

StudyWare, um Framework para Aprendizado Através de Mini-games

Lucas Ribeiro Pessamilio

Universidade Federal de Juiz de Fora

<lucas.ribeiro@estudante.ufjf.br>

Renan Nunes da Costa Gonçalves

Universidade Federal de Juiz de Fora

<renannunes@ice.ufjf.br>

Victor Aquiles Alencar

Universidade Federal de Juiz de Fora

<victoraquiles@ice.ufjf.br>

Resumo

A área das ciências exatas tem conteúdos muito diversos, e que muitas vezes estão desconectados entre si, essas características podem desmotivar os alunos, diminuindo o engajamento dos mesmos com as disciplinas. Esse trabalho faz uso de diversas técnicas de gamificação para mitigar esse problema, entre elas: Visuais mais lúdicos; pontuações; repetição espaçada. A proposta desta pesquisa é um projeto de aplicativo chamado “Studyware”, esse projeto oferece para o jogador diversos conteúdos de ciências exatas a serem estudados. No projeto inicial é utilizada a disciplina “Estrutura de Dados” como fonte do primeiro conteúdo. Em cada conteúdo apresentado pelo aplicativo, o aluno interage com conceitos através de mini-jogos, que são pequenos jogos interativos que duram entre 5 e 15 segundos, onde o jogador pode em uma pequena sessão, treinar diversos conceitos aprendidos nas disciplinas. Esses mini-jogos se repetem de forma aleatória de tempos em tempos, de forma a reforçar o aprendizado do aluno em seu conteúdo. Portanto, o fluxo do jogo ocorre da seguinte forma: Dentro do aplicativo, o aluno escolhe um conteúdo, é servido mini-jogos pelo sistema, e recebe uma pontuação, que fica gravada, segundo seu desempenho. Por fim, após a implementação do sistema, é inferido que, mesmo uma implementação simples como essa, pode trazer inúmeros benefícios para os alunos envolvidos, como: Melhor fixação do conteúdo e melhor desempenho dos alunos a partir da competição interna dos membros envolvidos no jogo.

Palavras-chave: Gamificação, Ensino Gamificado, Jogo Educacional, Mini-games, Repetição Espaçada, Aprendizagem Competitiva, Ciências Exatas.

Abstract

The exact sciences area has very diverse contents, some of which are often disconnected from each other, these characteristics can discourage students, reducing their engagement with the disciplines. This work makes use of several gamification techniques to mitigate this problem, including: More playful visuals; scores; spaced repetition. The purpose of this research is to propose an application project called “Studyware”, this project offers the player several exact science contents to be practiced. In the initial project, the discipline “Data Structure” is used as the source of the first content. In each content presented by the application, the student interacts with concepts through mini-games, which are small interactive games that last between 5 and 15 seconds, where the player can, in a small session, train several concepts learned in the disciplines. These mini-games are repeated randomly from time to time, in order to reinforce the concepts learned from their content. Therefore, the game flow occurs as follows: Within the application, the student chooses a content, mini-games are served by the system, and after playing many games, the player receives a score according to their performance, this score is recorded in the application. Finally, after implementing the system, it is inferred that even a simple implementation like this can bring numerous benefits to the students involved, such as: Better content fixation and better student performance resulting from the internal competition of members involved in the game.

Keywords: *Gamification, Gamified Teaching, Educational Game, Mini-games, Spaced Repetition, Competitive Learning, Exact Sciences.*

1 Introdução

O campo das ciências exatas é caracterizado por abranger uma larga variedade de conteúdos que muitas vezes não detém de uma conexão direta. Essa característica pode dificultar a retenção de informações e diminuir a motivação do aluno. Uma forma de estudo da área é através de exercícios práticos e de memorização para o aprendizado e manutenção do conhecimento. Um método conhecido para auxiliar o ensino é o de aprendizado espaçado, em que o estudante irá utilizar sessões de aprendizado espaçadas com base em o quanto ele se lembra sobre o conteúdo, e isso auxilia na formação da memória a longo prazo (Smolen, Zhang, & Byrne, 2016).

A ferramenta Anki (Anki-Open-Source-Team, 2021) é um exemplo de implementação do método. A ferramenta utiliza cartões para verificar se o usuário lembra ou não de um determinado tópico ou pergunta anotada em um dos versos do cartão e a sua resposta fica armazenada no seu verso. Se o usuário não lembrar da resposta o cartão será mostrado para ele mais frequentemente e em um intervalo de tempo menor ao longo dos dias. Contudo, o Anki ainda não traz recursos para manter o usuário por um longo prazo de tempo em uso (Bailey, 2013).

A proposta desse artigo é implementar a conceituação por traz da repetição espaçada, porém, com um visual e mecânicas de jogo muito mais atrativos. O formato de jogo que o projeto segue é inspirado no jogo WarioWare (“WarioWare, Inc.: Mega Microgames!”, 2021). Nesse jogo, a cada partida, o jogador joga uma sequência de mini-games, onde cada jogo tem uma forma de interação diferente, porém, com objetivos bem simples, que pode ser descrito em uma linha. Um exemplo seria o da Figura 1, onde o usuário recebe uma ação para ser executada em um curto mini-game. O jogo continua enquanto o jogador não perder 3 mini-games, o tempo diminuí incrementalmente e no fim, a pontuação é calculada pelo número de mini-games que o jogador jogou.



Figura 1: Exemplo de mini-game do jogo WarioWare..

Com a gamificação do conteúdo, o artigo espera aplicar uma abordagem diferente sobre o aprendizado por repetição. Para assim, o estudante se engajar com o conteúdo, trazendo múltiplas formas de consumi-lo e o incentivando a interagir com o conteúdo de formas diversificadas e de rápida interação. Além disso, o projeto apresenta uma implementação extensível, que abre a

oportunidade que novos jogos possam ser implementados de forma rápida e fácil, assim tornando possível a abrangência de diversos conteúdos.

O restante do artigo será estruturado como: Seção 2 apresenta uma revisão dos artigos que fazem o uso de jogos ou gamificação no ensino da área de ciências exatas. A Seção 3 descreve o jogo implementado. A Seção 4 apresenta trabalhos relacionados que realizam a implementação de jogos ou gamificação no ensino. e a Seção 5 apresenta uma comparação entre eles e o jogo proposto. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais do artigo.

2 Uso de Jogos ou Gamificação no ensino e aprendizagem da área de Ciências Exatas

Nesta seção serão apresentados trabalhos relacionados ao tema do projeto. Onde o foco é expor produções onde os jogos e gamificação podem contribuir para auxílio do ensino e aprendizado dos mais diversos tópicos.

O ensino de estrutura de dados através de jogos já foi aplicado na literatura. Em (Dicheva & Hodge, 2018) é apresentado um jogo voltado a resolução de problemas utilizando pilhas de forma conceitual e prática. O jogo tem como objetivo transmitir três elementos associados a pilhas: Entendimento da estrutura abstrata, entender como implementar a estrutura e suas operações e por fim, como resolver problemas utilizando a estrutura. A primeira parte apresenta um quebra-cabeça onde o jogador deve rearranjar blocos nas pilhas em uma ordem particular, problema semelhante a uma torre de Hanoi. Na segunda parte o jogador deve converter equações em que os operandos estão em uma pilha em diferentes orientações, como por exemplo transformar $A B +$ em $+ A B$, além de avaliar os seus resultados. A última parte propõe ao jogador deve utilizar métodos como `pop()` ou `push()` para executar uma sequência correta.

O jogo proposto por (Dicheva & Hodge, 2018) trata de forma objetiva e prática o ensino de estruturas de dados. O trabalho apresentou resultados satisfatórios sobre avaliação dos usuários e uma análise de desempenho de aprendizagem demonstrou que os alunos foram melhores nos testes após o uso do jogo. Com isso pode ser visto que jogos como esse em potencial para auxiliar o aprendizado, mas ainda estão fechados a somente um tópico o que dificulta o desenvolvimento de novos jogos do mesmo estilo.

A introdução a disciplinas com uma abordagem com o objetivo de incentivar o aprendizado já foi aplicado em estudos encontrados na literatura. Em (Ribeiro, Fernandes, de Carvalho, & Oliveira, 2018) um estudo prático foi aplicado na Universidade Federal do Amazonas ao longo de um período letivo em onze turmas diferentes, o estudo buscou avaliar o desempenho e o nível de aprovação em comparação à outros anos.

O estudo proposto em (Ribeiro et al., 2018) buscou de uma plataforma online, onde os códigos criados em disciplinas de entrada de programação eram submetidos pelos próprios alunos e avaliados, com metas e retornos de desempenho que são administrados pela própria faculdade

onde o estudo foi aplicado. Em suma o estudo apresentou um índice de aprovação maior do que o esperado e um maior engajamento dos alunos para o aprendizado de programação comparado aos semestres anteriores.

3 Descrição do Jogo

Nesta seção serão apresentadas a descrição do StudyWare. Nela será exposto os elementos do jogo, como a aplicação foi implementada e as ferramentas utilizadas.

O Projeto irá contar com um sistema semelhante à categorias, que representarão a disciplina escolhida como um menu com *cards*. Cada qual terão etapas diferentes de jogos, reproduzidos de forma aleatória. Ele também contará com um contador de tempo, que ficará mais acelerado conforme o jogador avance, contabilizando pontos de forma a criar um ranking. Isso irá compor o que chamamos de *game loop* - que ocorrerá repetidamente enquanto o número de erros possíveis do jogador, naquela modalidade, estiver abaixo do limite da partida.

Com as categorias, o projeto pode facilmente adicionar novos *mini-games* de outros tópicos, sem obrigar o discente a estudar uma matéria que ele não tem interesse. Ao criar um ranking, é esperado que a motivação do aluno aumente através da competitividade, assim o motivando a estudar mais a matéria. Será usada a aleatoriedade dos *mini-games* e o tempo acelerado para criar tensão no jogador, gerando mais engajamento no jogo, além disso, a aleatoriedade será usada para trazer perguntas de vários tópicos rápido, impedindo o aluno de colar por consulta.

Um exemplo de mini-game implementado seria o da Figura 2. Onde o jogador deve encontrar o valor escolhido aleatoriamente em uma árvore binária de busca. Com os botões *Left* e *Right* que movimentam o cursor verde, o usuário deve percorrer a árvore para encontrar o valor correto nas folhas. Assim, exercitando o conceito de árvore binária de busca e como realizar uma busca de valores na mesma.

Para a idealização do projeto, foram utilizados documentos iniciais para esclarecimento da organização e objetivo do jogo. Inicialmente foi utilizado um documento de requisitos para definição das funcionalidades necessárias, um diagrama de classes para estruturação do projeto e um diagrama de casos de uso para definir as interações possíveis do usuário. Além disso, o GitHub será utilizado para o versionamento e documentação do progresso de desenvolvimento.

A implementação do jogo foi feita em C#¹ utilizando a plataforma Unity². A linguagem C# é a linguagem padrão do Unity, por isso a sua adoção. Ela é uma linguagem orientada a objetos, de forte tipagem e com forte influencia de outras linguagens orientadas a objetos como Java. A ferramenta Unity é uma game engine de acesso gratuito voltada a criação de jogos 2D e 3D. Ela fornece um ambiente de uso interativo e intuitivo para criação de jogos multiplataforma sem a necessidade de adaptações abruptas no código e estrutura do projeto. Com isso, a implementação

¹<https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp>, acesso em: 08/07/2021

²<https://unity.com>, acesso em: 08/07/2021

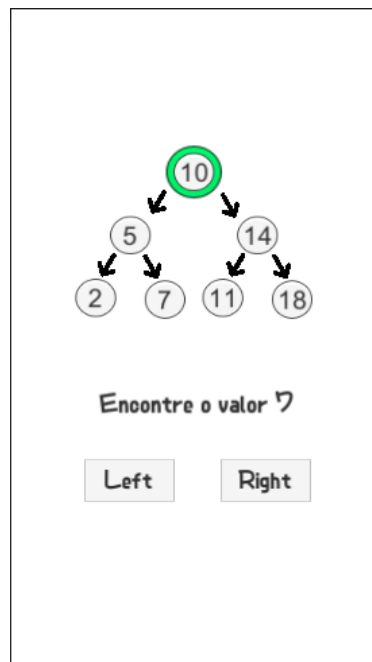


Figura 2: Exemplo de mini-game do jogo StudyWare..

do projeto se torna rápida e sem utilizar ferramentas com curvas de aprendizado acentuadas.

4 Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão apresentados aplicações de jogos ou o uso de gamificação no ensino da área de ciências exatas. Para cada aplicação será apresentada uma breve descrição, conjunto aos seus pontos positivos e negativos, link de acesso e as ferramentas utilizadas em seu desenvolvimento.

A plataforma CodinGame oferece um ambiente de ensino de programação e de seus tópicos por meio do desenvolvimento de jogos. Nele cada exercício tem um tema e um tópico, como por exemplo um jogo de labirintos e o tópico de grafos, e para resolve-lo o usuário deve desenvolver um algoritmo para o uso no jogo. Ela é uma ótima plataforma para aplicação prática de conceitos abstratos da área da computação. Contudo, pode ser difícil para iniciantes na área, uma vez que a leitura do código já implementado e entendimento do contexto do problema podem não ser muito claros. A plataforma pode ser acessada por meio de seu site oficial (CodinGame, 2012). A sua Game Engine é baseada em Java e JavaScript, mas o usuário pode escolher uma extensa lista de linguagens para solucionar os problemas propostos.

A HackerRank tem como objetivo auxiliar a prática e estudo de algoritmos e estrutura de dados por meio de uma plataforma de resolução de problemas com elementos de gamificação. Ela fornece cursos para aprendizado de diversos tópicos e problemas relacionados a eles. Com a

sua conclusão o usuário ganha pontos que serão convertidos em um sistema de ranking baseado em medalhas e em um leaderboard com todos os usuários da plataforma. Ela fornece muitos recursos para prática de resolução de problemas, assim até usuários iniciantes podem começar a programar por ela. Ainda assim, ela é uma plataforma de resolução de exercícios, que podem desencorajar o usuário com o aumento de dificuldade dos problemas ou simplesmente não manter o usuário ativo por um longo período de tempo. A plataforma pode ser acessada pelo seu site oficial (HackerRank, 2013). Utiliza servidores Linux conectados por SSH para executar os testes da respectiva linguagem enviada pelo usuário.

A plataforma Grasshopper tem como objetivo introduzir ao estudo de programação, além de fornecer diversos certificados nesse âmbito. Ela faz parte de uma iniciativa de ensino de forma lúdica de programação da Google. Fornecendo cursos e desafios que envolvem quebra cabeças visuais que só podem ser resolvidos com a programação. Ao longo de seu uso conquistas serão garantidas com a conclusão dos desafios. Essa plataforma pode ser acessada por meio de aplicativos ou pelo site oficial e ganhou recentemente tradução para o português, ela pode ser acessada em seus canais oficiais de distribuição (Google, 2018).

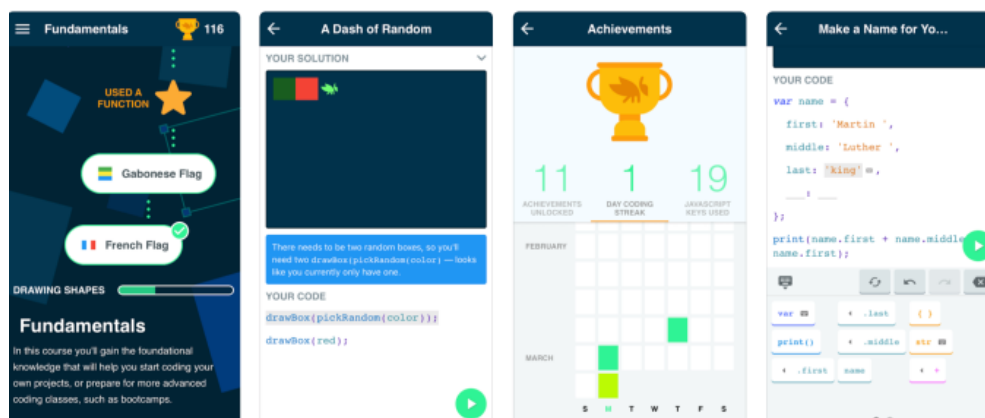


Figura 3: Exemplo do jogo grasshopper..

A Quizzizz é uma plataforma online, com versões web e mobile que tem como objetivo auxiliar a fixação de diversos conteúdos de ementas escolares, tanto do ensino médio como o ensino superior. Ela oferece diversos questionários onde a cada resposta uma quantidade de pontos é obtida, como esses pontos é possível realizar a personalização de sons ou do fundo de sua área na plataforma por exemplo. Ela fornece também a opção de criação de um quizz (questionário) personalizado por um professor para que seus pontos possam ser contabilizados. A plataforma pode ser acessada em seu site oficial (Deepak Joy Cheenath, 2015) e possui integração com o ambiente do google classroom por exemplo.

O jogo 7 Billion Humans (Tomorrow-Corporation, 2017). foi lançado em 2018 e está disponível para várias plataformas, o objetivo do jogo é completar diversos quebra-cabeças e subir os andares de prédio, que tem desafios cada vez mais complexos. Cada nível do jogo



Figura 4: Exemplo do jogo Quizzizz..

tem um objetivo, que deve ser concluído através de comandos que o jogador dá a pequenos personagens, que fazem somente o que lhes foi falado. O jogo ensina lógica de programação e diversos conceitos, como orientação a objeto e estruturas de controle, usando uma pseudo-linguagem próxima do assembly, que é a linguagem usada para orientar os personagens. O uso de humor e seus visuais divertidos, ajudam a melhorar o engajamento com o conteúdo passado ali, ele é um ótimo ponto de entrada para iniciantes, pois nele tudo o que está acontecendo é mostrado visualmente de forma explícita. O jogo também incentiva boas práticas, dando prêmios extras se o jogador completar o desafio com menos ou execuções. Um ponto negativo do jogo é que ele é pago e não está disponível de forma web, nem para Android, criando uma barreira de entrada maior para quem quer aprender com ele.

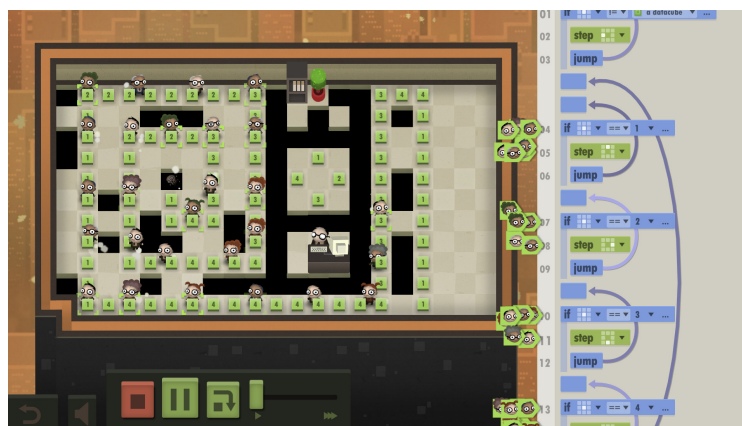


Figura 5: Exemplo de jogo de 7 billions of humans..

O jogo de tabuleiro Spintronics (Boswell, 2021) propõe uma forma física e interativa de aprender sobre circuitos elétricos. O jogo faz uso de correias e engrenagens para simular tanto a passagem quanto a transformação de energias que ocorre em circuitos elétricos. Nesse jogo os

jogadores recebem diversas peças análogas a peças de um circuito elétrico, junto de desafios para resolver com as peças disponíveis. O jogo propôs uma forma interessante de ensinar eletrônica que é um tópico abstrato de forma física e visual. Alguns pontos negativos dessa proposta são o preço alto do jogo (75,95 Dólares: para o jogo base e 166,95 Dólares para o conjunto completo), junto da falta de manuais em outras linguagens.



Figura 6: Exemplo de jogo de tabuleiro..

5 Análise Comparativa

Nesta seção será apresentada uma análise comparativa entre o StudyWare e as aplicações da seção 4. Para a análise serão utilizadas um total de seis características bases para as aplicações de apoio ao ensino das áreas de ciências exatas. A tabela 1 apresenta a presença ou não de dada característica na aplicação, onde as colunas apontam as características e as linhas marcadas com 'X' indicam a sua presença. As características são:

- **Ensino Gamificado:** Indica se a aplicação utiliza de elementos de gamificação, como exemplo Rankings ou recompensas ao usuário.
- **Jogos Interativos:** Indica a presença de jogos interativos durante o uso da aplicação.
- **Material Explicativo:** Indica a presença de materiais para o usuário aprender sobre o conteúdo abordado pela aplicação.

- **Conteúdo Aprofundado:** Indica se a aplicação aborda conteúdos aprofundados sobre o tópico abordado, ou seja, não somente expõe uma introdução ao usuário.
- **Aplicabilidade:** Indica se após o uso da aplicação o usuário irá poder aplicar diretamente os conteúdos apresentados.
- **Repetição:** Indica se a aplicação fornece recursos para influenciar a repetição de conteúdos já aprendidos ao longo do tempo.

Projeto	Ensino Gamificado	Jogos Interativos	Material Explicativo	Conteúdo Aprofundado	Aplicabilidade	Repetição
StudyWare	X	X				X
CodinGame	X	X	X	X	X	
HackerRank	X		X	X	X	
Grasshopper	X		X	X	X	X
Quizzizz	X	X			X	X
7 Billion Humans	X	X			X	X
Spintronics	X	X	X	X	X	X

Tabela 1: Características das Ferramentas que apoiam o Ensino das áreas das Ciências Exatas.

Como todas as ferramentas escolhidas são voltadas ao ensino de um tópico todas elas detêm da característica de ensino gamificado, mesmo que cada uma siga a sua própria abordagem. Como exemplo, o StudyWare irá fornecer leaderboards com estatísticas de desempenho a cada sessão de jogo, já o HackerRank oferece um Ranking de pontuações global. Outros a implementam no seu contexto de uso, como exemplo o 7 Billion Humans que oferece um progresso no formato de fases de um jogo e recompensas se o usuário conseguir resolver algum desafio extra.

A característica de jogos interativos pode ser percebida na maior parte das aplicações. Para o StudyWare os jogos serão utilizados para testar o conhecimento do usuário, já o CodinGame traz a proposta de o usuário programar o jogo a fim de implementar um tópico a ser estudado. Outro exemplo seria o Spintronic que é um jogo de tabuleiro para o usuário aprender de forma interativa os conceitos de circuitos. Jogos de Quiz como os do Quizzizz são rápidos e ótimos para testar o conhecimento de conceitos e será um dos formatos de jogos disponíveis no StudyWare. Tanto o HackerRank quanto o Grasshopper não detêm dessa característica, uma vez que são plataformas de ensino com características gamificadas.

Para o Material Explicativo, pensamos na presença de tutoriais ou vídeos explicativos para que o usuário possa desenvolver, e lidar bem com o conhecimento necessário para a aplicação. Pensando nisso temos o *CodinGame*, oferecendo conteúdos básicos necessários para a aplicação de física a jogos, aplicação de aspectos básicos da própria programação, para aprendizado de forma lúdica. O *HackerRank* também trás conhecimentos de aspectos básicos da programação em seu reportório de material explicativo, mostrando problemas comuns à várias disciplinas

básicas de introdução do curso. Já o *Grasshopper* tem como o seu objetivo primário o ensino de programação à iniciantes, por isso trás ao longo de seu uso bastante conteúdo explicativo, e por último o *Spintronics* trás fortemente essa característica por se basear na ideia de criação de circuitos, que na prática serão funcionais, mostrando a passagem de energia entre eles usando suas combinações, reforçando bastante essa característica.

Olhando para a aprofundamento do conteúdo oferecido, são apresentados quatro exemplo dos mesmos, sendo o *CodinGame* uma plataforma que se responsabiliza a criação dos mais diversos jogos, ela exhibe um material bem detalhado, deixando de lado o formato mais lúdico. O *HackerRank* acaba por oferecer um maior acesso ao conteúdo aprofundado por esse mesmo motivo, já que ele propõe diversos desafios mais complexos aos seus usuários que precisam de um maior conhecimento geral. Já o *Grasshopper*, mesmo sendo uma plataforma voltada para iniciantes trás grande oferta de materiais aprofundados sobre os temas que ela trata, trazendo até mesmo certificados para os seus usuários e por último, o *Spintronics* que por trazer um conteúdo em que você tem uma variedade de combinações e aplicabilidades trás um conteúdo vasto e detalhado sobre o tema, com diversos tutoriais e aplicações práticas do mesmo.

Quando se fala de aplicabilidade, dado ao formato mais lúdico em que os mini-games do *Studyware* serão apresentados, o jogo foca muito mais em reforçar conceitos do que na prática em si dos tópicos. Enquanto isso, a maior parte das ferramentas apresentadas focam muito mais na prática do que no ensino dos conceitos. Um exemplo seria o *CodinGame*, que embora tenha desafios com diversos elementos da cultura pop, tem um viés maior para a prática da programação. Outro caso onde o conteúdo é aplicado diretamente é o *Spintronics*, que através de histórias, propõe desafios onde o jogador deve usar suas peças para praticar a montagem de circuitos.

Se tratando de repetição, se vê um dos pontos fortes do uso de *Studyware*, que faz uso de diversos desafios curtos, que ao se repetirem de formas diferentes, incentiva o usuário a aprender o conteúdo individual dos mini-games para ir mais longe nas partidas. Dos exemplos mostrados, um que faz bastante uso da repetição é o *7 Billion Humans*, que ao ter uma sequência de níveis, não somente acrescenta novos conceitos e ferramentas, como também deixa sempre a disposição do jogador as ferramentas já ensinadas, reforçando para o usuário o uso de cada conceito, juntamente incentivando o uso dos conceitos aprendidos previamente de formas novas e criativas.

6 Considerações Finais

O aprendizado de uma variedade de conteúdo, muitas vezes enfrenta dificuldade na retenção do conhecimento. O objetivo do trabalho apresentado foi encontrar uma maneira de formular uma resposta didática e de impacto ao problema. A escolha de ciências exatas atrelada ao ensino, motivou-se principalmente por ser uma área de domínio e experienciada pelos envolvidos, bem como pelas inúmeras dificuldades já recorrentes na área.

Através dessa proposição e dos trabalhos relacionados ao nosso objeto de estudo, pudemos

inferir sobre sua aplicabilidade e testar na prática seu impacto. Redirecionando a visão da proposta ao ensino superior podemos comparar sua aplicabilidade em uma área com inúmeros desafios de ensino e continuidade. Principalmente em um período conturbado da história. Em vista do apresentado acima, podemos concluir que mesmo um Framework simples, como é o caso do StudyWare, aliado a um planejamento curricular robusto pode atrelar inúmeros benefícios, focado na fixação do conteúdo e na competição interna dos membros envolvidos nas atividades.

References

- Anki-Open-Source-Team (2021). *Anki*. Retrieved from <https://apps.ankiweb.net>
- Bailey, R. C. (2013). Internet-based spaced repetition learning in and out of the classroom: Increasing independent student use.
- Boswell, P. (2021). *Spintronics: Build mechanical circuits*. Retrieved from <https://www.kickstarter.com/projects/upperstory/spintronics-build-mechanical-circuits>
- CodinGame (2012). *Codingame*. Retrieved from <https://www.codingame.com>,
- Deepak Joy Cheenath, A. G. (2015). *Quizizz*. Retrieved from <https://quizizz.com/join>
- Dicheva, D., & Hodge, A. (2018). Active learning through game play in a data structures course.
- Google (2018). *Grasshopper*. Retrieved from https://grasshopper.app/pt_br/
- HackerRank (2013). *Hackerrank*. Retrieved from <https://www.hackerrank.com/>
- Ribeiro, R. B., Fernandes, D., de Carvalho, L. S. G., & Oliveira, E. (2018). Gamificação de um sistema de juiz online para motivar alunos em disciplina de programação introdutória.
- Smolen, P., Zhang, Y., & Byrne, J. H. (2016). The right time to learn: mechanisms and optimization of spaced learning.
- Tomorrow-Corporation (2017). *7 billion humans*. Retrieved from <https://tomorrowcorporation.com/7billionhumans>
- Warioware, inc.: Mega microgames! (2021) In *Wikipédia: a enciclopédia livre*. Wikimedia.