

Stone Game: Uma abordagem gamificada para o aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral I

Heitor Passeado Soares

Instituto de Ciências

Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Florestal, Brasil

heitor.soares@ufv.br

Lucas Carvalho Silva

Instituto de Ciências

Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Florestal, Brasil

lucas.silva@ufv.br

Daniel Mendes Barbosa

Instituto de Ciências

Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Florestal, Brasil

danielmendes@ufv.br

Resumo—Este artigo evidencia a pesquisa e desenvolvimento da criação do Stone Game, um jogo sério para dispositivos móveis com o intuito de utilizar os estímulos sensoriais que um jogo possibilita para facilitar o aprendizado do conteúdo da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. As disciplinas de Cálculo carregam alguns dos maiores índices de reprovação em universidades públicas e privadas. O jogo visa melhorar o cenário de engajamento e aprendizado dos alunos. Baseado em estudos sobre jogos e sua atratividade, optou-se por utilizar os fatores psicológicos que fazem uma pessoa se viciar em um jogo social como Candy Crush para benefício acadêmico. Por meio da gamificação e interação, pretende-se aumentar a atratividade do jogo e o tempo de permanência do aluno no ambiente. Estímulos gráficos e visuais são ferramentas que favorecem o aprendizado de conceitos matemáticos e a criação de um mascote aparece como um diferencial, que apela para a identificação do usuário. Foram aplicados testes empíricos com alunos para avaliar o grau de satisfação com o jogo. Foi constatado que o jogo se mostra melhor como objeto de aprendizagem do que uma forma de diversão.

Palavras chave—Cálculo, Gamificação, Aplicativo, Mobile

I. INTRODUÇÃO

A chamada quarta revolução industrial trouxe em poucas décadas um costume que está completamente impregnado no cotidiano da população mundial, até mesmo no Brasil, um país em desenvolvimento: o uso de celulares smartphones. O número de dispositivos móveis no país é quase que equivalente ao populacional: 234 milhões de acordo com o Centro de Tecnologia de Informação Aplicada (FGVcia) da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV EAESP) [1].

Além de toda a praticidade de comunicação e facilidade para realizar diversas tarefas, o uso dos celulares fez com que as pessoas tivessem acesso a jogos instantaneamente e a qualquer momento. Designs coloridos e chamativos acabam fazendo com que o usuário use muito seu aplicativo, Cheng elabora sobre os motivos do uso deliberado de jogos móveis [2]. Percebe-se além dos motivos, o sucesso das grandes empresas em relação a números de usuários e seus tempos de utilização.

Paralelo à esse fenômeno, temos o alto índice de reprovação em disciplinas como Cálculo I e Física I, como mostra a pesquisa da doutora em pedagogia Fabiana Garzella, que evidenciou uma taxa de evasão de 77,9% no período de 7 anos

na insituição analisada por ela [3]. Existem diversos fatores que podem influenciar o rendimento dos alunos brasileiros durante o ensino superior: a falta de infraestrutura na educação básica e o baixo incentivo à pesquisa são algumas delas.

Deixando os aspectos socio-econômicos de lado, podemos nos ater à dificuldade inerente ao aprendizado da disciplina de matemática, que pode ser vista de outra forma como cita Barbosa, Sandra Malta [4]: “a representação gráfica, potencializada pela visualização, é uma das representações múltiplas que podem transformar a interpretação e o entendimento dos conceitos matemáticos”. Ou seja, com mecanismos gráficos pode-se chegar mais facilmente à entendimentos de conceitos abstratos de matemática.

Como proposta de solução, foi feito o Stone Game, um jogo sério mobile levando em conta duas metodologias de avaliação diferentes que serão discutidas na seção IV. O diferencial do software é apelar ao máximo aos estímulos sensoriais do jogador, sendo o mais atrativo possível com animações digitais personalizadas, um mascote, cores e sons atrativos. Toda a parte visual tem como meta aumentar o tempo de uso do aplicativo pelo aluno e facilitar a abstração de macro conceitos do Cálculo Diferencial e Integral I.

Este documento está organizado nas seguintes seções: a seção II traz uma breve discussão sobre os trabalhos relacionados na área; a seção III contém a base teórica na qual o jogo foi pensado e avaliado; a seção IV apresenta como a fundamentação da literatura moldou as formas de mensurar a qualidade do jogo e de seu conteúdo; a seção V terá como foco mostrar as regras de funcionamento do Stone Game, assim como o desenvolvimento, arquitetura de comunicação entre as entidades do sistema; a seção VI apresenta os resultados e a última seção traz as considerações finais.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Medeiros, Schimiguel abordam as motivações didáticas do ensino pelo meio da gamificação, com a explicação de que o aluno se torna protagonista do próprio aprendizado [5].

Para o aprendizado de matemática Mota, Barbosa [6] criaram um jogo de natureza mais interativa. Nele o jogador deve, a partir de um plano cartesiano com pontos pré estabelecidos para cada fase, descobrir qual a função matemática intersecta

a maior parte dos pontos. Seu trabalho se assemelha ao Stone pelo fato de ser um aplicativo mobile.

Em um contexto mais voltado à experiência lúdica Cezar, Garcia, Manara e Botelho [7] criaram uma abordagem tematizada, assim como a do presente trabalho para aprendizado de cálculo. Os autores buscaram criar um jogo de interpretação (rpg) traduzido para um sistema de computador.

Em um cenário de gamificação em contextos não tecnológicos Martins, Ferreira, Lacerda, Freitas, Figueiredo e Barbosa [8] criaram um jogo de cartas em que a coleta das cartas era uma experiência lúdica na graduação, cujo nome é Lord Of Florestal.

Para diferenciar dos outros trabalhos na literatura, a ideia deste foi a junção da questão prática de ser aplicativo mobile, o que já difere da maioria dos demais trabalhos de gamificação, e a aplicação de animação digital para maior engajamento e interesse dos jogadores

III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das estratégias para o aprendizado de cálculo era se basear na tendência dos usuários usarem o celular de forma deliberada.

Uma das teorias base para a análise do uso da tecnologia midiática é a teoria U&G (*Uses and Gratification*) desenvolvida por Elihu Katz and Jay Blumler [9] que tem 5 pilares:

- 1) Seleção de mídia e uso é orientado ao objetivo
- 2) Pessoas tomam iniciativa para selecionar e usar veículos de comunicação para satisfazer suas vontades
- 3) Fatores sociais e psicológicas mediam o comportamento comunicativo das pessoas
- 4) A mídia é competitiva com outras formas de comunicação para seleção e atenção, costumam nos recompensar.
- 5) Pessoas são tipicamente mais influentes do que a mídia na relação, mas não sempre.

Com base na teoria U&G, Cheng [2] fez um estudo com 14 estudantes universitários que jogavam Candy Crush, com o objetivo de descobrir quais eram os motivos pelos quais eles jogavam. Para cada motivo parametrizado era atribuído uma nota de 1 a 5 pelo aluno. Os parâmetros estão descritos na Tabela I.

Em paralelo à esse estudo, [5] utiliza o método de avaliação LORI (Learning Object Review Instrument), desenvolvida pela e-Learning Research and Assessment Network [10], em sua proposta educacional. Esse método de avaliação também foi utilizado para avaliarmos a qualidade do Stone Game. A avaliação LORI é uma ferramenta de avaliação bastante utilizada e são descritas na Tabela II.

Tendo em vista a necessidade do apelo visual, por ser um critério constantemente considerado, em ambas as formas de avaliação, foram criadas algumas animações digitais.

Sultana motra como os personagens ganham vida ao serem animados seguindo os 12 princípios da animação de Frank Thomas and Ollie Johnston [11] Nas animações que serão melhor explicadas na seção V, foram exploradas nelas 4 dos 12 princípios, principalmente:

- **Squash And Stretch** - O quanto um objeto estica e se comprime, fornece fluidez ao movimento e comunica quais são as propriedades daquele objeto, uma bola de boliche não se comprime tanto quanto um balão d'água por exemplo.
- **Antecipação** - Antes de realizar a ação principal é importante que o personagem mostre a audiência que ele realizará tal ação
- **Ação secundária** - Com o objetivo de tornar a composição mais real e crível, é bom que haja ações complementares que não ofusquem a ação principal
- **Slow in and out** - Movimentos tem mais apelo gráfico quando são acelerados, começam e/ou terminam mais lentos dependendo do movimento, uma bola caindo por exemplo terá a sua maioria de frames de 0 a 20% em relação a sua altura total.

IV. METODOLOGIA

O desenvolvimento do aplicativo do Stone Game foi feito durante o período de um ano, incluindo todos os passos do processo de fazer um software: levantamento de requisitos, modelagem da arquitetura do banco, idealização do fluxo de telas, desenvolvimento e testes das duas entidades do sistema (back-end e front-end) e implantação dos mesmos. Em paralelo à essa tarefa, as animações inclusas no software também foram feitas.

A. Animação

As animações foram feitas frame a frame com o auxílio de interpolação gráfica, utilizando o software Adobe Animate.

Para visualizar os macro conceitos de Cálculo Diferencial e Integral I foram feitas 4 animações, cada uma ilustrando a ideia geral de um módulo. Para exemplificar os pontos teóricos levantados sobre animações, a animação usada no módulo de Função foi escolhida:

O personagem joga um cubo com o valor de 1 em uma máquina cuja função é $f(x) = -x$, a máquina então expõe o valor -1 e o personagem repete a ação e ocorre um loop na animação. Levando em consideração os princípios da animação levantados na fundamentação teórica, pode ser observado *antecipação* quando o personagem se prepara na Fig. 1a antes de pegar o bloco na Fig. 1b, enquanto espera a máquina processar o número bate os pés e cruza os braços (*ação secundária*). Ao passar para o outro lado a ação é rápida (*slow in and out*) e seus traços e formas se comprimem exageradamente como pode ser visto em Fig. 1c para dar fluidez ao movimento (*squash and stretch*).

B. Avaliação

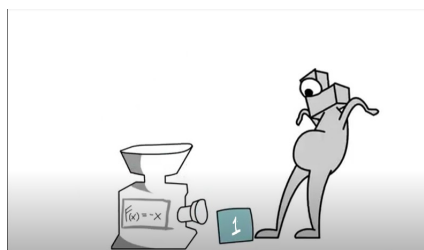
Com base nas duas metodologias de avaliação mencionadas na fundamentação teórica, foi feito um formulário, em que cada pergunta poderia ser avaliado de 1 a 5, sendo 1 discordo totalmente e 5 concordo totalmente. O objetivo do formulário era avaliar se o aplicativo cumpriu seus objetivos como um objeto de aprendizagem seguindo a avaliação LORI, assim como um jogo de lazer/diversão de acordo com Cheng. O

Tabela I: Notas dos estudantes do porquê jogarem jogos mobile, fonte: [2]

Motivo	Média	Desvio Padrão
1-Para que eu possa jogar em qualquer lugar	2.48	1.01
2-Para que eu possa jogar em qualquer momento	3.59	0.97
3-Para que eu possa jogar enquanto me desloco	2.68	1.11
4-Para que eu possa apreciar o design de cada nível	3.71	0.78
5-Para que eu possa apreciar a interface do jogo	3.92	0.77
6-Para que eu possa apreciar a aparente infinitude do jogo	3.50	0.96
7-Para comunicar com os amigos	2.81	0.98
8-Para ter uma relação mais próxima com os amigos	2.69	0.96
9-Para sentir a sensação de ganhar	3.19	1.11
10-Para competir com os amigos	2.69	1.07
11-Para me desafiar minhas habilidades motoras	2.97	1.00
12-Para matar tempo	3.97	0.84
13-Para relaxar	3.90	0.78

Tabela II: Metodologia LORI

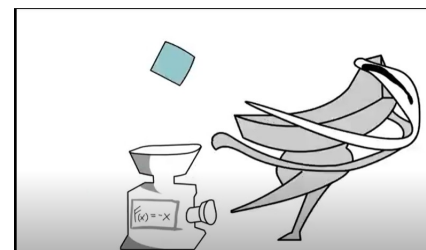
Pilar	Descrição
Qualidade do conteúdo	Veracidade e apresentação equilibrada das ideias com nível apropriado de detalhes, enfatizando os pontos-chaves e ideias significantes
Alinhamento do Objetivo da Aprendizagem	Alinhamento entre as metas de aprendizagem, atividades, avaliações e características dos alunos
Feedback e Adaptação	Conteúdo adaptável e feedback de acordo com as características específicas do aluno.
Motivação	Capacidade de motivar o interesse de um público alvo.
Design da Apresentação	Referente a informação visual, gráficos, tabelas, animação, entre outros
Usabilidade	Facilidade de navegação, previsibilidade da interface do usuário, e qualidade dos recursos de ajuda da interface.
Acessibilidade	Facilidade do acesso independente de plataforma.
Reusabilidade	Habilidade para usar em diferentes contextos de aprendizagem e com alunos de diferentes origens.
Aderência a padrões	Adesão às normas e especificações internacionais



(a) Antecipação para pegar o bloco na animação do módulo de Função



(b) Ação de pegar o bloco para o módulo de Função



(c) Frame extremo demonstrando squash and stretch

Fig. 1: Princípios da animação exemplificados

formulário foi enviado a todos os estudantes que utilizaram o aplicativo e a tabela III mostra cada enunciado e qual seu direcionamento teórico :

Os itens da metodologia LORI que não estão contemplados na Tabela III são e podem ser justificados por:

- **Qualidade do Conteúdo** As questões foram revisadas pelo professor de Cálculo
- **Feedback e Adaptação** O jogo liberava os módulos apenas quando o usuário chegava em uma certa quantidade de pontos, o sistema de pontuação é melhor discutido na seção V
- **Reusabilidade** O jogo no atual momento possui apenas conteúdo de cálculo mas outros conteúdos podem ser facilmente adicionados como será discutido na seção VII.
- **Acessibilidade** O aplicativo não conta com recursos de acessibilidade.

- **Aderência a Padrões** O aplicativo não segue padrões internacionais.

C. Conteúdo

Pensando na reusabilidade do sistema, a ideia era ter as questões salvas em um bancos a dados, de forma com que fosse possível ter outras questões para possíveis trabalhos futuros.

Para facilitar a inserção de questões no sistema foi feito uma interface web para o CRUD de questões que será melhor discutida na seção V.

V. STONE GAME

A. Ideia do Jogo

A palavra cálculo vem de calculus, que significa pedra pequena. O Stone Game usa essa etimologia como inspiração

Tabela III: Perguntas do Formulário

Enunciado	Referência
1. Encontrei dificuldades para entender o que deveria ser feito	6 da Tabela II
2. Usei o aplicativo para matar tempo livre / relaxar	12 e 13 da Tabela I
3. Gostei da interface do jogo	4 e 5 da tabela I e 5 da Tabela II
4. Me senti motivado a resolver as questões	5 da Tabela I e 4 da Tabela II
5. O ranking me motivou a resolver mais questões	7, 8, 9 e 10 da Tabela I
6. O conteúdo do aplicativo me ajudou no entendimento de Cálculo I	2 da Tabela II
7. Me senti recompensado de responder uma pergunta corretamente	4 e 5 da Tabela I e 3 da Tabela II

para o nome e tem como ideia ser um jogo no formato de quiz, em que cada módulo é uma espécie de cenário, começando com o Marco da Função, com fundo verde e de planície, passando pelo "Oásis do Limite" com temática desértica, chegando no "Monstro da Derivada" e finalizando na "Cidade Reintegrada".

Cada cenário possui múltiplos submódulos, mapeados para capítulos do livro de Cálculo I do Stewart, cada um deles contendo uma série de perguntas em formato de múltipla escolha. Os cenários e submódulos são desbloqueáveis dependendo do progresso do usuário, a fim de alimentar a curiosidade dele e retê-lo por mais tempo.



Fig. 2: Menu inicial do jogo com a primeira fase

O menu inicial mostra o desenho referente a cada capítulo, como mostra na Fig. 2, o usuário pode deslizar o touch horizontalmente para visualizar as próximas fases. Desta forma, o desenho principal muda e o plano de fundo é um gradiente que engloba toda a "extensão" do cenário, mudando sua cor para as fases mais difíceis.

A qualquer momento, é possível ir até as configurações, que são salvas no cache do aparelho, e configurar se a música e/ou os efeitos sonoros irão tocar.

Em cada um desses módulos, o usuário poderá ver uma pequena animação envolvendo o "mascote" do aplicativo. Essa animação tem como objetivo sintetizar de forma simples o macro conteúdo daquele módulo. Tomando o módulo de limite como exemplo, o personagem faz um movimento com os braços para simbolizar para qual valor o x está tendendo. A Fig. 3a mostra o valor de x muito grande (tendendo a infinito),

e a figura 3b mostra o valor de x bem pequeno (tendendo a 0).

O jogador pode se cadastrar e fazer login no sistema. Com o mecanismo de autenticação, o app é capaz de salvar o seu progresso e a quantidade de pontos que será levada em consideração no ranqueamento dos usuários. O Ranking é global e visível para todos os usuários a qualquer momento, sendo uma forma de alimentar a competitividade saudável entre os jogadores para ser mais um fator de incentivo.

O ranking é uma contagem decrescente de números de estrelas. Cada pergunta acertada sem erros anteriores garante ao usuário três estrelas. Ao acertá-la com apenas uma alternativa errada, sua recompensa é reduzida para duas estrelas, e em sequência, para três estrelas quando há duas alternativas erradas. A partir desse momento cada vez que o usuário erra uma alternativa, ele perde uma vida, e sem vidas não é possível mais tentar acertar nenhuma pergunta.

O usuário pode ter no máximo duas vidas a cada momento e vidas são repostas a cada 6 horas.

Um recurso que é dado ao usuário é a possibilidade de submeter uma resolução, por meio de imagem, mediante uma questão respondida com sucesso. Independente de quantas estrelas ele tenha ganhado com seu acerto, se sua submissão for aceita pelo usuário administrador (vide seção Conteúdo e Administração), ele será recompensado com 5 estrelas para aquela questão. Após um acerto, o jogador poderá ver as resoluções aceitas de outros usuários para aquela questão.

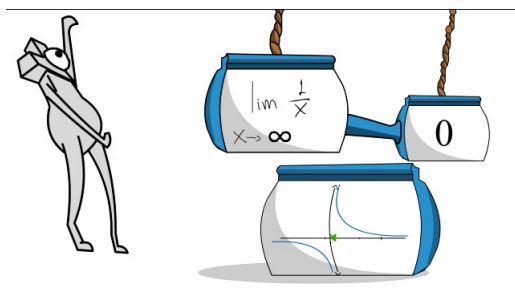
B. Desenvolvimento e Tecnologia

A arquitetura de funcionamento pode ser descrita de acordo com a Fig. 4. O usuário final interage diretamente apenas com o "mobile", que é a versão interativa, feita em React Native.

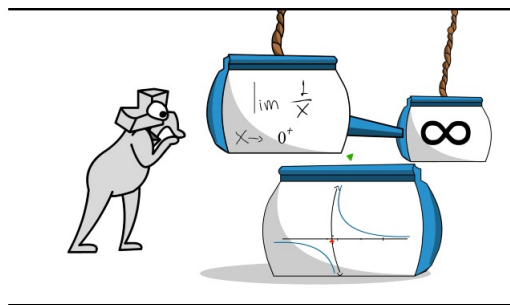
As operações que ele executa são salvas e gerenciadas por um backend, construído em Node JS, hospedado no serviço gratuito Heroku, que opera e interage com um banco de dados não relacional, o MongoDB.

Por motivos de desempenho na comunicação do usuário final com o servidor, as imagens inclusas no enunciado das questões e aquelas submetidas pelos próprios usuários, são salvas no Firebase, que é uma plataforma gratuita da Google que auxilia na criação e gestão de aplicativos mobile e web. Dentre todas as ferramentas disponibilizadas no Firebase, apenas o armazenamento de imagens foi utilizado.

O Módulo Web, feito com a microframework Flask, é exclusivo ao usuário administrador do sistema. Nele é possível realizar a inserção, edição e remoção das questões inclusas no



(a) Animação do conteúdo do Capítulo de limite, x tendendo ao infinito



(b) Animação do conteúdo do Capítulo de limite, x tendendo a 0

Fig. 3: Animação para o módulo de Limite

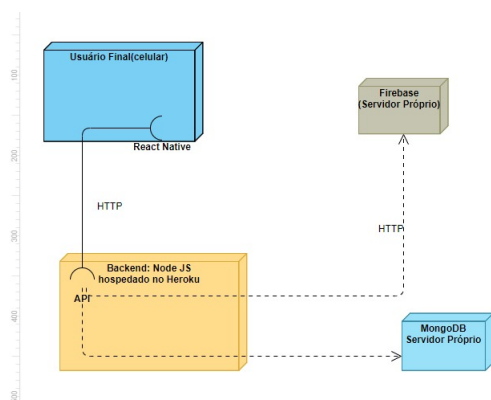


Fig. 4: Diagrama da arquitetura do sistema

banco de dados, assim como aprovar ou recusar as submissões dos usuários.

C. Conteúdo e Administração

O jogo conta com um total de 56 questões distribuídos em 20 submódulos. Elas foram baseadas no livro de Cálculo do Stewart 5ª edição. Como as questões estão salvas no banco de dados, foi feito um sistema web para o gerenciamento do conteúdo. Nele é possível adicionar, editar e remover módulos, capítulos e questões. Na página de cada submódulo, o administrador pode adicionar uma questão como visto na Fig. 5

É necessário que o usuário administrador coloque o enunciado da questão e as quatro possíveis alternativas e selecione qual delas é a correta. Também é possível que ele adicione uma imagem à questão que será salva no Firebase. O ID da pergunta no sistema é usado como referência no sistema de diretório do Firebase. A qualidade das questões foi revisada por um professor de cálculo, um dos autores deste trabalho, para que o primeiro item da metodologia LORI seja atendido.

Após acessar cada módulo, como por exemplo o "Marco da Função", o usuário se depara com a lista de capítulos(submódulos) daquele contexto. Cada submódulo contém uma lista de possíveis questões a serem respondidas e o usuário tem a visão de quais ele já respondeu corretamente. No momento que ele seleciona uma não respondida, o tema

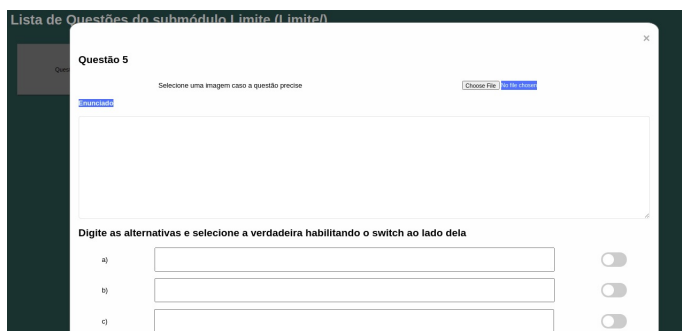


Fig. 5: Demonstração de como uma pergunta é adicionada no sistema gerenciador

musical muda para dar mais imersão, na tentativa de ambientar e condicionar o usuário para o "momento de responder". As cinco alternativas são animadas e aparecem na tela conforme a Fig. 6.

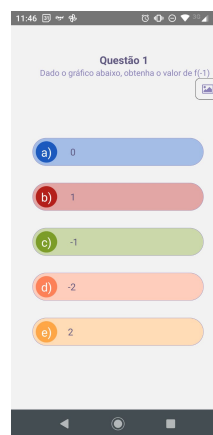


Fig. 6: Página de responder as perguntas

A pergunta pode ter uma imagem que foi adicionada na criação da questão. Quando isso acontece o usuário deve clicar no símbolo de imagem no canto direito superior para visualizar qual a imagem da questão.

Durante a fase de coleta de resultados, as resoluções das questões submetidas foram aprovadas e recusadas por meio

do mesmo módulo Web.

VI. RESULTADOS

Após a criação do aplicativo, ele foi disponibilizado para duas das três turmas de cálculo I da UFV - Campus Florestal, no primeiro período letivo de 2021.

Como forma de incentivo, o professor da disciplina bonificou com 1 ponto extra o aluno que estava no topo do ranking no final do período letivo.

Durante o respectivo período letivo foi aplicado o formulário discutido na metodologia para os alunos que participaram do experimento.

Um total de 15 alunos utilizaram o aplicativo e, desses, 7 responderam o questionário e deixaram um total de 4 comentários. A aluna com maior pontuação fez um total de 39 estrelas, o que equivale a 13 questões respondidas corretamente. Os comentários feitos foram:

- "Muito bom as questões"
- "As questões e a ideia do aplicativo são muito boas, mas poderia ser mais bonito."
- "No geral gostei bastante do aplicativo! Uma sugestão de melhoria seria uma atualização gráfica na interface do aplicativo."
- "É um excelente aplicativo e ajuda bastante no aprendizado!"

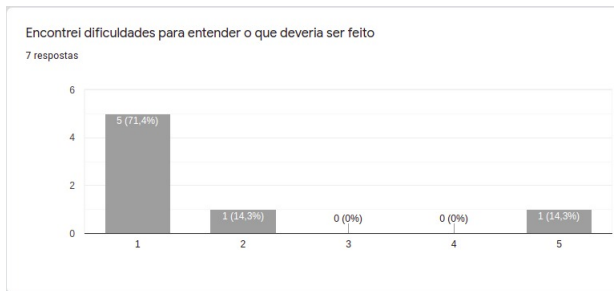


Fig. 7: Gráfico das respostas para pergunta 1

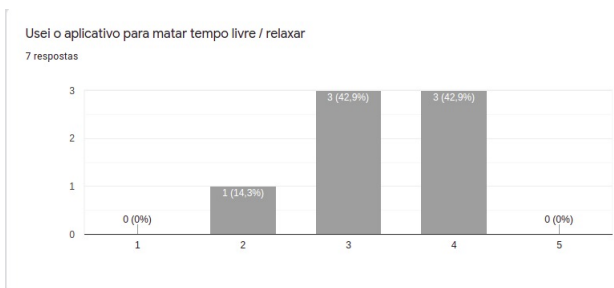


Fig. 8: Gráfico das respostas para pergunta 2

Como podemos ver na Fig. 11, o ranking ajudou a incentivar os alunos mas não foi o aspecto de maior importância, se considerarmos o pequeno número de participantes. Talvez o ranking fosse progressivamente mais competitivo e relevante a medida que o número de usuários crescesse. A Fig. 7 mostra que os objetivos eram bem claros e a usabilidade intuitiva na

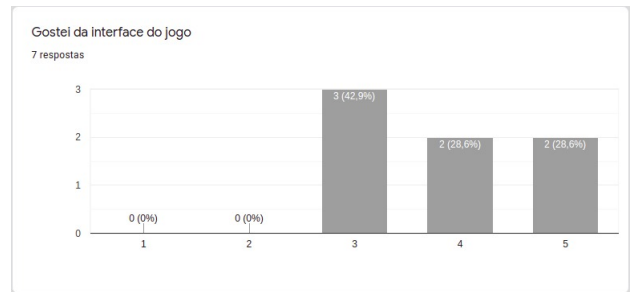


Fig. 9: Gráfico das respostas para pergunta 3

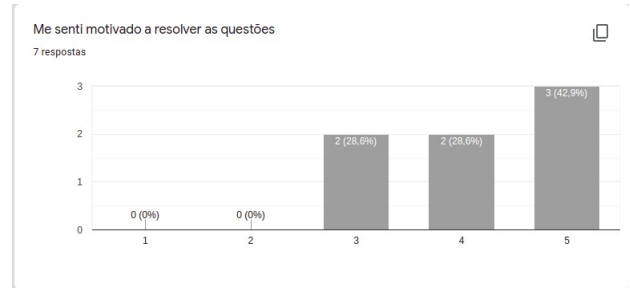


Fig. 10: Gráfico das respostas para pergunta 4

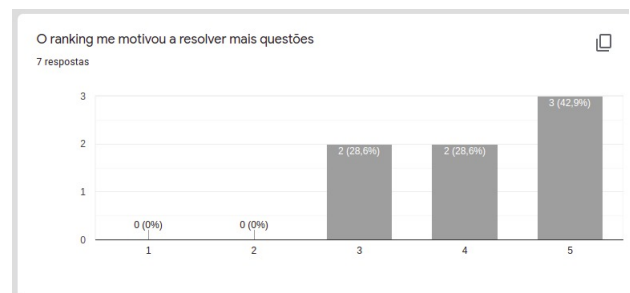


Fig. 11: Gráfico das respostas para pergunta 5

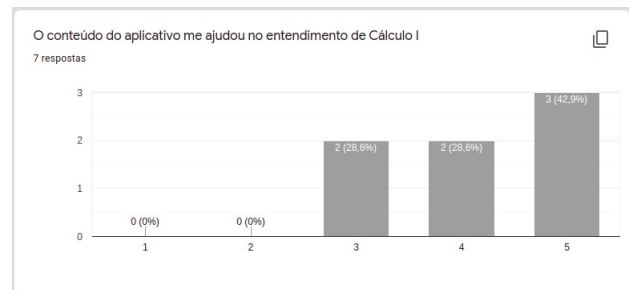


Fig. 12: Gráfico das respostas para pergunta 6

maioria dos casos, o que é um dos fatores mais importantes na criação de um aplicativo. Em relação ao objetivo de ser uma experiência realizada durante o ócio houve divergências nos resultados, como pode ser visto na Fig. 8. O resultado da interface foi insatisfatório conforme visto na Fig. 9, onde os elementos gráficos como botões, telas de menu, quantidade de tentativas, pontuação total não tinham qualidade tão boa quanto jogos de grandes empresas que os usuários estão

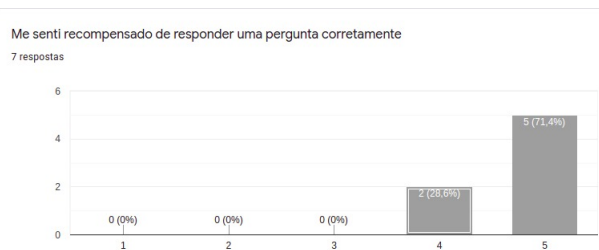


Fig. 13: Gráfico das respostas para pergunta 7

acostumados a utilizar. Os estudantes em sua maioria se sentiram gratificados de responder as perguntas, motivados a responder mais e o mais importante, sentiram que o aplicativo auxiliou no aprendizado de cálculo como pode ser visto na Fig. 10, na Fig. 12 e na Fig. 13.

Podemos perceber que o ranking (Fig. 11 e ser um aplicativo para momentos de relaxamento (Fig. 8) não obtiveram resultados tão bons.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando Stone Game diante das duas frentes, objeto de aprendizagem e/ou um jogo divertido, podemos perceber que ele faz mais sentido como a primeira. Os resultados, assim como a dificuldade de se atingir uma interface no nível profissional mostram isso.

A quantidade de usuários não foi tão satisfatória, uma vez que o modo de disponibilização ao aplicativo não foi o melhor possível: apenas o arquivo instalador do android (APK) foi enviado pelo professor para os alunos da disciplina, o que seria diferente de disponibilizar na Play Store e fazer uma apresentação presencial para os alunos, o que não foi possível visto o custo da loja e o contexto pandêmico, respectivamente.

Alguns alunos se queixaram ainda de não existir a versão para iOS e outros de não ter a versão web, que seria útil também visto que os estudantes também gostariam de poder usar o app em um ambiente mais propício para o aprendizado, como, por exemplo, numa área de trabalho de mesa.

Apesar do baixo uso, os resultados coletados conseguiram cumprir bem as duas bases de avaliação. Melhorar a interface base do sistema alavancaria o engajamento por parte dos usuários, já que esse foi um dos pontos mais comentados por parte dos mesmos e pode ser observado como constante em ambos as metodologias de avaliação. Melhorar esse aspecto pode ser um trabalho futuro, explorando conceitos de usabilidade.

Sobre a interface e as animações, cabe ressaltar que para serem vistas era necessário o clique ativo do usuário, que poderia facilmente não ver essa opção, já que o botão para visualização era bem discreto, o que seria um dos primeiros itens a ser refatorados caso o sistema fosse atualizado.

Como trabalhos futuros, o sistema pode ser expandido para outras áreas do conhecimento, bastando para isso que as questões específicas fossem inseridas. Podem ser adicionados recursos de acessibilidade e padronização para cumprir todos

os pilares da metodologia Lori. Dando enfoque à essa reusabilidade é possível que outros trabalhos explorem a inserção de novas questões para o aprendizado de outros contextos, mas para que isso fosse viável é importante melhorar a interface e criar possíveis novos sistemas de recompensa, bem como animações e cenários específicos.

REFERÊNCIAS

- [1] Fundação Getúlio Vargas. Brasil tem 424 milhões de dispositivos digitais em uso, revela a 31ª pesquisa anual do fgvcia, 2020.
- [2] Cheng Cheng. Are you addicted to candy crush saga? an exploratory study linking psychological factors to mobile social game addiction, telematics and informatics, 2016.
- [3] Fabiana Garzella. 'terror' dos alunos de exatas, cálculo i é comparado a processo industrial, unicamp, 2019.
- [4] Sandra Malta Barbosa. Tecnologias da informação e comunicação, função composta e regra de cadeia, universidade estadual paulista, 2009.
- [5] Juliano Schimiguel Maxwell de Oliveira Medeiros. Uma abordagem para avaliação de jogos educativos: Ênfase no ensino fundamental, universidade federal do rio grande do sul, 2012.
- [6] Daniel Mendes Barbosa Marcos V. S. Mota. Draw the function: um jogo educacional para auxiliar a aprendizagem de funções matemáticas, universidade federal de viçosa, 2018.
- [7] Vinicius Lunkes Cezar, Patrick Vicente Garcia, Evandro Manara Miletton, and Viviane Botelho. A sociedade do cálculo: um jogo educacional digital para a disciplina de cálculo i, instituto federal de educação, ciência e tecnologia do rio grande do sul, 2019.
- [8] Filipe F. Lacerda Gabriel G. de Freitas Rodrigo O. Figueiredo e Daniel M. Barbosa Adriano M. Martins, Pablo Ferreira. Lord of florestal: Uma abordagem de gamificação para o ensino superior com o uso de uma plataforma para criação de jogos de cartas digitais, sbgames, 2019.
- [9] Elihu Katz and Jay Blumler. Uses and gratifications theory, the pennsylvania state university, 2011.
- [10] John Nesbit. Learning object review instrument (lori), simon fraser university. 2009.
- [11] Nekhat Sultana. Exploring believable character animation based on principles of animation and acting, informatics and creative multimedia (icicm), 2013.