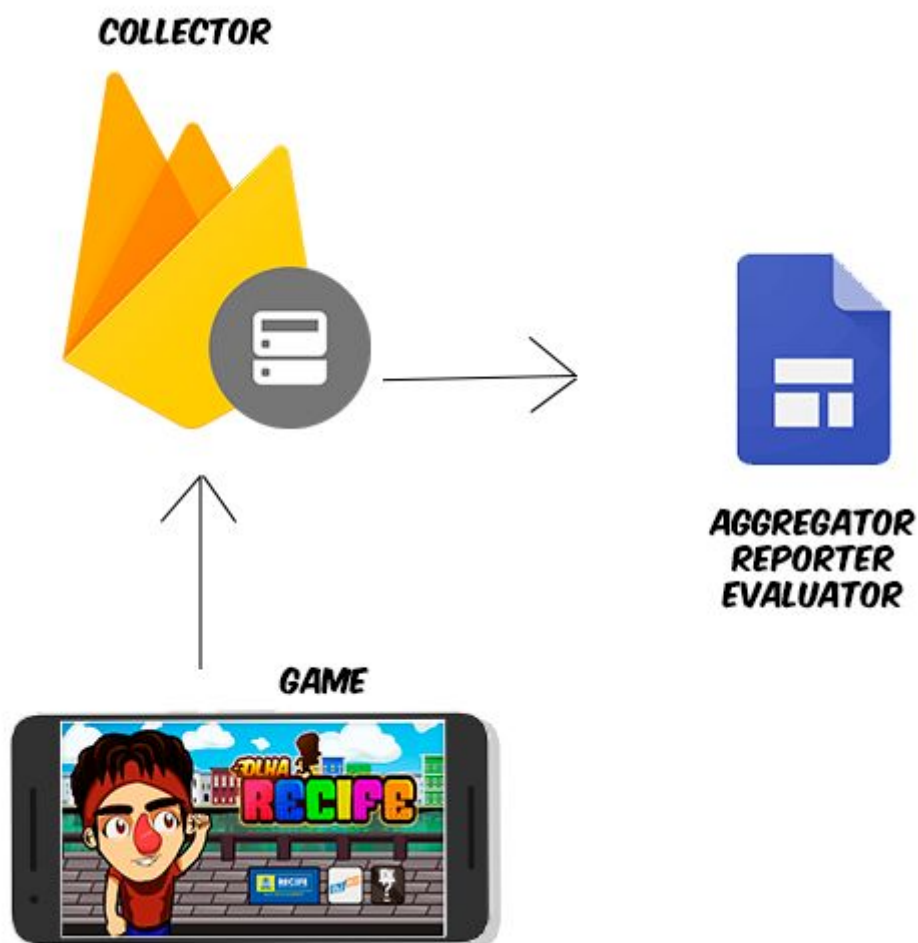


Figura 7 - Arquitetura.
Fonte: Produzido pelo autor.

A arquitetura do sistema desenvolvido é ilustrada na [figura 7](#) e funciona da seguinte forma:

O jogo propriamente dito, desenvolvido em *Unity* para um dispositivo *Android*.

O *Firebase* que é o banco de dados onde os dados coletados são enviados.

Um site no *Google Sites* com códigos em *Javascript*, onde os dados são agrupados, para serem avaliados.

4 Metodologia

4.1 Definição da Metodologia

A metodologia aplicada ao jogo foi a do [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#). A metodologia foi adaptada para avaliar um jogo sério com um sistema de avaliação disruptiva. Que é aquele no qual o jogador é avaliado através de perguntas que são feitas ao final do jogo. Existe também o sistema de avaliação não-disruptiva que é aquele que é aquele na qual o jogador é avaliado sem que o jogo seja interrompido. A metodologia será aplicada ao jogo sério “Olha Recife: O Jogo ”, para fins de validação do aprendizado dos jogadores.

A metodologia de [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#) tem como objetivos:

- 1 - Facilitar a medição dos resultados de aprendizagem de jogos sérios.
- 2 - Fornece uma maneira sistemática de avaliar jogos sérios como um todo.

A metodologia é definida em 4 passos.

1. No primeiro são definidos os conhecimentos que o jogo quer passar. Detalhado na seção [4.2 Definição das perguntas](#).
2. O segundo passo é definir a mecânica do jogo e como os conhecimentos educacionais serão aplicados na mecânica. Detalhado na seção [4.3 Mecânica do jogo](#).
3. O terceiro passo é a definição de como os dados do jogo serão capturados. Detalhado na seção [4.4 Coleta de dados](#).
4. O último passo é avaliar as informações referentes ao jogo e também a definição dos perfis dos jogadores e com base nisso medir a efetividade do jogo desenvolvido. Detalhado na seção [4.5 Análise de Resultados Obtidos](#).

4.2 Definição das perguntas

Fui a prefeitura para definir como o jogo seria feito, após a reunião foi definido que o jogo seria desenvolvido para o projeto “Olha Recife” e que os conhecimentos avaliados no jogo seriam características da cidade do Recife, onde este conhecimento seria avaliado através de perguntas inseridas na mecânica do jogo, a forma que estas foram inseridas na mecânica é explicada na seção [4.3 Mecânica do Jogo](#). As perguntas foram definidas pela prefeitura do

Recife e enviadas para mim através do pessoal da secretaria de turismo do Recife, então as estas foram selecionadas e agrupadas em 4 grupos:

- O primeiro grupo é referente a primeira fase do jogo, que se passa na Rua do Sol, para essa fase foram selecionadas 10 perguntas agrupadas pelos seguintes temas, Rua do Sol, Rua da Aurora e adjacências, perguntas referentes às pontes do Recife e monumentos da região.
- O segundo grupo de perguntas é referente à segunda fase do jogo, que se passa no Marco Zero e conta com 10 perguntas. Foram selecionadas perguntas referentes ao Marco Zero e adjacência, perguntas referentes a praças e parques do Recife.
- O terceiro grupo de perguntas é referente a terceira e quarta fase do jogo e contém 5 perguntas. Foram selecionadas perguntas referentes ao Museu Francisco Brennand e ao Castelo Ricardo Brennand.
- O quarto grupo de perguntas é referente a quinta fase, que se passa em Boa Viagem e contém 5 perguntas. Foram selecionadas perguntas que tem relação com as praias e a orla do Recife.

Totalizando 30 perguntas.

Lista de Perguntas:

Grupo 1:

- Qual a ponte mais antiga do Recife?
- Construída em 1943, seu nome homenageia o primeiro donatário da capitania de Pernambuco. E é também conhecida como a Ponte do Galo da Madrugada.
- Em que rua do Recife que margeia o Rio Capibaribe podemos encontrar um palácio com cúpula revestida de metal, chamado de Palácio Joaquim Nabuco?
- Monumento do artista Demétrio Albuquerque, em homenagem às pessoas que sofreram tortura ou desapareceram no período da ditadura. Está na Rua da Aurora.
- Qual o governante quem em 1643, durante a ocupação holandesa no Recife, mobilizou a população espalhando a notícia que faria um boi voar sobre uma ponte?

- Recife é conhecida como a Veneza Brasileira pelos rios e suas pontes. Qual o verdadeiro nome da ponte de ferro?
- Palco de incontáveis eventos da cidade do Recife e um dos mais famosos lugares conhecidos por turistas e visitantes.
- Qual o nome do primeiro donatário da Capitania Hereditária de Pernambuco?
- Até o início do século XX, a cidade possuía monumentais arcos nas cabeceiras das pontes ou nas entradas de algumas ruas. Quais eram estes arcos?
- Maurício de Nassau construiu um palácio chamado de palácio da Boa Vista. O palácio foi doado para ali erguerem uma igreja e um convento. Quais são?

Grupo 2:

- No centro da praça do Marco Zero encontramos uma obra do Artista Cicero Dias. Como se chama este painel?
- Existe um centro cultural localizado na Praça do Marco zero, que no passado abrigou a bolsa de valores de Pernambuco e Paraíba. Qual o seu nome?
- Que regata tem a largada no marco zero e chegada em uma ilha paradisíaca pertencente ao estado de Pernambuco?
- Qual o motivo da Praça Barão do Rio Branco ficou conhecida como Praça do Marco Zero?
- Em que local foi realizada a primeira partida de vôlei do Brasil?
- No bairro do Recife existiu nas imediações do Marco Zero uma das mais antigas e queridas igrejas da cidade, demolida no início do século XX. Que igreja era esta?
- Em que importante praça do Recife podemos encontrar o Palácio do Campo das Princesas, Palácio da Justiça e um famoso baobá ?
- Que praça do Recife tem o nome oficial de Praça Barão Rio Branco ?
- Qual importante parque do Recife pode ser visto ao fundo do Marco Zero?

- Qual o nome dos dois espetáculos de teatro ao ar livre que são realizados no Marco Zero?

|Grupo 3:

- Em uma comemoração importante, foi criado o parque de escultura Francisco Brennand. Que comemoração foi esta?
- Qual o nome do importante artista pernambucano que é o autor das obras do parque de esculturas?
- O projeto Colorindo o Recife executou várias intervenções na cidade. É correto afirmar que as intervenções são?
- Qual foi a fonte de inspiração de Francisco Brennand para a criação da torre de cristal do parque de esculturas?
- Em um Castelo Medieval, funciona um atrativo que possui acervo histórico como livros e obras de arte. Qual é ele?

Grupo 4:

- A orla de Boa Viagem/Pina que foi recentemente requalificada recebeu dois importantes equipamentos de lazer. Quais são eles?
- Com quiosques de coco, quadras de esporte e animado calçadão, a orla recifense é sempre uma boa opção. Que praia reúne todos estes atrativos?
- Qual a origem do nome da praia/bairro de Boa Viagem?", "A ida dos pescadores ao alto mar", "A existência da igreja de Nossa Senhora da Boa Viagem
- Pequena praia no bairro de Brasília Teimosa que ganhou notoriedade após a urbanização do bairro e a abertura da Avenida Brasília Formosa.
- Nas areias da praia do Pina no mês de dezembro, uma grande festa sincrética é promovida por religiões. A que divindade afro brasileira é dedicada a festividade?

4.3 Mecânica do Jogo

O jogo desenvolvido foi o “Olha Recife: O Jogo”, a sua mecânica é a de jogos *Infinite Runners* padrão como *Jetpack Joyride*, *Super Mario Run*, *Corre Desnecessauro*, entre outros. A mecânica do jogo funciona da seguinte forma:

1. O jogador controla um personagem que corre ao longo de um cenário infinitamente, enquanto coleta moedas e desvia de obstáculos e o jogo acaba quando o jogador esbarra em algum obstáculo.
 - 1.1. O objetivo do jogo é coletar o maior número de moedas e atingir a maior distância possível.
 - 1.2. Cada tentativa do jogador atingir a maior distância possível é chamada de *Run* ou corrida.
2. Após esbarrar em um obstáculo pela primeira vez, o jogo dá a chance do jogador continuar a corrida de onde ele parou, nesse momento o jogador escolhe se quer assistir um comercial ou desistir daquela corrida e iniciar outra
 - 2.1. No jogo “Olha Recife: O Jogo” essa mecânica foi adaptada para inserir a parte educacional no *Serious Game*, onde ao invés de assistir um comercial, o jogador irá responder uma trívia com perguntas referentes a cidade do Recife, elaborada pela prefeitura do Recife e caso acerte continuará a corrida, caso erre terá que iniciar novamente.
3. Com as moedas coletadas o jogador poderá adquirir prêmios ou liberar outras fases do jogo.

As moedas obtidas pelo jogador funcionam como o sistema de *feedback* para o jogo, que é um mecanismo indispensável tanto para jogos de entretenimento quanto *Serious Games*. Eles servem para encorajar o jogador a continuar avançando no jogo com um sistema de punições e recompensas.

O personagem do jogo se desloca através do cenário automaticamente e o chão e obstáculos é criado proceduralmente. A implementação foi descrita no capítulo [5 Desenvolvimento do Serious Game](#).

A metodologia de [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#) define *Learning Design* como a transformação de objetivos educacionais em mecânicas do jogo e dados observáveis. Como

podemos observar na definição da mecânica do jogo desenvolvido, os objetivos educacionais foram adicionados na mecânica 2. E os dados observáveis são coletados pelo *Firestore* e agrupados através de códigos em *Javascript* definidos no site do *Google* criado para o jogo ([Olha Recife: O Jogo Analytics, 2019](#)).

4.4 Coleta de dados

Os dados educacionais foram coletados com data e hora. Representando cada um, uma interação individual do jogador com o jogo, nesse ponto inicial eles não devem ser agregados. Esses dados são mandados para o servidor, onde todas as interações são guardadas para depois serem analisadas. Os dados são mantidos de forma individual para cada interação permitir uma maior flexibilidade da análise, um exemplo disso na implementação da coleta do jogo desenvolvido é a separação de duas variáveis que guardam a resposta do jogador e um outra que guarda a resposta correta da alternativa, o que permite que esses dados possam ser combinados para gerar um terceiro valor que seria se o jogador acertou ou não a questão. Caso guardasse apenas se o usuário acertou ou não a pergunta, não permitiria que o avaliador tivesse mais informações das interações do jogador. Os dados devem ser coletados de forma que o jogo não seja interrompido e deve ser coletado em tempo real.

4.5 Análise de Resultados Obtidos

Após a coleta de dados feita e todos os dados enviados para um servidor, pode-se começar a analisar os resultados obtidos.

Na análise de aprendizagem do *Serious Game*, utilizando a metodologia de [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#) é necessário que haja uma parte de prática, onde o jogo ensina ao jogador, antes da fase de domínio, em que o jogador é avaliado. No jogo desenvolvido a fase de prática é considerada quando o jogador se depara pela primeira vez com cada pergunta e a fase de domínio são as próximas vezes que ele encontrar essa determinada pergunta e então terá o seu aprendizado avaliado através das seguintes variáveis:

- Avaliação Inicial (AI) - usando os dados observáveis adquiridos na fase de coleta de dados. É determinado o conhecimento inicial do jogador. Um alto resultado quer dizer que o jogador já tinha conhecimentos da área antes de começar a jogar, enquanto um valor baixo significa o oposto.

- Avaliação Final (AF) - usando as observações finais dos dados do jogador é possível estimar o aprendizado. Um alto valor significa que o jogador obteve sucesso no aprendizado e um valor baixo significa o oposto.

A forma de passar uma Avaliação Inicial (AI) para uma Avaliação Final (AF) é diferente para cada *Serious Game*. Muitas vezes para analisar o grau de aprendizagem pode-se associar uma variável limite para as variáveis AI e AF, definindo como Limite Inicial (LI) e Limite Final (LF), que são valores limites mínimos que o jogador deve atingir para verificar se o aprendizado do jogador obteve sucesso, nas fases de aprendizado e na fase de domínio respectivamente.

A Avaliação Final (AF) tem um valor que representa o grau final de conhecimento do jogador acerca do assunto tratado no jogo. Sendo assim, um jogo eficaz é aquele cujo jogador começa com um valor de Avaliação Inicial (AI) baixo e termina com um alto valor de Avaliação Final (AF).

A partir desses valores podemos separar os jogadores em 4 grupos:

Se o jogador obteve $AF \geq LF$: significa que ele obteve sucesso no aprendizado, pois o conhecimento na fase de domínio foi efetivo e pode se caracterizar em dois perfis, dependendo do seu desempenho inicial.

- Alunos - Se o $AI < LI$: isso indica que o conhecimento inicial do jogador acerca do assunto avaliado era baixo, pois ele cometeu erros na fase de prática.
- Mestres - Se o $AI \geq LI$: isso significa que o jogador já possuía grande conhecimento na fase de aprendizado, pois não cometeu erros.

Se o jogador obteve $AF < LF$: significa que o desempenho do jogador foi abaixo do esperado e ele não obteve o aprendizado necessário e pode se caracterizar em dois perfis, dependendo do seu desempenho inicial.

- Não-Alunos $AI < LI$: indicando que ele não tinha conhecimentos iniciais e não conseguiu aprender.
- Deslocados $AI \geq LI >$: indicando que ele tinha conhecimentos iniciais sobre o assunto, mas não conseguiu colocá-los em prática na atividade de domínio.

5 Desenvolvimento do *Serious Game*

O jogo desenvolvido para esse projeto foi o “Olha Recife: O Jogo”. Segundo a metodologia de [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#), o primeiro passo para desenvolvimento de um *Serious Game* é definir aquilo que se quer ensinar através do jogo. O objetivo do jogo é ensinar características históricas da cidade do Recife, a sua definição foi explicada na seção [4.2 Definição das perguntas](#). O jogo foi projetado para um público-alvo de 16 a 30 anos. Após isso, os dados coletados são analisados para definir os perfis dos jogadores participantes segundo a metodologia aplicada.

As mecânicas do jogo funcionam de acordo com as mecânicas padrão dos jogos *Infinite Runners* já explicadas na seção [4.3 Mecânica do Jogo](#). Para poder jogar, o jogador deve se cadastrar usando a conta do Google e cadastrando a sua idade e sexo. O jogo começa com a primeira fase liberada e as moedas coletadas por ele podem ser usadas para liberar as próximas fases do jogo, com o intuito de dar *feedback* e estimular o jogador a continuar jogando.

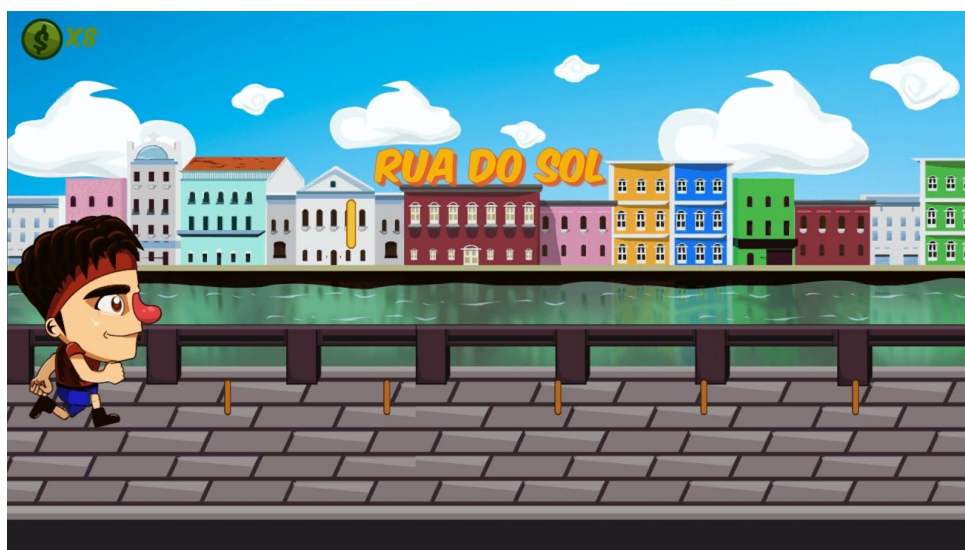


Figura 8 - Movimentação do personagem.
Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 8](#) ilustra a mecânica de movimentação do personagem, distribuição de obstáculos e incentivo com as moedas. O personagem se movimenta automaticamente pelo caminho, o jogador pode clicar em qualquer lugar da tela para que o seu personagem pule e assim evitar os obstáculos. A velocidade do jogador aumenta de acordo com a distância que ele percorre até atingir uma velocidade limite.

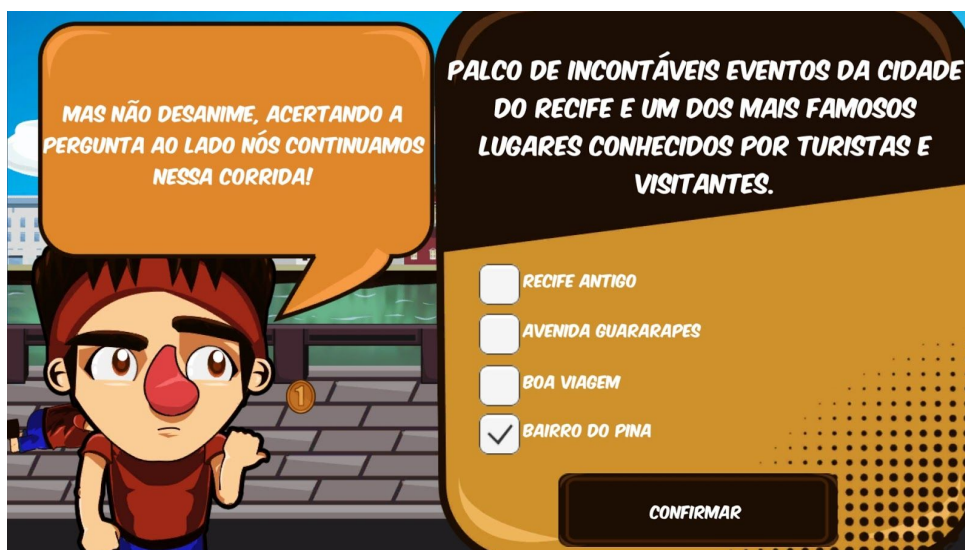


Figura 9 - Tela de pergunta.
Fonte: Produzido pelo autor

A [figura 9](#) ilustra a mecânica de *double damage*, que é quando o personagem tem uma segunda chance para continuar na mesma corrida e chegar mais longe. Após tomar um dano, o jogador tem a chance de continuar de onde parou se acertar uma pergunta sobre características da cidade do Recife. As perguntas são de acordo com o estágio em que ele está. As perguntas foram detalhadas na seção [4.2 Definição das perguntas](#).

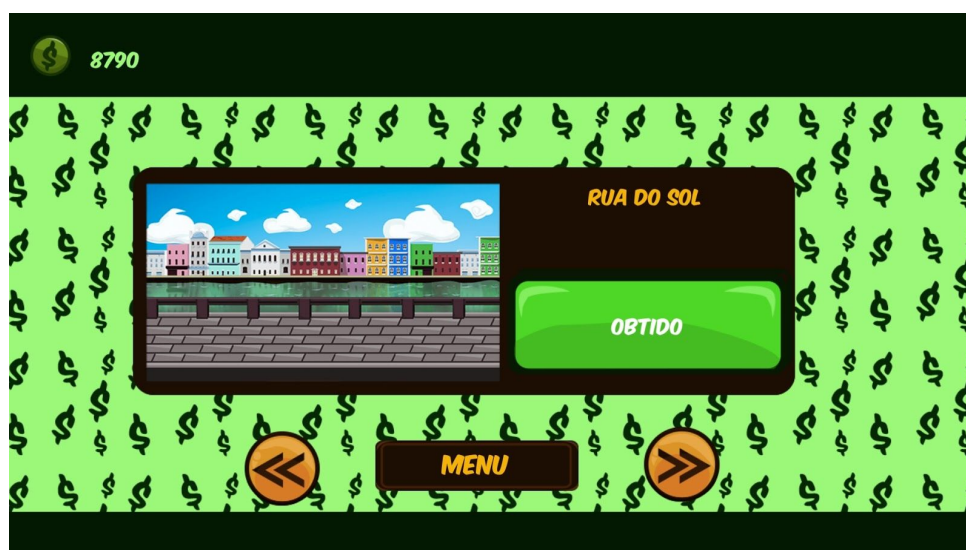


Figura 10 - Loja do jogo Olha Recife: O Jogo.
Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 10](#) ilustra a mecânica de recompensa do jogo onde o jogador pode utilizar as moedas coletadas durante o jogo para liberar as próximas fases. O jogo conta com 5 cenários diferentes.

Cada cenário novo custa uma quantidade de moedas diferente e conta com obstáculos específicos.



Figura 11 - Cenário da Rua do Sol.
Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 11](#) ilustra o cenário da Rua do Sol, este é o primeiro do jogo e começa liberado para o jogador. Nesse cenário o personagem se movimenta pela Rua do Sol. As casas ao fundo fazem parte da Rua da Aurora.



Figura 12 - Obstáculos Rua do Sol.
Fonte: Produzido pelo autor.

Os obstáculos da Rua do Sol podem ser observados na [figura 12](#). São três tipos diferentes, a bola de pedra que é um obstáculo de nível fácil, o hidrante que é um obstáculo de nível médio e o banco que é um obstáculo de nível difícil. Esses elementos foram escolhidos, pois são objetos que fazem parte da região retratada.



Figura 13 - Cenário Marco Zero.
Fonte: Produzido pelo autor.

A [figura 13](#) ilustra o segundo cenário do jogo que representa o Marco Zero, um dos pontos turísticos do Recife. Para liberar essa fase o jogador precisa coletar 5,000 moedas e compra-lá na loja.

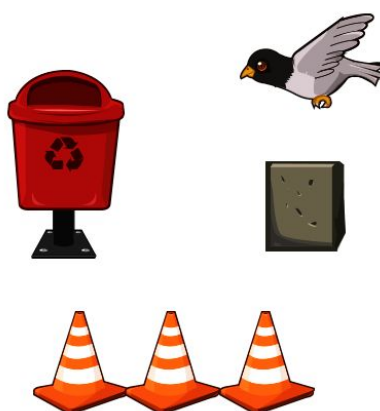


Figura 14 - Obstáculos Marco Zero.
Fonte: Produzido pelo autor.

Os obstáculos do Marco Zero são o bloco de pedra que é um obstáculo de nível fácil, a lixeira que é um obstáculo de nível médio e os cones que são os obstáculos de nível difícil,

esta fase também contém o Pombo que é um obstáculo que se movimenta. O Pombo possui três alturas de voo que são escolhidas aleatoriamente. Eles podem ser observados na [figura 14](#). Os elementos do bloco de pedra e a lixeira são objetos que fazem parte da região retratada, os cones foram escolhidos porque essa região também é utilizada para praticar esportes como patins e skate, os cones são obstáculos comumente utilizados por praticantes desses esportes. Como essa região é aberta e próxima do mar, é comum ter aves nesta região, então os pombos foram escolhidos para representar essa característica.



Figura 15 - Cenário Museu Francisco Brennand.
Fonte:Produzido pelo autor

O terceiro cenário é o Museu Francisco Brennand, também conhecido como Oficina de Cerâmica Francisco Brennand, ele é um museu de arte localizado em Recife e foi criado pelo artista plástico Francisco Brennand. Para liberar esse cenário o jogador precisa comprá-lo na loja pelo preço de 10,000 moedas. A [figura 15](#) ilustra o cenário.



Figura 16 - Obstáculos Museu Francisco Brennand
Fonte: Produzido pelo autor.

O cenário do Museu Francisco Brennand conta com 4 obstáculos, todos são esculturas que fazem parte do acervo do museu. A caixa e o ovo de pedra são obstáculos de nível fácil, o soldado de pedra é um obstáculo de nível médio e o lagarto de pedra é um obstáculo de nível difícil. Eles podem ser observados na [figura 16](#).



Figura 17 - Cenário Castelo Ricardo Brennand.
Fonte: Produzido pelo autor.

O quarto cenário é o Castelo Ricardo Brennand, também conhecido como Instituto Ricardo Brennand, ele é um espaço cultural sem fins lucrativos. Este museu possui um grande acervo de obras que contam a história do estado de Pernambuco, suas obras são parte da coleção particular do seu fundador Ricardo Brennand ([INSTITUTO RICARDO](#)

[BRENNAND, 2020](#)). Para liberar esse cenário é necessário o jogador gastar 15,000 moedas na loja e comprá-lo. Ele pode ser observado na [figura 17](#).



Figura 18 - Obstáculos Castelo Ricardo Brennand.
Fonte: Produzido pelo autor.

O cenário do Castelo Ricardo Brennand conta com 3 obstáculos, o jarro de leão que é um obstáculo de nível fácil, a estátua de leão é um obstáculo de nível médio e o banco é um obstáculo de nível difícil. Os dois primeiros são obras pertencentes ao acervo e o banco é um elemento que faz parte do cenário. Eles podem ser observados na [figura 18](#).



Figura 19 - Cenário Praia de Boa Viagem.
Fonte: produzido pelo autor.

O quinto cenário do jogo é a praia de Boa Viagem, uma das principais e mais conhecidas da cidade de Recife. Para liberar esse cenário o jogador precisa gastar 20,000 moedas na loja do jogo. Ele pode ser observado na [figura 19](#).

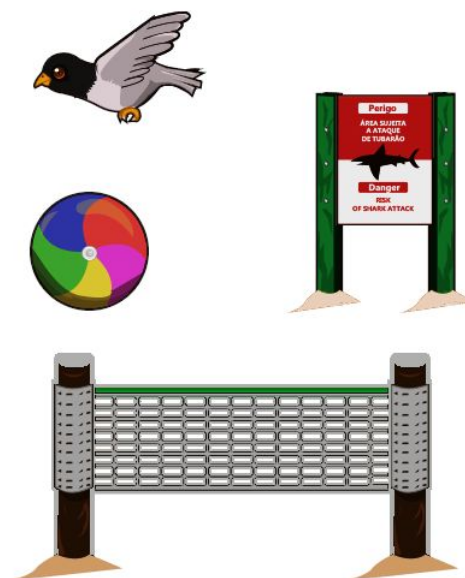


Figura 20 - Obstáculos Praia de Boa Viagem.

Fonte: Produzido pelo autor.

A praia de Boa Viagem contém 4 obstáculos diferentes, a bola é um obstáculo de nível fácil, a placa é um obstáculo de nível médio, a rede é um obstáculo de nível difícil e o pombo é um obstáculo da categoria móvel. Esses elementos foram escolhidos de acordo com as seguintes características: a rede de vôlei e a placa são elementos que aparecem com frequência na praia de Boa Viagem, a bola de praia é um elemento característico de praias em geral e o pombo foi escolhido porque a praia é um ambiente aberto e perto do mar, o que provoca o aparecimento de aves e o pombo foi escolhido para representar essa característica. Esses obstáculos podem ser observados na [figura 20](#).

O jogador move-se de forma constante e as plataformas em que ele caminha são escolhidas proceduralmente.

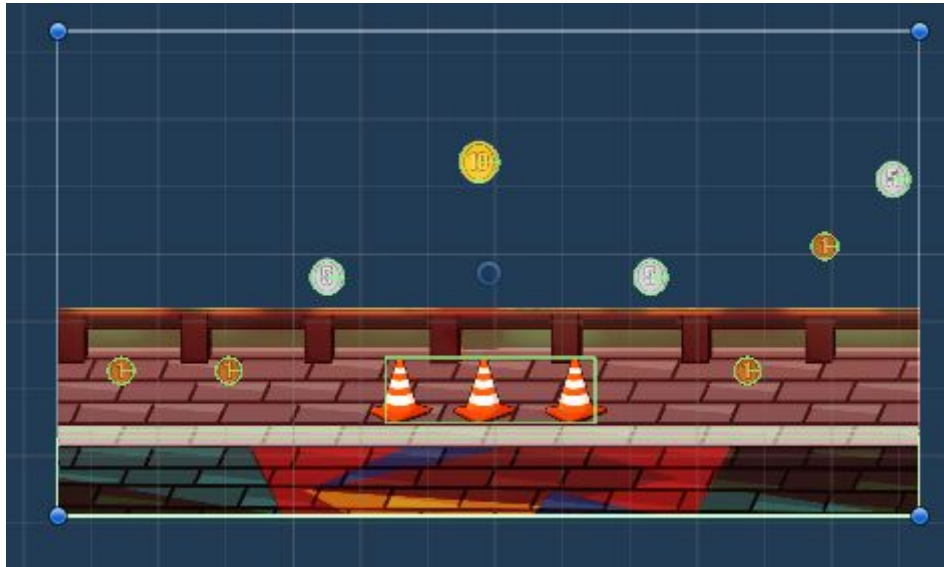


Figura 21 - Plataforma do estágio 2.
Fonte: Produzido pelo Autor

Vários *templates* de chão diferentes foram criados, cada um com características diferentes, como pode ser observado na [figura 21](#).

Nessas plataformas são distribuídos os obstáculos e as moedas. Eles são criados proceduralmente de forma aleatória. Existem plataformas com mais moedas e outras com menos, com obstáculos de nível mais fácil e nível mais difícil, isso ocasiona que cada corrida do jogador seja diferente e haja uma mecânica de sorte.

```

// Start is called before the first frame update
D referências
void Start()
{
    PlatformWidth = Platforms[0].GetComponent<BoxCollider2D>().size.x;
}

// Update is called once per frame
D referências
void Update()
{
    if ( transform.position.x < GenerationPoint.position.x)
    {
        transform.position = new Vector3(transform.position.x + PlatformWidth, transform.position.y, transform.position.z);
        platformNumber = Random.Range(0, Platforms.Length);
        //só instanciar plataforma com banco depois de uma certa velocidade
        if ((Manager.instance.PlayerSpeed < 7.5f && (platformNumber == Platforms.Length - 2 || platformNumber == Platforms.Length-1)))
        {
            platformNumber = Random.Range(0, Platforms.Length-2);
            Instantiate(Platforms[platformNumber], transform.position, transform.rotation);
        }
        else
        {
            Instantiate(Platforms[platformNumber], transform.position, transform.rotation);
        }
    }
}

```

Figura 22 - Código de geração da plataformas.
Fonte: produzido pelo autor.

A [figura 22](#) ilustra o código da geração plataformas. Na função Start, a variável *PlatformWidth* é iniciada com o tamanho da primeira plataforma, que é a que começa na cena, é importante saber esse valor para que a próxima plataforma seja instanciada ao lado da plataforma atual. Existem dois marcadores de posição na câmera, um chamado *Generation Point* e outro chamado *Destruction Point*. Quando o personagem do jogo alcança o *Generation Point*, uma nova plataforma é gerada a sua frente e quando o *Destruction Point* alcança uma plataforma que o jogador já ultrapassou, é destruída aquela plataforma que não é mais necessária. Isso garante que existam somente as plataformas necessárias para o jogo, garantindo o bom desempenho.

5.1 Aplicação das Fases no jogo

Nesta seção foi definido como as fases da metodologia foram aplicadas no jogo desenvolvido, a definição das fases foi explicada na seção [4.5 Análise de Resultados Obtidos](#). Segundo a metodologia do [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#), o jogo conta com 3 fases: estratégica, prática e domínio. A descrição de como cada uma é abordada no jogo foi detalhada abaixo:

Fase estratégica: A fase estratégica é a fase em que o jogador é apresentado às mecânicas do jogo, mas nessa fase não são aplicadas pontuações e nem são extraídos dados de análise do jogador, pois o intuito dela é apenas ensinar os conceitos básicos do jogo. O jogo desenvolvido possui mecânicas bem simples e de fácil compreensão, portanto não é necessário a aplicação dela no jogo.

Fase Prática: A fase prática é aquela que analisa o conhecimento inicial do jogador acerca dos assuntos educacionais abordados no jogo. No jogo desenvolvido, a fase prática é considerada quando o jogador se depara pela primeira vez com cada uma das perguntas diferentes. Nessa fase, os dados do jogador já são coletados e analisados.

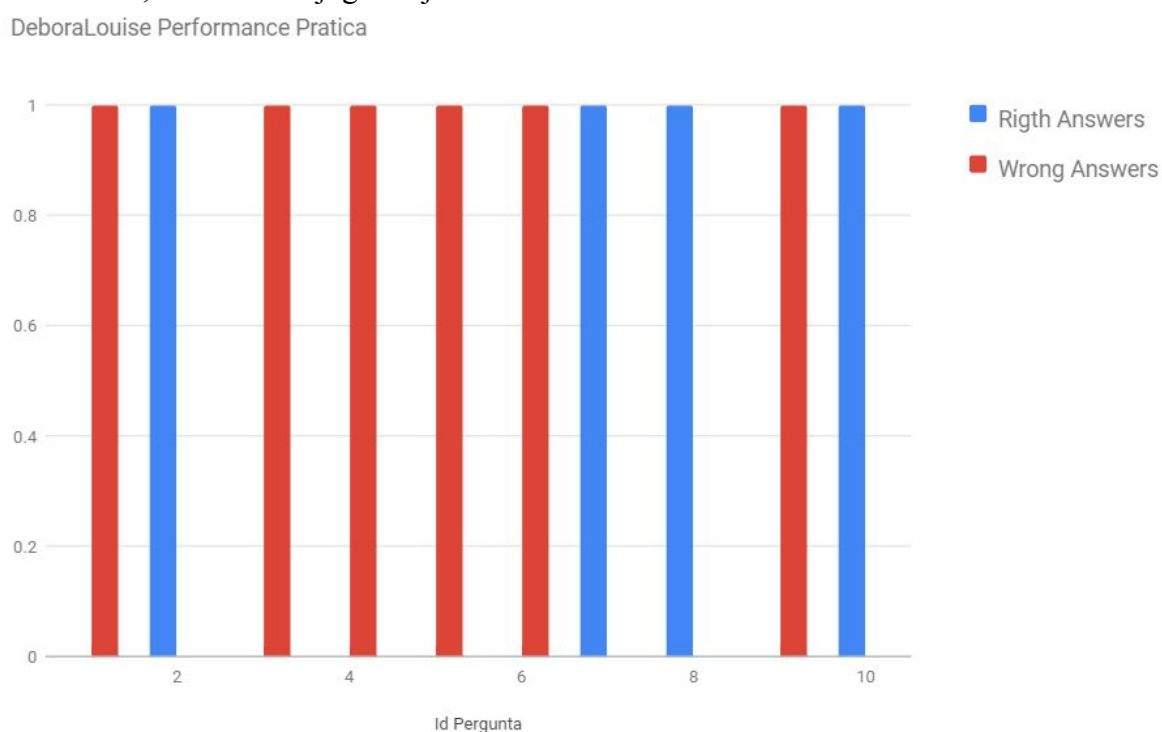


Figura 23 - Gráfico da fase prática da jogadora *DeboraLouise*.
Fonte: Produzido pelo autor.

Podemos observar na [figura 23](#) o gráfico da fase prática de uma jogadora, como essas tabelas são formadas foi explicado na seção [3.3 Google Sites e Javascript](#). A jogadora observada respondeu 10 perguntas e no gráfico é ilustrado a taxa de acerto para cada pergunta que ela respondeu pela primeira vez, onde em vermelho estão as perguntas que o jogador errou e em azul as que ela acertou. As perguntas estão ordenadas através de um Id que vão dos números de 1 a 10. As pontuações do jogador foram explicadas na seção [4.5 Análise dos Resultados Obtidos](#).

Fase de domínio: A fase de domínio é aquela em que o jogador demonstra os conhecimentos adquiridos acerca dos assuntos abordados no jogo. A análise do conhecimento obtido é feito através da pontuação dele nessa fase e em comparação com a pontuação

adquirida na fase prática. A fase de domínio do jogo desenvolvido é considerada quando o jogador se depara com as perguntas já respondidas na fase prática.

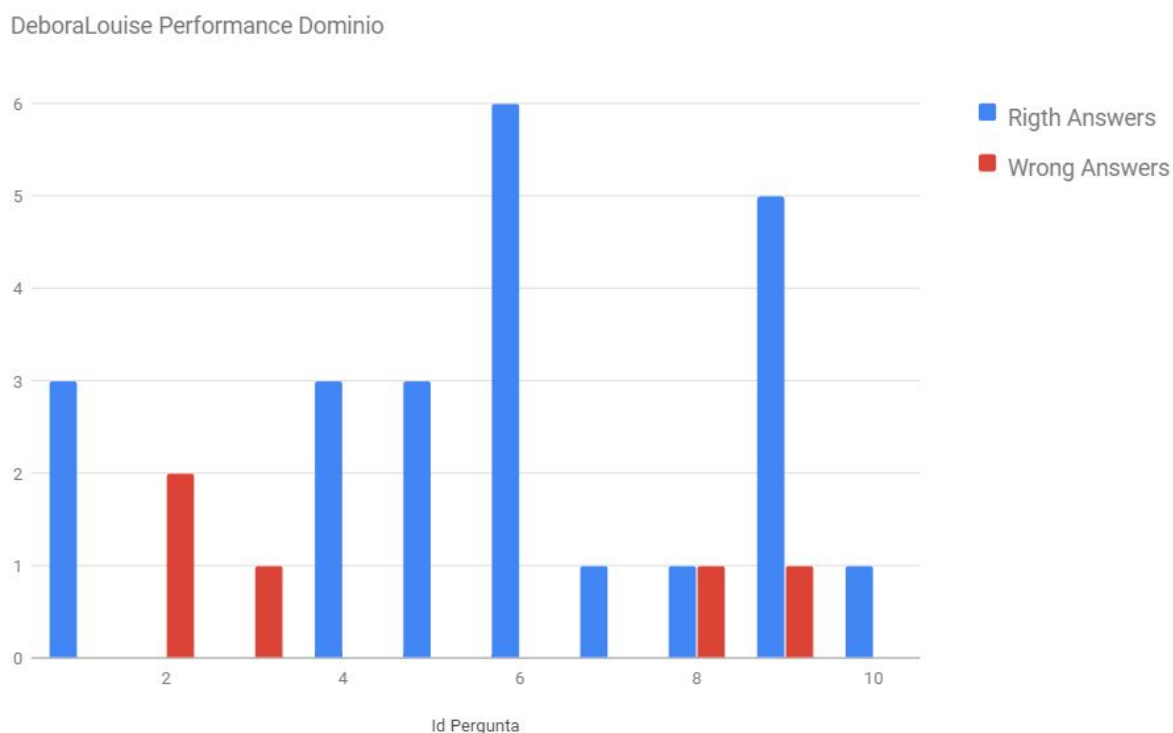


Figura 24 - Gráfico da fase de domínio da jogadora DeboraLouise.
Fonte: Produzido pelo autor.

Na [figura 24](#) podemos observar o desempenho do jogador na fase de domínio, onde cada pergunta é representada por duas barras, onde as barras azuis indicam a quantidade de respostas corretas e as barras vermelhas indicam a quantidade de respostas erradas. As alternativas que apresentam apenas uma barra é porque o valor da outra barra é zero.

5.2 Pontuação

Segundo a metodologia aplicada, após a definição das fases, o próximo passo é a definição da pontuação das fases prática e domínio, na fase estratégica, como foi explicado na seção [5.1 Aplicação das fases no jogo](#).

Como foi explicado na seção [4.5 Análise dos Resultados Obtidos](#), as pontuações são definidas através das variáveis, AI que representa a pontuação da fase prática, AF que representa a pontuação do jogador na fase de domínio, o LI que representa a pontuação mínima para o jogador ter sido considerado eficiente na fase prática e o LF que representa a pontuação mínima para o jogador ter sido considerado eficiente na fase de domínio. O LI e LF definidos para o jogador ser considerado eficiente foi 7, pois esse valor é a média utilizada nas instituições de ensino para definir se os alunos compreenderam e dominam o assunto. Ou seja,

com a pontuação acima ou igual a 7 o jogador é considerado eficiente e abaixo de 7 o jogador é considerado ineficiente.

Pontuação da fase prática: A pontuação da fase prática é representada pela equação:

$$AI = 10 - ((n - r) * 10)/n,$$

Onde n representa a quantidade de perguntas diferentes respondidas pelo jogador e r é a quantidade de perguntas que ele respondeu corretamente.

Pontuação da fase de domínio: A pontuação da fase de domínio é representada pela equação:

$$AF = 10 - (\sum(w_i/(r_i+w_i)) * 10)/n$$

Que vai até n no passo de 1 com o valor inicial de i sendo $i = 1$, onde n representa a quantidade de perguntas respondidas, w_i é a quantidade de vezes que a pergunta de índice i foi respondida de forma errada e o r_i é a quantidade de vezes que a pergunta de índice i foi respondida corretamente.

Para exemplificar foi representada aqui a pontuação da jogadora *DeboraLouise* que teve seu gráfico da fase prática e domínio mostrado na seção anterior.

A pontuação prática de *DeboraLouise* foi:

$$AI = 10 - ((10 - 4)*10)/10$$

$$AI = 4$$

A pontuação de domínio de *DeboraLouise* foi:

$$AF = 10 - (((0/3+0) + (2/2+0) + (1/1+0) + (0/4+0) + (0/3+0) + (0/6+0) + (0/1+0) + (1/1+1) + (1/5+1) + (0/1+0)) * 10)/10$$

$$AF = 7.33$$

Baseado na metodologia aplicada e dos valores obtidos, podemos definir os perfis dos jogadores. Como $AF > LF$ ($7.33 > 7$) e $AI < LI$ ($4 < 7$), podemos definir que o perfil deste usuário escolhido é Aluno, pois foi mostrado que o conhecimento do jogador na fase prática era baixo, mas na fase de domínio ele obteve o resultado desejado. A classificação dos perfis dos jogadores é explicada com mais detalhes na seção [4.5 Análise de resultados obtidos](#).

5.3 Análise dos dados

Nesta seção são analisados os dados obtidos dos jogadores que foram capturados pelo Firebase e que foram agrupados e visualizados no site criado no *Google Sites* especialmente para o jogo. Os valores coletados pelo Firebase são no formato de *JSON* o que permite fácil integração com qualquer tipo de sistema.

O objetivo da análise é primeiramente definir os jogadores em perfis de acordo com a metodologia [Serrano-Laguna et al. \(2017\)](#), como foi explicado anteriormente os perfis são: Alunos, Mestres, Não-alunos e Deslocados. O segundo objetivo é analisar o desempenho educacional dos jogadores de acordo com a sua idade e sexo. O terceiro objetivo é analisar a efetividade educacional do jogo, verificando o perfil da maioria dos jogadores. E por fim é analisado de acordo com a experiência dos jogadores, métricas relacionadas ao desempenho do jogo em geral, como retenção, satisfação dos jogadores e dificuldade do jogo.

5.4 Efetividade do Olha Recife: O Jogo.

Segundo os dados do Firebase, 119 perfis diferentes da Google Play baixaram o jogo. Dentre esses perfis, 22 geraram dados educacionais suficientes para serem avaliados e terem seus perfis definidos segundo a metodologia aplicada neste trabalho de conclusão de curso. A explicação da definição dos perfis se encontra no capítulo [3.3.3 Análise de Resultados Obtidos](#). Ao total foram recolhidos desses jogadores um total de 899 eventos.

A partir da análise desses jogadores foram obtidos os seguintes perfis.

Definições dos perfis

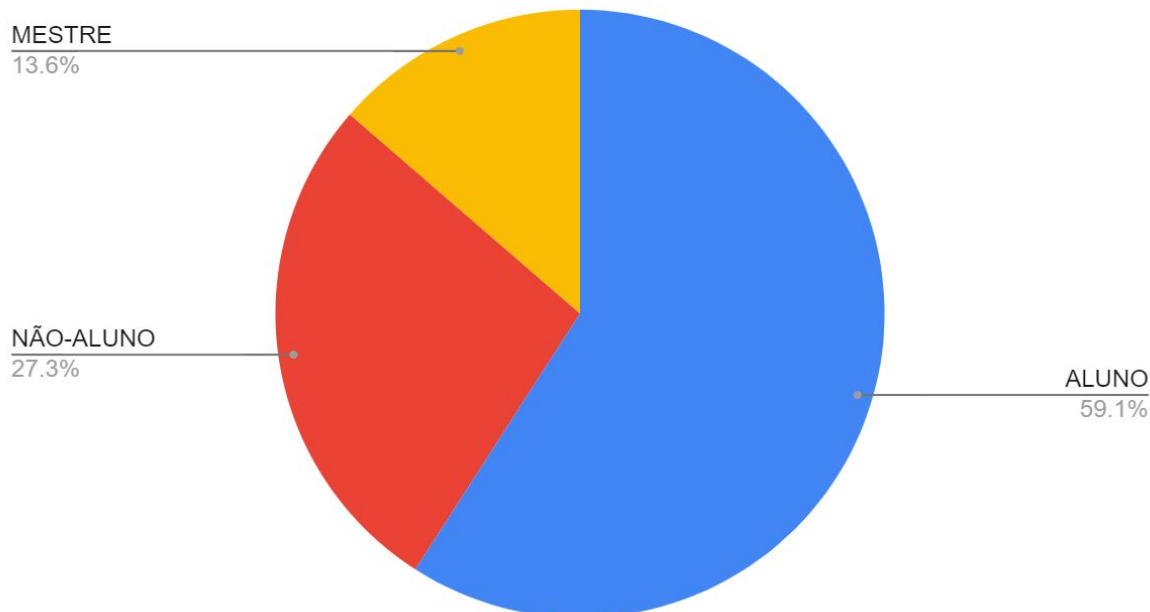


Figura 25 - Gráfico de definição dos perfis.

Fonte: Produzido pelo autor.

Através desse gráfico pode-se observar que 72,7% dos jogadores obtiveram resultados satisfatórios ao final da fase de domínio, sendo 13,6% dos jogadores parte do perfil mestre e 59,1% do perfil aluno, que segundo a metodologia aplicada, é o perfil ideal de jogador. Apenas 27,3% dos jogadores não obtiveram resultados satisfatórios, sendo todos eles partes do perfil não-aluno e nenhum representante do perfil deslocado, o que é algo positivo, pois segundo a metodologia aplicada quando há ocorrência muito grande de jogadores do perfil deslocado, quer dizer que os objetivos educacionais não estão sendo atendidos. Esses dados podem ser visualizados na [figura 25](#).

Analisando especificamente o perfil dos jogadores que foram qualificados como não-alunos, podemos observar que 66,7% deles demonstraram uma evolução, ou seja, apesar de não alcançarem a pontuação mínima para o aprendizado ter sido considerado satisfatório, a nota da avaliação final foi maior que a nota da avaliação inicial, sendo assim apenas 33,3% não obtiveram evolução.

5.5 Análise das interações

Em cada interação com o jogo foram coletados os erros e acertos do jogador para cada pergunta e a data da interação, associados com o nome do jogador, o sexo, a quantidade de

perguntas respondidas, a pontuação do jogador e a idade. A figura 17 mostra a tabela de distribuição dos erros e acertos de todos os jogadores avaliados nesse trabalho. Esse gráfico pode ser visualizado de forma mais detalhada no site criado para avaliação do jogo ([Olha Recife: O Jogo Analytics, 2019](#)).

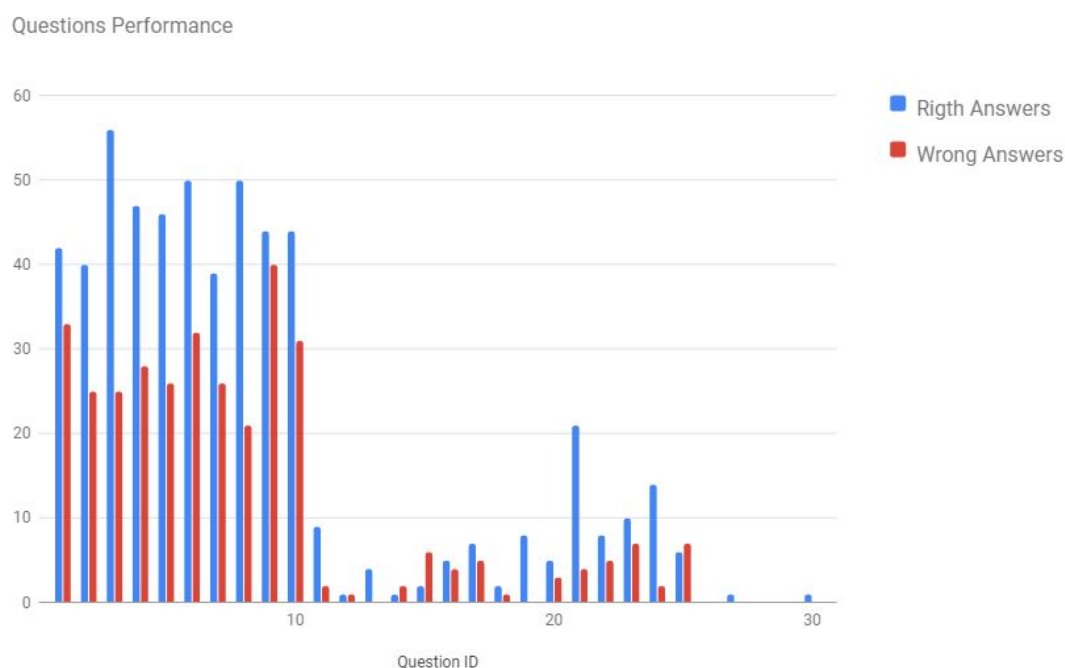


Figura 26 - Gráfico de avaliação de desempenho.
Fonte: Produzido pelo autor.

Avaliando a tabela pode-se observar que a taxa de acerto dos jogadores foi em média 61.53%. A partir desses dados foi possível extrair a tabela de acertos de cada pergunta, que pode ser observada na [tabela 1](#).

Total de perguntas		Total de Acertos	Porcentagem de acertos	Total de Erros	Porcentagem de erros
Pergunta 1	75	42	56.00%	33	44.00%
Pergunta 2	67	40	59.70%	27	40.30%
Pergunta 3	84	56	66.67%	28	33.33%
Pergunta 4	75	47	62.67%	28	37.33%
Pergunta 5	72	46	63.89%	26	36.11%
Pergunta 6	82	50	60.98%	32	39.02%
Pergunta 7	65	39	60.00%	26	40.00%
Pergunta 8	71	50	70.42%	21	29.58%
Pergunta 9	84	44	52.38%	40	47.62%
Pergunta 10	76	44	57.89%	32	42.11%
Pergunta 11	11	9	81.82%	2	18.18%

Pergunta 12	2	1	50.00%	1	50.00%
Pergunta 13	4	4	100.00%	0	0.00%
Pergunta 14	3	1	33.33%	2	66.67%
Pergunta 15	8	2	25.00%	6	75.00%
Pergunta 16	9	5	55.56%	4	44.44%
Pergunta 17	12	7	58.33%	5	41.67%
Pergunta 18	3	2	66.67%	1	33.33%
Pergunta 19	8	8	100.00%	0	0.00%
Pergunta 20	8	5	62.50%	3	37.50%
Pergunta 21	25	21	84.00%	4	16.00%
Pergunta 22	13	8	61.54%	5	38.46%
Pergunta 23	17	10	58.82%	7	41.18%
Pergunta 24	16	14	87.50%	2	12.50%
Pergunta 25	13	6	46.15%	7	53.85%
Pergunta 26	0	0	0.00%	0	0.00%
Pergunta 27	1	1	100.00%	0	0.00%
Pergunta 28	0	0	0.00%	0	0.00%
Pergunta 29	0	0	0.00%	0	0.00%
Pergunta 30	1	1	100.00%	0	0.00%

Tabela 1 - Tabela de avaliação de desempenho.

Fonte: Produzido pelo autor.

Uma informação que podemos observar nesta tabela também é que foram poucos os jogadores que chegaram na quinta fase, pois o número de perguntas respondidas cai drasticamente após a pergunta 25, o que é uma fator para se levado em consideração na parte de Game Analytics, o que mostra que o jogo pode ter ficado repetitivo ou com um nível de dificuldade muito alto.

Média de Avaliação Inicial por idade

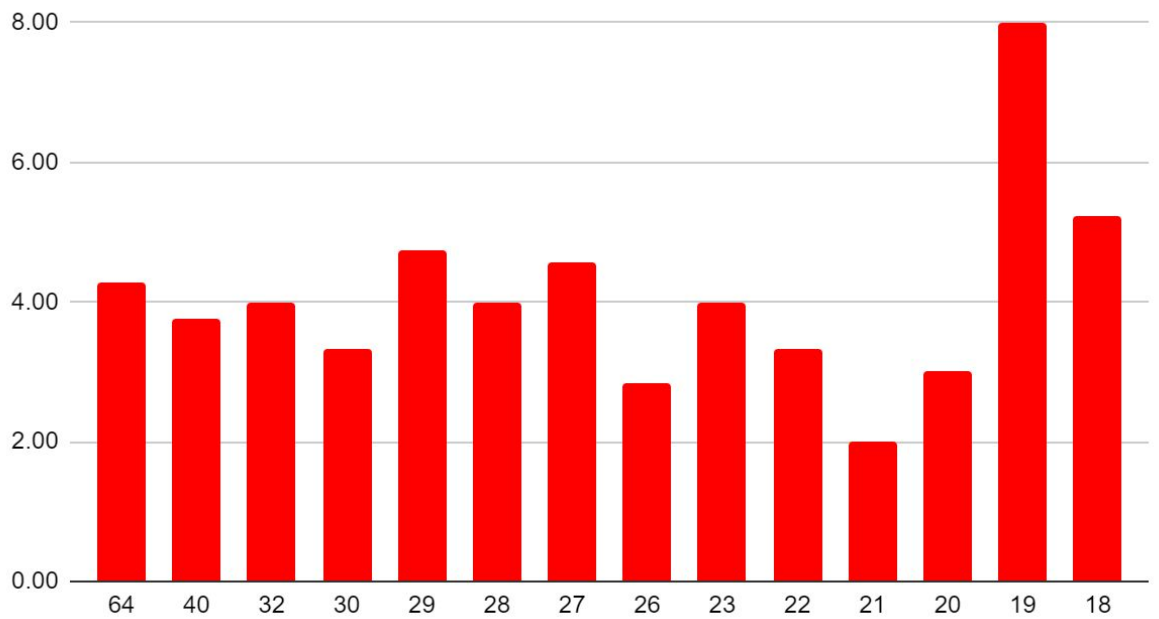


Figura 27 - Gráfico de média de avaliação Inicial por idade..
Fonte: Produzido pelo autor.

Pode-se observar na [figura 27](#) que em média a nota de avaliação inicial dos jogadores por idade, por volta dos 4 pontos. Com destaque para os alunos com 18 e 19 anos que tem uma média alta, o que reflete a média de idade dos perfis, a média de idade dos mestres foi 18.5 anos, a dos não alunos foi 27.5 e a dos alunos foi 27.8.

Média de Avaliação Final por Idade

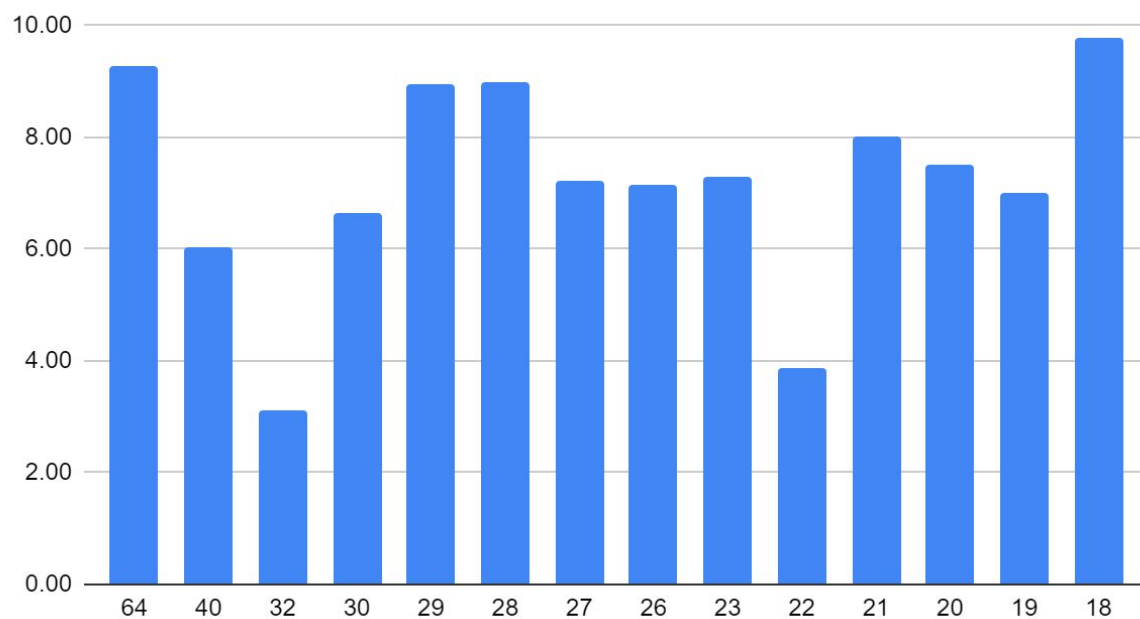


Figura 28 - Gráfico de média de avaliação Final por idade..
Fonte: Produzido pelo autor.

Pode-se observar na [figura 28](#) que a grande maioria dos jogadores por idade tiveram um aumento considerável na nota da avaliação final.

Média de Avaliação Inicial por sexo

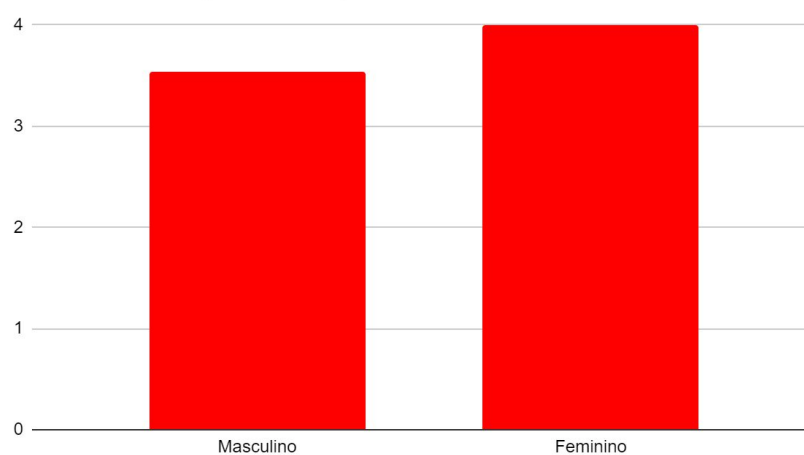


Figura 29 - Gráfico de média de avaliação inicial por sexo.
Fonte: Produzido pelo autor.

Média de Atividade Final por sexo

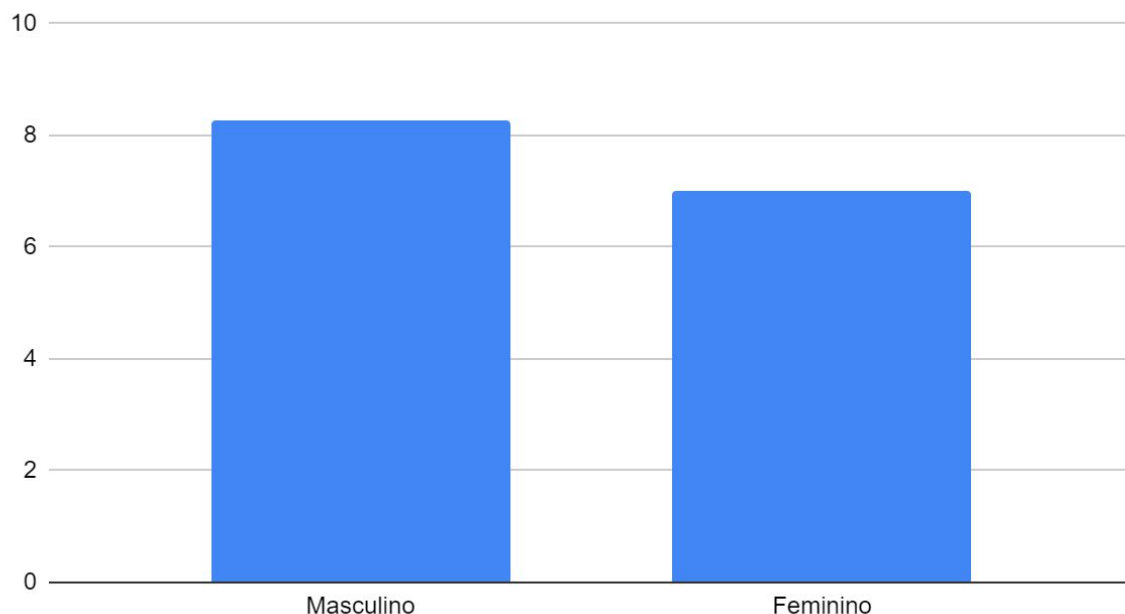


Figura 30 - Gráfico de média de avaliação final por sexo.

Fonte: Produzido pelo autor.

Observando os gráficos das figuras [29](#) e [30](#) podemos observar que os jogadores do Sexo feminino tiveram em média uma avaliação inicial levemente superior aos do sexo masculino, ambos por volta de 4 pontos, mas os jogadores do sexo masculino obtiveram um nota levemente superior as dos jogadores do sexo masculino durante a fase de domínio, por volta dos 8 pontos. O que mostra que no jogo Olha Recife: O Jogo, os jogadores do sexo Masculino tiveram um maior grau de aprendizagem. Pode-se constatar que se considerarmos apenas a média dos sexos ambos os perfis se adequaram ao perfil Aluno já que a avaliação inicial foi inferior a 7 e a avaliação final foi superior ou igual a 7.

A distribuição de jogadores por sexo corresponde a 55% dos jogadores analisados do sexo masculino e 45% dos jogadores analisados do sexo feminino. A distribuição de jogadores por sexo e perfil tem a seguinte correspondência 100% dos “Mestres” são do sexo Masculino e dos “Alunos” e “Não-alunos” ambos contam com 50% dos seus representantes de cada sexo. O que mostra que com relação aos perfis “Alunos” e “Não-Alunos” ambos os sexos demonstraram um nível de aprendizagem semelhante.

6 Conclusão e trabalhos futuros

6.1 Conclusão

Uma implementação básica de um *Game Learning Analytics System* deve inspecionar como cada jogador interage com o jogo, guardando informações detalhadas sobre as interações e as mudanças no estado interno do jogo para análises futuras ([SHNEIDERMAN, B 1996](#)). O uso de Game Learning Analytics (GLA) auxilia a obtenção de informações sobre como os jogadores estão realmente jogando e interagindo com o jogo, permitindo assim criar uma nova geração de jogos educacionais cada vez mais eficazes ([Freire et al., 2016](#)). Com base nessas definições e na metodologia [SERRANO LAGUNA et al., 2017](#), esse trabalho foi desenvolvido e como resultado foi obtido um jogo sério voltado ao turismo e um ambiente de GLA atualizado em tempo real com informações dos jogadores que é mostrado na página do google Charts, explicado na seção [3.3 Google Sites e Javascript](#). É altamente desejável nesse tipo de sistema que os dados possam ser consultados em tempo real para uma maior precisão e uma melhor análise dos professores.

Esse projeto é um primeiro passo para a criação de um sistema que agrega jogos e benefícios educacionais de forma robusta. Foi seguida uma metodologia já validada e através dela obtido resultados educacionais que puderam ser quantificados. Além da criação de uma ferramenta de GLA com dados monitorados em tempo real. A obtenção dos dados seguiu a metodologia apresentada neste trabalho e cada interação dos usuários foi capturada e agregada para gerar informações quantitativas e qualitativas.

O jogo desenvolvido neste trabalho, o Olha Recife: O Jogo, obteve resultados satisfatórios já que 59,1% dos seus jogadores foram classificados no perfil “Aluno” e apenas 27,3% obtiveram resultados não satisfatórios, sendo todos eles do perfil “Não-aluno” e nenhum jogador foi categorizado no perfil “Deslocado”, os outros 13,6% foram do perfil “Mestre” que não é negativo nem positivo. Dentre os “Não-alunos” foi observado que 66% obtiveram um aumento na nota na fase prática, ainda que não tenham atingido a pontuação necessária.

Foi observado que na média geral por idade, a grande maioria dos grupos demonstraram evolução na fase final. Com relação a distribuição por sexo, ambos os sexos demonstraram um nível de aprendizagem e se encaixariam no perfil aluno. Um leve destaque para os jogadores do sexo masculino foi obtido já que demonstraram um maior aumento da nota da avaliação inicial para a avaliação final.

A partir desses dados é possível concluir que jogos sérios são ferramentas capazes de melhorar o aprendizado de seus jogadores, além de gerar informações importantes e analisar a efetividade e engajamento do jogo.

6.2 Trabalhos Futuros

Foram obtidos bons resultados educacionais com o desenvolvimento, mas existem algumas possibilidades de melhorias para trabalhos futuros, elas são:

- Conseguir uma base maior de dados, com mais jogadores e que esses jogadores tenham uma frequência maior de partidas.
- Conseguir mais resultados e utilizar mais métricas de *Game Analytics* para entender mais como os jogadores estão jogando.
- Aplicar essa metodologia em um ambiente educacional real e verificar o grau de aprendizagem dos alunos mediante os objetivos definidos pelo professor.
- Produzir mais gráficos que são atualizados em tempo real para melhorar o poder decisório do professor.
- Utilizar técnicas de aprendizagem adaptativa para que o jogo seja modificado mediante a necessidade de aprendizagem de cada aluno.
- Mostrar mais informações de desempenho para o jogador para que ele se motive e saiba como está o seu nível

6.3 Trabalhos Semelhantes

Quero utilizar essa seção para destacar o trabalho de Laura Loubo, que foi um trabalho semelhante ao meu e que foi orientado pelo mesmo orientador, o professor Gilberto Cysneiros.

Em seu trabalho Laura aplica a mesma metodologia ([SERRANO LAGUNA et al 2017](#)) em um jogo sério, desenvolvido por ela, voltado ao ensino da zoologia. O seu projeto contém algumas diferenças no seu desenvolvimento como: a utilização de uma avaliação não-disruptiva e a sua aplicação na mecânica principal do jogo, em contrapartida a esse projeto que aplicou na mecânica secundária do jogo; Outra diferença é que no trabalho de Laura os dados não são capturados em tempo real e o ambiente GLA não é gerado. O seu jogo também tinha o foco no ensino da zoologia enquanto este tem o foco principal no entretenimento e em segundo plano à pedagogia.

A partir desses pontos analisados recomendo a leitura do trabalho ([LAURA LOBO FARIAS, 2020](#)), pois ambos são complementares e têm abordagens distintas acerca do mesmo tema.

Referências Bibliográficas

New Zoo. Jovem Nerd | Indústria dos videogames bate recordes e fatura US\$ 134 bilhões. 2019. Disponível em:

<https://jovemnerd.com.br/nerdbunker/industria-dos-videogames-bate-recordes-nos-eua-e-fatura-us-43-bilhoes/>. Citado na página 12

PGB. IGN | Pesquisa indica que 75,5% dos brasileiros consomem jogos eletrônicos. 2018.

Autora: Bruna Penilhas Disponível em:

<https://br.ign.com/brasil/61785/news/pesquisa-indica-qu7+e-755-dos-brasileiros-consoem-jogos-eletr>. Citado na página 12.

Instituto Ricardo Brennand site oficial | O instituto. Disponível em: <https://www.institutoricardobrennand.org.br/index.php/oinstitu> acessado em 10/11/2020.

Citado na página 36, 37.

Laura Lobo de Farias, Gilberto Cysneiros Filho. 2019. Utilização de Game Learning Analytics para Verificação do Aprendizado em Jogo Sério Voltado ao Ensino de Zoologia. Citado na página 53.

Freire, M., Serrano-Laguna, Á., Iglesias, B. M., Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2016). Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games. In Learning, Design, and Technology. Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4_21-1. Citado na página 18, 51.

Koster, R. (2004). Theory of Fun for Game Design. Paraglyph. Citado na página 12.

Feifei Xu a, Dimitrios Buhalis, Jessika Weber. (2017) Serious games and the gamification of tourism. In school of humanities, Southeast University, Nanjing China. Citado na página 12.

Sigala, M. (2015b). The application and impact of gamaification funware on trip planning and experiences: The case of TripAdvisor's funware. Electron Markets, 25, 189e209. Citado na página 12.

Michael, D., & Chen, S. (2006). Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform. Boston, MA: Thomson. Citado na página 14.

Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. Cognitive Science, 5(4), 333–369. Citado na página 14.

- Baltra, A. (1990). Language Learning through Computer Adventure Games. *Simulation Gaming*, 21(4), 445–452. Citado na página 14.
- Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), 873–890. Citado na página 14.
- Zyda, M. (2005) From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9). Citado na página 14.
- Tarja Susi., Mikael Johannesson., & Per Backlund.(2007). *Serious Games – An Overview*.
- HACKETT, S. The hidden history of educational gaming on the Mac. 2016. Disponível em: <<https://www.imore.com/hidden-history-educational-gaming-mac-mecc>>. Citado na página 14, 15.
- MAICON HACKENHAAR DE ARAUJO. Game and serious games: concept and best practices for an analysis of Volkswagen Game - SpaceCross.2012. Citado na página 15.
- R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In *Learning Analytics*. Citado na página 16.
- Elias, T. (2011). Learning Analytics : Definitions , Processes and Potential. *Learning*, 23. Citado na página 16.
- Long, P., & Siemens, G. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *Educause Review*, 46(5), 31–40. Citado na página 16.
- M.A. Chatti, A.L. Dyckhoff, U. Schroeder, and H. Thüs. (2012) A Reference Model for Learning Analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*. Citado na página 17.
- Loh, C. S., Sheng, Y., & Ifenthaler, D. (2015). Serious games analytics: Theoretical framework. In *Serious Games Analytics*. Springer. Citado na página 17.
- Shneiderman, B. (n.d.). The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations. In *Proceedings 1996 IEEE Symposium on Visual Languages* (pp. 336–343). IEEE Comput. Soc. Press. doi:10.1109/VL.1996.545307. Citado na página 18, 51.
- Freire, M., del Blanco, Á., & Fernández-Manjón, B. (2014). Serious Games as edX MOOC Activities. In *Proceedings of the 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 867–871). Citado na página 19.

SERRANO LAGUNA, A et al. A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes. *Multimedia Tools and Applications*, 02 2017. Citado na página 12, 13, 24, 28, 29, 31,40, 44, 51, 52

Olha Recife: O Jogo Analytics.Google Sites.Disponível em:
<https://sites.google.com/view/olharecifeojogoanalytics/p%C3%A1gina-inicial?authuser=>.

Acesso em: 5 de novembro de 2019. Citado na página 29, 46.