



**Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP**

Victor Bruno Alexander Rosetti de Quiroz

***GameFY*: Criação de um sistema gamificado com inteligência artificial**

Doutorado em Tecnologias da inteligência e Design Digital

**São Paulo
2023**

Victor Bruno Alexander Rosetti de Quiroz

GameFY: Criação de um sistema gamificado com inteligência artificial

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de DOUTOR em Tecnologia da Inteligência e Design Digital. Sob a orientação do Professor Dr. Cláudio Fernando André.

São Paulo
2023

Aprovado em: __/__/__.

Banca Examinadora:

Professor Dr. Cláudio Fernando André
PUC-SP Orientador

Professor Dr. David de Oliveira Lemes
PUC-SP

Professor Dr. Hermes Renato Hildebrand
PUC-SP

Professora Dra. Fabiana Martins de Oliveira
INTELI

Professor Dr. André Luiz Braga
INTELI

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Tese de Doutorado por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

E-mail: _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistemas de Bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo -
Ficha Catalográfica com dados fornecidos pelo autor

De Quiroz, Victor Bruno Alexander Rosetti
GameFY: Criação de um sistema gamificado com
inteligência artificial. / Victor Bruno Alexander
Rosetti de Quiroz. -- São Paulo: [s.n.], 2023.
92p. il. ; cm.

Orientador: Cláudio Fernando André.
Tese (Doutorado)-- Pontifícia Universidade Católica
de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em
Tecnologias da Inteligência e Design Digital.

1. Gamificação; J. 2. Jogos Digitais; J. 3. Jogos
na Educação; . 4. Deep Learning, Learning
Analytics. I. André, Cláudio Fernando . II.
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo,
Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da
Inteligência e Design Digital. III. Título.

CDD

AGRADECIMENTOS

Esta é uma das partes mais difíceis de escrever sem me emocionar. Depois de mais de uma década de luta no percurso de minhas pós-graduações, tenho muitas pessoas para agradecer do fundo do meu coração. Lembro sempre que ninguém faz nada sozinho, e que o esforço é fundamental.

Começarei pelo meu pai que sempre me apoiou e incentivou nos estudos, me apoiou nas empreitadas da minha empresa de games, que por alguns anos nos reunimos na casa dele e outros anos na sede de sua empresa. Esse apoio foi fundamental para minhas primeiras experiências com o desenvolvimento de jogos.

Sem o apoio e a disciplina que minha mãe me ensinou seria impossível concluir meus estudos. Foram anos me deixando e buscando no aeroporto, mesmo em horários complicados, deixando aquele sofazão e aquele lanche especial preparados para que eu chegasse tarde da noite e pudesse descansar algumas horas antes de viajar novamente. Todo o suporte financeiro até que consegui bancar sozinho meus estudos. Foram tantas coisas que não consigo colocar todas aqui.

Não consigo me lembrar de quantas vezes escutei “Foi você que escolheu este caminho!” da minha esposa. Uma frase que sempre me colocou no lugar, mesmo quando cansado mental e fisicamente, reativava minha força para continuar seguindo. Sem nossas conversas filosóficas, nosso planejamento, nosso carinho e até nossas piadas e zueiras não seria possível continuar neste caminho. Mesmo depois de ficar alguns dias longe, com aquela saudade batendo forte, conseguimos superar.

Um agradecimento especial para a Juju que indiretamente incentivou a melhorar minha pesquisa, ver uma criança com um comportamento tão correto, sempre tentando fazer as pessoas em seu entorno felizes, e ainda, ser tão esperta para conseguir passar meus desafios.

O que mais esperar de uma bolinha de pelos que está sempre feliz e energética, independentemente de quando chegava em casa. Não há como ficar triste com um cãopanheiro como o Kiba, sempre ao meu lado mesmo quando são 2:50 da manhã enquanto digito esse texto. Você realmente conseguiu transmitir sua energia para este trabalho.

O maior culpado de eu chegar até aqui foi meu tio Hélio, desde o primeiro passo na Ciência da Computação, a dica do mestrado de jogos e todo suporte que me

envolveu na área acadêmica. Suas dicas foram fundamentais para que eu conseguisse concluir o doutorado.

Professor Cláudio e David, maior honra do que ter sido aluno de duas grandes pessoas, é hoje ser seu colega de trabalho. Ter a possibilidade de continuar aprendendo com ambos é algo que me deixa muito motivado. Sem suas dicas, seria muito difícil finalizar esta tarefa hercúlea que é o doutorado.

Professora Fabi e Professor André, nos conhecemos a pouco tempo, mas parece que foram anos de convivência. Agradeço muito todo o apoio que deram para a reta final do trabalho, pude crescer muito com suas dicas. É realmente um prazer continuar crescendo e mantendo o contato com vocês. Vida longa e próspera!

Vicenzo meu irmão, Tia Marcela, Tio Ted, Marco e Gersa, mesmo um pouco distantes sempre ajudaram nos momentos que precisei. Não há como negar que as ajudas que deram influenciaram o rumo deste trabalho.

A todos meu muito obrigado, realmente não tenho palavras para lhes agradecer, com o tempo talvez consiga lhes retribuir.

RESUMO

Este trabalho estudou e foi base para a criação de uma plataforma de gamificação de conteúdo que, através da inteligência artificial, é capaz de analisar como o aluno do ensino superior aprende programação. A pesquisa trabalhou sobre as áreas de aprendizado de máquina, no intuito de criar um modelo de IA para cada usuário, e sobre *learning analytics*, no intuito de compreender como o usuário aprende. Estas áreas são trabalhadas junto com a gamificação de conteúdos, elencando vários tipos de atividades para que o aluno possa ser testado e instigado. Para tornar a pesquisa mais robusta, sistemas que já estão no mercado são analisados averiguando as melhores formas de cativar os alunos. Não foi possível completar o sistema de forma que ficasse disponível para o público, mas foi possível utilizá-lo e testá-lo parcialmente. Porém o caminho para completar o sistema está claro e bem embasado, permitindo a finalização do sistema em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Gamificação; Jogos Digitais; Jogos na Educação; *Deep Learning*, *Learning Analytics*.

ABSTRACT

This work studied and was the basis for the creation of a content gamification platform that, through artificial intelligence, is able to analyze how higher education students learn programming. The research worked on the areas of machine learning, in order to create an AI model for each user, and on learning analytics, in order to understand how the user learns. These areas are worked on along with content gamification, listing various types of activities so that the student can be tested and instigated. To make the research more robust, systems that are already on the market are analyzed to find out the best ways to captivate students. It was not possible to complete the system so that it would be available to the public, but it was possible to use and partially test it. However, the way to complete the system is clear and well grounded, allowing the finalization of the system in future works.

Keywords: Gamification; Digital Games; Games In Education; Deep Learning, Learning Analytics.

RESUMO SOBRE O AUTOR

Na tentativa de clarificar os caminhos implícitos nesta pesquisa é válido conhecer um pouco sobre o autor. Permitir-me-ei mudar a pessoa de linguagem para ficar mais agradável.

Minha história começa por volta dos 8 anos de idade, em 1993, quando pude apreciar os jogos digitais e não digitais com meu Mega Drive, Super Trunfo, Banco Imobiliário e RPGs (Para mim, Vampiro - A Máscara só tem dois clãs, Ventrue ou Nosferatu). Aos 10 anos embarquei em cursos de redes, montagem, manutenção de computadores e desenvolvimento de softwares. Nessa época já “hackeava” os computadores da escola, escondendo jogos e alterando a tela de inicialização da BIOS.

Depois de alguns anos refinando minhas habilidades computacionais, aos 16, já atendia vários clientes para manutenção de computadores, sempre com o intuito de ensinar. Por mais que pareça estranho, meu intuito sempre foi que eles não me chamassem para o mesmo problema novamente. Quando fiz 17 anos duas novas aventuras bateram à minha porta, a primeira eu necessitava criar um Cyber Café enquanto a segunda me levava para outro país.

Eu como bom aventureiro, aceitei ambas. Estruturei o Cyber Café e em seguida parti para continuar meus estudos nos Estados Unidos. É claro, que mal sabia o que me esperava, fui pego numa armadilha, a escola onde fui estudar havia feito um pacto em troca de conhecimento. Minha turma foi vendida como cobaia da linguagem Java Server Pages (JSP). Mal os criadores sabiam que eu sairia vitorioso deste teste, ampliando ainda mais minha visão. Assim que retornei para casa descobri que as verdadeiras aventuras estavam apenas começando. Acho que posso ser bem direto:

- Iniciando o caminho nas artes marciais (no final fará sentido);
- Adentrando o covil da Ciência da Computação;
- Domar o Cyber Café, enquanto mantinha os computadores na linha;
- Tornar-me escravo do “Mercado de Trabalho”, passando de estagiário de redes e manutenção de computadores, para trainee numa empresa multinacional (CPM Braxis) atuando com banco de dados e Oracle, terceirizado da empresa Vale;

- Me tornar mantenedor de laboratório e videoconferência do polo UFES do curso de graduação EAD de Letras Libras da UFSC, aqui eu também aprendi a falar um pouco de Libras, com os surdos;
- Me graduei em 2011 e comecei a buscar os caminhos do desenvolvimento de jogos. Um bando de nerds se juntavam em minha casa todo sábado para estudar e desenvolver. Comecei a rodar uns eventos estranhos internacionais (*hackathons*) e fazer palestras voluntárias sobre desenvolvimento de jogos. Além de conhecer a obscura arte de como juntar nerds num único local para ver outros nerds falarem, é isso mesmo que está pensando, eventos sobre jogos. Para não deixar passar, entrei no MBA focado em gerir a minha empresa de jogos;
- Gostei tanto de ser terceirizado que voltei para a Vale através da Accenture, novamente em banco de dados;
- Em 2012 me revoltei com o sistema, joguei a terceirização para o alto e fui ser professor. Por incrível que pareça, uma ex-professora, me convidou para ajudar a criar o primeiro curso técnico de jogos e lá fui eu. No mesmo ano também tomei a decisão de embarcar no mestrado de informática;
- Em 2013 eu acertei em cheio no pote de ouro. Não, eu não ganhei na megasena, infelizmente. Fui convidado para dar a matéria de inteligência artificial com jogos na graduação de Sistemas de Informação. Comecei uma mistura muito louca de ensino/aprendizagem e tecnologia de dar nó em vergalhão de aço. Nesta espiral aprendi robótica, forcei-me a conhecer outras linguagens de programação, trabalhar com VR, AR, simulação para treinamento, projetos interdisciplinares...;
- Quando o horizonte começou a clarear, resolvi dar uma chacoalhada. Chutei o mestrado de informática, adentrei no mestrado de jogos. Para que fazer o mestrado na mesma cidade, o negócio era viajar toda semana para São Paulo no primeiro voo do dia para ter aula e voltar dois dias depois, novamente 5 da matina, para bater em casa e correr para a aula;
- Lembra das artes marciais, aqui eu já ministrava treinos de Aikido dentro da faculdade, no meu próprio Dojo (escola em japonês). Além das aulas convencionais eu estava envolvido com outras formas de ensino já há alguns anos. Algo que moldou, de forma prática, a minha forma de pensar sobre o ensino;

- Mal concluí o mestrado, aproveitei para fazer o doutorado. Calma que a vontade de me embrenhar em aventuras estava mais forte que antes, além de estudar, por que não trabalhar nos dois estados. Então era trabalho no ES, viagem para estudos e trabalho em SP e retorno para continuar trabalhando no ES. Até hoje sou cliente diamante da GOL;
- Cabum!!!.... Em 2019-2020 a pandemia acertou todos em cheio. Continuei meus estudos e aulas de forma online. Acabei me dispensando, amigavelmente, das aulas de SP, já que havia concluído todos os créditos do doutorado. E mais uma vez, por incrível que pareça, voltei a ser terceirizado da Vale, através de uma multinacional (Tata ou TCS, como preferir). Desta vez na área de desenvolvimento de jogos;
- Em 2021 tudo estava ótimo e calmo, “que tal movimentar um pouco mais” pensei eu novamente.....Recebi uma proposta para dar aula em São Paulo e depois de muito pensar (esse daqui demorou mesmo, uns 3 meses) iniciei o processo de mudança;

Hoje, em 2022, atuo como professor do Instituto de Tecnologia e Liderança - Inteli que possui uma metodologia *Project Based Learning* bem mão na massa e diferente das instituições convencionais. Algo que também afetou as formas que esta pesquisa é aplicada. Além de manter meu pezinho no ensino convencional na Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado - FECAP. Ambos ainda nos cursos de computação, atuando com jogos e tecnologia.

Bem, acho que consegui resumir as 15 páginas do meu currículo lattes de forma mais cativante. Confira você mesmo, basta procurar pelo meu nome, é único! Não esqueça de marcar como Doutor, afinal se você está lendo este trabalho eu concluí meu doutorado.

Desejo novas aventuras para mim e para você!

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Caracterização do Artefato..... | 31 |
| Figura 2: Classes de Problemas | 33 |
| Figura 3: Etapas da DSRM | 35 |
| Figura 4: Modelo de maturidade de software | 38 |
| Figura 5: Arquitetura UCL GO..... | 48 |
| Figura 6: Tela 1 UCL GO | 51 |
| Figura 7: Tela 2 UCL GO | 51 |
| Figura 8: Tela 3 UCL GO | 51 |
| Figura 9: Tela 4 UCL GO | 51 |
| Figura 10: Tela 5 UCL GO | 52 |
| Figura 11: Tela 6 UCL GO | 52 |
| Figura 12: Tela 1 UCL GO - Light..... | 52 |
| Figura 13: Tela 2 UCL GO - Light..... | 52 |
| Figura 14: Tela 3 UCL GO - Light..... | 53 |
| Figura 15: QR-CODE 1 | 54 |
| Figura 16: QR-CODE 2 | 54 |
| Figura 17: Sistema de Gestão Wagtail | 55 |
| Figura 18: Gráfico de participantes engajados UCL GO..... | 56 |
| Figura 19: Relatório de divulgação da #mostraucl..... | 57 |
| Figura 20: Esboço da tela de login | 68 |
| Figura 21: Esboço do dashboard do aluno | 69 |
| Figura 22: Esboço da tela de atividade | 69 |
| Figura 23: Esboço do dashboard do professor..... | 70 |
| Figura 24: Diagrama de Banco de dados | 73 |
| Figura 25: Diagrama de modelo | 81 |

Índice de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1:Características e dimensões da pesquisa quanto à relevância social e rigor teórico/metodológico----- | 29 |
| Quadro 2: Tipos de Artefatos----- | 32 |
| Quadro 3: Etapas da Design Science Research ----- | 34 |
| Quadro 4: Métodos para avaliação ----- | 36 |
| Quadro 5: Tipos de Grupos Focais em DSR ----- | 37 |
| Quadro 6: Necessidades mínimas do sistema de gamificação----- | 43 |
| Quadro 7: Necessidades complementares do sistema de gamificação ----- | 43 |
| Quadro 8:Jogos e aplicativos base ----- | 46 |
| Quadro 9: Resumo dos estudos relacionados ----- | 59 |
| Quadro 10: Trabalhos acadêmicos importantes para a pesquisa----- | 60 |
| Quadro 11: Sistemas analisados ----- | 65 |
| Quadro 12: Jogos analisados ----- | 67 |
| Quadro 13: Exemplo de ajuste de atividades semanais----- | 79 |

Lista de Abreviaturas

| | |
|-----------|---|
| API – | <i>Application Programming Interface</i> |
| CAPES – | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| INEP – | Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira |
| MEC – | Ministério da Educação |
| MIC – | <i>Microsoft Innovation Center ou Centro de Inovação Microsoft</i> |
| NMC – | New Media Consortium |
| PBL – | <i>Problem Based Learning</i> ou Aprendizado através de problemas |
| RA – | Realidade Aumentada |
| RV – | Realidade Virtual |
| SBGAMES – | Simpósio Brasileiro de Games |
| 3D – 3 | Três D – três dimensões |
| UCL – | Faculdade do Centro Leste UCL |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 CONCEITOS BÁSICOS | 18 |
| 1.1.1 GAMIFICAÇÃO | 18 |
| 1.1.2 GAMIFICAÇÃO ESTRUTURAL | 19 |
| 1.1.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21 |
| 1.1.4 MACHINE LEARNING | 21 |
| 1.1.4 DEEP LEARNING | 22 |
| 1.1.5 LEARNING ANALYTICS | 23 |
| 1.1.6 RELAÇÃO ENTRE UCL GO E GAMEFY | 23 |
| 1.2 PRINCIPAL QUESTÃO DA PESQUISA | 23 |
| 1.3 LOCALIZAÇÃO DA REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES NO TEMPO E NO ESPAÇO | 23 |
| 1.4 OBJETIVOS | 25 |
| 1.4.1 OBJETIVO GERAL | 25 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 25 |
| 1.5 JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DA PESQUISA | 25 |
| 1.5.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA CIENTÍFICA | 25 |
| 1.5.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA PESSOAL, PROFISSIONAL E ACADÊMICA | 26 |
| 1.5.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA HISTÓRICA, SOCIAL, CULTURAL E EDUCACIONAL | 26 |
| 1.5.4 PROPOSTA DE PESQUISA SOBRE A CRIAÇÃO DE UM SISTEMA GAMIFICADO COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 27 |
| 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 29 |
| 2.1 METODOLOGIA DESIGN SCIENCE RESEARCH | 30 |
| 2.1.1 ARTEFATOS | 30 |
| 2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DE PROBLEMAS | 32 |
| 2.1.3 DESIGN SCIENCE RESEARCH | 33 |
| 2.1.4 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO NA DESIGN SCIENCE RESEARCH | 36 |
| 2.2 AS ETAPAS DA PESQUISA | 37 |
| 2.2.1 PRIMEIRA ETAPA - IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E SUA MOTIVAÇÃO | 37 |
| 2.2.2 SEGUNDA ETAPA – DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS PARA A SOLUÇÃO | 39 |
| 2.2.3 TERCEIRA ETAPA - PROJETO E DESENVOLVIMENTO | 40 |
| 2.2.4 QUARTA ETAPA - DEMONSTRAÇÃO | 41 |
| 2.2.5 QUINTA ETAPA – MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO | 41 |
| 2.2.6 SEXTA ETAPA - COMUNICAÇÃO | 41 |
| 3 REVISÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES | 42 |
| 3.1 CRIAÇÃO DO UCL GO | 42 |
| 3.1.1 ETAPA 1 | 46 |
| 3.1.2 ETAPA 2 | 48 |
| 3.1.3 ETAPA 3 | 49 |
| 3.1.4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO UCL GO | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 58 |
| 3.2.1 <i>RESUMO DAS OBRAS IMPORTANTES</i> | 61 |
| 3.2.2 <i>ESTUDO DE APLICATIVOS GAMIFICADOS E JOGOS</i> | 64 |
| | |
| 4 DESENVOLVIMENTO DO GAMEFY | 68 |
| | |
| 4.1 DESIGN DO SISTEMA | 68 |
| 4.1.1 <i>TELA DO USUÁRIO E DO ADMINISTRADOR</i> | 68 |
| 4.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA | 70 |
| 4.2.1 <i>APRENDIZADOS DO UCL GO</i> | 70 |
| 4.2.2 <i>FERRAMENTAS</i> | 72 |
| 4.2.3 <i>DESENVOLVIMENTO</i> | 73 |
| 4.2.4 <i>ATIVIDADES</i> | 75 |
| 4.2.5 <i>MAESTRIAS</i> | 78 |
| 4.2.6 <i>DEEP LEARNING</i> | 80 |
| | |
| 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E TRABALHOS FUTUROS | 83 |
| | |
| 5.1 TRABALHOS FUTUROS | 84 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 86 |
| | |
| ANEXOS | 92 |
| | |
| ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS | 92 |

1 INTRODUÇÃO

Hoje o estudo da gamificação na educação intensifica a cada dia, dentre vários motivos há a necessidade de diversificar as formas de ensino, cativar o aprendizado e adequar-se à velocidade com a qual a informação flui pelo mundo.

Este trabalho traz luz sobre a gamificação no ensino superior aproveitando o potencial da Inteligência Artificial. O objetivo é criar uma ferramenta denominada GameFY, que permita alunos e professores interagirem de forma gamificada, mas com o entendimento profundo de quais as melhores formas do usuário aprender.

Para uma boa compreensão este trabalho está separado em capítulos que permitam compreender a concepção do projeto até a versão mais atual do sistema. O trabalho foi baseado na metodologia Design Science Research, permitindo a criação de artefatos, pedaços do sistema, utilizando estudo aprofundado.

O capítulo 2 detalha a metodologia Design Science Research e define como os artefatos da metodologia serviram para projetar o GameFY. Este capítulo pode ser considerado a base da estrutura do trabalho.

O capítulo 3 discorre sobre todo o processo de concepção e pesquisa que deram base para a concepção do sistema GameFY. Traz detalhes técnicos, ideológicos e testes sobre sua primeira versão. Pode ser considerado uma prequela deste trabalho.

Seguindo a metodologia descrita no capítulo 3, o capítulo 4 detalha o desenvolvimento e detalhes técnicos do sistema. Também tratará sobre dificuldades enfrentadas e tecnologias testadas.

Com o sistema criado, foi possível executar alguns testes utilizando a programação como tema. Os resultados dos testes são detalhados e discutidos no capítulo 5.

Por fim, encerra-se este trabalho no capítulo 6 com conclusões técnicas e educacionais sobre a capacidade de gamificar o ensino superior além de possibilidades futuras para o sistema.

Porém, antes de iniciar o aprofundamento no trabalho, se faz necessário esclarecer alguns pontos importantes para a conceituação das tecnologias utilizadas, algo visto no próximo tópico.

1.1 Conceitos básicos

Neste tópico serão expostos alguns assuntos impregnados na explicação do trabalho. Para que o leitor possa compreender melhor, trataremos sobre o sistema precursor do GameFY, o UCL GO, sobre inteligência artificial, *machine learning*, *deep learning*.

Deep Learning em tradução livre é ‘aprendizado profundo’, termo usado para definir métodos para analisar dados e gerar padrões precisos com o estudo aprofundado de certos processos, esta tecnologia permite o entendimento de uma pessoa. Analisando como a pessoa compra, estuda, se comporta ou dentre outros inúmeros padrões. O intuito é permitir a otimização da experiência para cada pessoa, permitindo que sistemas possam prever as escolhas mais adequadas para o usuário. Este trabalho foca apenas no padrão do aprendizado, também denominado *Learning Analytics* (PEARSON HIGHER EDUCATION, 2022). Todos os detalhes metodológicos serão analisados no capítulo 2.

Mas antes, consultar-se-á o material teórico já produzido nos últimos cinco anos e que estejam registrados na base de conhecimento da Capes, anais do SBGames e outros jornais e revistas de área similar. Este conteúdo irá embasar, direcionar a pesquisa e será exposto no capítulo 3.

Tanto *Deep Learning* quanto *Learning Analytics* são muito recentes, principalmente quando unificadas com gamificação. Por este motivo alguns cenários serão definidos e detalhados no capítulo 4. Estes cenários serão focados no estudo da eficiência da plataforma em aprimorar a retenção de conhecimento dos alunos.

Por fim, reserva-se o capítulo 5 para apresentar uma conclusão sobre os resultados obtidos e entender como a pesquisa pode ser aprimorada.

1.1.1 Gamificação

Gamificar ou gameficar é uma palavra que surgiu recentemente, mas que sua aplicação vem de longa data. Em si, é a essência do jogo, pois é através da gamificação que o ser humano unifica conteúdos e materiais através de uma interação cativante, de acordo com Fadel *et al.* (2014). A gamificação pode ocorrer em dois níveis, conteúdo e estrutura.

A gamificação de conteúdo modificará o cerne do que se deseja praticar ou transformar. Como exemplo pode-se utilizar a história de forma gamificada: Sabe-se que o homem chegou à lua durante a guerra fria e que Neil Armstrong foi a primeira pessoa a pisar na lua. Passado dessa forma, são meras informações que, como várias outras, podem se perder na mente das pessoas. Este mesmo trecho pode ser gamificado se modificar a visão, contar a mesma história na visão de Neil Armstrong, adicionando mistérios, desafios e conflitos, chegando até a alterar a história.

Já a gamificação estrutural ela foca em alterar somente a estrutura ou processo pelo qual será obtido aquele conteúdo, mas sem alterar o conteúdo. Seguindo o mesmo exemplo, pode-se criar um *Quiz* (jogo de perguntas e respostas) onde questiona-se detalhes da chegada do homem à lua, podendo ser complementado com pontos, ranking e outras formas que gerem uma disputa amigável entre pessoas. Ambas as classificações podem ser abstraídas dos trabalhos dos autores Huizinga (2000), Uribe (2012), Navarro (2013) e Gomes (2017).

As motivações da gamificação podem ser muitas, desde tornar mais cativante um certo conteúdo até reforçar informações específicas.

1.1.2 Gamificação estrutural

Além da gamificação do conteúdo, há também a gamificação estrutural. Onde muda-se a estrutura da aplicação ou formato da aplicação, mas não altera o conteúdo. Esta é uma referência básica dos *videogames*, onde não basta zerar o jogo, o jogador é instigado a atingir níveis mais altos através de troféus e conquistas (HAMARI; ERANTI, 2011). Uma proposta onde o jogador deverá cumprir uma missão mais difícil como, coletar todos os itens do jogo, alcançar um *hit combo* mais alto que o normal, encontrar uma sala secreta, dentre outros. Ganhando um destaque como expert naquele jogo.

Uma implementação comum deste tipo de gamificação é tomar como referência os diversos elementos dos videogames, tais como pontos, níveis, emblemas e tabelas de classificação, e aplicá-los a um contexto instrucional. Então, se você assistir a um vídeo de 15 minutos, você pode ganhar 100 pontos. Se você assistir vídeos suficientes, você pode ganhar um lugar na tabela de classificação. E, em seguida, se você chegar ao topo da tabela de classificação duas semanas seguidas, você pode

ganhar um distintivo intitulado algo como “Chefe por Duas Semanas”. Durante todo o tempo, o ensino não é reformatado ou alterado. Isto é reforçado pela pesquisa de Domínguez *et al.* (2013), Hamari e Eranti (2011).

Você ganha apenas coisas adicionais para assistir o conteúdo e, na maioria das vezes, para responder a perguntas sobre o conteúdo e responder corretamente a perguntas tipo *Quiz* que pode ser na forma de perguntas de múltipla escolha, ou um exercício de arrastar e soltar, ou mesmo um jogo de tipo forca dentro do conteúdo de uma experiência gamificada.

Na educação um exemplo típico de gamificação estrutural em um contexto de aprendizagem é quando um aluno recebe conteúdo para ser aprendido através de um jogo de tipo *Quiz* diariamente, por um período de duas semanas via e-mail ou através de um aplicativo para celular.

O aluno recebe um e-mail com uma pergunta do “*Quiz*” contendo o conteúdo a ser aprendido. Se eles respondem corretamente, eles ganham pontos e progredem até ganhar um crachá digital. Se eles respondem incorretamente, o aluno é imediatamente apresentado a uma orientação curta, projetada especificamente para abordar o tópico abordado na pergunta inicial.

As perguntas são repetidas em vários intervalos, até que o estudante demonstre o domínio do tópico. Todo o processo pode levar apenas de 30 a 90 segundos por dia, e pode ser feito no início ou no final do dia. O processo de aprendizado através do *Quiz* baseia-se na percepção de jogos comerciais que retêm muitos usuários como Pokémon Go (SCHWARTZ, 2016), e também é suportado pelas pesquisas de Cunha, Gasparini e Berkenbrock (2013).

Como os alunos estão progredindo através do conteúdo, o número de perguntas que eles respondem corretamente são indicados em um quadro de líderes, permitindo que os alunos avaliem o seu progresso em relação aos outros.

A gamificação estrutural parece ser o tipo mais comum que vem sendo utilizada em contextos educacionais, talvez porque, de certa forma, é relativamente mais fácil de implementar, quando comparada com a gamificação do conteúdo.

Pode-se criar ou comprar uma estrutura em que se aplicam pontos para determinadas atividades do aluno, dentro de um período limitado de tempo. No entanto, é importante ter em mente que simplesmente adicionar pontos, emblemas e

tabelas de classificação, não necessariamente motiva os alunos por muito tempo. É importante aplicar estes elementos de forma inteligente e balanceada. Em outras palavras, a gamificação estrutural deve ser uma mistura que motive os estudantes a estudar o conteúdo e também incentivá-los.

1.1.3 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial provém de estudos dos primórdios da computação, que dentre vários estudiosos Alan Turing é ressaltado como pai da computação e da Inteligência Artificial (IA), na tentativa de complementar o hardware do computador com um software capaz de simular um ser humano (RUSSEL e NORVIG, 2003).

Este chegou a elaborar o famoso teste de Turing, onde uma máquina que pudesse se encontrar e conversar com um ser humano, sem que este percebesse que se tratava de uma máquina, este software poderia ser categorizado como uma IA. O mesmo teste aparece em vários filmes, porém um dos mais marcantes e que usa as bases de Turing fielmente é Blade Runner (1982).

Como no Russel e Norvig (2003), é válido ressaltar que a IA provém de vários campos de estudos como matemática, filosofia, psicologia e outros, além da própria computação. Hoje várias outras áreas foram envolvidas nos estudos da IA, seja utilizando a tecnologia como ferramenta ou visando aprimorar sua criação.

A área de ensino e aprendizado também foi envolvida nestes estudos gerando algumas vertentes, dentre elas o aprendizado de máquina, comumente conhecido como *Machine Learning* (ML).

1.1.4 Machine Learning

Machine Learning é considerado um dos ramos da IA cujo foco é o aprendizado da máquina, um processo que visa simular a inteligência humana e permitir que a máquina tome decisões autônomas. Alguns pontos importantes influenciam a criação de uma IA que utiliza as técnicas de aprendizado de máquina.

- Objetivos: O programa deve conter uma definição mínima/primordial dos objetivos que deve cumprir. Estes objetivos servem como medida para saber se as ações tomadas estão condizentes com o que deveria cumprir.
- Função de ativação: Uma função matemática que calcula um resultado através

das entradas. O resultado é utilizado para averiguar quão próxima está a ação tomada do objetivo. A mesma função permite que as variáveis de entrada sejam ajustadas através de pesos, permitindo a correção do resultado.

- Treinamento: Há duas formas comumente utilizadas para aprendizado de máquina, guiada e não guiada. A guiada traz um conjunto de dados para treinamento com respostas incluídas, facilitando os primeiros passos da IA. A não guiada deixa que a máquina resolva os problemas até que chegue no objetivo.

Estes pontos são importantes para compreender o *deep learning*, um processo aprimorado de aprendizado de máquina e outros pontos serão tratados mais profundamente no capítulo específico sobre aprendizado de máquina. O aprendizado de máquina é a base para o *Deep Learning*, ou aprendizado profundo, tratado no próximo tópico.

1.1.5 Deep Learning

Deep Learning (DL), ou aprendizado profundo, é uma especialização do aprendizado de máquina, onde é possível não só encontrar a melhor ação para um objetivo, como também encontrar novas possibilidades para aquele objetivo.

Utilizando a base do aprendizado de máquina, o aprendizado profundo coleta dados de forma macro no intuito de entender o processo em si, na tentativa de entender as motivações, causas do processo e ofertar outras soluções. Neste trabalho o foco é compreender como o aluno aprende, coletando informações sobre cada indivíduo enquanto usa o software e agindo da melhor maneira, para que ele tenha mais chances de aprender. Já a visão da sala permite entender como a turma trabalha, com possibilidade de ajustes nas atividades/ementas.

A diferença técnica entre o aprendizado de máquina e o aprendizado profundo é a quantidade de dados coletados e a fórmula matemática que pode ser mais robusta. Para tornar a IA mais robusta e entender as melhores formas de reagir às entradas, é necessário buscar estudos que permitam a compreensão do estudante, algo que será explorado no próximo tópico, *Learning Analytics*, ou analítica do aprendizado.

1.1.6 Learning Analytics

Learning Analytics, ou analítica de aprendizado, é o cerne desta pesquisa cujo intuito é entender como cada aluno aprende e fornecer o melhor caminho para que ele aprenda. Para isso é necessário entender quais metodologias utilizar para coleta de dados e para a análise dos dados coletados.

1.1.7 Relação entre UCL GO e GameFY

Como a base deste trabalho está definida sobre a dissertação de mestrado do autor Quiroz (2019) é importante esclarecer a relação entre o sistema pesquisado na dissertação e o sistema criado na Tese. O sistema da dissertação é uma plataforma de gamificação de conteúdos para o ensino superior, criado e testado em 2017 para uma feira acadêmica e foi denominada UCL GO!. A dissertação utilizou os dados de uso coletados no evento de 2017 junto com os dados de um teste executado no evento do mestrado para estudar a eficiência do UCL GO. O trabalho comprovou que o sistema era eficiente e que havia oportunidades para melhorias. Baseando-se nestas melhorias o sistema necessitou ser reestruturado, mudando o foco para a gamificação com o auxílio da inteligência artificial e mudando seu nome para GameFY.

1.2 Principal questão da pesquisa

O objeto deste trabalho toma como referência a seguinte questão: Como *deep learning* e *learning analytics* podem tornar a ferramenta GameFY mais eficiente e customizável para o aprendizado?

Esta questão provém da curiosidade se a gamificação pode ser implementada junto com áreas especializadas da inteligência artificial no intuito de gerar dados que identifiquem um padrão de como o aluno aprende. Também, verificar se é possível expandir este padrão para compreender sobre a turma, curso, instituição de ensino e avante. (Desenvolver mais a questão principal da pesquisa).

1.3 Localização da revisão de estudos anteriores no tempo e no espaço

A revisão de estudos anteriores considera o período de 2014 até 2022 da literatura disponível em artigos científicos, teses, dissertações e livros, onde haja estudos similares no campo da educação com *machine learning*, *learning analytics*,

deep learning e gamificação.

A literatura considerada neste período teve como foco publicações em língua portuguesa, inglesa e espanhola, considerando pesquisas disponíveis nas seguintes bases online:

- Banco de Teses e Dissertações da Capes;
- SCIELO - *Scientific Electronic Library Online*;
- Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo);
- Google Acadêmico;
- SBGames – Simpósio Brasileiro de Games.

Dentre as várias pesquisas, resalto um breve resumo sobre os seguintes trabalhos e autores mais importantes. Este material é melhor discutido no capítulo 3.2.

- Menezes (2018) que mapeou em seu trabalho o estudo sobre gamificação e aprendizado de algoritmos baseado em jogos.
- Mokhtar, Alshboul e Shahin (2019) detalham as diferenças entre os níveis da educação, refletindo os níveis das indústrias buscando um caminho para a educação 4.0;
- Nagao (2019) abordando as bases teóricas do *deep learning* e do *learning analytics*;
- Pastushenko (2019) discorre sobre como utilizar *learning analytics* para ajustar o nível de dificuldade das atividades de forma dinâmica;
- A pesquisa de Alharbi et al.(2020) traz luz sobre a gamificação da educação baseada apenas na teoria dos jogos e sobre sistemas de tutoria inteligente;
- O trabalho de Klock et al.(2020) trata sobre tailored gamification, no português o tema é traduzido como gamificação sob medida;
- O trabalho de Singh et al.(2021) utilizou uma visão diferente do *learning analytics* com realidade aumentada;
- A pesquisa de Sawatzki e Schlippe (2022) focou na utilização de linguagem natural através de um chat para alunos interagirem e responderem atividades;
- Garden e Rivera(2021) trazem uma análise de um framework de gamificação através da taxonomia da educação de Bloom;

- O artigo de Reis, Alves e Wendland (2022) aborda o crescimento do uso de metodologias ativas nos cursos de engenharia;
- Hooda et al.(2022) avalia os tipos de atividades/avaliações aplicadas e como estas refletem no aprendizado do aluno;
- Minha dissertação de mestrado é a base crucial deste trabalho, referenciando a primeira versão do sistema de gamificação de estudos (QUIROZ, 2019).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta investigação é propor uma nova forma de aplicar a gamificação, que auxiliada pelo *deep learning* e embasada no *learning analytics* possa impactar o aprendizado e a motivação dos estudos na educação superior. (Explicar o que é *deep learning*, *learning analytics* e qual o tipo de impacto o trabalho pretende causar no aprendizado. Além disso, estamos falando de que curso da educação superior?).

1.4.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral proposto, esta pesquisa também tem por objetivos específicos:

- a) Mapear o conhecimento de pesquisadores e acadêmicos acerca da gamificação referente ao período de 2014 a 2022, considerando as palavras-chave: gamificação, gameficação, gameficando e *gamification* conectadas a algum tema de Inteligência Artificial e análise de aprendizado.
- b) Estruturar um padrão para gamificação de disciplinas baseados nas referências obtidas.
- c) Criar a ferramenta GameFY com base nos estudos deste trabalho.
- d) Coletar dados sobre o uso do sistema para propor melhorias.

1.5 Justificativas e relevância da pesquisa

1.5.1 Justificativa e relevância científica

Percebe-se claramente que as novas gerações, como a geração Z de Turner

(2015), não conseguem mais estudar à moda antiga e necessitam de maior interatividade para manterem-se atentos. Isso é reforçado com a decadência das notas (RENAU et al., 2019), da motivação para estudar percebida no ensino superior e do reflexo da tecnologia permeada no dia a dia. Deixando assim um árduo trabalho de inovar e motivar para os professores, que ainda assim, correm um enorme risco de não conseguir uma eficiência aceitável.

Também, uma parte das ferramentas utilizadas pelos Institutos de Ensino Superior (IES) não fornecem dados o bastante para averiguar a forma de aprendizado de seus alunos. Normalmente baseando-se no desempenho dos alunos, relato dos professores e dos alunos para ajustar a forma de ensino. Uma metodologia que tem certa eficiência, porém sem formalidade e informações que aumentem a probabilidade de acerto.

Assim, justifica-se de forma científica, a busca por novas maneiras de ensinar e reforçar o conhecimento através deste trabalho.

1.5.2 Justificativa e relevância pessoal, profissional e acadêmica

Como professor, vejo que este projeto tem capacidade de trazer bons frutos, permitindo que eu possa interagir de formas diferente com os alunos. Facilitando o trabalho, amenizando o impacto das avaliações e simplificando as correções.

Também, a capacidade deste projeto de aprimorar a forma de estudar dos alunos é algo altamente considerável. Tornando o estudo mais desafiador e cativante, traz o engajamento necessário para o aprender.

Nesta linha, pessoalmente, fico satisfeito em trazer uma ferramenta que pode auxiliar pessoas a estudar, aprender e se tornar mais capazes. Uma frase que meu sensei (Ono Sensei) falava “Sou como a crista do galo, quando vocês[alunos] crescem eu também cresço!” (ONO, 2018). Se conseguirmos fazer as pessoas crescerem, o mundo todo será impulsionado para um futuro melhor.

1.5.3 Justificativa e relevância histórica, social, cultural e educacional

Segundo Nallin (2005) os jogos advêm do século XVI, cujo intuito na época era alfabetizar. Reforçando a ideia dos jogos estarem implícitos ao nosso aprendizado, Huizinga (2000) vê os animais disputando e brincando entre si, ao mesmo tempo que

aprendem através da prática, e relaciona isso ao ser humano, como uma experiência é importante para o aprendizado. Após a descoberta da pintura, parte do conhecimento passa a ser escrito, em pedras e cavernas, o que permitiu um grande salto para a passagem de conhecimento, para a escrita e para a linguagem formal. A partir deste momento, começa o arco da história, onde o conhecimento passa a ser promovido, tanto escrito quanto falado, através de contos, fábulas e histórias, uma experiência relatada por Lemos e Zamperetti (2017).

Hoje, com mais estudos e uma formalização maior ainda, o conhecimento foi traduzido para livros, vídeos, áudios, sites, jogos e muitas outras formas, além de ser dividido em categorias e especializações. Apenas como complemento, por mais que referenciamos toda esta massa de experiências como conhecimento, mesmo nas formas citadas acima, ela é categorizada oficialmente como informação, já que para tornar-se conhecimento precisa de prática/experiência pessoal, conforme Valentim (2002).

Como todo processo evolutivo, há prós e contras, toda essa formalização organizou e ampliou os horizontes do conhecimento humano, ao custo de sua forma cativante. Isto fica bem claro nos livros de história onde estudamos grandes homens como Henry Ford que teve uma ideia e com suas próprias mãos fez um carro, através da tentativa e erro. Tal constatação pode ser abstraída dos trabalhos de Stort (1989), Soriano e Winterstein (2004).

Em vista de todo esse processo, hoje pouco cativante, ressurgem a gamificação. cujo objetivo é valorizar o processo de ensino-aprendizagem enquanto cativa como uma fábula antiga. Porém, com o advento da inteligência artificial, uma fábula que pode se adequar enquanto é lida, que aprende como o leitor se comporta e reage. Quase um videogame, mas que é voltado para ensinar as disciplinas da escola. Desta forma surge a proposta deste trabalho, detalhada no próximo tópico.

1.5.4 Proposta de pesquisa sobre a criação de um sistema gamificado com inteligência artificial

Conectando as justificativas deste trabalho, a pesquisa concentra-se em criar uma ferramenta que permita a aplicação de análises de IA sobre os dados de interação com o sistema gamificado GameFY. O intuito é validar se é possível gerar

padrões de aprendizado dos usuários, analisar se a ferramenta é capaz de cativar e aprender sobre seu usuário, permitindo encontrar a melhor forma de ensinar.

Para embasar este trabalho, utilizar-se-á os resultados da ferramenta de gamificação UCL GO, criada pelo próprio autor e tema de dissertação de mestrado. Melhorias foram detectadas e a possibilidade de utilizar o sistema como um novo suporte ao ensino é viável. Para que seja viável e assertiva, uma das melhorias é a de aplicar uma IA sobre os dados dos usuários, permitindo relatórios mais detalhados. Como complemento, também houve a necessidade de criar uma atividade capaz de mensurar o aprendizado.

Desta forma, além de garantir que o sistema foi eficaz, através dos estudos anteriores, é necessário tratar sobre qual a melhor forma de aplicar uma IA e *learning analytics* sobre os dados obtidos. Neste ponto, o trabalho segue a explicação da metodologia no próximo tópico.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho baseia-se na metodologia Design Science Research (DSR) em conjunto com a pesquisa bibliográfica para cumprir com suas necessidades empíricas e teóricas.

A metodologia Design Science Research permite uma abordagem com maior inclinação pragmática que permite lidar diretamente com soluções para problemas existentes (LACERDA *et al.*, 2013), e segundo Junior *et al.* (2017), vem sendo aplicada de forma bem-sucedida para criar e avaliar artefatos baseados na Tecnologia da Informação.

De acordo com Bax (2014), no Brasil, a metodologia Design Science Research foi aceita em pesquisas de cunho sócio tecnológico. Como exemplo há o projeto “Gestão de Operações em Organizações Inovadoras”, que reuniu programas de pós-graduação de diversas universidades, e foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). De acordo com o quadro 1, é possível entender de forma visual o estudo de Lacerda *et al.* (2013), um relacionamento entre rigor e relevância social das pesquisas.

Quadro 1: Características e dimensões da pesquisa quanto à relevância social e rigor teórico/metodológico

| | | Relevância Social (Dimensão Prática) | |
|--|-------|---|---|
| | | Baixo | Alto |
| Rigor Reflexivo/Metodológico (Dimensão Teórica) | Baixo | Pesquisa Indesejada | Pesquisa Leviana |
| | Alto | Pesquisa fortemente centrada na :1º) academia, instituições de pesquisa, órgãos de fomento/avaliação; 2º) sem muita preocupação com largo alcance social e aplicações práticas. | Pesquisa fortemente centrada e preocupada com: 1º) alcance social; 2º) aplicação no cotidiano das pessoas; 3º) academia, instituições de pesquisa e agências/órgãos de fomento. |

Fonte: Peixoto (2019)

Este trabalho busca o nível alto em Rigor Reflexivo/Metodológico quanto na Relevância Social, permitindo que o sistema desenvolvido possua bom embasamento teórico através das reflexões sobre a pesquisa bibliográfica e retorne algo funcionalmente efetivo para a sociedade.

2.1 Metodologia Design Science Research

Herbert Simon propôs a metodologia *Design Science* em sua obra “As Ciências do Artificial”, diferenciando entre a ciência natural, ocupada em descrever/ensinar como as coisas são e como elas funcionam, e a ciência artificial, encarregada da concepção de artefatos que permitam que os objetivos sejam atingidos. O autor vê a necessidade de uma metodologia científica dedicada a produzir conhecimento através do desenvolvimento de artefatos (LACERDA *et al.*, 2013; JUNIOR *et al.*, 2017).

Os artefatos são objetos criados apenas pelo ser humano e pertencem ao mundo artificial. Estes podem ser provenientes da manipulação de objetos naturais, ou pela criação de objetos totalmente sintéticos, como um software. Bax (2014) afirma que pela avaliação e validação dos artefatos é possível alcançar a compreensão de problemas e atingir o conhecimento. Também, através dos artefatos é possível aprimorar a definição de ideias, práticas, capacidades técnicas e produtos.

Embasado pelo empirismo dessa metodologia é possível avaliar de forma efetiva um artefato, sem deixar de lado o rigor acadêmico nem a relevância social. Nesse caso, o artefato é um software que permite a gamificação de disciplinas, cujo resultado será analisado por uma inteligência artificial embasada nos conceitos de análise de aprendizado.

2.1.1 Artefatos

De acordo com o dicionário Michaelis, a etimologia da palavra artefato é latina, *arte factus*, que significa “feito com arte”, e é definida como: Produto ou obra do trabalho mecânico; objeto ou artigo manufaturado; Aparelho, mecanismo ou engenho construído para finalidade específica; Objeto que sofreu alteração provocada pelo homem, em oposição àquele que é resultado de fenômeno natural.

Para Abbagnano (2000), artefato é um:

(...)objeto produzido, no todo ou em parte, pela arte ou por qualquer atividade

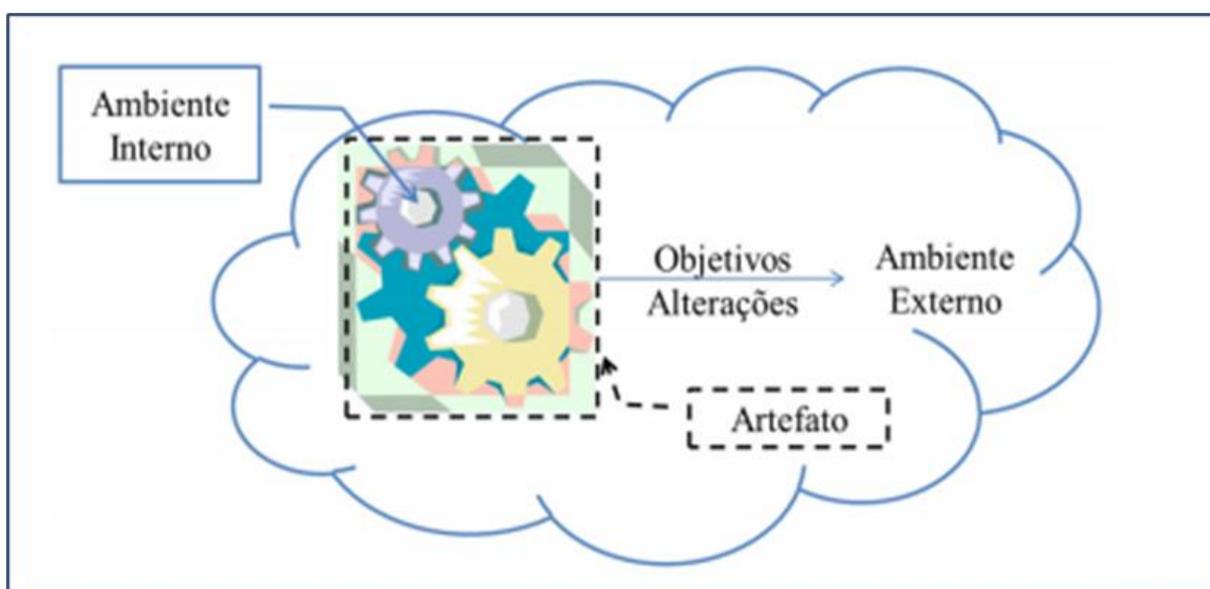
humana, na medida em que se distingue do objeto natural, produzido pelo acaso. Por isso, a presença de um artefato geológico normalmente é considerada pelos antropólogos como sinal de presença do homem na idade correspondente: a natureza e a complexidade dos artefatos são formados para distinguir os tipos de cultura a que pertencem. Para ser reconhecido com tal, o artefato deve manifestar a intenção, preexistente à sua construção, de utilizá-lo como finalidade determinada, ou seja, deve constituir a realização de um projeto (...).

Para Simon e Laird (2019), artefatos são:

(...) objetos artificiais que podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações. São normalmente discutidos, particularmente durante a concepção, tanto em termos imperativos como descritivos (...).

Conforme Bax (2014) os artefatos são a base operacional da pesquisa na investigação das disciplinas consideradas “tecnológicas”, caracterizadas pelo desenvolvimento, compreensão e uso dos artefatos para atender às necessidades práticas de indivíduos e organizações, conforme apresentado na figura 2.

Figura 1: Caracterização do Artefato



Fonte: Peixoto (2019)

Peixoto (2019, apud BUNGE 1985) complementa o conceito de artefato afirmando que artefato não é necessariamente uma coisa, pode ser algo como o desvio do curso de um rio, a modificação de um sistema de forma artificial, pode ser algo social como a organização de uma equipe esportiva, ou ainda o resultado dos cuidados a pacientes.

Bax (2014) também define que a criação de artefatos pode ser embasado nas leis naturais e nas teorias comportamentais, onde são aplicados, testados, modificados e estendidos através da experiência, criatividade, intuição e habilidades

dos pesquisadores. Da mesma base é possível categorizar quatro tipos de artefatos: constructos, modelos, métodos e instanciações, cujas descrições podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2: Tipos de Artefatos

| Descrição | | |
|-------------------|----------------------|---|
| Tipos de Artefato | Constructos | Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores. |
| | Modelos | Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de <i>design</i> , modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. Cientistas naturais muitas vezes usam o termo 'modelo' como sinônimo de 'teoria', ou 'modelos' como as teorias ainda incipientes. Na <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil. |
| | Métodos | Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> . |
| | Instanciações | Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam. |

Fonte: Extraído de Peixoto(2019, apud LACERDA et al., 2013)

2.1.2 Classificação de Problemas

A metodologia *Design Science* procura generalizar a classificação de problemas, que podem consistir na organização para a trajetória e desenvolvimento de conhecimento. Através da generalização surgem classes embasadas, no

pensamento de Lacerda *et al.* (2013): “a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações”.

A partir da definição, os autores defendem que a definição das classes de problemas favorece a pesquisa em todo o seu ciclo, e que é necessário compreender as repercussões na organização, bem como estabelecer objetivos ou metas necessárias para enfrentar o problema, tomando como referência a conscientização, revisão sistemática da literatura, identificação dos artefatos e configuração da classe de problemas, como é possível ver na Figura 3:

Figura 2: Classes de Problemas



Fonte: Peixoto (2019, apud LACERDA *et al.* 2013)

Lacerda *et al.* (2013) salientam que as classes de problemas comportam o tratamento, inclusive, de problemas teóricos, servindo como um ambiente de testes de uma teoria na prática organizacional. Os autores prosseguem sustentando que as classes de problemas também permitem a possibilidade de identificar artefatos já existentes na prática de determinada organização e que necessitem de avaliações em outros ambientes. Desta forma, a implementação e teste do GameFY pode ser considerada válida perante a ciência.

2.1.3 Design Science Research

De acordo com Bax *et al.* (2015) a Design Science Research auxilia o pesquisador a criar conhecimento teórico durante a concepção de artefatos, justificando como constituir uma pesquisa de caráter científico. Conforme Lacerda et

al. (2013) ao adotar técnicas pragmáticas de análise de processos de coletas de dados, é possível operacionalizar a construção do conhecimento, garantindo o caráter científico da pesquisa. Também, o objetivo da Design Science Research extrapola o restrito contexto em que o artefato é produzido. A Design Science Research pode servir para o desenvolvimento de produtos, mas tem um objetivo mais amplo: gerar conhecimento que seja aplicável e útil para a solução de problemas, melhoria de sistemas já existentes e, ainda, criação de novas soluções e/ou artefatos (VENABLE, 2006). Peixoto (2019) descreve as seis etapas procedurais do Design Science Research conforme o quadro 3:

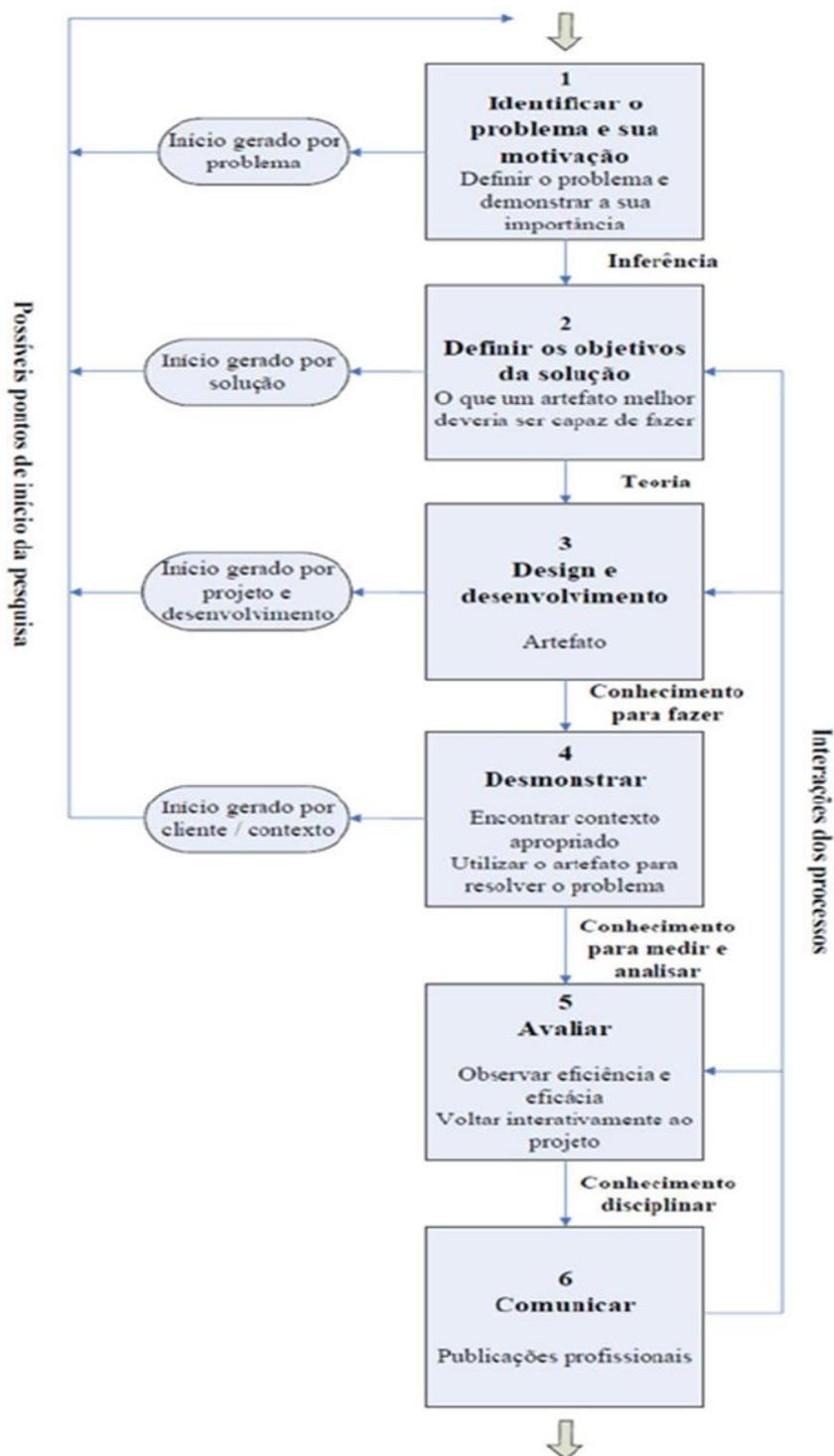
Quadro 3: Etapas da Design Science Research

| Etapa | Tópico | Descrição |
|-------|---|---|
| 1 | Identificação do problema e sua motivação | Essa etapa destina-se à definição do problema a ser enfrentado na pesquisa, cuja relevância deve ser justificada. É importante que a definição do problema seja empregada na construção de um artefato que pode vir a fornecer uma solução. São recursos necessários o estado da arte e a relevância do problema; |
| 2 | Definição de objetivos para solução | Uma vez estabelecido o problema que será enfrentado, a segunda etapa consiste em estabelecer os objetivos para a solução a ser desenvolvida. É importante que estes objetivos estejam dentro de uma noção de viabilidade e tangibilidade, de forma que eles sejam possíveis de serem alcançados. São recursos necessários o estado da arte e o prévio conhecimento das possíveis soluções; |
| 3 | Projeto e desenvolvimento : | Etapa destinada ao planejamento e desenvolvimento do artefato. O planejamento compreende as fases do projeto que são preliminares ao desenvolvimento, e podem variar de acordo com a disciplina. No caso específico de jogos digitais, estão as etapas de ideação, elaboração do Game Design Document (GDD), a arquitetura do jogo, protótipos, entre outros que variam de acordo com a equipe de desenvolvimento. São recursos necessários para executar a solução, como por exemplo, o conhecimento teórico |
| 4 | Demonstração | Nesta fase ocorre a demonstração do artefato sendo utilizado, revelando a solução de uma ou mais instâncias do problema. Essa demonstração pode ser operada por meio de um experimento, simulação, estudo de caso, prova formal ou outra atividade desde que apropriada. São recursos necessários para o conhecimento sobre como operar o artefato. |
| 5 | Avaliação | Nesta etapa, deve-se observar e mensurar como o artefato atende a solução do problema. Deve-se estabelecer um comparativo entre os objetivos propostos para a solução do problema, com os resultados obtidos durante a utilização do artefato. Dependendo dos resultados, pode-se optar pela recursão metodológica, retornando às etapas 3 ou 4, para desenvolver melhorias e aprimoramentos no artefato. |
| 6 | Comunicação | Essa é a etapa onde ocorre a divulgação do problema identificado, bem como a solução proposta, além da apresentação dos artefatos que foram desenvolvidos. |

Fonte: Peixoto (2019)

A figura 3 demonstra a ordem conforme sugerida, e demonstra o fluxo da pesquisa de acordo com Junior *et al.* (2017).

Figura 3: Etapas da DSRM



Fonte: Junior *et al.*, (2017)

2.1.4 Avaliação e validação na Design Science Research

Para garantir que o produto/artefato tenha validade científica, Hevner *et al.* (2004) propõem algumas formas de avaliação conforme o quadro 4, descrevendo quais os possíveis métodos avaliativos para cada forma de avaliação.

Quadro 4: Métodos para avaliação

| Item | Forma de Avaliação | Métodos propostos |
|------|----------------------|--|
| 1 | Observacional | <p>Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios.</p> <p>Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em múltiplos projetos. Esses estudos podem, inclusive, fornecer uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa.</p> |
| 2 | Analítico | <p>Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas.</p> <p>Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato.</p> <p>Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).</p> |
| 3 | Experimental | <p>Experimento Controlado: Estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade).</p> <p>Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.</p> |
| 4 | Teste | <p>Teste Funcional (Black Box): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos.</p> <p>Teste Estrutural (White Box): Realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).</p> |
| 5 | Descritivo | <p>Argumento informado: Utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato.</p> <p>Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.</p> |

Fonte: Extraído de Lacerda et al. (2013)

Bruseberg e McDonagh-Philp (2002, *apud* LACERDA ET AL., 2013), propõem outra forma de avaliação dos artefatos através de Grupo Focal, sustentando que garantem uma discussão mais aprofundada e colaborativa em relação aos artefatos

desenvolvidos pela pesquisa. Lacerda *et al.* apresentam um quadro, classificando os tipos de Grupos Focais em *Design Science Research*.

Quadro 5: Tipos de Grupos Focais em DSR

| Item | Características | Grupo Focal Exploratório | Grupo Focal Confirmatório |
|------|-----------------------------|---|---|
| 1 | Objetivo | Alcançar melhorias incrementais rápidas na criação de artefatos. | Demonstrar a utilidade dos artefatos desenvolvidos no campo de aplicação. |
| 2 | Papel do Grupo Focal | <ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento de informações que possam ser utilizadas para eventuais mudanças tanto no artefato, como no roteiro do Grupo Focal. • Refinamento do roteiro do Grupo Focal e identificação de constructos a serem utilizados em outros grupos. | <ul style="list-style-type: none"> • O roteiro de entrevistas previamente definido para ser aplicado ao grupo de trabalho, não deve ser modificado ao longo do tempo a fim de garantir a possibilidade de se fazer comparativos entre cada Grupo Focal participante. |

Fonte: Extraído de Lacerda *et al.* (2013)

2.2 As etapas da pesquisa

Para seguir a formalização proposta na metodologia Design Science Research, esta pesquisa foi dividida em seis (06) etapas:

- 1-Identificação do problema e sua motivação
- 2-Definição de objetivos para a solução
- 3-Projeto e desenvolvimento
- 4-Demonstração
- 5-Monitoramento e Avaliação
- 6-Comunicação

Cada uma das etapas será detalhada em seu próprio tópico como segue o trabalho.

2.2.1 Primeira etapa - Identificação do problema e sua motivação

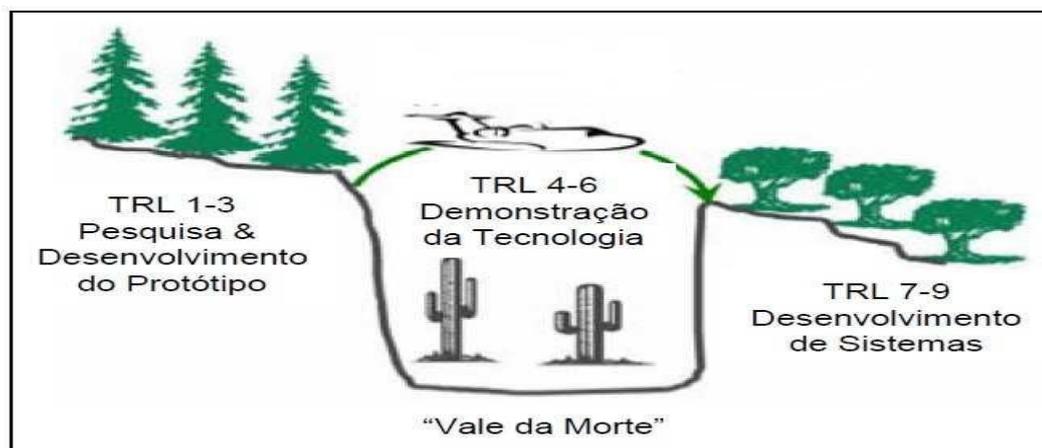
O problema foi identificado pelo autor durante sua atuação profissional como professor, anos antes do início desta pesquisa. Após buscar novos meios para interagir e cativar os alunos para que eles tivessem uma ânsia maior de aprender. Um sentimento compartilhado por colegas de várias instituições de ensino diferentes.

Durante a busca por formas de solucionar o problema, a gamificação surge como base ou tema conectado. O autor experimentou explorar o tema de várias formas possíveis, ministrando aulas gamificadas, palestras interativas e eventos sobre jogos.

Em 2017 surge a oportunidade para criar um sistema gamificado dentro da Faculdade UCL, cujo intuito era gamificar um evento acadêmico. A criação do sistema será detalhada no capítulo 3.1. Este foi o momento em que anos de testes e pesquisas atingiram o conhecido vale da morte da tecnologia.

O vale da morte da tecnologia é uma referência ao nível de maturidade do software ou Technology Readiness Level (TLR), onde o software é colocado à prova com clientes reais. No caso de um jogo ou sistema, pode ser considerado um teste de versão beta do sistema, quando ele está quase pronto para ser comercializado. Na figura 4 é possível entender um pouco melhor e relacionar com os níveis de maturidade do software.

Figura 4: Modelo de maturidade de software



Fonte: Leite et al.(2019)

Após a utilização do sistema, houve muito aprendizado no quesito acadêmico e técnico. Porém este conseguiu ultrapassar o vale da morte com sucesso. Em 2018 o autor ingressou no Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais da PUC-SP, aproveitando a oportunidade para garantir a validade científica do sistema, das pesquisas e resultados obtidos.

A dissertação do mestrado, UCL GO: Um estudo qualitativo de uma plataforma gamificada adotada como prática em disciplinas do ensino superior (Quiroz, 2019), trouxe robustez científica e evidenciou algumas brechas no estudo de gamificação,

uma delas é a falta de conexão entre Inteligência Artificial com sistemas gamificados. Este foi o ponto chave para o início deste trabalho.

Buscando aprofundamento no tema, o autor se debruçou sobre novas pesquisas ao entrar no doutorado. Durante sua busca, percebeu que o sistema gamificado voltado para a educação poderia ser beneficiado caso a Inteligência Artificial pudesse avaliar o comportamento do aluno. Desta forma o norte da pesquisa foi criado, necessitando objetivos e definições, que serão descritos no próximo capítulo.

2.2.2 Segunda etapa – Definição de objetivos para a solução

O primeiro objetivo desta pesquisa foi desconstruir o sistema gamificado trabalhado no mestrado. Este objetivo surge devido a tecnologia que o mesmo utilizava no seu aplicativo cliente, ou frontend, a plataforma Unity. Sua última atualização ocorreu em Fevereiro de 2019 e a empresa informou que não haveria mais atualizações daquele modelo da plataforma. Também, o sistema anterior possuía muito o foco dado pela instituição de ensino onde foi desenvolvido. Como complemento, houve novos aprendizados e melhorias, como a solução de problemas de manutenção do software, compatibilidade com equipamentos mobile, custo de licença do Unity, dentre outros que seriam aprimorados se o sistema fosse reescrito. Estes problemas são esclarecidos em detalhes no capítulo 4.2.1 .

O foco do sistema atual é uma página web responsiva que pode ser acessada de dispositivos móveis, computadores e qualquer dispositivo que suporte javascript. O objetivo era deixar o sistema mais acessível através de tecnologias que grande parte dos hardwares e sistemas operacionais aceitassem.

O jogo deve permitir que o professor crie gamificação com facilidade, utilizando vários tipos de tecnologias diferentes como questionários objetivos e discursivos, realidade aumentada, geolocalização e escaneamento de QR-Codes. Também deve ser capaz de agendar atividades, definir avaliações, ranking de alunos, fazer correções automáticas e manuais, sem a necessidade de usar múltiplas ferramentas, apenas o sistema gamificado.

O sistema deve ser capaz de estudar o comportamento do aluno, de acordo com suas respostas e avaliações, identificando e informando quais são os pontos fracos e fortes, assim como qual é a forma de estudar que melhor se encaixa ao aluno.

Além de averiguar o aluno, o sistema deve também ser capaz de compreender níveis macros como uma turma ou um curso, demonstrando para o professor ou instituição qual a melhor forma de aprimorar o aprendizado dos alunos.

Para o aluno, o sistema deve permitir que o mesmo, possa averiguar as atividades a serem feitas, escolher atividades prontas de qualquer disciplina, ver pontos fortes e fracos, notas e níveis de aprendizado. Aconselhando também refazer atividades cujos temas não foram aprendidos com qualidade. O acesso deve ser seguro, utilizando alguma forma de autenticação, e deve permitir o acesso a partir de qualquer dispositivo, trazendo todo seu histórico.

O sistema necessita de um servidor que possa atender múltiplas requisições simultâneas de dispositivos diferentes, possua verificadores de autenticidade e controle o acesso ao banco de dados.

Para atender às possíveis soluções, houve um esforço do orientador e do orientado na identificação de artefatos já existentes, ampliando a visão dos artefatos desenvolvidos.

2.2.3 Terceira etapa - Projeto e Desenvolvimento

O projeto do sistema gamificado levou em conta o projeto anterior e seus aprendizados, também é importante citar que por mais que possua detalhes de jogos não cabe utilizar um Game Design Document (GDD), mas um detalhamento de sistemas. Logo criou-se um documento de requisitos e especificações técnicas, conforme apêndice I.

Para o design do projeto foi extremamente importante utilizar conhecimentos de User Experience e User Interface, com o intuito de criar uma interface minimalista. O projeto utilizou como base pontos positivos da primeira versão, exemplos de softwares similares bem avaliados e materiais bibliográficos sobre o tema. Através de um processo de brainstorming, rascunhos e testes, o design do sistema foi criado pelo autor do trabalho.

Com a documentação do desenvolvimento e do design prontas, o autor utilizou a ferramenta Trello para gestão de tarefas e na organização do desenvolvimento. Os detalhes do desenvolvimento do sistema gamificado são aprofundados no capítulo 4.

2.2.4 Quarta etapa - Demonstração

O artefato/sistema gamificado, tratado na etapa anterior, será apresentado demonstrando suas potencialidades de gamificação, no ensino/aprendizagem, e na viabilidade econômica, demonstrando capacidade em solucionar as demandas elencadas nesta pesquisa.

Parte desta demonstração foi executada no evento Games Teoria e Prática (GamesTP), do Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais, ocorrido na PUC-SP em 2018. O servidor do sistema já possuía melhorias observadas pelas pesquisas.

2.2.5 Quinta etapa – Monitoramento e Avaliação

O objetivo desta fase é fornecer dados, informações e apreciações que possam auxiliar na tomada de decisão, no planejamento e na alocação de recursos.

O plano desta fase é começar a testar/aplicar o GameFY em várias turmas de computação, em várias instituições de ensino superior diferentes. Os testes devem ocorrer ao menos por 6 meses. Seria tempo o bastante para que o sistema gerasse o perfil inicial individual e da turma. O monitoramento seria executado totalmente pelo painel do professor/sistema, enquanto os dados passariam por uma avaliação dos professores envolvidos, pelo autor do trabalho e unidos com uma avaliação individual se houve um aprimoramento do aprendizado do aluno.

A referida etapa será realizada em trabalhos futuros, conforme descrito na seção 5.1.

2.2.6 Sexta etapa - Comunicação

A fase de comunicação desta pesquisa ocorreu em parte através da publicação de artigos e capítulos de livros durante o percurso do autor no Mestrado e no Doutorado. Porém sua formalização completa dar-se-á mediante a defesa da presente pesquisa.

3 REVISÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES

Com o intuito de cumprir os objetivos teóricos desta pesquisa, necessitamos revisar as aplicações anteriores do sistema gamificado, a literatura que se iguala ou assemelha ao tema da pesquisa, e averiguar sistemas de gamificação disponíveis.

3.1 Criação do UCL GO

O primeiro ensejo da concepção deste trabalho surge em 2017 através da necessidade da Faculdade do Centro Leste - UCL, localizada no estado do Espírito Santo e onde o autor deste trabalho era professor, criar uma nova forma de interagir e cativar pessoas a participarem da mostra de trabalhos da instituição, também conhecida como Mostra UCL. O sistema criado para esta mostra foi nomeado de UCL GO!

Após tomar conhecimento desta necessidade através de reuniões da diretoria da faculdade com os colegiados de curso, iniciei uma busca para compreender melhor o problema. Através de reuniões com os coordenadores de curso houve a coleta de informações sobre as necessidades acadêmicas, perfil dos alunos e dos projetos apresentados. Através de reuniões com a equipe de marketing foram tratados detalhes sobre quantitativos de comparecimento de alunos, visitantes, dados de alcance nas redes sociais e matrículas vinculadas ao evento. Também, em reuniões com a mantenedora e diretoria da faculdade, houve o entendimento sobre o custo do projeto, empresas parceiras e expectativas.

Após unificar todas as necessidades, passando por um processo criativo e de detalhamento técnico, o autor gerou um esboço do projeto. O esboço foi apresentado para o comitê do evento, validando os pontos detalhados nos quadros 7 e 8.

Quadro 6: Necessidades mínimas do sistema de gamificação

| Item | Necessidade | Descrição |
|------|--|--|
| 1 | Cativar o aluno a estudar | A percepção do grupo foi que os alunos estavam mais interessados em outras atividades, deixando de estudar e falhando nas disciplinas. Não só é uma característica das novas gerações, como também há falhas no processo de ensino, que pouco evoluiu. Logo, há uma necessidade iminente de chamar a atenção do aluno para as disciplinas. |
| 2 | Enriquecer o conhecimento obtido em sala de aula | Um pouco diferente de cativar, mas não menos importante, o reforço do conhecimento dar-se-á através da prática constante, não necessariamente, intensa. Este ponto poderia facilitar a cativar alunos, quando começam a ir bem na disciplina. O reforço normalmente é aplicado através de atividades que serão feitas num horário extra, fora de aula. Mas a percepção dos professores indicou que os alunos não estavam se dedicando para executar essas tarefas. |
| 3 | Permitir uma nova forma de avaliação e acompanhamento do aluno | Melhorar as formas de avaliação aplicadas aos alunos, sabendo que provas e trabalhos são limitados para uma avaliação completa e eficaz. Surge com este sistema a possibilidade de avaliar o aluno todos os dias, permitindo um melhor acompanhamento e motivação do aluno. |
| 4 | Direcionar/Orientar o aluno nas atividades | Os professores e coordenadores concordaram que não basta a orientação em sala de aula, mas uma orientação contínua e direcionada para cada aluno. Surge a possibilidade de atribuir tarefas para cada aluno de acordo com suas necessidades/fraquezas. |
| 5 | Incentivar o aluno a participar das atividades extracurriculares | Também, de acordo com o comitê, poucos alunos participam das atividades complementares. |
| 6 | Facilitar a transição entre atividades de classe e eventos | Também relatado pelo comitê, a necessidade de incentivos práticos para fazer a transição entre teoria e prática. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Alguns pontos complementares também foram definidos conforme quadro 7.

Quadro 7: Necessidades complementares do sistema de gamificação

| Item | Elemento | Descrição |
|------|--|--|
| 1 | Divulgar a instituição e suas atividades | Criar um novo canal de comunicação com alunos, participantes de eventos da instituição e interessados, com o intuito de incentivar a participação e aumentar a entrada de alunos. |
| 2 | Incentivar entrada de alunos | Através de tarefas externas com recompensas/benefícios, vislumbrou-se a possibilidade de encontrar pessoas realmente interessadas em participar desse game. |
| 3 | Contabilização de carga horária complementar | Depois de uma longa pesquisa, a equipe técnica do UCL GO não encontrou sistemas de gerenciamento de eventos que contabilizem a real quantidade de horas que o participante deve ser creditado pelo evento. Os sistemas encontrados contam genericamente/totalizam as horas, ou não contabilizam as mesmas. |
| 4 | Geração de certificados para eventos | Não há um responsável por emitir os certificados do evento, normalmente recaindo sobre a secretaria acadêmica esta |

| | | |
|---|---|--|
| | | responsabilidade, mas falhando no quesito de conhecer casos específicos e contabilização de horas/atividades. A equipe técnica encontrou muitos sistemas que geram certificados, alguns customizados, mas nenhum integrado com um sistema que indique todas as atividades executadas. |
| 5 | Permitir e facilitar a visita no evento, tanto por alunos quanto por pessoas externas | Após a coleta de informações com professores que costumam participar de eventos, nacionais e internacionais, além da visita a alguns eventos, percebe-se que muitos participantes se perdem e acabam não visitando todos os stands de uma feira. Alguns eventos, para resolver esta situação, fazem labirintos direcionados, mas que impedem o visitante de retornar a um estande, além de necessitar um espaço maior. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Com a aprovação das necessidades do sistema, uma equipe de desenvolvimento foi formada, composta por dois professores (incluindo o autor deste trabalho), dois alunos do curso de Sistemas de Informação e um designer da equipe de EAD. O projeto deveria ser concluído em aproximadamente 3 meses, para que pudesse ser usado durante a Mostra UCL. Logo, foram selecionados alguns dos requisitos dos quadros 7 e 8, de forma que a equipe conseguisse entregar o sistema funcionando. Com os requisitos mínimos definidos, algumas propostas para sua aplicabilidade foram elaboradas:

- Cativar o aluno a estudar: A solução trabalhada envolve várias partes:
 - Parte 1 - um ranking geral dos alunos, um ranking do curso e um ranking da sala. Estes rankings serviam para averiguar a atividade do aluno e, para aqueles que gostam de desafios, uma disputa para ver quem acerta/faz mais atividades;
 - Parte 2 - Mini atividades que poderiam ser criadas e lançadas pelo professor, reforçando o conteúdo da semana. O intuito era ministrar o conteúdo em “doses homeopáticas”. As minis atividades poderiam ser perguntas com respostas objetivas ou discursivas, a busca de livros ou pessoas que estivessem com um código QR e pudessem marcar pontos ou ainda poderia ser uma atividade surpresa, ativada ao entrar em certa área (verificada através da geolocalização).;
 - Parte 3 - A utilização do facebook incentivou a publicação e a execução das atividades através de postagens rastreáveis. Incluir ferramentas normalmente

utilizadas pelos alunos em seu tempo livre trouxe também boa visibilidade para a instituição;

- Permitir nova forma de avaliação: Além das avaliações já utilizadas em sala, o professor poderia utilizar das minis atividades como forma de avaliação, através de pontuação da atividade ou através do ranking dos alunos;
- Reforçar o conhecimento obtido em sala de aula: Como descrito acima, na parte 2, o professor poderia programar as atividades para reforçar o que foi estudado nas semanas anteriores;
- Incentivar o aluno a participar de atividades extracurriculares: O professor poderia utilizar o código QR ou a geolocalização para incentivar ou garantir que o aluno participasse de certos eventos. Pois o mesmo só poderia pontuar se estivesse no local.
- Permitir e facilitar a visita na Mostra UCL: Utilizando as minis atividades, foi possível definir uma ordem para serem executadas, onde novas atividades aparecem apenas depois da conclusão de outras. Para a Mostra UCL serviu como um guia pelas áreas do evento e um lembrete para as atividades que ocorriam em paralelo, como palestras;
- Contabilização de carga horária: Para cada mini atividade há uma carga horária estimada pelo professor, ao concluir a atividade a carga horária é somada ao perfil do aluno e fica salva no servidor. Era possível verificar a data de conclusão das atividades e entender o padrão de estudos do aluno e da turma, assim como gerar certificados customizados.

Todas as propostas foram baseadas no conhecimento tácito da equipe de desenvolvimento. Também, a equipe de desenvolvimento não conseguiu concluir todas as funcionalidades descritas acima. Ficou para desenvolvimento futuro a geolocalização. Dedicar-se o próximo tópico para esclarecer mais detalhes sobre o desenvolvimento do sistema.

Para que as soluções descritas pudessem ser desenvolvidas a equipe de desenvolvimento organizou o projeto em 3 etapas:

- Etapa 1 - Pesquisar: Nesta etapa foram utilizados como base softwares gamificados e games de alta aceitabilidade. Foram marcadas as mecânicas mais interessantes, que condizem com as soluções elaboradas;
- Etapa 2 - Elaboração da arquitetura da solução e a busca por tecnologias/ferramentas que pudessem suportar a arquitetura. Também foi levado em consideração as habilidades da equipe de desenvolvimento;
- Etapa 3 - O desenvolvimento em si, utilizando uma metodologia de desenvolvimento ágil a equipe se dividiu em duas partes, desenvolvimento do aplicativo cliente (*frontend*) e do servidor/painel de controle(*backend*).

Para um melhor detalhamento, cada etapa foi separada em seu próprio subtópico.

3.1.1 Etapa 1

Ao iniciar a equipe buscou aplicativos que tinham alta taxa de aceitação pelos usuários, considerando quantidade de usuários, nota nas lojas de aplicativo e testes feitos pela equipe. O intuito foi perceber mecânicas que poderiam ser utilizadas para suprir as necessidades do UCL GO. Dentre vários jogos testados, no quadro 3 foram definidos alguns que mais impactaram o desenvolvimento do projeto.

Quadro 8: Jogos e aplicativos base

| Item | Tipo | Nome | Descrição |
|------|------------|--|---|
| 1 | Aplicativo | EventBrite (Eventbrite, 2022) | Sistema para eventos que permite a criação de um site do evento, geração de certificado e check-in no evento. O site fornece um aplicativo para fazer o check-in no evento através da leitura de QR-Code. |
| 2 | Jogo | Pokemon GO! (Niantic inc., 2022) | Jogo que utiliza geolocalização, realidade aumentada e tarefas diárias para cativar jogadores. Considerado como um dos jogos que alterou a jogabilidade devido a forma que implementou a realidade aumentada. |
| 3 | Jogo | Hearthstone (Blizzard entertainment, 2022) | Jogo casual, que possui tarefas diárias, cativando jogadores com as mesmas. |
| 4 | Aplicativo | DuoLingo (Duolingo, 2022) | Aplicativo para aprendizado de línguas que dá ao usuário tarefas diárias, com dificuldade personalizada, além de contabilizar as mesmas e otimizar a experiência de acordo com o uso. |
| 5 | Aplicativo | MemRise (Memrise, 2022) | Outro aplicativo para aprendizado de línguas, com algumas diferenças de design em como entregar as tarefas do usuário e às premiações. |
| 6 | Jogo | God of War (SIE Santa Monica studio, 2022) | Jogo com troféus bem estruturados, cativando e maximizando o potencial do jogador. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Além dos jogos e aplicativos do quadro 9, a pesquisa foi influenciada por Dragon Ball Legends (BANDAI NAMCO ENTERTAINMENT, 2022), Diablo 3 (BLIZZARD ENTERTAINMENT, 2022), Nyan Cat (ISTOM GAMES KFT, 2022), Cash, Inc. (LION STUDIOS, 2022), Clicker Heroes (PLAYSAURUS, 2022), Cookie Clicker (THIENNOT, 2022), Code Combat (CODE COMBAT, 2022), Hungry Shark World (FUTURE GAMES OF LONDON, 2022) e Overwatch (BLIZZARD ENTERTAINMENT, 2022).

Com estes jogos analisados, foi possível definir melhor os detalhes da arquitetura do UCL GO:

- Necessita suportar acesso simultâneo de muitos usuários (milhares): O sistema necessita aceitar usuários concorrentes, conectando e desconectando a todo o momento sem falhar. Ser escalável sem ter falhas ou perder performance.
- Banco de dados será acessado constantemente, devido a atualizações de atividade: Como nos jogos pesquisados, o usuário necessita dos dados salvos no servidor, assim pode utilizar o sistema em qualquer aparelho móvel. Logo o banco terá acessos constantes.
- Necessita de segurança para o login: O usuário necessita alguma forma de proteção para sua conta. O pensamento inicial era a utilização de uma senha.
- Acesso via web e mobile: Este detalhe surgiu do jogo Hearthstone (BLIZZARD ENTERTAINMENT, 2022), que permitia o usuário jogar no dispositivo móvel e no computador também. O intuito era permitir o uso do UCL GO em qualquer lugar, sem limitação de tecnologia. A equipe até tentou criar uma distribuição para smart tvs.
- Geração de relatórios e ranking em tempo real: Esta parte não estava nos jogos pesquisados, mas no sistema que as empresas utilizam para gerenciar os jogos. Era necessário algo similar para facilitar o entendimento dos dados de uso.
- Tarefas podem ser atualizadas em tempo real, para aparecimento de tarefas surpresa: Como nos jogos citados, muitos possuem atividades vinculadas, após terminar uma primeira atividade, uma segunda surge na sequência. Seja como guia para partes importantes do jogo ou como reforço/desafio.

Desta forma ficou mais claro para a equipe por onde seguir e quais arquiteturas

poderiam atender estes requisitos de sistema.

3.1.2 Etapa 2

Dado os requisitos da etapa 1 e a expertise da equipe de desenvolvimento, a arquitetura encontrada foi a cliente-servidor utilizando uma API RESTful. Em palavreado menos técnicos, é uma arquitetura que possui:

- Um aplicativo cliente: Que serviu como base para os alunos conectarem e executarem as tarefas. Neste caso, o aplicativo tinha funcionalidades para executar as tarefas, mas todos os dados eram recebidos e enviados pelo servidor.
- Um servidor: Que recebe requisições e dados do aplicativo cliente. O servidor tratava as requisições e guardava, ou recuperava, dados do banco de dados.
- Na arquitetura escolhida o servidor é considerado uma *Application Programming Interface*, ou API, pois faz o intermédio das requisições do aplicativo cliente com o banco de dados, averiguando e assegurando que as informações passadas estejam corretas/completas. Esta API segue uma série de restrições de comunicação e segurança para se tornar RESTful, arquitetura criada por Roy Fielding (FIELDING, 2000). O principal detalhe aplicado ao trabalho foi a padronização da comunicação, permitindo que fossem criados aplicativos clientes em tecnologias e linguagens diferentes sem alterar a comunicação com o servidor. Uma representação da arquitetura pode ser observada na figura 5.

Figura 5: Arquitetura UCL GO



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 5 representa que usuários que possuem sistemas diferentes podem se

comunicar com a API e com o Banco de Dados. Entre cliente e servidor a comunicação é feita pela internet, enquanto API e Banco de dados estão alocados no mesmo servidor. De forma a simplificar a comunicação, sem perder a robustez do projeto, foi utilizado o formato JSON (*Javascript Object Notation*). Este é um formato largamente utilizado na informática, onde os dados são enviados como texto, mas que possibilitam a distinção do item a que se refere e do dado para aquele item como no exemplo:

```
{
  "nome": "Lasanha",
  "preco": 50,
  "imagem": "https://www.thewholesomedish.com/wp-content/uploads/2018/07/Best-Lasagna-550.jpg",
  "id": "5c401174d3bf4ffe05b5d42b"
}
```

O JSON acima pode ser traduzido da seguinte maneira, há quatro colunas de dados, nome, preço, imagem e id, cada um tem um dado respectivo, Lasanha, 50, um link de imagem e um código de identificação. Desta forma o JSON pode enviar este conjunto de dados de uma vez para o servidor, facilitando a comunicação e permitindo o envio de uma estrutura complexa de dados.

Assim, com a arquitetura definida, a equipe de desenvolvimento avançou para a etapa 3, a parte de desenvolvimento do UCL GO.

3.1.3 Etapa 3

Observando os requisitos e definições das etapas anteriores, o projeto necessitava de três partes importantes:

- Um painel de controle por onde o professor poderia observar os dados dos alunos e onde atividades pudessem ser criadas/avaliadas;

- Um aplicativo cliente para ser utilizado pelos alunos;
Uma API que conectaria ambos ao banco de dados.

Para o aplicativo cliente, agora denominado com o termo correto de frontend do sistema, foram escolhidas duas ferramentas baseadas na expertise da equipe e nas capacidades da ferramenta. Uma das ferramentas foi o Unity 3D, um motor gráfico especializado em desenvolvimento de jogos. O Unity 3D utiliza como base a linguagem C#, tem capacidade de trabalhar com realidade aumentada e virtual, além de permitir a distribuição do aplicativo para múltiplas plataformas. Outra ferramenta foi o Xamarin, uma plataforma que permitia utilizar a linguagem C# e distribuir o aplicativo criado em múltiplas plataformas.

A escolha de duas ferramentas foi necessária dado que em testes iniciais, e por experiência da equipe, os aplicativos gerados pelo Unity 3D seriam mais completos, porém mais pesados e não poderiam ser suportados por telefones antigos. Assim, o Xamarin, foi utilizado para gerar aplicações com redução de algumas mecânicas, porém mais leve e suportado por grande parte dos telefones. Surgindo então duas versões o aplicativo, o UCL GO, desenvolvido em Unity 3D, e o UCL GO Light, desenvolvido em Xamarin. Ambas as versões possuem suporte aos sistemas Android e IOS. As figuras 6 a 11 demonstram o resultado do UCL GO enquanto as figuras 12 a 14 demonstram o resultado do UCL GO Light.

Figura 6: Tela 1 UCL GO



Figura 7: Tela 2 UCL GO

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: Tela 3 UCL GO

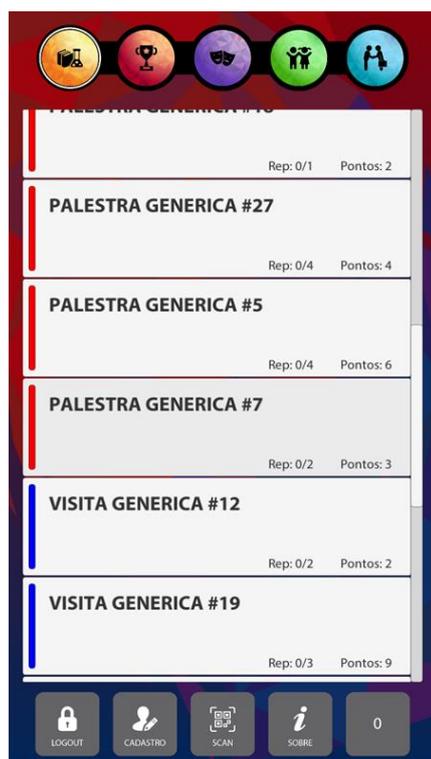
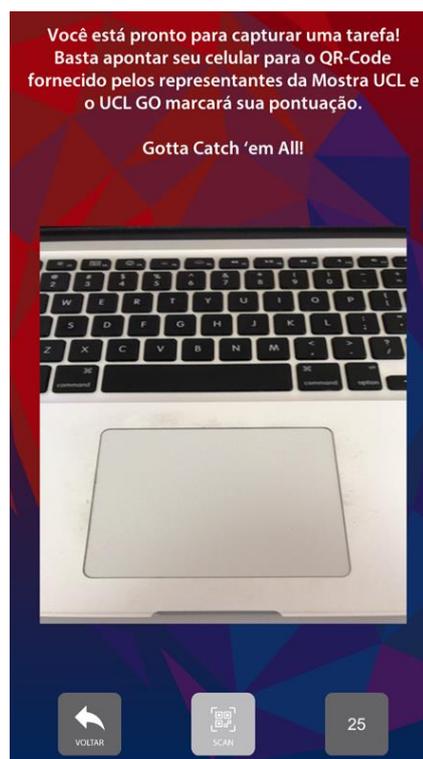


Figura 9: Tela 4 UCL GO



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10: Tela 5 UCL GO

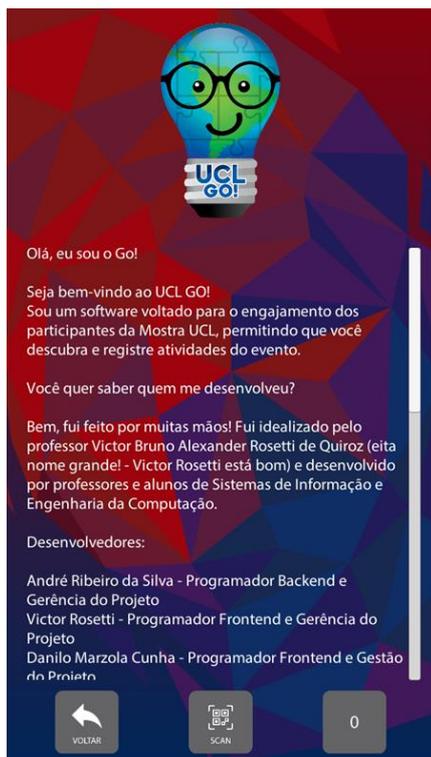
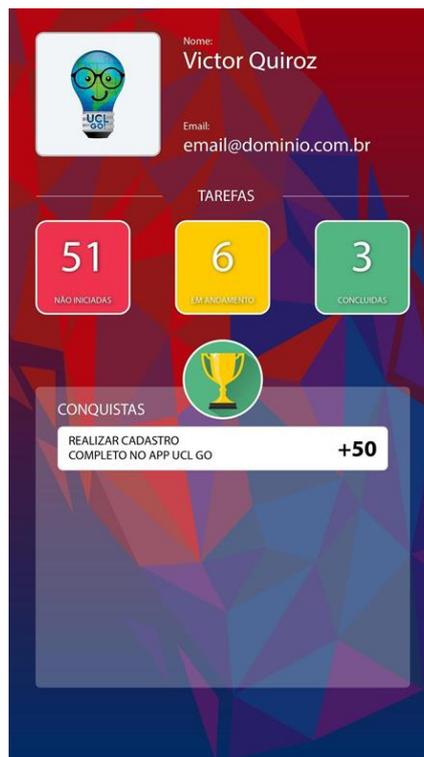


Figura 11: Tela 6 UCL GO



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12: Tela 1 UCL GO - Light

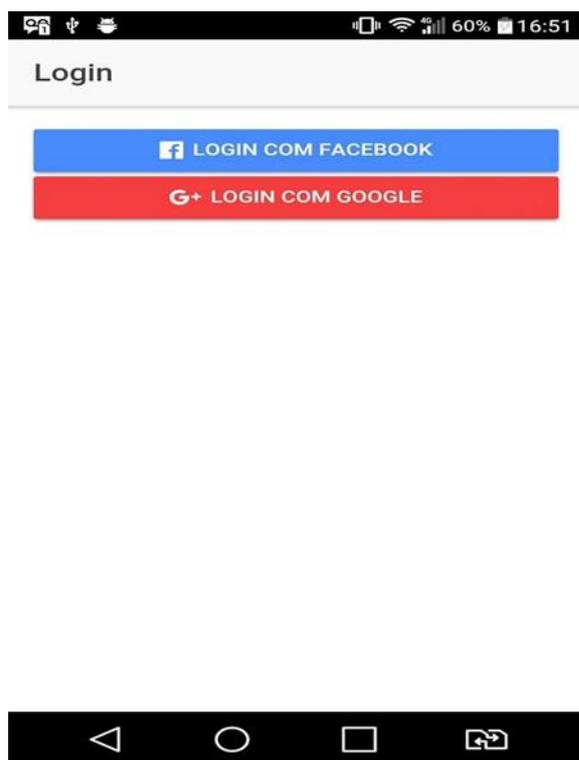
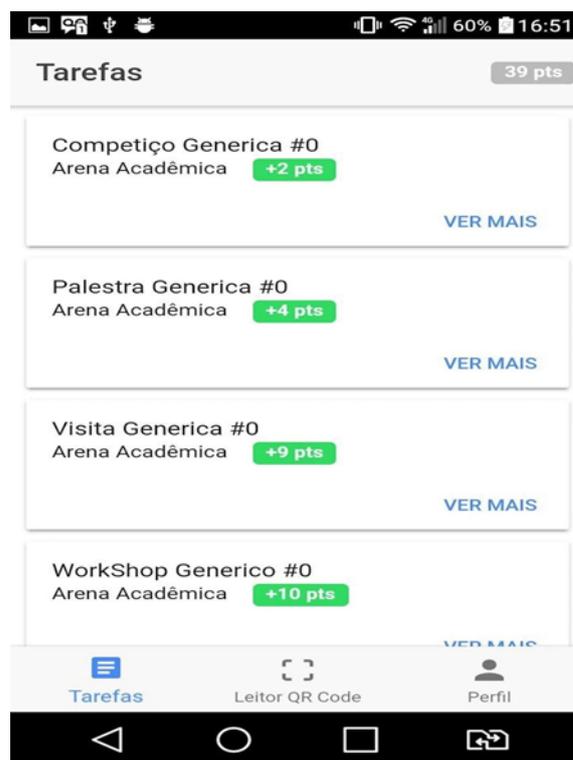


Figura 13: Tela 2 UCL GO - Light



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14: Tela 3 UCL GO - Light

← Completar cadastro

Dados Pessoais

Nome

Data de nascimento 01/01/2017

Telefone

Escolaridade ▼

Endereço

Logradouro

Complemento

Estado ▼

Cidade ▼

CEP

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível ver a simplicidade das telas do UCL GO Light comparado a do UCL GO. Também, a figura 9 demonstra o uso da câmera do celular, algo que foi retirado na versão Light. Esta é a maior diferença entre ambas as versões, facilitando usuários do UCL GO ler/coletar QR Codes. Ao final, as funcionalidades fornecidas pelos aplicativos foram:

- Login através do Facebook ou conta Google (Gmail);
- Atualizador de tarefas automático;
- Capacidade de selecionar as tarefas por área;
- Ver um relatório de tarefas executadas e troféus ganhos (ao concluir certas tarefas o usuário ganharia troféus);

- Ver pontuação pessoal;
- Listar tarefas que podem ser executadas;
- Escaneador de QR CODE.

QRCode, também conhecido como código QR, é uma variação do código de barras. Sua funcionalidade é similar a um link de internet, no qual você clica no botão ou digita certo endereço e é direcionado para uma página. Exemplos de QR Codes:

Figura 15: QR-CODE 1



Fonte: Denso Wave Incorporated (2022)

Figura 16: QR-CODE 2



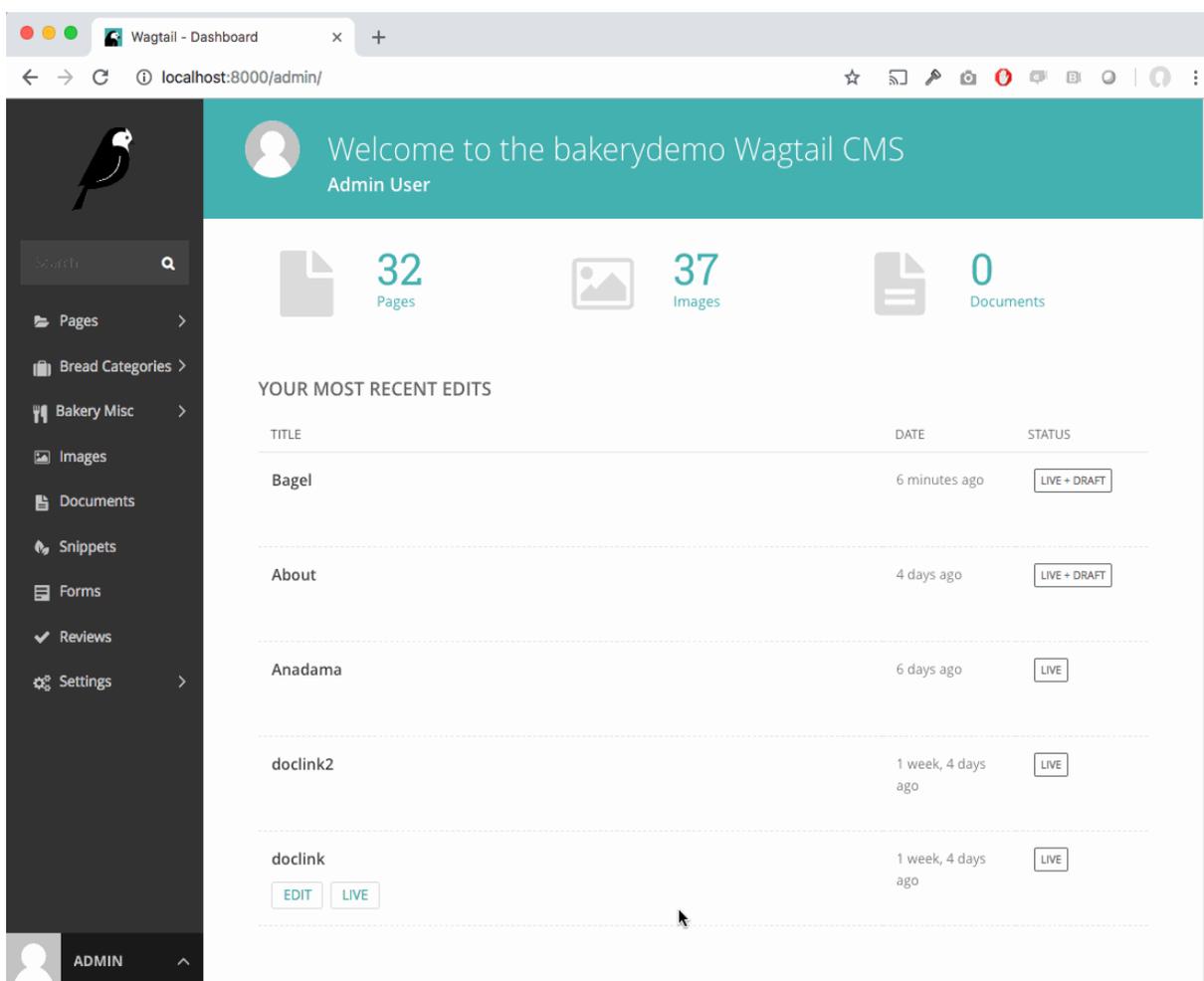
Fonte: Victory Island Studios (2022)

Em paralelo ao desenvolvimento do aplicativo, o servidor foi criado. Pelo termo correto, denominaremos *backend*. Para o *backend* foi escolhido a linguagem Python e o *framework*, um compilado de ferramentas, Django. Como complemento, para que o painel de controle ficasse acessível, foi utilizado HTML e JavaScript. Através deste framework foi possível estruturar os requisitos mínimos do *backend*.

O *backend* foi hospedado no servidor cloud da Amazon, o AWS. Utilizou um computador virtual com Linux agregado a tecnologia Elastic Beanstalk, que permite a escalabilidade/replicação automática de servidores. Desta forma, o *backend* do UCL GO poderia aumentar a quantidade de servidores ativos de acordo com a quantidade de usuários, impedindo problemas de acesso.

O painel de controle do administrador teve suas funcionalidades concluídas, porém seu design não estava pronto. Logo a equipe acabou não guardando evidências do mesmo. Como referência, o painel era similar ao representado na figura 17.

Figura 17: Sistema de Gestão Wagtail



Fonte: Wagtail (2022)

Mesmo com aparência simples, possuía as funcionalidades necessárias para configurar o UCL GO com qualidade. As funcionalidades que estavam prontas são:

- Visualizar, editar, adicionar e remover tarefas (fornecendo QR Codes);
- Visualizar, criar e remover rankings;
- Relatório de quantidade de tarefas executadas, geral, por área e por usuário;
- Relatório de quantidade de usuários, por tipo.

Após um mês e meio de desenvolvimento, algumas turmas foram escolhidas para testar o UCL GO e buscar por falhas. O processo seguiu até sua aplicação, durante a Mostra UCL. Os resultados obtidos da aplicação na Mostra UCL serão tratados no próximo tópico.

3.1.4 Resultados da aplicação do UCL GO

O resultado da aplicação do UCL GO foi além das expectativas, tornando-o um marco para os eventos da instituição. O evento teve a duração de dois dias, e recebeu mais de 2000 participantes, em eventos anteriores a estimativa era entre 1000 a 1500. Destes 1917 se cadastraram no aplicativo e 1325 usaram o aplicativo durante o evento, representando 69% dos usuários cadastrados. É possível ver na figura 18 o engajamento dos usuários cadastrados.

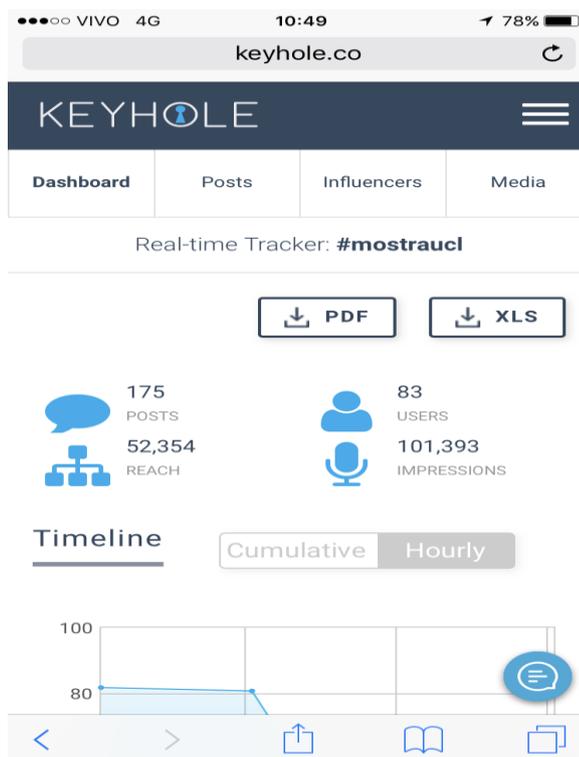
Figura 18: Gráfico de participantes engajados UCL GO



Fonte: Elaborado pelo autor

Do total de usuários ativos, 1325, 500 eram visitantes e 825 eram alunos. Destes, 510 participantes executaram mais de 25 tarefas, contando com as atividades principais de conhecer todos os locais da feira e participar de palestras. Estes resultados demonstram um engajamento de aproximadamente 40% dos usuários ativos. Algo que complementa estes números é o retorno dos posts executados no Facebook como indica a figura 19.

Figura 19: Relatório de divulgação da #mostraucl



Fonte: Keyhole (2022)

Nesta tela é possível ver que 83 participantes postaram mensagens no Facebook com o #mostraucl, foram 175 posts, aproximadamente 2 por usuário durante todo o evento. Estes posts atingiram 52.354 usuários que reagiram, tomaram alguma ação como comentar, replicar ou deram um *Like*. Também houve 101.393 impressões, onde outros usuários viram o post, porém não tomaram ações.

Com a visualização superficial destes dados, é plausível afirmar que o evento foi engajante/cativante. Mesmo assim, este sistema foi tema da dissertação no Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais da PUC-SP. Averiguando com mais firmeza se o sistema cumpria com o que era esperado e a conclusão foi positiva. Durante a dissertação, o UCL GO também foi testado no primeiro evento Games Teoria e Prática (GamesTP) do Mestrado de Jogos da PUC-SP. Logo após o evento, com o vislumbre da possibilidade de elevar este estudo para um doutorado, o sistema foi renomeado para GameFY. Desta forma, poderia ser aplicado em qualquer instituição ou empresa.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme seção 1.3, a revisão bibliográfica considera o período de 2014 até 2022 com estudos que se aproximam da aplicação da gamificação conectada ao *deep learning* e a *learning analytics*. A busca foi executada nos bancos de pesquisa, Banco de Teses e Dissertações da Capes, SCIELO - *Scientific Electronic Library Online*, Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo), Google Acadêmico e SBGames – Simpósio Brasileiro de Games.

É importante salientar que ao buscar pelos temas de forma separada, muitas pesquisas surgem dos bancos de pesquisa acima. Porém quando conectamos o termo gamificação com os outros temas há uma escassez de pesquisas. Para as buscas foram utilizadas a língua inglesa e portuguesa das palavras chave abaixo:

- Gamificação;
- Gameficação;
- *Gamification*;
- *deep learning*;
- *learning analytics*;
- educação superior;
- <variações da palavra gamificação> + <outros temas>;
- <variações da palavra gamificação> <outros temas>.

Como exemplo da pesquisa feita nas bases de dados, o quadro X demonstra a discrepância de quantidade de pesquisas pelos temas. Neste caso, na busca com temas conectados, 95% do conteúdo encontrado, 51 dos 54 materiais, equivale a combinação de “gamificação” com “educação superior”. Os valores representam teses, dissertações e artigos, sem considerar sua adequação ao foco desta pesquisa.

Quadro 9: Resumo dos estudos relacionados

| INSTITUIÇÃO | Palavras | ANO | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | TOTAL | |
| CAPES | Gamificação | 9 | 11 | 30 | 47 | 46 | 66 | 117 | 96 | 101 | 523 | |
| | <i>Deep Learning</i> | 2.018 | 3.564 | 5.604 | 11.612 | 25.269 | 36.669 | 53.386 | 70.400 | 92.744 | 301.266 | |
| | <i>Learning Analytics</i> | 2.688 | 2.954 | 3.549 | 4.562 | 6.864 | 8.165 | 9.972 | 12.598 | 14.082 | 65.434 | |
| | Educação Superior | 1.355 | 2.694 | 2.061 | 2.435 | 2.834 | 3.003 | 3.062 | 2.975 | 2.248 | 22.667 | |
| | Palavras conectadas | 0 | 0 | 8 | 1 | 12 | 4 | 13 | 9 | 7 | 54 | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 389.944 |

Fonte: Produzido pelo autor

Após esta busca nas bases online, foi possível compreender que há grande produção de material nas combinações “educação superior” e “*learning analytics/deep learning*”, há uma quantidade pequena de materiais para a combinação “gamificação” e “*learning analytics/deep learning*”, e uma quantidade ínfima quando conectamos todos os temas.

Isto posto, foi necessário selecionar trabalhos que englobam ao menos dois dos três temas, e que se aproximasse do terceiro tema. No quadro 10 é possível

averiguar os artigos que podem ser evidenciados.

Quadro 10: Trabalhos acadêmicos importantes para a pesquisa

| Item | Autor | Título | Ano | Instituição | Tipo |
|------|--|---|------|---|--------|
| 1 | MENEZES, Julio de Pádua Lopes (MENEZES, 2018) | Abordagens para o ensino e aprendizagem de algoritmos ou equivalente com base em elementos de jogos: um estudo a partir do mapeamento sistemático da literatura | 2018 | UFPA | TCC |
| 2 | MOKHTAR, Salimah, ALSHBOUL, Jawad A. Q., SHAHIN, Ghassan O. A. (MOKHTAR; ALSHBOUL; SHAHIN, 2019) | Towards Data-driven Education with Learning Analytics for Educator 4.0 | 2019 | Journal of Physics: Conference Series | Artigo |
| 3 | NAGAO, Katashi (NAGAO, 2019) | Artificial Intelligence Accelerates Human Learning | 2019 | Editora Springer | Livro |
| 4 | PASTUSHENKO, Olena (PASTUSHENKO, 2019) | Gamification in Assignments: Using Dynamic Difficulty Adjustment and Learning Analytics to Enhance Education | 2019 | Symposium on Computer-Human Interaction in Play - CHI PLAY'19 | Artigo |
| 5 | JAMES, Annie <i>et al.</i> (ALHARBI <i>et al.</i> , 2020) | Data-Driven Analysis of Engagement in Gamified Learning Environments: A Methodology for Real-Time Measurement of MOOCs | 2020 | International Conference on Intelligent Tutoring Systems | Artigo |
| 6 | KLOCK, Ana Carolina Tomé <i>et al.</i> (KLOCK <i>et al.</i> , 2020) | Tailored gamification: A review of literature | 2020 | International journal of human-computer studies | Artigo |
| 7 | N K Bansode <i>et al.</i> (SINGH <i>et al.</i> , 2021) | Online Learning Management System and Analytics using Deep | 2021 | International Journal of Engineering and Management | Artigo |

| | | | | | |
|----|--|--|------|--------------------------------------|--------|
| | | Learning | | Research | |
| 8 | SCHLIPPE, Tim, SAWATZKI, Jorg (SAWATZKI ; SCHLIPPE, 2021) | AI-Based Multilingual Interactive Exam Preparation | 2021 | The Learning Ideas Conference | Artigo |
| 9 | RIVERA, Errol Scott, GARDEN, Claire Louise Palmer (GARDEN; RIVERA, 2021) | Gamification for student engagement: a framework | 2021 | SBGames | Artigo |
| 10 | REIS, Alan, ALVES, Alaina, WENDLAND, Edson Cezar (REIS; ALVES; WENDLAND, 2022) | ACTIVE METHODOLOGIES IN HIGHER EDUCATION: A SYSTEMATIC MAPPING IN THE CONTEXT OF ENGINEERING COURSES | 2022 | SciELO | Artigo |
| 11 | SHAMIM, Hossain <i>et al.</i> (HOODA <i>et al.</i> , 2022) | Artificial Intelligence for Assessment and Feedback to Enhance Student Success in Higher Education | 2022 | Mathematical Problems in Engineering | Artigo |

Fonte: Produzido pelo autor

A catalogação dessas, e de outras obras, facilitou a coleta de detalhes importantes para a melhor contextualização, design e desenvolvimento do projeto. É importante notar que, como declarado anteriormente, mesmo os materiais em destaque não abordam todos os temas com afinco. É perceptível que abordam 2 temas com maior intensidade e o terceiro é tratado de forma leviana. Estes pontos serão esclarecidos no próximo tópico, onde os pontos importantes dos trabalhos no quadro 10 serão destacados.

3.2.1 Resumo das obras importantes

Seguindo a ordem definida no quadro 10, de forma crescente pela data de publicação do trabalho, discorro sobre os pontos importantes de cada obra

encontrada.

Conforme Menezes (2018) mapeou em seu trabalho o estudo sobre gamificação e aprendizado de algoritmos baseado em jogos está crescendo. Observando os artigos coletados, não há proximidade com os temas de *deep learning* e educação juntos, mas separados. Este trabalho compilou muitas pesquisas, permitindo buscar por outros trabalhos relevantes e entender quais as bases online que poderiam ajudar na busca por mais trabalhos para esta pesquisa.

Mokhtar, Alshboul e Shahin (2019) detalham as diferenças entre os níveis da educação, refletindo os níveis das indústrias, e demonstram que para atingir a educação 4.0 é necessário trabalhar com um ambiente direcionado por dados. Neste ponto o *Learning Analytics* é um pilar importante, declarando brevemente que a gamificação também é um dos pontos importantes. Este trabalho clarifica as dúvidas sobre quais os pontos importantes podem ser coletados e analisados para direcionar uma classe, um curso ou uma instituição de ensino.

Já o livro de Nagao (2019) é o material teórico encontrado mais próximo desta pesquisa, abordando *deep learning*, possibilidades do *learning analytics* e um pouco sobre gamificação. O livro é composto de vários artigos produzidos pelo mesmo autor. Por mais que não aborde questões técnicas sobre o desenvolvimento de um sistema, o autor trata sobre detalhes importantes sobre a aplicação de *learning analytics* de como analisar os dados, como podemos acelerar o aprendizado humano, como minerar estes dados e até uma forma de utilizar na avaliação de pessoas dentro de um sistema gamificado.

Pastushenko (2019) discorre sobre como utilizar *learning analytics* para ajustar o nível de dificuldade das atividades de forma dinâmica. A base de seu trabalho utiliza jogos digitais para aplicar as tarefas. O framework utilizado pela autora ajudou a estruturar os dados que serão coletados das atividades, para averiguar o aprendizado do aluno e trabalhar com o aconselhamento de novas atividades.

A pesquisa de Alharbi *et al.*(2020) traz uma visão dos problemas da gamificação da educação baseada apenas na teoria dos jogos e o benefício da utilização de um sistema gamificado de tutoria inteligente, devido a capacidade de analisar os dados. Através deste trabalho descobri que há um sistema similar ao da pesquisa, porém atuante na educação fundamental. Tentei analisar o sistema

CamaleOn (CONEXIA EDUCAÇÃO, 2022), porém o mesmo já se encontra numa versão antiga do Android.

O trabalho de Klock *et al.*(2020) trata sobre *tailored gamification*, no português o tema é traduzido como gamificação sob medida, mostrando que alguns elementos do jogo/ da gamificação podem ser utilizados para personalizar a experiência, como o perfil do usuário. Cativando similarmente à mecânica do *Role Playing Game* (RPG), onde cada usuário pode ser melhor aproveitado quando colocado em seu ambiente de preferência. Para esta tese, o trabalho de Klock(2020) ampliou a visão dos dados a serem coletados e possíveis mecânicas, como criar dinâmicas em equipe, onde todos tem sua importância evidenciada. Também, coletar outros tipos de dados do perfil do jogador, algo que não estava nos planos anteriormente.

O trabalho de Singh *et al.*(2021) utilizou uma visão diferente do *learning analytics*, misturando realidade aumentada para cativar os alunos enquanto coletava os dados e analisava através de *business intelligence* com *data mining*. O estudo dele reforçou que a utilização de QR-Codes e realidade aumentada podem beneficiar a gamificação, logo cativar o aluno a estudar. Desta forma, reforça um dos requisitos do sistema GameFY.

Uma pesquisa interessante para este trabalho foi a de Sawatzki e Schlippe (2022). A pesquisa tem o foco de trabalhar com processamento de linguagem natural, criando um chat que será analisado pela IA e por um par, outro aluno, pontuando através de palavras chaves na resposta e pela avaliação do par. A ideia de utilizar pares para avaliar a resposta, como se fosse outra atividade, pode ser bem utilizada no processo de avaliação. Deste trabalho foi aproveitado a parte de como o *deep learning* processa as palavras-chave para avaliar uma resposta discursiva.

Garden e Rivera (2021) trazem uma análise de um framework de gamificação através da taxonomia da educação de Bloom (RIVERA e GARDEN 2021, *apud* BLOOM 1956; KRATHWOHL 2002) e de uma ligação entre certos atributos dos games com um retorno esperado, referenciando Bedwell *et al.* (RIVERA e GARDEN 2021, BEDWELL *et al.* 2012). Demonstrando que de acordo com o retorno desejado como compreensão, motivação, aplicação, organização, dentre outros devemos aplicar atributos como tarefas, desafios, imersão ou ambientação. Esta tese se beneficiou desta informação na estruturação de como o game irá aconselhar alunos a

fazerem atividades, assim como guiar o professor nas melhores práticas para seus alunos.

O artigo de Reis, Alves e Wendland (2022) traz abordam o crescimento e localização do uso de metodologias ativas nos cursos de engenharia, mostrando localidades mais propícias para aplicar/receber um sistema gamificado. Também mostra uma conexão entre os autores das obras estudadas, criando uma visão dos mais influentes. Para esta tese, esses dados servem como vislumbre de possíveis jornais para comunicação, última etapa da metodologia *Design Science Research*.

Hooda *et al.*(2022) avalia os tipos de atividades/avaliações aplicadas e como estas refletem no aprendizado do aluno. Desta forma, cria um *framework* que mapeia de forma prática como utilizar as atividades/avaliações. Junto com as atividades, Hooda *et al.* (2022) também trata o feedback da atividade, mostrando seu potencial para ajudar o aluno a aprender. Esta tese se beneficia pelo framework, permitindo guiar professores na criação das atividades gamificadas e trabalhar em novas formas de interação.

Mesmo com todos os autores acima em destaque, o trabalho não se prendeu apenas a estes estudos. Há muitos outros autores que foram estudados para elaborar toda esta pesquisa. Também, para complementar o estudo, tratamos de estudar softwares gamificados e jogos, disponíveis na internet e nas lojas de aplicativos. Vemos as comparações no próximo tópico.

3.2.2 Estudo de aplicativos gamificados e jogos

Para aprimorar o processo de desenvolvimento e design do software gamificado, foram estudados os jogos citados no, quadro 3, localizado tópico 3.1.1 e outros, sempre observando o que é cativante e bom perante a experiência dos usuários. Abaixo segue o resumo dos estudos de cada software.

Quadro 11: Sistemas analisados

| Item | Software | Atividades | Disciplinas | Onde jogar | Possui Dashboard | Preço |
|------|--|---|---|------------------|----------------------|---|
| 1 | Kahoot! (Kahoot!, 2022) | -Quiz -Resposta Curta -Resposta longa -Controle deslizante -Quebra cabeça -Enquete -Marcador -Nuvem de palavras -Brainstorm -Pode jogar síncrono ou assíncrono | Qualquer disciplina e conteúdo que tenha perguntas diretas, aceita imagens de matemática e de código, mas não calcula. | WEB e APP | Sim, só professores. | Licença anuais Basic:US\$96 Premier: US\$180 Max:US\$240 |
| 2 | Code Combat (CODE COMBAT , 2022) | -Desafios de programação -Atividades síncronas e assíncronas -Torneios Globais | Apenas programação(Python, Javascript e C++) | Web | Sim | Necessita de cotação |
| 3 | Minecraft Education (Microsoft ,2022) | -Criação de mundos -Atividade de descoberta -Atividades de lógica -Programação -Atividades de Criação -Atividades de Química | Pode atender qualquer disciplina, desde que esteja nos moldes do Minecraft. Para programação aceita low code, Javascript e Python | Computador e App | Não | Licença anual Sem Office 365 - US\$144 Com Office 365 - US\$60,48 |
| 4 | Brainscape (Brainscape , 2022) | -Perguntas simples -Utilização de imagens -Utilização de sons | Sistema de flash cards para repetir perguntas e lembrar de conteúdos. Qualquer questão teórica. | WEB e APP | Sim | Licença anual US\$200 por classe |

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a ordem do quadro 11, vamos discorrer um pouco mais sobre cada sistema, na mesma ordem que são apresentados. Vale ressaltar que o intuito foi destacar apenas alguns dos sistemas estudados para este trabalho. Também, quanto

à última coluna, referenciando valores, esta será trabalhada melhor no capítulo 5.

Kahoot! (Kahoot!, 2022) é um sistema de apresentação com gamificação, adquiriu funcionalidades com o tempo, permitindo a realização assíncrona de atividades e acompanhamento dos alunos. O sistema desta tese irá se basear nos tipos de atividades que ele oferece, por serem extremamente cativantes.

Code Combat (CODE COMBAT , 2022) é uma plataforma criada para aprender programação, totalmente focada nesta área, consegue atuar com 3 linguagens, Python, Javascript e C++. Esta pesquisa aproveitou os torneios globais, visto como uma boa prática para a gamificação, reforçando os rankings do GameFY. Também vislumbro, como desenvolvimento futuro, um interesse sobre a possibilidade de criar uma atividade de programação prática.

Minecraft education utiliza todo o poder do Minecraft para a educação (MICROSOFT ,2022), permitindo a criação de biomas virtuais focados em disciplinas diferentes. Com múltiplas atividades a serem feitas, ele tem um potencial enorme, porém exige um computador ou dispositivo móvel mais robusto graficamente. Dentre suas funcionalidades há um ajudante que lhe acompanha pelo jogo e que pode ser programado. Este sistema pode aproveitar futuramente esta ideia. Porém o ponto que será utilizado no sistema é a possibilidade de compartilhamento de material, assim como no Minecraft, cada professor cria seu material e pode disponibilizar online para outros professores utilizarem.

Brainscape (2022) é um sistema que permite criar *flashcards*, cartas que possuem uma pergunta, imagem ou som junto com uma resposta no verso. Serve para “forçar” o usuário a repetir e gravar aquele conteúdo. Também possui um sistema de maestria, onde de acordo com suas respostas ele calcula o quanto o usuário conhece aquele conteúdo. O sistema de maestria foi apresentado também no Duolingo, e esta tese fará bom uso do mesmo.

Complementando a visão de sistemas, no quadro abaixo define alguns jogos que tem pontos fortes para serem aproveitados por este trabalho.

Quadro 12: Jogos analisados

| Item | Jogo | Resumo | Pontos Fortes |
|------|--|--|---|
| 1 | Hades (SUPER GIANT GAMES, 2022) | Jogo estilo <i>roguelike</i> baseado na mitologia grega. O jogador é o filho de Hades, imperador do submundo, e necessita chegar à superfície. | Para obter a completude dos itens e da história o jogo deve ser jogado novamente mais de 50 vezes |
| 2 | Fall Guys (EPIC GAMES, 2022) | Jogo multijogador com desafios de habilidade e concentração. | A monetização dentro do jogo é bem estruturada, a quantidade de itens cosméticos e o guia para aumentar o nível. |
| 3 | Diablo Immortal (BLIZZARD ENTERTAINMENT, 2022) | Você é um campeão terrestre que necessita enfrentar as hordas do inferno num jogo <i>Hack'n Slash</i> . | Tarefas diárias, desafios semanais, muitos itens para evoluir, evoluir o personagem dentre muitas outras possibilidades |

Fonte: Elaborado pelo autor

Com esta parte da pesquisa concluída, o projeto pode se embasar de forma prática e teórica nas melhorias do sistema GameFY. Também fornece insumo para o design e para a programação, tratados no próximo capítulo.

4 DESENVOLVIMENTO DO GAMEFY

Com o insumo gerado pela pesquisa bibliográfica e pela busca de programas similares, foi possível iniciar o design do novo sistema gamificado, o GameFY. Para tanto este capítulo discorre sobre as definições e escolhas feitas no desenvolvimento.

4.1 Design do sistema

O sistema foi desenvolvido como um software minimalista, contendo o mínimo de informações possíveis na tela e o mínimo de telas. Assim como no UCL GO, foram definidos dois focos para as telas, o primeiro a tela do usuário e o segundo a tela do professor.

É importante clarificar que as telas abaixo representam a idealização do sistema e não sua versão final. O sistema já está parcialmente funcional, mas seu design ainda não foi finalizado.

4.1.1 Tela do Usuário e do administrador

Primeiramente a tela de login, que automaticamente verificará se o usuário é aluno ou professor. O intuito é permitir a implementação de acesso com Gmail, Facebook, Instagram ou outras

Figura 20: Esboço da tela de login

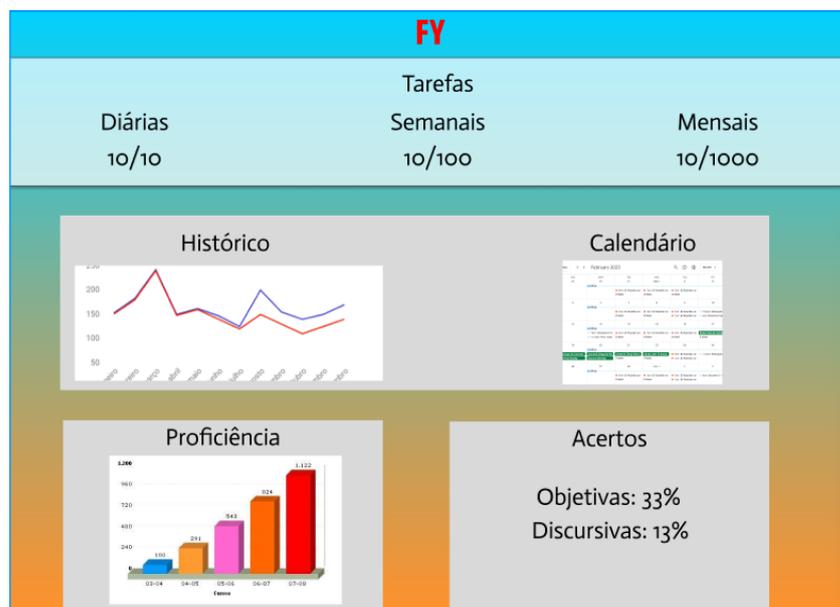


Fonte: Criado pelo autor

A tela abaixo é a próxima depois do login, um dashboard onde o aluno pode verificar como está seu rendimento acadêmico. No topo da tela o aluno pode ver também tarefas do dia, da semana e do mês. No meio da tela é possível ver seu histórico e a agenda do mês, com marcações de entregas de atividades. Na parte

inferior é possível acompanhar o nível de maestria/proficiência dos temas e também como está o nível de respostas corretas.

Figura 21: Esboço do dashboard do aluno



Fonte: Criado pelo autor

A última tela trabalhada é a da própria atividade, possuindo a questão, com a definição da matéria, do tema um campo para resposta e o botão para a próxima questão. Esta tela poderá mudar de acordo com o tipo de questão, discursiva ou objetiva. Cada atividade será uma sessão mínima de perguntas configuradas pelo professor, caso a atividade seja proposta por ele. Caso o aluno queira fazer um reforço, ele pode adicionar no perfil dele quais são os assuntos que deseja estudar, quanto tempo irá investir por dia para estudos e o sistema irá propor novas atividades.

Figura 22: Esboço da tela de atividade

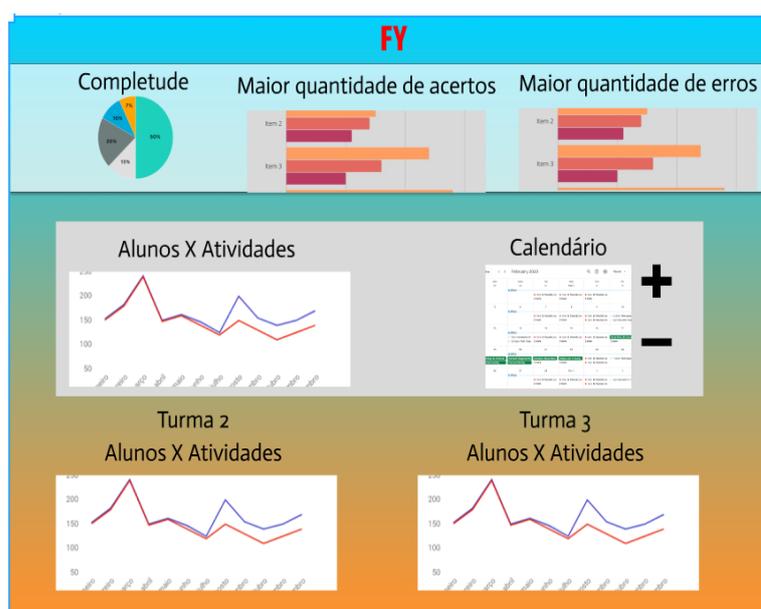
A tela de atividade apresenta o seguinte layout:

- Topo:** Cabeçalho com o logo 'FY' em vermelho.
- Matéria:** Programação
- Tema:** IF..ELIF..ELSE
- Questão:** Estruture um algoritmo que compare 3 números e escreva eles em ordem crescente.
- Resposta:** Campo de texto para a resposta do aluno.
- Botão:** Próximo

Fonte: Criado pelo autor

Já a tela do administrador possui uma visão customizável, para facilitar o acompanhamento de múltiplas turmas ao mesmo tempo. Como exemplo, no topo é possível ver um gráfico tipo pizza onde poderia mostrar o total de atividades e a completude das atividades pelos alunos. Também, gráficos tipo barras laterais verificando tarefas com a maior quantidade de erros e acertos, para averiguar se a tarefa necessita ser alterada. No centro e na parte inferior, gráficos que mostram a evolução das turmas, assim como um calendário com botões para adicionar ou remover atividades.

Figura 23: Esboço do dashboard do professor



Fonte: Criado pelo autor

Com este vislumbre do projeto agora era possível entender o que é necessário para seu desenvolvimento. Logo, o autor partiu para verificar possíveis ferramentas e frameworks para criar o GameFY.

4.2 Desenvolvimento do Sistema

O desenvolvimento do sistema necessitou de um plano de ação mais robusto já que dependia de várias partes conectadas.

4.2.1 Aprendizados do UCL GO

Ao desconstruir o UCL GO, algumas lições foram aprendidas, permitindo que melhorias fossem implementadas para o GameFY.

A tecnologia limita o acesso: Para evitar que a tecnologia limitasse o acesso, resolvemos escolher meios que qualquer dispositivo, ou grande parte deles, tivesse acesso.

Ao limitar a tecnologia traz mais manutenção: O UCL GO necessitou de duas versões diferentes para atender os usuários, isto gera o dobro de manutenção devido a diferenciação da tecnologia.

Aplicativos nativos geram problemas em dobro: Mesmo com as ferramentas Xamarin e Unity 3D, que permitiam a compilação do código para ambas as plataformas (IOS e Android), havia muito o que ser ajustado para cada uma. O projeto foi dividido em 2, um para cada plataforma. No total era necessário trabalhar com 4 projetos diferentes, para cada alteração feita.

Lojas de aplicativos podem se tornar um problema: Por mais que as lojas de aplicativos como App Store e Google Play concentrem a aprovação dos aplicativos para evitar que aplicativos mal-intencionados se espalhem, ou ainda, para garantir que o aplicativo irá funcionar como deveria, elas geram um grande atraso nos testes. Para a publicação no Google Play é necessário enviar o projeto e aguardar entre 30 minutos e 3 horas para a liberação dos testes finais. Já a App Store chegou a demorar 1 semana para ser aprovada e, às vezes, recusada.

Aplicativos nativos têm um custo: Para a Google Play o processo é simples, foi necessário fornecer poucos dados e pagar a licença vitalícia de desenvolvedor, US \$25. Esta licença serve para qualquer dispositivo que tenha Android. Para a App Store foi um processo de semanas, para levantar toda a documentação necessária e ainda tem que pagar a taxa de US \$99 anuais para desenvolver apenas para Ipad e Iphones. Caso o desenvolvedor queira publicar para outros dispositivos da Apple, necessita pagar mais. Também, uma vez que a taxa anual deixe de ser paga, o aplicativo é retirado da loja.

Trabalhar com Unity 3D tem um custo alto: o software tem o custo de licenciamento, no momento da construção do UCL GO, o autor já havia adquirido a licença por outras necessidades, mas o valor aproximado foi de R\$8000. Uma licença vitalícia, porém limitada a uma versão do Unity a 5.X. Hoje temos 6 grandes versões à frente, o UCL GO necessitaria ser recriado do zero e adquirir nova licença.

Ter linguagens diferentes para o frontend e para o backend não é aconselhável:

Numa equipe pequena, ter linguagens diferentes gera a necessidade de conhecer ambas as linguagens ou ter, ao menos, duas pessoas na equipe. Optar por uma única linguagem é mais simples, com o tempo, pelo conhecimento adquirido torna-se mais fácil o desenvolvimento.

Com estes aprendizados foi possível escolher melhor as ferramentas, principalmente com o quesito que para a tese não possui suporte de uma equipe.

4.2.2 Ferramentas

Com os aprendizados resolvemos mudar a estratégia e evitar códigos nativos, simplificar as tecnologias e encontrar tecnologias acessíveis para grande parte dos dispositivos tecnológicos.

Começamos com o *frontend*, estudando dispositivos tecnológicos e pela experiência em desenvolvimento do autor, atualmente quase todo dispositivo consegue suportar HTML e Javascript. Estas tecnologias não demandam de ferramentas especializadas, possuem muito material para suporte e já existem muitas aplicações na internet. Em comparação, linguagens como Python, PHP, C#, Java e dentre outras, foram analisadas e cortadas por esbarrar em algum dos aprendizados.

Para o *backend*, seguindo o aprendizado de unificar a tecnologia, foi necessário encontrar frameworks que utilizassem Javascript. Durante as buscas, surgem os seguintes frameworks Meteor.js, Express.js, Next.js e Node.js. Com estes nomes iniciam-se as buscas por material, suporte, versões mais atuais e utilização na internet, finalizando por encontrar o Node.Js como mais viável. Para complementar, o autor já havia desenvolvido servidores com Node. Js, desta forma foi o *framework* escolhido.

Para suprir a necessidade de guardar dados foi escolhido o banco de dados SQLite. A motivação para usar este surge de dois pontos cruciais, o primeiro é a plataforma online onde o sistema ficaria ativo e o segundo a simplicidade de manutenção do banco. A plataforma online escolhida foi a CodeSandBox, por ser gratuita, rodar sem entrar em hibernação e suportar as tecnologias escolhidas. Por suportar nativamente o banco de dados SQLite, a plataforma influenciou na escolha.

Com as ferramentas frontend e backend definidas, já que ambas proviriam páginas HTML com códigos javascript embutidos, foi escolhida a tecnologia

Cascading Style Sheet(CSS) para complementar a parte de design de ambos. Esta é uma linguagem de marcação como o HTML e que é intrínseco ao HTML e ao javascript. Além de vastamente utilizada, permite o carregamento de seus comandos em tempo de execução, diretamente de outro site.

Para tratar o *learning analytics* o autor buscou professores da área para entender quais as melhores ferramentas a serem utilizadas no *deep learning* e *learning analytics*. Através destas conversas, por unanimidade surgem duas ferramentas, TensorFlow e Pytorch, ambas se complementam. Buscando manter a mesma tecnologia, optei por usar apenas a ferramenta TensorFlow, dado que possui suporte para o javascript. Porém, Pytorch, que utiliza Python, foi utilizada para aprender mais sobre como criar algoritmos e modelos de *deep learning*.

Com as ferramentas definidas o desenvolvimento pode seguir, criando o que foi elaborado.

4.2.3 Desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema começou pelo banco de dados, a estrutura da figura 24 representa o banco de dados criado para o projeto.

Figura 24: Diagrama de Banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

O banco de dados foi modulado para que o sistema fosse aplicável em várias instituições de ensino superior, em vários cursos da instituição, em várias turmas, para múltiplos alunos, professores e atividades. Neste trabalho, para simplificar o desenvolvimento, poucos dados foram coletados pelo banco de dados, porém será necessário expandir no intuito de averiguar mais o perfil de cada curso e IES. Com o intuito de testar o sistema, o foco se manteve em aluno, atividade e professor.

As tabelas Atividades e Usuários tornaram-se o foco deste trabalho, pois sobre elas foram criados os códigos do *frontend* e *backend*, identificando os dados que deveriam ser coletados

A primeira tela desenvolvida foi a de cadastro, serviu para testar a comunicação do *frontend* com o *backend* e a gravação no banco de dados. Também, é de extrema importância para criar os primeiros perfis dos alunos e professores. Para esta pesquisa a diferenciação entre ambos os perfis é apenas um checkbox, indicando se é professor ou não. Esta diferenciação entre alunos e professores será melhorada no futuro, porém é um ponto que necessita de atenção para evitar que alguém se diga professor de uma instituição, sem ser oficialmente.

A diferença entre ambos os perfis é que o professor será direcionado para um dashboard onde pode criar atividades e verificar o andamento dos alunos, enquanto o aluno é direcionado para uma tela onde ele pode ver as atividades criadas e fazê-las.

A segunda tela desenvolvida foi a de login, prezando pela segurança do sistema, durante o cadastro é requisitado uma senha, que será utilizada para logar. No servidor foi criado um processo de verificação para garantir que o usuário só possa entrar caso a senha esteja correta. Algumas possibilidades de login foram levantadas, como link mágico que envia uma senha temporária para o e-mail cadastrado e através de plataformas como Google, Facebook entre outras. Porém, como demandam mais tempo de desenvolvimento e não afetariam o foco do projeto, sua implementação foi adiada.

A terceira tela desenvolvida foi o cadastro de atividades onde o professor poderia fazer o registro da atividade. O servidor consegue armazenar a atividade e disponibilizá-la para os alunos. As atividades cadastradas não possuem diferenciação, logo qualquer aluno pode ver todas as atividades cadastradas. Como melhorias

previstas, será possível vincular questionamentos para uma IES, curso, turma ou aluno, customizando mais o aprendizado. Também será possível recuperar as atividades de um banco de questões.

Seguindo a proposta da tela de criação de atividades, criou-se a quarta tela, de execução das atividades. Nesta tela o intuito é que o aluno tenha o foco na atividade, logo os elementos da atividade foram expandidos para ocupar grande parte da tela. Porém, ainda é necessário identificar a qual matéria/disciplina e tema/subtópico aquela atividade se refere. Estes elementos servem para identificar qual o tipo de maestria está sendo trabalhada naquele exercício.

Com a estrutura básica de interações criada, o desenvolvimento seguiu para criar as telas de controle, necessárias para entender como as atividades estão sendo executadas. Os relatórios criados indicam atividades mais executadas, alunos em destaque e histórico de atividades executadas por dia, de todos os alunos. Inúmeros outros tipos de relatório podem ser criados, mas para o desenrolar deste trabalho, seu desenvolvimento foi adiado.

Pela parte do aluno, o relatório informa como está sua maestria nos assuntos e histórico de atividades. Este relatório permite a ele escolher quais atividades ou maestrias ele deve estudar no dia, garantindo que haja uma avaliação entre necessidade e interesse.

4.2.4 Atividades

As atividades propostas baseiam-se no estudo que cada aluno aprende de formas diferentes, alguns preferem ser diretos, outros preferem uma contextualização da situação e há aqueles que desejam fazer a atividade como um desafio entre colegas. Logo o sistema foi elaborado para atender estas demandas, permitindo que a gamificação agrade a gregos e troianos. Para isso, alguns tipos de atividades foram estruturados.

Duas categorias gerais foram criadas focando em como a resposta é trabalhada. Cada categoria possui um leque de atividades diferentes.

A primeira categoria é de respostas objetivas, onde propõe-se um questionamento e as respostas são objetivas. Dentre as respostas também há duas categorias, a direta e a textual. Como no exemplo abaixo:

Exemplo de pergunta objetiva com resposta direta: **Pergunta:** No código abaixo, qual é o comando que faz a decisão de qual código deve ser executado?

```
bool escolha = true;
for(int i=0; i<10; i++)
{
    if(escolha)
    {
        Console.WriteLine("Certo!");
    }else
    {
        Console.WriteLine("Errado!");
    }
}
```

Respostas:

- a) Bool
- b) For
- c) If
- d) else
- e) WriteLine

O intuito deste tipo de resposta é entender se o aluno conhece a sintaxe básica do código, mas também serve para entender se ele trabalha bem com objetividade. Para a mesma pergunta é possível criar respostas do tipo texto: Exemplo de pergunta objetiva com resposta textual:

Respostas:

- a) O comando de decisão é o IF, por bifurcar o que será impresso na tela;
- b) O comando de decisão é o FOR, por decidir se repetirá ou não o código;
- c) O comando de decisão é o ELSE, por permitir uma segunda opção de

caminho para o IF;

- d) O comando de decisão é o WRITELINE, pois é ele que decide o que será impresso na tela;
- e) O comando de decisão é o BOOL, por criar uma variável que possui duas possibilidades (true e false).

Neste segundo exemplo o intuito é captar se o aluno entende da semântica do comando assim como a lógica do programa. Indiretamente é possível compreender se o aluno consegue trabalhar com subjetividade do assunto e com interpretação das respostas.

Para que o sistema consiga compreender os pontos fortes e fracos do aluno, é importante que o professor estruture o mesmo desafio de maneiras diferentes, buscando encontrar a melhor forma de atuar com aquele aluno.

Também há o tipo de atividade dissertativa, cujo intuito é exigir mais do intelecto do aluno para responder. Também com dois tipos de atividades. Seguindo o exemplo de atividade acima pode-se criar uma atividade denominada Complete a Frase, onde o aluno deve completar partes da frase de forma correta.

Exemplo de pergunta dissertativa do tipo complete a frase:

Pergunta: No código abaixo, preencha os locais <COMANDO> com comandos que permitam o algoritmo imprimir na tela 10 vezes a palavra Certo!.

```
bool escolha = true;
<COMANDO>(int i=0; i<10; i++)
{
    <COMANDO>(escolha)
    {
        <COMANDO>("Certo!");
    }<COMANDO>
    {
        <COMANDO>("Errado!");
    }
}
```

O objetivo deste tipo de atividade é averiguar se o aluno conhece a semântica, a sintaxe dos comandos e a lógica computacional. É um exercício que exige mais tempo e busca indiretamente analisar a capacidade do aluno de criar um algoritmo, com uma certa ajuda da estrutura montada.

Para completar as atividades dissertativas, o exercício denominado texto puro, cujo intuito é testar de forma mais prática e sem auxílio. A atividade exigirá do aluno o maior nível de conhecimento sobre aquele tema. Seguindo os exemplos anteriores temos a seguinte problemática.

Exemplo de pergunta dissertativa do tipo texto puro. **Pergunta:** Crie um código que permita a repetição das palavras Certo! ou Errado!, 10 vezes. O código deve utilizar uma variável booleana para a decisão e utilizar o comando de repetição FOR. A resposta para esta pergunta deve ser feita numa caixa de texto. O intuito é permitir ao aluno trabalhar com todo o conhecimento que possui para solucionar o problema na prática e demonstrar que consegue gerar uma solução iniciando do começo. Esta atividade exige o entendimento da sintaxe, semântica, lógica e criatividade, demonstrando muito conhecimento.

Fica claro que estas atividades são visões diferentes do mesmo problema, logo são complementares. De todas elas, apenas a última não pode ser corrigida de forma automática por completo, exigindo a supervisão do professor.

De acordo com as respostas e quantidade de interações é possível compreender em quais tipos de questões o aluno acerta mais, e logo o professor pode direcionar exercícios similares ou aplicar apenas exercícios que o aluno ainda não se desenvolveu bem. Neste ponto entra o estudo do perfil do aluno e das maestrias.

4.2.5 Maestrias

Maestria ou proficiência é algo que não é fixo, sempre há espaço para aprender mais e há o esquecimento, pela falta de prática. Logo, baseando-se em sistemas como Memrise, Duolingo e jogos como Última Online, onde você necessita treinar diariamente.

Para o GameFY o intuito é garantir que o aluno consiga fluir pelos 4 tipos de atividades, por algumas vezes, garantindo que ele conheça aquele tema. A maestria

será calculada através da quantidade de acertos consecutivos e das notas obtidas. A proposta da primeira semana é iniciar com atividades simples (objetivas) e ir avançando para atividades complexas (dissertativas) Como o quadro abaixo.

Quadro 13: Exemplo de ajuste de atividades semanais

| | | | Dia da Semana | | | | | | |
|--|---------------|--------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Atividades (Quantidade de perguntas) | Objetivas | Resposta direta | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| | | Resposta com texto | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| | Dissertativas | Complete a frase | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| | | Texto puro | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |

Fonte: Criado pelo autor

Após a primeira semana, caso a quantidade de acertos/notas seja superior a 80%, serão introduzidas 4 atividades (uma a cada 2 dias) do tipo Texto Puro dentro de outros estudos da mesma disciplina na semana seguinte, como forma de lembrar do conteúdo.

Caso acerte as atividades e suba seu score para 90%, reduzirá para 2 atividades na semana. Com um score de 100% será cobrado apenas 1 atividade na semana. Abaixo de 80% uma mensagem para refazer a atividade do tema será acionada no dia seguinte, trazendo exercícios diferentes.

Esta metodologia segue os padrões usados pelo MemRise, Duolingo e Brainscape. Permitindo assim uma forma de atuar sobre o esquecimento e reforçar o conhecimento. Este processo será beneficiado pelo módulo de *deep learning*, escolhendo as melhores atividades para relembrar o aluno daquele tema.

4.2.6 Deep Learning

As pesquisas bibliográficas trouxeram bastante conteúdo sobre *Machine Learning* e *deep learning*, dentre estes conteúdos estava a criação de modelos através do método supervisionado. A criação neste molde demanda uma grande quantidade de dados na casa das milhares de interações, algo que o trabalho não teve a oportunidade de coletar.

Também, aprofundando-se no tema, foi elencado mais uma necessidade do projeto, a criação de um *Machine Learning Operations* (MLOps), uma esteira para retreinar os modelos e aprimorar de tempos em tempos a inteligência do aplicativo. Este processo é algo complexo, demanda maior processamento e um servidor dedicado.

O novo processo surge em decorrência da necessidade de entender como o aluno aprende. O plano para o aprendizado do sistema se dá da seguinte forma.

- Passo 1 - Necessitamos de muitos dados, logo vários testes serão executados, sem considerar o usuário, o intuito é gerar dados;
- Passo 2 - Treinar um modelo básico de *deep learning*, como um molde básico para alunos. De forma supervisionada, é possível ajustar o modelo para um padrão neutro;
- Passo 3 - Ativar a versão final do sistema e deixar que alunos utilizem-o e, a cada mês, enviar os dados para a IA ser retreinada. Desta forma será possível iniciar o ajuste de perfil do aluno. O tempo esperado para um ajuste completo pode ser de até 1 ano;
- Passo 4 - Utilizar os dados dos perfis dos alunos para estudar o perfil da turma. Criando um modelo de *deep learning* da turma. O tempo esperado para ajuste é de 2 anos;
- Passo 5 - Utilizar os dados das turmas para criar o modelo do curso. O tempo esperado para ajuste é de 4 anos;
- Passo 6 - Utilizar os dados dos cursos para criar o modelo da IES. O tempo

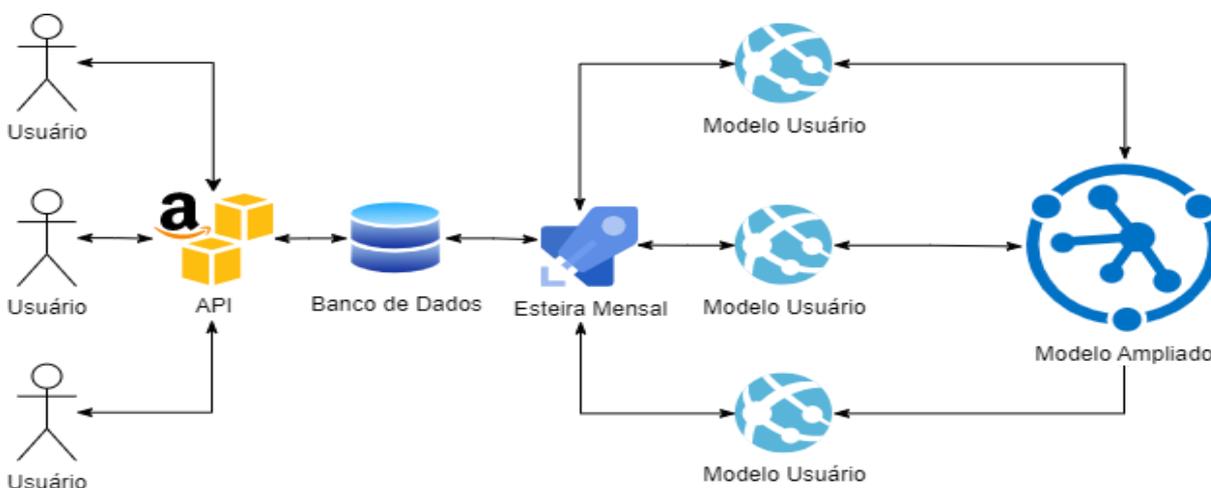
esperado para ajuste é de 8 anos.

Os passos citados podem ser representados pela figura 25, que pode ser detalhada da seguinte forma. No lado esquerdo há alunos utilizando o sistema, enviando os dados de suas atividades para o servidor (representado pela API e pelo Banco de Dados). A IA se localiza no servidor e será inicializada com um modelo de usuário pré-treinado, pelos os testes anteriores do GameFY, e genérico. Este modelo permite que os alunos sejam submetidos a algumas atividades que foram adequadas aos alunos que testaram o sistema e tiveram uma avaliação positiva.

Após um mês de atividades concluídas, estes dados são enviados para uma esteira de software, MLOPS, que permitirá ajustar as opções de atividades para cada aluno, permitindo que cada aluno tenha um modelo de IA individual, fornecendo as melhores opções de estudo. Todo mês o modelo sofrerá mudanças, sempre se aprimorando e fornecendo a melhor forma de estudar para o aluno. Após 6 meses, os modelos dos alunos de uma sala serão agrupados para gerar um modelo ampliado, de forma que seja possível entender como a turma trabalha e reaplicar este modelo em outras disciplinas/semestres.

O modelo ampliado poderá ser agrupado por modelos ampliados de outras turmas e salas, gerando um modelo dos alunos daquela instituição. O sistema seguirá alterando modelos e aprimorando o sistema desde o nível individual, ou micro, até o nível macro que pode ser o nível da instituição de ensino, do estado ou até de um país.

Figura 25: Diagrama de modelo



Fonte: Elaborado pela autor

Fica claro que este trabalho tem um longo caminho pela frente, mas tudo depende da quantidade de interações que o sistema receberá. Também por mais que pareça distante, é importante frisar que uma vez o modelo ajustado, torna-se mais fácil de retreiná-lo e para uma IES 8 anos é aproximadamente o tempo de graduação de 2 turmas do mesmo curso.

Para este trabalho, dado os impedimentos acima, tornou-se inviável aplicar a inteligência artificial, mas tudo que foi aprendido foi utilizado para deixar estruturado os trabalhos futuros.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E TRABALHOS FUTUROS

Esta tese foi a busca pela criação de um novo tipo de sistema gamificado, onde a inteligência artificial pudesse se adaptar e aprender com o usuário. Muitos requisitos foram gerados, muitas pesquisas compiladas e grandes passos foram dados nos estudos sobre gamificação na educação.

Mesmo com a carência de materiais sobre o cerne desta pesquisa, ainda foi possível segui-la pois os esforços de orientador e orientado, compilando uma grande quantidade de pesquisas que rodeavam os temas do trabalho.

Também, durante o desenvolvimento, foram enfrentados vários problemas desde as melhores formas de estruturar o sistema para o uso futuro, quais dados deveriam ser coletados e como isto afetaria a geração de modelo de *deep learning*. Foi necessário até mesmo trocar de servidores e ferramentas durante o desenvolvimento, dado que se tornaram pagas.

Mesmo com todas as intempéries o objetivo geral da pesquisa foi alcançado, e é possível concluir que este trabalho pode complementar ou abrir caminhos para o estudo de gamificação conectada auxiliada pelo *deep learning*. Foi possível criar a estruturação e o guia de desenvolvimento do sistema.

Cumprir com o objetivo específico de mapear pesquisadores englobando o cerne da pesquisa, além de unificar conteúdo sobre softwares gamificados e jogos que rodeiam os temas definidos. Além de destacar alguns dos trabalhos mais importantes.

Esta pesquisa fica como uma base para a estruturação de sistemas de gamificação, ao unificar o embasamento teórico com a parte prática do desenvolvimento. Deixo na pesquisa todas as evidências necessárias para que qualquer pesquisador, entusiasta ou curioso possa entender e dar sequência ao trabalho. Formalizando o que foi requisitado no segundo objetivo específico.

Para atender o terceiro objetivo específico a ferramenta GameFY foi criada, seu design precisa ser melhorado, seu módulo de *deep learning* teve uma barreira, mas seu cerne está funcional. A base do sistema permite receber usuários, criar atividades

e manter os dados no banco de dados, permitindo a criação da gamificação. Logo, pode-se afirmar que a ferramenta foi criada com sucesso.

O último objetivo específico foi tratado durante o desenvolvimento através de testes com algumas pessoas e pelo próprio autor. Também, como descrito no tópico 2.2.4, seu *backend* foi parcialmente testado em 2018, durante o evento GamesTP. Complementando o tópico 2.2.5, o trabalho de avaliar o sistema é constante e a partir da demonstração do mesmo durante a defesa desta tese, já há um pensamento de fazer uma auditoria de uso automatizado.

Por fim, mas não menos importante, concluímos que a etapa 6 do Design Science Research será atendida pela defesa desta tese e por sua publicação na base de pesquisas da PUC-SP. Mesmo assim, ainda há vislumbres de outras comunicações deixadas para trabalhos futuros.

5.1 Trabalhos futuros

Esta pesquisa deixa um caminho claro e estruturado dos próximos passos para a maximizar o potencial do GameFY.

- a) **Aprimorar interface e criar novas atividades:** Visando ampliar os usos do GameFY é necessário criar novas ferramentas que professores e alunos irão utilizar. Também é importante a ajuda de profissionais de design, para deixar a interface mais agradável;
- b) **Criação e teste do módulo de *deep learning*:** Como este módulo não teve tempo hábil durante esta pesquisa para ser feito, poderá ser concluído e testado;
- c) **Testes para avaliação da interface e eficiência do sistema:** Para garantir uma grande quantidade de testes, o intuito é criar parcerias com eventos e escolas para buscar com os usuários finais melhorias e aprimoramentos;
- d) **Perfil por região, estado e país:** O intuito é expandir o estudo do perfil do módulo de *deep learning*, permitindo vislumbrar como cada região, estado e país se comportam;
- e) **Localização multilíngue:** Para que este sistema possa ser aplicado em outros países, há a necessidade de que seja multilíngue. Não houve tempo no trabalho e nem foi o foco do mesmo, mas já é possível lançar o aplicativo em 3

línguas, português, inglês e espanhol;

- f) **Comunicação do trabalho:** Continuando a etapa 6 do Design Science Research e dada a carência de material na área, este é mais um dos trabalhos que soma uma importante contribuição. O intuito é continuar publicando sobre o tema para permitir que beneficie outrem.

Esta pesquisa termina com potenciais testes pela frente, graças ao apoio do professor e orientador Cláudio, já vislumbramos uma gama de eventos que ele possui contatos. Também ao professor David, que fez o intermédio entre a graduação da PUC-SP e o autor deste trabalho. E por fim, como organizador de eventos, já recebi a autorização para testar no evento Global Game Jam. Já como professor, tenho espaço o bastante para testar no ambiente apropriado.

Creio que já bastam as palavras neste momento, precisamos continuar caminhando para um futuro melhor, como humanidade. Faço das palavras de Neil Armstrong as minhas palavras para representar este trabalho:

“That’s one small step for a man, one giant leap for mankind”

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nichola. *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ALHARBI, Khulood; ALRAJHI, Laila; CRISTEA, Alexandra I.; BITTENCOURT, Igbert; ISOTANI, Seiji; JAMES, Annie. Data-Driven Analysis of Engagement in Gamified Learning Environments: A Methodology for Real-Time Measurement of MOOCs. Intelligent Tutoring Systems: ITS 2020 Lecture Notes in *Computer Science*, [s. l.], v. 12149, 3 jun. 2020. DOI 10.1007/978-3-030-49663-0_18. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-49663-0_18. Acesso em: 18 ago. 2021.

BANDAI NAMCO ENTERTAINMENT. *Dragon Ball Legends*. 2022. Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/dragon-ball-legends/id1358222641?mt=8>. Acesso em: 31 maio 2022.

BAX, Marcello Peixoto. *Design Science: Filosofia da Pesquisa em Ciência da Informação e Tecnologia*. XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB 2014, n. Enancib, 2014.

BLADE Runner. Direção: Ridley Scott. Produção: Michael Deeley. Roteiro: Hampton Fancher, David Peoples. Fotografia de Jordan Cronenweth. EUA: The Ladd Company, Shaw Brothers, Blade Runner Partnership, 1982. DVD.

BLIZZARD ENTERTAINMENT. *Diablo 3*. Battle Net, 2022. Disponível em: <https://us.diablo3.com/en/>. Acesso em: 15 maio 2022.

BLIZZARD ENTERTAINMENT. *Diablo Immortal*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://diabloimmortal.blizzard.com/pt-br/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

BLIZZARD ENTERTAINMENT. *Hearthstone*. Battle Net, 2022. Disponível em: <https://playhearthstone.com/pt-br/>. Acesso em: 11 mar. 2022.

BLIZZARD ENTERTAINMENT. *Overwatch*. Battle Net, 2022. Disponível em: <https://playoverwatch.com/pt-br/>. Acesso em: 18 maio 2022.

BRAINSCAPE. *Brainscape*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.brainscape.com/>. Acesso em: 5 dez. 2022.

CODE COMBAT. *Code Combat*. Apple Store, 2022. Disponível em: <https://br.codecombat.com/>. Acesso em: 5 fev. 2022.

CONEXIA EDUCAÇÃO. CamaleON. In: *CONEXIA EDUCAÇÃO*. CamaleON. 1.0. Google Play, 2022. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.conexia.camaleon&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 1 dez. 2022.

DENSO WAVE INCORPORATED. *QR Code*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.qrcode.com/en/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

DUOLINGO. *Duolingo*. 2022. Disponível em: <https://pt.duolingo.com/>. Acesso em: 5 fev. 2022.

ENSINAMENTOS do Aikido. Intérprete: Keizen Ono. *In: ONO, Keizen. Ensinaamentos diários*. [S. l.: s. n.], 2018.

EVENTBRITE. Eventbrite Organizer. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.eventbrite.com/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FADEL, Luciane Maria *et al. Gamificação na educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. Disponível em: http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf. Acesso em: 1 maio 2019.

EPIC GAMES. *FallGuys*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.fallguys.com/pt-BR>. Acesso em: 11 dez. 2022.

FIELDING, Roy Thomas. CHAPTER 5: Representational State Transfer (REST). *In: FIELDING, Roy Thomas. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. 2000. Tese (Doutorado) - University of California, Irvine, 2000. Disponível em: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm. Acesso em: 6 jul. 2022.

FUTURE GAMES OF LONDON. *Hungry Shark World*. Apple Store, 2022. Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/hungry-shark-world/id1046846443?mt=8>. Acesso em: 8 jan. 2022.

GARDEN, Claire Louise Palmer; RIVERA, Errol Scott. Gamification for student engagement:: a framework. *Journal of Further and Higher Education* , [S. l.], p. 999-1012, 1 fev. 2021. DOI 10.1080/0309877X.2021.1875201. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0309877X.2021.1875201>. Acesso em: 30 out. 2022.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, Minnesota, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. DOI 10.2307/25148625. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25148625>. Acesso em: 5 ago. 2021.

HOODA, Monika; RANA, Chhavi; DAHIYA, Omdev; RIZWAN, Ali; HOSSAIN, Shamim. Artificial Intelligence for Assessment and Feedback to Enhance Student Success in Higher Education. *Mathematical Problems in Engineering*, [S. l.], v. 2022, n. 5215722, p. 19, 5 maio 2022. DOI 10.1155/2022/5215722. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2022/5215722/>. Acesso em: 13 dez. 2022.

HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens: vom Unprung der Kultur im Spiel*. Tradução: João Paulo Monteiro. 4. ed. São Paulo: Perspectiva S.A., 2000.

JUNIOR, Vanderlei Freitas; CECI, Flavio; WOSZEZENKI, Cristiane Raquel; *et al.* Design Science Research Methodology Enquanto Estratégia Metodológica para a Pesquisa Tecnológica. *Espacios*, v. 38, n. 6, 2017.

KEYHOLE. *Keyhole*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://keyhole.co/>. Acesso em: 21 jun. 2022.

KLOCK, Ana Carolina Tomé; GASPARINI, Isabela; PIMENTA, Marcelo Soares; HAMARI, Juho. Tailored gamification: A review of literature. *International journal of human-computer studies*, [S. l.], v. 144, p. 102495, 1 jun. 2020. DOI 10.1016/j.ijhcs.2020.102495. Disponível em: https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_gale_infotraccademiconefile_A640463748. Acesso em: 24 fev. 2022.

ISTOM GAMES KFT. *Nyan Cat: Lost in Space*. Apple Store, 2022. Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/nyan-cat-lost-in-space/id433592592?mt=8>. Acesso em: 1 fev. 2022.

KAHOOT!. *Kahoot!*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://kahoot.com/>. Acesso em: 8 dez. 2022.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; *et al.* DESIGN SCIENCE RESEARCH: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia. *Gestão Produção*, v. 20, n. 4, 2013.

LEITE, Breno Ricardo de Araújo; MUSSI, Renato Galvão da Silveira; SANTOS, Renato de Lima; NEVES, Edvaldo Antonio Das Neves; FREY, Irineu. SISTEMA DE INOVAÇÃO DA AERONÁUTICA:: MODELO SISTÊMICO PARA GESTÃO DA INOVAÇÃO. V *Encontro Nacional de Propriedade Intelectual*, [s. l.], 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336999953_SISTEMA_DE_INOVACAO_D_A_AERONAUTICA_MODELO_SISTEMICO_PARA_GESTAO_DA_INOVACAO. Acesso em: 26 jan. 2022.

LEMO, Denise Castanha de Avila de ; ZAMPERETTI, Maristani Polidori. Arte Rupestre: uma experiência de ensino e pesquisa em Artes Visuais no PIBID. SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DA ARTE - CENTRO DE ARTES - UFPEL, Pelotas, 6 mar. 2017. N°6, *XV Seminário de História da Arte*. Pelotas, 2017.

MEMRISE. *Memrise*. Apple Store, 2010. Disponível em: <https://www.memrise.com/pt-br/>. Acesso em: 1 fev. 2022.

MENEZES, Julio de Pádua Lopes. *Abordagens para o ensino e aprendizagem de algoritmos ou equivalente com base em elementos de jogos: um estudo a partir do mapeamento sistemático da literatura*. Orientador: Marianne Kogut ELIASQUEVICI. 2018. 262 f. TCC (Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/handle/prefix/2359>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MICROSOFT. *Minecraft Education*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://education.minecraft.net/pt-pt>. Acesso em: 4 dez. 2022.

MOKHTAR, Salimah; ALSHBOUL, Jawad A. Q.; SHAHIN, Ghassan O. A. Towards Data-driven Education with Learning Analytics for Educator 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, Padang, Indonesia, v. 1339, p. 079-086, 26 abr. 2019. DOI 10.1088/1742-6596/1339/1/012079. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1339/1/012079/meta>. Acesso em: 19 set. 2022.

NAGAO, Katashi. *Artificial Intelligence Accelerates Human Learning: Discussion Data Analytics*. 1. ed. [S. l.]: Springer, 2019. 151 p. ISBN 9811361746.

NALLIN, CLAUDIA GOES FRANCO. *O PAPEL DOS JOGOS E BRINCADEIRAS NA EDUCAÇÃO INFANTIL*. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - UNICAMP, Campinas, 2005. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=15526>. Acesso em: 4 maio 2019.

NIANTIC, INC. *Pokemon GO!*. Apple Store, 2022. Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/pok%C3%A9mon-go/id1094591345?mt=8>. Acesso em: 30 jun. 2022.

NORVIG, P.; RUSSEL, S. J. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. ed. [S. l.]: Prentice Hall, 2009. 1132 p. ISBN 978-8535237016.

PASTUSHENKO, Olena. Gamification in Assignments: Using Dynamic Difficulty Adjustment and Learning Analytics to Enhance Education. *CHI PLAY '19 Extended Abstracts: Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, [s. l.], p. 47-53, 2019. DOI 10.1145/3341215.3356335. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3341215.3356335?casa_token=1owA_M7oVjEAAA:AAAEPIImWZ2LY9-OB5SJVATP4C5aXREGhjT53TqxLZAZ28g7c3GUQlh6MZ8f53-TobQr3_Mv2gRVF11cPPA. Acesso em: 10 out. 2022.

PEARSON HIGHER EDUCATION. Learning Analytics: 5 vantagens para o processo de ensino-aprendizagem. In: *Learning Analytics: 5 vantagens para o processo de ensino-aprendizagem*. [S. l.]: Pearson Higher Education, 15 jan. 2022. Disponível em: <https://hed.pearson.com.br/blog/plataformas-de-aprendizagem/learning-analytics-5-vantagens-para-o-processo-de-ensino-aprendizagem>. Acesso em: 1 jul. 2022.

PEIXOTO, Cesar da Silva. *Jogos de estratégia de guerra em tempo real multijogador e seu desenvolvimento no motor Unreal Engine 4*. orientador: Dr. Cláudio Fernando André. 2019. 232 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Jogos Digitais.) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, 2019.

PLAYSAURUS. *Clicker Heroes*. 2022. Disponível em: <https://www.clickerheroes.com/>. Acesso em: 26 fev. 2022.

QUIROZ, Victor Bruno Alexander Rosetti de. *UCL GO: Um estudo qualitativo de uma plataforma gamificada adotada como prática em disciplinas do ensino superior*. Orientador: Dr. Cláudio Fernando André. 2019. 105 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

REIS, Alan; ALVES, Alaina; WENDLAND, Edson Cezar. ACTIVE METHODOLOGIES IN HIGHER EDUCATION: A SYSTEMATIC MAPPING IN THE CONTEXT OF ENGINEERING COURSES. *SciELO Preprints*, [S. l.], mar. 2022. DOI 10.1590/SciELOPreprints.3860. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/3860>. Acesso em: 10 ago. 2022.

RENAU, Mireia Adelantado; URDIALES, Diego Moliner; REDONDO, Iván Cavero; VALLS, Maria Reyes Beltran; VIZCAÍNO, Vicente Martínez; BUENO, Celia Álvarez. Association Between Screen Media Use and Academic Performance Among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, [S. l.], ano 11, n. 173, p. 1058-1067, 23 set. 2019. DOI 10.1001/jamapediatrics.2019.3176. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6764013/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

SAWATZKI , Jörg; SCHLIPPE, Tim. AI-Based Multilingual Interactive Exam Preparation. *TLIC 2021: Innovations in Learning and Technology for the Workplace and Higher Education*, [s. l.], p. 396-408, 13 nov. 2021. DOI 10.1007/978-3-030-90677-1_38. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90677-1_38#citeas. Acesso em: 20 set. 2022.

SIE SANTA MONICA STUDIO. *God of War*. PSN, 2022. Disponível em: https://store.playstation.com/pt-br/product/UP9000-CUSA07408_00-00000000GODOFWAR. Acesso em: 1 nov. 2022.

SIMON , Herbert Alexander; LAIRD, John E. *The Sciences of the Artificial, Reissue of the Third Edition with a New Introduction by John Laird*. 3. ed. atual. [S. l.]: MIT Press, 2019. 256 p. ISBN 0262537532.

SINGH, Ansuman; SINGH, Ashok; SINGH, Devendra; SHARMA, Laxman; BANSODE, N K. Online Learning Management System and Analytics using Deep Learning. *SSRN*, [S. l.], p. 7, 29 maio 2021. DOI 10.2139/ssrn.3856134. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3856134. Acesso em: 20 jul. 2022.

SORIANO, Jeane Barcelos ; WINTERSTEIN, Pedro José. A constituição da intervenção profissional em educação física: interações entre o conhecimento formalizado e as estratégias de ação. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, p. 315-332, 1 dez. 2004. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/viewFile/16572/18285>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SUPER GIANT GAMES. *Hades*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.supergiantgames.com/games/hades/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

STORT, Eliana Vieira Ribeiro. *Cultura, imaginação e conhecimento: a educação e a formalização da experiência*. 1989. Dissertação (Mestrado em Filosofia e História da Educação) - UNICAMP, Campinas, 1989. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/251934>. Acesso em: 28 abr. 2020.

THIENNOT, Julien. *Cookie Clicker*. Dashnet, 2022. Disponível em: <https://orteil.dashnet.org/cookieclicker/>. Acesso em: 1 jun. 2022.

TURNER, Anthony. Generation Z: Technology and Social Interest. *The Journal of Individual Psychology*, EUA, v. 71, n. 2, p. 103-113, 2015. DOI 10.1353/jip.2015.0021. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/586631>. Acesso em: 3 maio 2022.

VALENTIM, M. L. P. *Inteligência competitiva em organizações: dado, informação e conhecimento*. DataGramaZero, v. 3, n. 4, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/3837>. Acesso em: 19 fev. 2022.

VENABLE, John Robert. The role of theory and theorising in design science research. *First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, [s. l.], ed. 1, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228670522_The_role_of_theory_and_theorising_in_design_science_research. Acesso em: 26 jan. 2021.

VICTORY ISLAND STUDIOS. *Certificados Victory Island Studios*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://victoryisland.wixsite.com/victory-island/certificados>. Acesso em: 31 out. 2022.

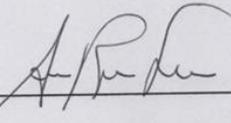
WAGTAIL. *Wagtail, the powerful CMS for modern websites*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://github.com/wagtail-nest/wagtail-review>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ANEXOS**Anexo A – Termo de autorização para uso de dados**

Autorização para uso de dados

A Faculdade do Centro Leste – UCL, autoriza o colaborador Victor Bruno Alexander Rosetti de Quiroz, mestrando do curso de Desenvolvimento em Jogos Digitais na Pontífice Universidade Católica de São Paulo, a utilizar e publicar os dados estatísticos de utilização do aplicativo UCL GO, coletados durante o evento Mostra UCL de 2017, em sua dissertação de mestrado. Os dados poderão ser utilizados livremente para a pesquisa acadêmica desde que mantida a anonimidade dos usuários do aplicativo UCL GO. O colaborador não possui nenhum direito de venda sobre os dados fornecidos e se compromete a não divulgar ou compartilhar esses dados com terceiros. A partir deste termo a Faculdade UCL exime seu colaborador e qualquer um que utilize sua dissertação de quaisquer custos sobre os dados fornecidos.

Serra, 24 de junho de 2019.



André Ribeiro da Silva
Diretor de Graduação

André Ribeiro da Silva
Diretor de Graduação - Unidade Serra
UCL - Faculdade do Centro Leste

UCL - FACULDADE DO CENTRO LESTE

Campus UCL Manguinhos
Rod. ES 010, S/N - Km 6,5 - Manguinhos, Serra/ES
CEP: 29.173-087

Campus UCL Cariacica
Rua Bolívia, s/n, Jardim America, Cariacica/ES
CEP: 29.140-230

Telefax: (27)3434.0100 | www.ud.br | contato@ud.br