



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E MATEMÁTICA APLICADA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



Desenvolvimento de desafios matemáticos no contexto de um jogo digital para o ensino médio

Lucas Tomé Avelino Câmara

Natal-RN
Junho de 2015

Lucas Tomé Avelino Câmara

Desenvolvimento de desafios matemáticos no contexto
de um jogo digital para o ensino médio

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Informática e Matemática Aplicada do Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador(a)

Prof. Dr. Charles Andryê Galvão Madeira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E MATEMÁTICA APLICADA –DIMAP

Natal-RN

Junho de 2015

Monografia de Graduação sob o título *Desenvolvimento de desafios matemáticos no contexto de um jogo digital para o ensino médio* apresentada por Lucas Tomé Avelino Câmara e aceita pelo Departamento de Informática e Matemática Aplicada do Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sendo aprovada por todos os membros da banca examinadora abaixo especificada:

Prof. Dr. Charles Andryê Galvão Madeira
Orientador(a)
Instituto MetrÓpole Digital
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Anderson Paiva Cruz
Co-orientador(a)
Instituto MetrÓpole Digital
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Selan Rodrigues Dos Santos
Departamento de Informática e Matemática Aplicada
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Msc. José Querginaldo Bezerra
Departamento de Matemática
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Natal-RN, 17 de Junho de 2015.

Dedico este trabalho ao meu pai, que sempre estará vivo em meu coração.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu pai, que apesar de não estar mais vivo, sempre me motivou no ensino da matemática. Também agradeço a minha mãe e minha irmã, por sempre me apoiarem na área da computação. Agradeço também aos meus amigos da universidade, que sempre me apoiaram (e me exploraram) nos trabalhos em grupos e estudos durante as madrugadas. Agradeço aos alunos das turmas de BTI, por terem testado o jogo. Agradeço também aos professores que me orientaram durante todo o desenvolvimento do trabalho. Agradeço a todas as pessoas que participaram do projeto, mesmo que durante apenas um breve período do seu desenvolvimento.

Eu tenho em minhas mãos os meios e, em meu coração, a vontade

Light Yagami

Desenvolvimento de desafios matemáticos no contexto de um jogo digital para o ensino médio

Autor: Lucas Tomé Avelino Câmara

Orientador(a): Prof. Dr. Charles Andryê Galvão Madeira

RESUMO

O ensino da matemática tem sido um desafio para os professores, pois os alunos consideram a matéria desagradável e sentem dificuldades em aprendê-la. Por esse motivo, os alunos vão avançando para os anos seguintes sem aprender os conceitos satisfatoriamente, o que faz com que o aprendizado seja dificultado ainda mais nas séries posteriores. Este problema é diretamente sentido no Bacharelado em Tecnologia da Informação (BTI) do Instituto Metrópole Digital (IMD), curso que permitiu aumentar consideravelmente o número de alunos ingressantes para a área de informática na UFRN nos últimos anos. Este trabalho propõe o desenvolvimento de desafios lúdicos para um jogo digital que explora conceitos matemáticos do ensino médio a fim de motivar os alunos com o aprendizado desta importante matéria. O jogo desenvolvido foi experimentado e avaliado, com alunos recém-ingressos na UFRN, em quatro turmas de uma disciplina introdutória de matemática do BTI, obtendo resultados bastante positivos.

Palavras-chave: Jogos educacionais, Desafios matemáticos, Unity.

Development of math puzzles for digital games applied to high school education

Author: Lucas Tomé Avelino Câmara

Advisor: Prof. Dr. Charles Andryê Galvão Madeira

ABSTRACT

Math education has been a challenge for teachers since the students consider it an annoying subject and have difficulties in learning it. For that reason, students advance to the next levels without acquiring satisfactorily the concepts, making the learning even more hard on the following lessons. This problem is found in the Information Technology course (BTI) of the Metropolis Digital Institute (IMD), in which a big number of newcomers students arrives every year. This work proposes the development of playful puzzles for a digital game that exploits high school math concepts in order to motivate students on the learning process. The game was experimented and evaluated in four classes of an introductory math course, obtaining very promising results.

Keywords: Educational games, Math puzzles, Unity.

Lista de figuras

1	Tela do jogo Max Connect 2	p. 18
2	Tela do jogo Grand Prix Multiplication	p. 18
3	Tela do jogo Alien Angles	p. 19
4	Tela do jogo Algebra Puzzle	p. 19
5	Ilustrações do jogo Sokobin	p. 20
6	Jogo dos Polinômios, resolução do polinômio de grau 1	p. 21
7	Jogo dos Polinômios, resolução do polinômio de grau 2	p. 21
8	Tela do jogo Pyramid Panic	p. 22
9	Exemplo de batalha em The Legend of Zelda: Sky Ward Sword	p. 26
10	Exemplo de puzzle em TLZ: Sky Ward Sword	p. 26
11	Fornecimento de funcionalidades	p. 27
12	Tela de Mathmare	p. 28
13	Momento em que Dave encontra os monstros	p. 29
14	Momento após Dave hackear um monstro	p. 29
15	Momento do jogo em que Dave não consegue alcançar a plataforma	p. 30
16	Ilustração do puzzle Ponte polinomial	p. 32
17	Exemplo Ponte Polinomial 1	p. 34
18	Exemplo Ponte Polinomial 2	p. 34
19	Exemplo Ponte Polinomial 3	p. 34
20	Exemplo Ponte Polinomial 4	p. 35
21	Ilustração do puzzle Plantas binárias	p. 35
22	Exemplo Plantas Binárias 1	p. 36

23	Exemplo Plantas Binárias 2	p. 36
24	Exemplo Plantas Binárias 3	p. 37
25	Ilustração do puzzle Matriz de blocos	p. 37
26	Exemplo Matriz de Blocos 1	p. 38
27	Exemplo Matriz de Blocos 2	p. 39
28	Exemplo Matriz de Blocos 3	p. 39
29	Exemplo Matriz de Blocos embaralhada	p. 40
30	Ilustração do puzzle Conjuntos giratórios	p. 40
31	Exemplo Conjuntos Giratórios 1	p. 41
32	Exemplo Conjuntos Giratórios 2	p. 42
33	Exemplo Conjuntos Giratórios 3	p. 42
34	Exemplo Conjuntos Giratórios 4	p. 42
35	Exemplo Conjuntos Giratórios 5	p. 43
36	Exemplo Conjuntos Giratórios 6	p. 43
37	Exemplo de dica dentro do jogo	p. 48
38	Exemplo de dica, a mais longa do jogo, utilizada na explicação do puzzle Matriz de blocos	p. 50

Lista de tabelas

1	Comparação entre os jogos analisados	p. 23
2	Sobre o enredo	p. 45
3	Sobre a jogabilidade	p. 46
4	Sobre a dificuldade da mecânica	p. 47
5	Identificação dos assuntos matemáticos	p. 48
6	Sobre os desafios matemáticos 01	p. 49
7	Sobre os desafios matemáticos 02	p. 50
8	Opiniões gerais	p. 51
9	Sobre a motivação do jogo 01	p. 52
10	Sobre a motivação do jogo 02	p. 52
11	Análise de desempenho	p. 53

Lista de abreviaturas e siglas

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DIMAp – Departamento de Informática e Matemática Aplicada

BTI – Bacharelado em Tecnologia da Informação

IMD – Instituto Metrópole Digital

RPG – Role-Playing Game

Sumário

1	Introdução	p. 14
1.1	Motivação	p. 14
1.2	Objetivo	p. 15
1.3	Organização do trabalho	p. 15
2	Trabalhos Relacionados	p. 17
2.1	Mathplayground	p. 17
2.2	Sokobin	p. 20
2.3	Jogo dos Polinômios	p. 20
2.4	Pyramid Panic	p. 22
2.5	Outros jogos	p. 23
2.6	Comparação entre os jogos	p. 23
3	Mathmare	p. 25
3.1	Idealização do jogo	p. 25
3.2	História do jogo (enredo)	p. 27
3.3	Cenário e mecânicas do jogo	p. 28
4	Desafios matemáticos do jogo	p. 31
4.1	Ponte polinomial	p. 32
4.1.1	Objetivo	p. 33
4.1.2	Descrição	p. 33
4.2	Plantas binárias	p. 35

4.2.1	Objetivo	p. 35
4.2.2	Descrição	p. 35
4.3	Matriz de blocos	p. 37
4.3.1	Objetivo	p. 37
4.3.2	Descrição	p. 38
4.4	Conjuntos giratórios	p. 40
4.4.1	Objetivo	p. 40
4.4.2	Descrição	p. 41
5	Experimentos realizados e resultados obtidos	p. 44
5.1	Descrição dos experimentos	p. 44
5.2	Resultados Obtidos	p. 45
5.2.1	Enredo do jogo	p. 45
5.2.2	Mecânica do jogo	p. 46
5.2.3	Desafios matemáticos	p. 48
5.2.4	Opiniões gerais	p. 51
5.2.5	Análise de desempenho	p. 53
6	Considerações finais	p. 55
	Referências	p. 57

1 Introdução

1.1 Motivação

O ensino da matemática tem sido um desafio para os professores, pois os alunos consideram a matéria desagradável e sentem dificuldades em aprendê-la (MATTAR, 2010). Uma das principais causas que levam a este problema está relacionada com o desinteresse dos alunos pelos estudos. Parte desse desinteresse se deve ao uso de métodos de ensino tradicionais e metodologias consideradas ultrapassadas para uma era digital com experiências muito mais lúdicas e interativas.

Por esse motivo quando os alunos não desistem da escola, eles vão avançando para os anos seguintes sem aprender os conceitos satisfatoriamente, o que faz com que tenham mais dificuldades em aprender nas séries seguintes. A confirmação destes fatos é apresentada pelo relatório trienal do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), que revela que o Brasil continua muito abaixo da média mundial nos pilares educacionais da Leitura, Ciências e Matemática (OECD, 2012). Além disso, cerca de 90% dos estudantes brasileiros chegam ao final do ensino médio sem aprender o suficiente em matemática, fato que pode ser comprovado pelo relatório de De Olho Nas Metas (MEC/Inep) (EDUCAÇÃO, 2011).

Com a criação do Bacharelado em Tecnologia da Informação (BTI) do IMD, o número total de vagas que passou a ser oferecido para a área de informática, no campus central da UFRN, aumentou consideravelmente. Este fato evidenciou de forma impactante um dos problemas existentes nos cursos da área tecnológica: Muitos alunos têm grandes dificuldades nas matérias iniciais de cálculo e programação, por chegarem na universidade com uma grande lacuna em conhecimentos de matemática e raciocínio lógico. A fim de propor soluções para este problema, foi criada uma disciplina de nivelamento para permitir revisar os assuntos de matemática do ensino médio.

Para tentar motivar os alunos, nessa disciplina são utilizadas metodologias que remetem ao conceito de escola do futuro, como a utilização de vídeos, desafios, aplicação dos

conceitos abordados em problemas do mundo real e jogos para tornar a disciplina mais atraente de motivadora.

O motivo de se utilizar jogos digitais como ferramenta educacional, é que eles podem ajudar no desenvolvimento de conhecimento e habilidades cognitivas, como a resolução de problemas, o pensamento estratégico, a tomada de decisão, entre outras (SAVI; ULBRICHT, ; BROM; PREUSS; KLEMENT, 2011). Porém, no que se refere a matemática, a grande maioria dos jogos educacionais (TAROUCO et al., 2004) existentes são voltados ao ensino fundamental 1 (PIETRUCHINSKI et al., 2011), existindo poucos que envolvam conceitos do ensino médio. Além disso, a grande maioria deles não são muito divertidos, pois são focados nos conceitos matemáticos a serem aprendidos, dando pouca importância ao divertimento do jogador. Por isso, acabam abordando os conceitos da mesma maneira que uma lista de exercícios passada pelo professor.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é tornar a aprendizagem de matemática no ensino médio mais motivadora, através do desenvolvimento de desafios matemáticos lúdicos. Estes desafios serão utilizados no contexto de um jogo digital de plataforma em 2D chamado Mathmare, desenvolvido especialmente para este propósito. Dessa forma, os conceitos matemáticos podem ser abordados de forma mais contextualizada, se utilizando da história do jogo. O jogo como um todo não precisa ser auto-didático, o esperado é que ele seja usado como uma ferramenta de auxílio do professor para motivar o aprendizado dos alunos. Por isso, os desafios não precisam abordar todos os detalhes dos conceitos matemáticos empregados, mas apenas ajudar os alunos a entendê-los melhor, praticando mais a parte lógica da resolução do problema. Dessa forma, é possível se abstrair de alguns detalhes sobre o conteúdo e valorizar mais o enredo e o gameplay do jogo, mas não ao ponto do jogador não conseguir fazer a ligação entre o que está fazendo e o conceito empregado no desafio, mantendo um equilíbrio entre esses dois pontos.

1.3 Organização do trabalho

O restante do documento se divide como descrito a seguir. No Capítulo 2 será mostrado um estudo sobre outros jogos educacionais focados em matemáticas, e também será mostrado quais as limitações que eles possuem que motivaram a criação de um novo jogo. No Capítulo 3 é introduzido Mathmare, o jogo desenvolvido neste trabalho, descrevendo

o seu processo de elaboração, enredo e mecânicas básicas. No Capítulo 4 são mostrados os desafios matemáticos desenvolvidos e inseridos no ambiente de Mathmare, mostrando seus objetivos e forma de funcionamento. No Capítulo 5 são apresentados os testes realizados no jogo, e os resultados obtidos dos mesmos. Enfim, o capítulo 6 conclui o documento e descreve possíveis trabalhos futuros.

2 Trabalhos Relacionados

Existem muitos jogos com temas matemáticos, abordando os mais variados conceitos. Porém, a grande maioria deles está focada em conceitos do ensino fundamental 1, envolvendo principalmente operações básicas de aritmética (PIETRUCHINSKI et al., 2011). Existem poucos jogos que trabalham assuntos do ensino médio, como é o caso do Jogo dos Polinômios¹. Mesmo que em meio a tão poucos ainda seja possível encontrar alguns, a grande maioria desses jogos não possui um enredo envolvente e motivador para o jogador, se resumindo a apenas uma série de puzzles (MATTAR, 2010). Essas formas de abordagem, apesar de interessantes, não são muito diferentes de uma lista de exercícios. Por isso, muitas vezes não motivam muito os alunos para o ato de jogá-los. A seguir serão apresentados alguns jogos que podem ser encontrados em sites de jogos voltados para o ensino da matemática, e mostrar que esses jogos normalmente são voltados para o ensino fundamental 1. Em seguida serão apresentados jogos relacionados a conceitos do ensino médio, e mostrar que a maioria estão focados na utilização da matemática por parte do jogador, dando pouca importância ao divertimento.

2.1 Mathplayground

Mathplayground² é um site que possui vários jogos com temas matemáticos. Nele são explorados vários assuntos, como adição, multiplicação, fração e geometria. Existem outros sites como Mathplayground, mas, além dos jogos, não há muita diferença entre eles. Sites como esse possuem um grande número de jogos, porém a grande maioria deles costumam ter mecânicas e enredos bastante simples. A seguir são listados alguns jogos que podem ser encontrados em Mathplayground:

Max connect 2 : Jogo que explora de maneira abstrata a noção de ângulos, e também o raciocínio lógico. O objetivo do jogo é alinhar os ângulos de emissores de raios lasers,

¹<http://m3.ime.unicamp.br/app/webroot/media/software/1235/introducao.html>

²<http://www.mathplayground.com/>

como mostrado na Figura 1, para fazer com que eles fiquem todos conectados no final. O raio irá sair inicialmente do emissor de laser amarelo, e então propagar na direção apontada pelos emissores de lasers que forem sendo atingidos. Se no final todos os emissores de lasers forem atingidos após as propagações, a fase termina. Com o passar do jogo, novas mecânicas vão sendo inseridas, como pedras bloqueando a passagem dos raios e emissores de lasers que precisam ser atingidos duas vezes para funcionar.



Figura 1: Tela de Max Connect 2 na qual os círculos são emissores de raios lasers e as linhas amarelas indicam a direção que o raio será propagado



Figura 2: Tela do jogo Grand Prix Multiplication na qual operações aritméticas precisam ser efetuadas durante as partidas

Grand Prix Multiplication Nesse jogo o jogador joga online contra outros jogadores para uma competição através de uma corrida de carros. Para acelerar o carro, é preciso fazer cálculos de multiplicação, como mostrado na Figura 2. Se errar o cálculo, o carro diminui a velocidade, caso contrário ele acelera. Quanto mais rápido fizer os cálculos, mais o carro acelera. Ganha o jogador que chegar mais rápido na linha de chegada. Apesar do jogo ter a vantagem de poder ser jogado online, ele aborda apenas a operação básica da multiplicação. Além disso, durante o jogo o jogador não tem muito tempo para ver o seu carro correndo durante a corrida, pois precisa estar concentrado tentando resolver os

cálculos. Dessa forma, uma boa parte da arte do jogo se torna praticamente invisível para o jogador.

Alien Angles : Em Alien Angles, o jogador precisa resgatar alguns alienígenas que se perderam no espaço. Para isso é preciso enviar uma nave, a fim de efetuar o resgate. Cabe ao jogador posicionar uma seta de forma que forme o ângulo indicado pelo jogo, para assim enviar a nave na direção correta. Devido a dificuldade de precisão para o jogador acertar o ângulo exato indicado, o jogo aceita uma pequena variação nas proximidades do ângulo pedido, como mostrado na Figura 3, ou seja, ângulos que tenham valores muito próximos.

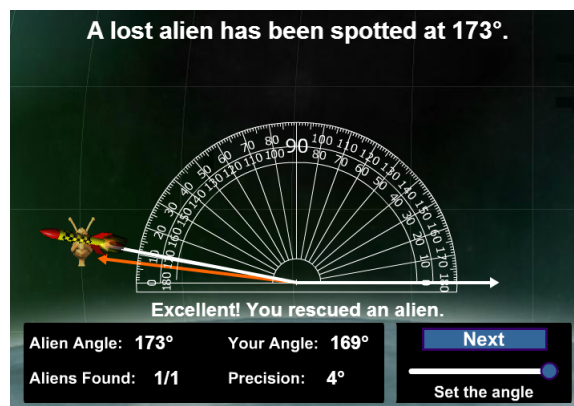


Figura 3: Jogo Alien Angles, o ângulo indicado era 173, mas a resposta 169 foi aceita pelo jogo

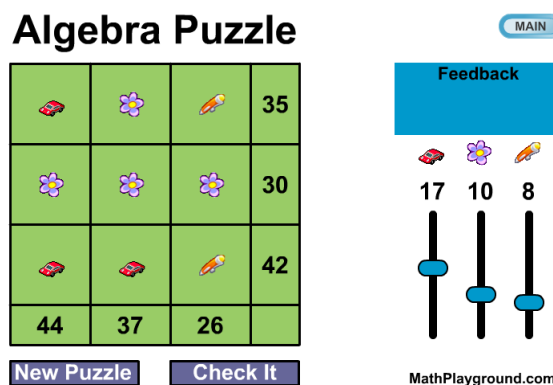


Figura 4: Exemplo do jogo Algebra Puzzle para uma matriz 3x3

Algebra Puzzle : Objetivo é explorar a lógica utilizada na resolução de sistema de equações, porém de uma maneira bastante simples. Este jogo não possui nenhum enredo, e sua interface consiste na exibição de uma matriz com vários símbolos algébricos (no jogo são imagens de sorvetes, frutas, joaninhas...), como mostrado na Figura 4. No final de cada linha é exibida a soma dos termos dela, e no final de cada coluna a soma dos

termos da coluna. O objetivo do jogador é descobrir o valor de cada Figura. Essa pode ser uma forma de se abordar álgebra, que chame mais atenção do apenas usando X, Y e Z. No jogo é possível jogar com uma matriz 3x3 ou 3x4.

2.2 Sokobin

Sokobin (ALENCAR; SCAICO; SILVA, 2012) é um jogo desenvolvido por alunos do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O objetivo desse jogo é auxiliar no ensino de computação para crianças, abordando o assunto números binários. O jogo foi baseado em Sokoban, um jogo bastante conhecido, onde o objetivo é abrir passagem empurrando pedras dentro de um labirinto. No caso de Sokobin, as pedras devem ser colocadas em cima de números, que representam a posição dos bits de um número binário. Por exemplo, caso o jogador coloque uma pedra sobre o número 3, significa que o bit de índice 3 (começando de 0, ou seja, o quarto bit) teria valor 1. O objetivo do jogo é colocar as pedras nos índices dos bits corretos, a fim de formar o número binário que representa o número decimal exibido em uma placa.



Figura 5: Ilustrações do jogo Sokobin

2.3 Jogo dos Polinômios

No Jogo dos Polinômios³, o jogador precisa identificar a forma algébrica de um polinômio, apenas analisando a sua forma geométrica (gráfico), como mostrado na Figura 6. O

³<<http://m3.ime.unicamp.br/app/webroot/media/software/1235/introducao.html>>

polinômio não precisa estar na forma $F(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_n$, desde que a resolução da expressão algébrica resulte no polinômio correto. Dessa forma é possível se utilizar dos valores das raízes para montar os monômios de um polinômio, que podem ser representados da seguinte forma: $F(x) = k(x - r_1) * (x - r_2) * \dots * (x - r_n)$, como mostrado na Figura 7. Essa pode ser uma forma bastante interessante de se praticar, e até mesmo aprender, a relação entre as características algébricas e geométricas de um polinômio. O problema desse jogo, é que ele não possui muitas características que motivam o jogador a jogá-lo. O jogo não possui um enredo para ajudar na imersão do jogador e nem mecânicas diferenciadas. Além disso, as ações do jogo não são contextualizadas, fazendo com que o jogador não sinta que está realmente jogando um jogo. Mesmo que ele possua sistema de pontuação, dificuldade gradativa e sistemas de dicas, isto não é suficiente para garantir que o jogo seja realmente interessante e motivador.

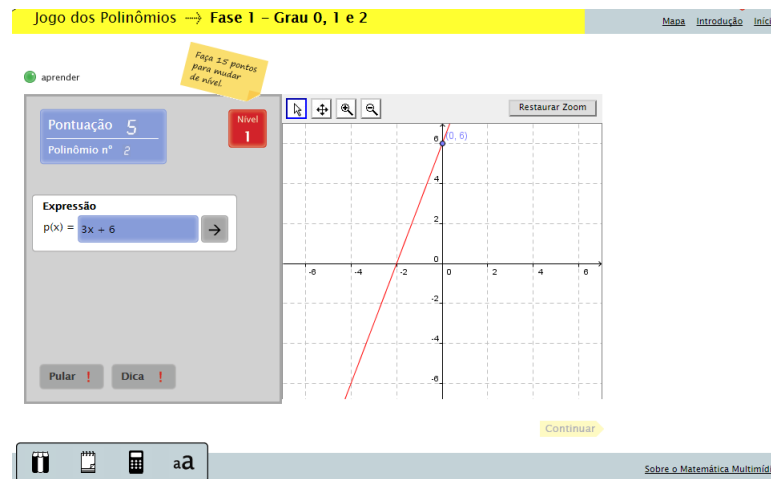


Figura 6: Jogo dos Polinômios, resolução do polinômio de grau 1

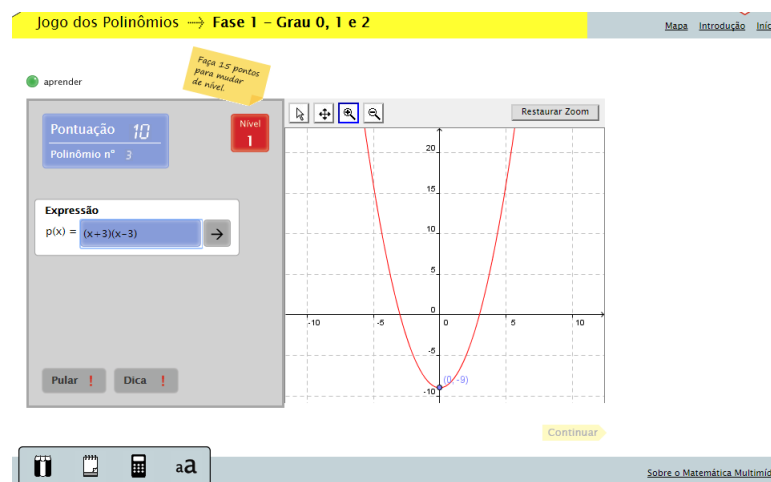


Figura 7: Jogo dos Polinômios, resolução do polinômio de grau 2

2.4 Pyramid Panic

Em Pyramid Panic⁴, o jogador precisa guiar uma múmia até a saída de uma pirâmide. Para isso, o jogador constrói trajetetos que permitem a múmia atravessar as câmaras de sepultamento dentro da pirâmide. Para construir um trajeto, o jogador precisa escolher a pedra enigmática correta, dentre várias opções. Em cada pedra existe uma Figura geométrica, com um dos comprimentos chave indicado em vermelho (ver Figura 8). A pedra correta, é aquela que representa o comprimento equivalente ao exibido na seta em frente a múmia. Porém, é preciso fazer isso rápido. Um monstro irá devorar a múmia caso o jogador demore muito tempo para tomar uma decisão. Se o jogador escolher a pedra errada, a múmia irá ficar um tempo atordoada, não podendo se mexer. No jogo, são abordados vários conceitos de geometria, como: diâmetro e raio de uma circunferência, áreas de quadrados e retângulos, perímetros de triângulos equiláteros e escalenos, e perímetros de quadrados e retângulos.

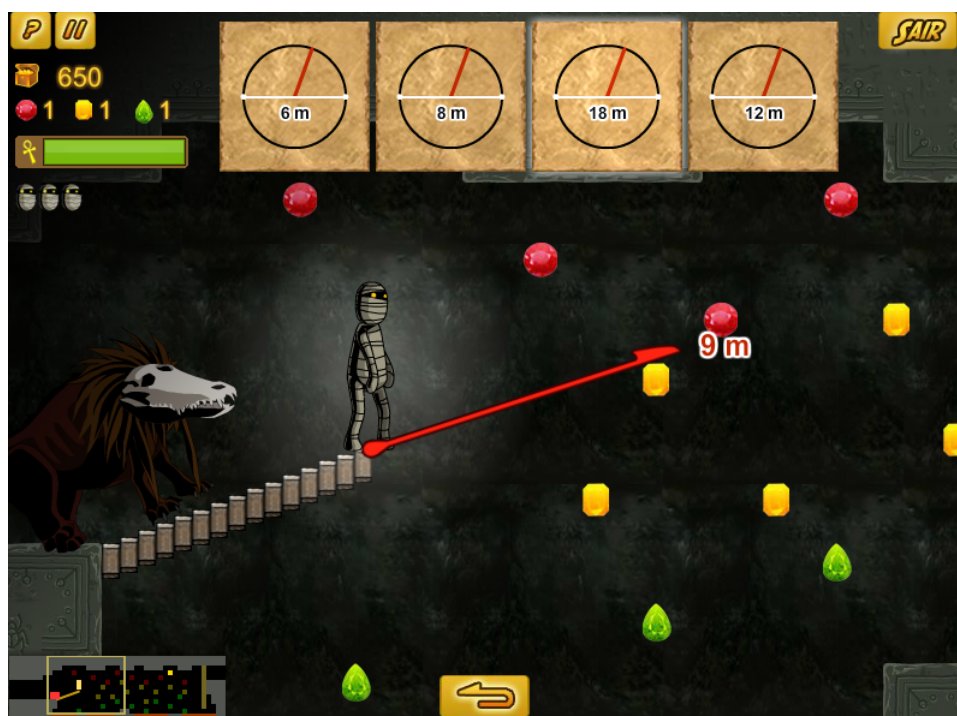


Figura 8: Pyramid Panic, momento em que precisa escolher a pedra correta

Pyramid Panic, é um os poucos jogos voltados para matemática do ensino médio que possui um enredo elaborado, e uma arte bem trabalhada. Além disso, a mecânica do jogo permite facilmente adicionar outros conceitos matemáticos, podendo tornar o jogo mais genérico. Porém, essa mecânica acaba por tornar o jogo repetitivo, mesmo que mude os

⁴<<https://www.mangahigh.com/pt-br/games/pyramidpanic>>

níveis de dificuldades ou os conceitos matemáticos, já que tudo se baseia em uma pergunta de múltipla escolha. Devido a isso, o jogador pode ficar entediado com o tempo, e não se sentir motivado a continuar jogando.

2.5 Outros jogos

Além dos jogos apresentados anteriormente, também existem outros trabalhos que são focados no ensino da matemática. Alguns deles são : *Brinquedos Numéricos* (PIERINI; VALENTIM; CARDOSO, 2012), focado no ensino dos conjuntos numéricos; *Terras das Cores* (LEITAO et al., 2012), voltado ao exercício do raciocínio lógico-matemático para crianças, através de atividades que também trabalham a coordenação motora; *Tabuada Legal* (CARDOSO; GIRALDELLO; BATISTA, 2013), voltado ao ensino da multiplicação com o objetivo de ajudar na consolidação do aprendizado da operação de multiplicação de números naturais, com o foco no cálculo mental; Um jogo baseado na narrativa do livro "O homem que calculava", para trabalhar o conceito de frações (NETO; FONSECA, 2013); *Number Catcher* (CEZAROTTO; BATTAIOLA, 2014), voltado ao ensino de conceitos básicos de numeração e aritmética para crianças com discalculia.

2.6 Comparação entre os jogos

Tabela 1: Comparação entre os jogos analisados

Jogos	Focado em conceitos do ensino médio	Possui uma história envolvente	Mecânicas dos desafios contextualizadas com a história do jogo	Diversidade nas mecânicas dos desafios	Evolução gradativa de dificuldade
Max Connect 2			X	X	X
Grand Prix Multiplication			X		
Alien Angles			X		
Algebra Puzzle					
Sokobin	X	X	X		X
Jogo dos Polinômios	X				X
Pyramid Panic	X	X	X		X

Com análises feitas em jogos de sucesso comercial, foram identificadas algumas características que tornavam os jogos engajadores e motivadores. Algumas dessas características

foram : Possuir uma história envolvente; Ter as mecânicas do jogo contextualizadas com a história; Possuir diversidade nas mecânicas do jogo e evolução gradativa de dificuldade. Um jogo educacional precisa ter não só essas características, como também precisa ser didático. Em virtude disso, na Tabela 1 é feita uma comparação entre os jogos detalhados anteriormente, para saber quais dessas características eles apresentavam.

Ao se analisar a Tabela 1, pode ser observado que nenhum dos jogos apresentados anteriormente possui todas as características identificadas. O objetivo dos desafios matemáticos deste trabalho, dos quais serão apresentados no Capítulo 4, é de que apresentem todas essas características, para assim garantir que eles sejam motivadores e ao mesmo tempo didáticos. Para isso, foi seguida a seguinte metodologia:

- Estudo de jogos educacionais existentes voltados para a matemática e identificação de suas limitações.
- Escolha do público alvo.
- Enquete com o público alvo para levantamento do gênero do jogo.
- Levantamento de mecânicas interessantes presentes em jogos comerciais de sucesso do gênero identificado.
- Criação do enredo do jogo.
- Adicionar às mecânicas listadas conceitos da matemática do ensino médio.
- Elaborar mecânicas originais para o jogo.
- Implementação de protótipos/demo do jogo.
- Validação do jogo com o público alvo.

3 Mathmare

3.1 Idealização do jogo

A maioria dos jogos educativos voltados para a área de matemática se concentra apenas em fazer com que o jogador faça o uso dos conceitos envolvidos inseridos no jogo. Por esta razão, o foco é muito maior na aplicação dos conceitos, dando pouca importância para o divertimento do jogador. Com isso, quase sempre os jogos se baseiam apenas em uma sequência de puzzles a serem resolvidos, com um enredo básico, ou até mesmo nenhum enredo.

Mathmare não tem como objetivo principal abordar todos os detalhes dos conceitos matemáticos. O objetivo do jogo é fazer com que o aluno consiga entender melhor os conceitos vistos em sala de aula, trabalhando mais na lógica da resolução do problema, do que no cálculo em si.

Para saber como aumentar a probabilidade de ganhar a atenção dos jogadores, foi preciso estudar diversos jogos comerciais de sucesso, afim de compreender as mecânicas empregadas nos mesmos. Mas antes disso, era preciso saber qual seria o gênero de Mathmare. Para isso, foi feita uma enquete¹ com alunos ingressantes no ensino superior, recém egressos do ensino médio. Os resultados obtidos nesta enquete mostraram que o gênero RPG (Role-Playing Game) era o favorito dos alunos do curso. Esse gênero é um tipo de jogo em que o personagem evolui ao longo da história, adquirindo novas habilidades e itens para enfrentar desafios mais difíceis (BITTENCOURT; GIRAFFA, 2007). Normalmente os jogos de RPG se passam em um contexto medieval, com acréscimo de magias e monstros (exemplo na Figura 9).

Uma vez o gênero de Mathmare definido, foram feitas análises de outros jogos desse gênero. Foi percebido que, mesmo jogos que são famosos por terem bastante puzzles lógicos, como alguns da franquia TLZ (The Legend of Zelda) e Castlevania, o jogador não precisa resolver puzzles durante todo o jogo. Esses jogos inserem um intervalo de

¹<https://goo.gl/Cc0Ysr>



Figura 9: Exemplo de batalha em The Legend of Zelda: Sky Ward Sword

tempo entre os diversos puzzles existentes, e nesse intervalo os jogadores podem enfrentar monstros, coletar itens, avançar na história ou até mesmo explorar o mundo do jogo. Outra característica desses jogos é que o jogador não resolve um puzzle por obrigação (exemplo na Figura 10), mas porque tem um objetivo maior, como desbloquear uma passagem, alcançar um item inalcançável, ou até mesmo aprender uma nova habilidade. Nesse caso, resolver o puzzle não é o objetivo do jogador, mas um meio de alcançar o seu objetivo.



Figura 10: Puzzle do jogo TLZ: Sky Ward Sword, no qual o personagem deve girar os círculos da maneira correta para montar uma ponte

Se os jogos digitais de maior sucesso do mercado mundial possuem essas características, porque um jogo educativo teria que ser diferente? Foi baseando-se nestas constatações que as mecânicas de Mathmare foram idealizadas. Os puzzles, conforme serão apresentados no próximo capítulo, são colocados sempre como meio para alcançar um objetivo maior. Também há sempre um intervalo entre a execução de dois puzzles, para permitir explorar mais o lado RPG do jogo, mantendo o jogador motivado.

O jogo foi implementado usando a *game engine* Unity, que é um dos motores para criação de jogos mais utilizados na atualidade (JORDAO, 2013). Também foi implementada uma camada com as funcionalidades básicas da mecânica do jogo, como movimentação dos elementos do cenário, colisões com paredes, etc. Além dessas funcionalidades básicas, também foi desenvolvido um editor de cenários para estilos de jogos tais como Mathmare, fruto do trabalho de TCC do aluno Isaac Newton Bezerra da Silva.

A camada de automatização dos desafios fica acima dessas camadas (Figura 11), como uma nova camada com foco mais direcionado aos temas matemáticos. Essa camada contém vários scripts que implementam de forma genérica algumas formas de abordar temas, e interfaces que são comuns a vários desafios. Assim, para implementar novos desafios, não foi necessário criar uma nova interface para interagir com o usuário, aumentando assim o reaproveitamento do código. Além disso, como os desafios foram implementados de forma a se tornarem o mais genérico possível, ficou relativamente simples modificar o nível de dificuldade de um desafio.

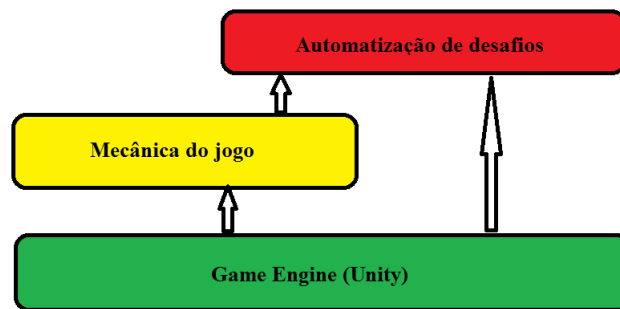


Figura 11: Fornecimento de funcionalidades

3.2 História do jogo (enredo)

A história do jogo gira em torno do personagem Dave Laze, que sempre foi viciado em jogos. Porém, Dave nunca considerou matemática uma coisa útil. Até que um dia, ele ganhou de um estranho um novo jogo chamado MathMare, do qual nunca tinha ouvido falar anteriormente. Dave, com seu instinto curioso, decidiu jogar para ver como era o jogo. Porém algo inesperado aconteceu. Dave desmaiou e acordou em um lugar estranho, quando uma voz começou a falar: "você está preso dentro de MathMare....a única maneira de sair é avançando até chegar ao final do jogo....". Nesse momento aparece uma mensagem em seu celular, de uma pessoa que afirma ser um ex-jogador do MathMare, e que se faz presente para ajudá-lo.

Segundo a mensagem, o jogo foi feito para ser impossível de se completar, pois o objetivo

era fazer com que ninguém conseguisse se salvar. A única forma de conseguir sair do jogo seria trapaceando. Para isso, Dave precisaria *hackear* o sistema do jogo com o seu próprio celular. É a partir daí que ele começa a perceber que nos jogos que tanto gostava, existia muito mais matemática do que ele imaginava. Um vídeo contendo o trailer de Mathmare, pode ser acessado em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kKfqTnBSO-U>>

3.3 Cenário e mecânicas do jogo

Para facilitar a visualização de alguns conceitos matemáticos (por exemplo, gráficos de funções), o cenário de Mathmare é composto por uma plataforma em 2D com possibilidade de movimentação lateral (ver Figura 12). O personagem possui apenas a movimentação básica de um jogo de plataforma (movimentação lateral e salto), de forma que ele não consegue destruir os inimigos de maneira direta, já que na história ele é apenas um ser humano comum, e não um personagem do jogo. Assim, Dave precisará raciocinar logicamente, para poder enfrentar os monstros, ou evitar confrontos com eles.

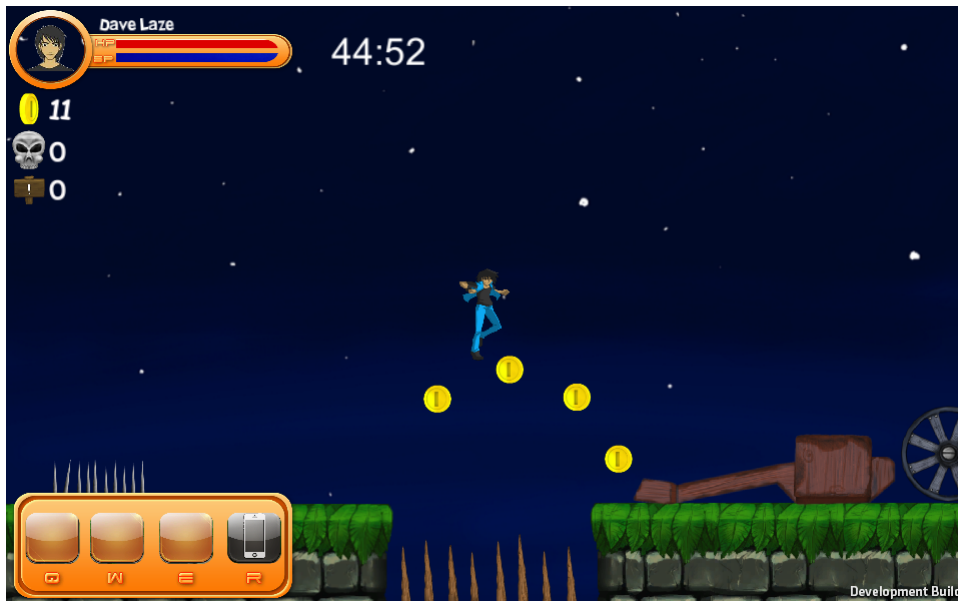


Figura 12: Tela de Mathmare na qual o personagem Dave salta para ultrapassar um obstáculo.

Portanto, para eliminar seus inimigos, Dave tem que utilizar elementos do próprio jogo como canhões ou até mesmo os próprios monstros, hackeando a inteligência deles para fazer com que eles lutem a seu favor (ver Figuras 13 e 14).

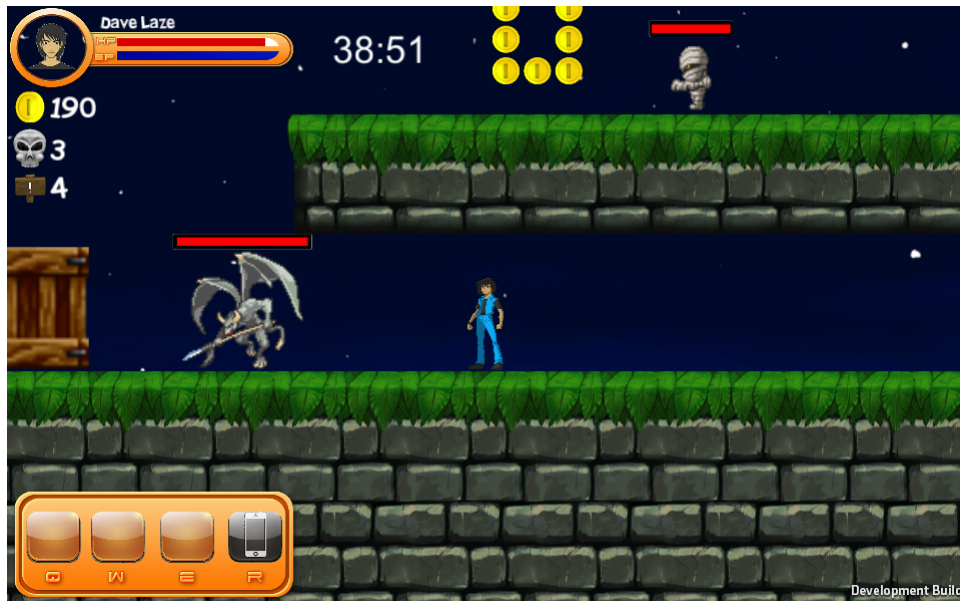


Figura 13: Momento em que Dave encontra os monstros

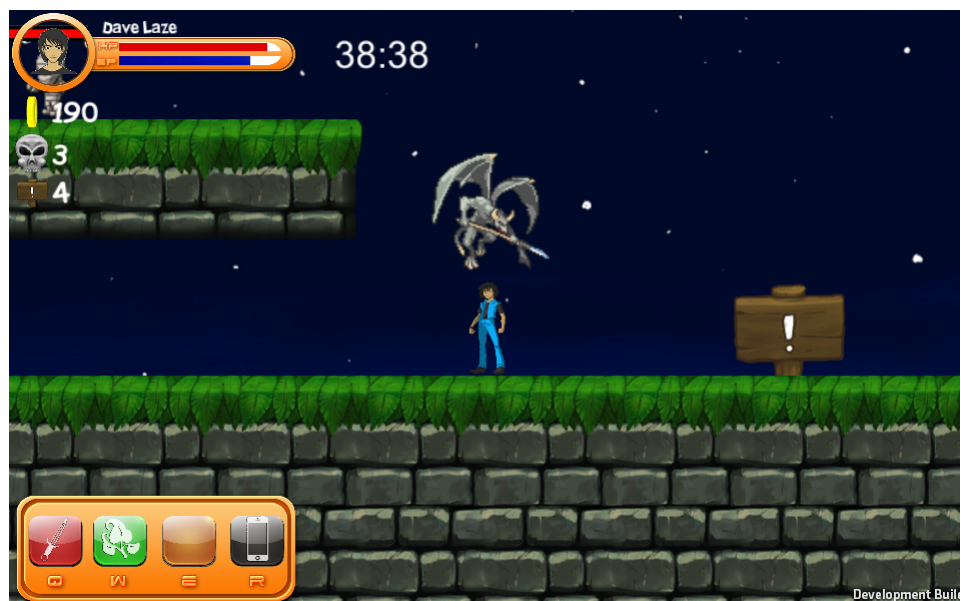


Figura 14: Após um monstro ser hackeado, o gárgula passa a seguir Dave e ajudá-lo em sua missão!

Dave também precisa modificar o posicionamento dos blocos do cenário através de puzzles para conseguir criar possíveis caminhos para lugares visivelmente impossíveis de serem alcançados (exemplo na Figura 15). Por exemplo, para criar uma passagem que permita Dave chegar a um objetivo, ele precisa modificar o cenário. Porém, como ele poderia mudar a configuração do cenário, de maneira eficiente, sem entender o seu funcionamento? A única forma é aplicando conceitos matemáticos através de puzzles. Com

essa perspectiva de resolver puzzles como um meio para atingir um determinado objetivo, o jogador que estiver controlando o personagem Dave verá a matemática como uma importante ferramenta.

Cada puzzle modifica o cenário de uma maneira diferente, cada um com sua respectiva lógica conforme o conceito matemático abordado. Além disso, Mathmare possui vários elementos de RPG, tais como monstros, gasto de mana (representado pela bateria do celular), HP (pontos de vida) e alguns ataques especiais. Assim o jogo cria uma dinâmica mais interessante, que permite cativar o jogador mais facilmente.

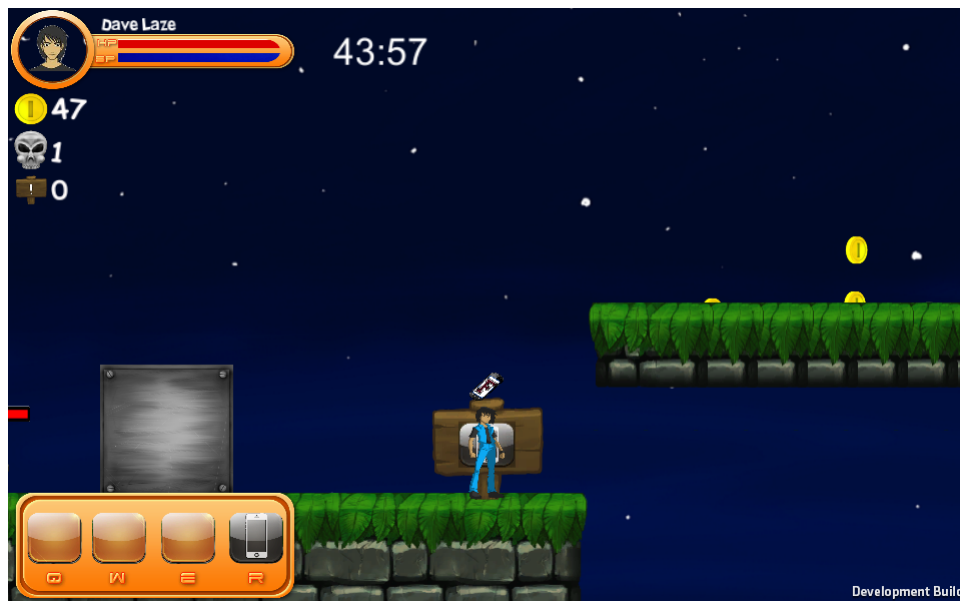


Figura 15: Momento do jogo em que Dave não consegue alcançar a plataforma

4 Desafios matemáticos do jogo

O conhecimento matemático adquire um significado diferente quando estudantes se deparam com situações desafiadoras e divertidas e desenvolvem estratégias de resolução de problemas. A cada vez em que se resolve um novo puzzle, o aluno fixa melhor o conhecimento utilizado na resolução. Além disso, eles se sentem muito mais motivados, e se empenham mais, para resolver um problema divertido. Por isso o uso de desafios matemáticos em jogos ajuda bastante no ensino dos conceitos matemáticos. Porém, esses desafios precisam ser motivadores e ao mesmo tempo didáticos.

Para auxiliar na elaboração dos desafios de Mathmare, contamos inicialmente com a ajuda de dois bolsistas de Iniciação Científica: Wellerson Oliveira e Matheus Pessoa. Durante o processo de elaboração, foram estudadas mecânicas utilizadas em diversos jogos de sucesso comercial. A justificativa desse estudo se dá ao fato que as mecânicas encontradas nesses jogos já são consideradas interessantes pelo jogadores, então seria provável que também fossem consideradas interessantes para Mathmare. Depois de montar uma lista com as mecânicas consideradas mais interessantes, foi feita uma análise juntamente a uma lista de conceitos matemáticos empregados no ensino médio. O objetivo dessa análise foi de verificar como alguns desses conceitos poderiam ser abordados quando utilizando as mecânicas selecionadas. Depois de elaborar várias ideias de desafios matemáticos com essa análise, foi decidido estudar outros jogos educacionais. Já que as mecânicas em outros jogos educacionais já estavam com o conceito matemático empregado, seria mais simples imaginar como ele seria introduzido em Mathmare. Porém, como foi citado anteriormente, é bastante difícil encontrar jogos lúdicos para matemática do ensino médio.

Após trabalhar bastante na elaboração dos puzzles, eles puderam ser finalmente implementados em Mathmare. Porém, muitas das ideias definidas inicialmente não foram trabalhadas o suficiente para se obter uma versão final que pudesse ser introduzida no jogo. Como resultado, quatro desafios completos foram desenvolvidos conforme será apresentado na próxima seção do documento.

A contextualização dos desafios em Mathmare funciona da seguinte forma: no decorrer

do jogo, o jogador vai perceber que ele não tem como ir adiante no seu caminho, seja por não conseguir alcançar uma plataforma, ou por ter algo bloqueando a passagem. Nesse ponto ele deverá hackear o sistema do jogo para construir uma passagem. No entanto não adianta modificar o sistema de qualquer forma. Ao invés disso, é preciso modificar o sistema de forma que o jogador consiga realizar seu objetivo (seja construir uma ponte, abrir uma porta ou destruir um inimigo). Os puzzles são sempre colocados como obstáculos para atingir um objetivo maior, dessa forma o jogador irá enxergar a matemática como uma ferramenta para resolver seu problema, e não algo que o atrapalhe.

Para acelerar o processo de prototipagem dos puzzles e evitar que eles fugissem muito do contexto, foi criado um padrão para a forma de abordagem dos puzzles, mas sem restringir muito a ponto de não conseguir encaixar alguns temas. O padrão elaborado funciona da seguinte forma: o usuário envia para o puzzle um vetor (uma lista de valores) através da interface do jogo (na história seria o celular do personagem). O puzzle então interpreta essa lista de valores como lhe foi programado (podem ser coordenadas geográficas, coeficientes de polinômios, índices de objetos, etc.). O sistema do jogo é, portanto, modificado de acordo com a entrada, e caso o jogador tenha resolvido o puzzle corretamente, ele conseguirá alcançar seu objetivo. Dessa forma o jogador se habituará ao fato de que a mesma estrutura de dados (lista) pode ser interpretada de várias maneiras diferentes.

4.1 Ponte polinomial



Figura 16: Ilustração do puzzle Ponte polinomial

4.1.1 Objetivo

Muitos alunos apresentam dificuldades em entender como funciona o gráfico de uma função polinomial, e assim não sabem exatamente o que significa encontrar as raízes e interpretar de maneira clara as suas características. Por exemplo, se quiséssemos modificar o gráfico de uma função no eixo Y, qual dos coeficientes da função deveria ser alterado? Além disso, o valor deste coeficiente deveria ser aumentado ou diminuído? São perguntas que precisam ser respondidas para resolver este tipo de problema. Nem sempre é preciso saber qual o valor exato que aquele coeficiente deve ter, mas pelo menos em que direção ele está. Esse puzzle ajuda os alunos a praticarem esse conceito de maneira mais divertida, não focando no cálculo matemático, mas em entender como funcionam as características de uma função, e como o conceito pode ser usado para atingir um objetivo.

4.1.2 Descrição

A ponte polinomial consiste em configurar os coeficientes de um polinômio para gerar o gráfico de uma função polinomial (exemplo Figura 16). Isto ocorre porque o jogador chegará em pontos do cenário onde as plataformas a frente não possibilitarão a sua passagem, seja por estar muito alta, muito longe, com obstáculos, etc. O jogador terá então que modificar essas plataformas para que possibilite sua passagem. Porém, parte da plataforma, que se encontra em formato de ponte, é capaz de ser modificada conforme o gráfico de uma função polinomial. Portanto, a única forma que o jogador tem para possibilitar a sua passagem é modificar os coeficientes do polinômio para que o gráfico da função seja refletido na plataforma (ver Figuras 17, 18, 19 e 20). Para isso o jogador envia uma lista de valores e estes serão interpretados como $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$. As plataformas então modificam a sua forma para formarem o gráfico da nova função.

Mesmo que o jogador modifique inicialmente os coeficientes apenas de maneira aleatória, com o passar do tempo ele perceberá alguns padrões, conforme descritos a seguir: o coeficiente mais a direita corresponde ao grau zero do polinômio e permite subir e descer a ponte; o coeficiente do meio corresponde ao grau 1 do polinômio e permite inclinar a ponte; e o coeficiente mais a esquerda corresponde ao grau 2 do polinômio e permite curvar a ponte.

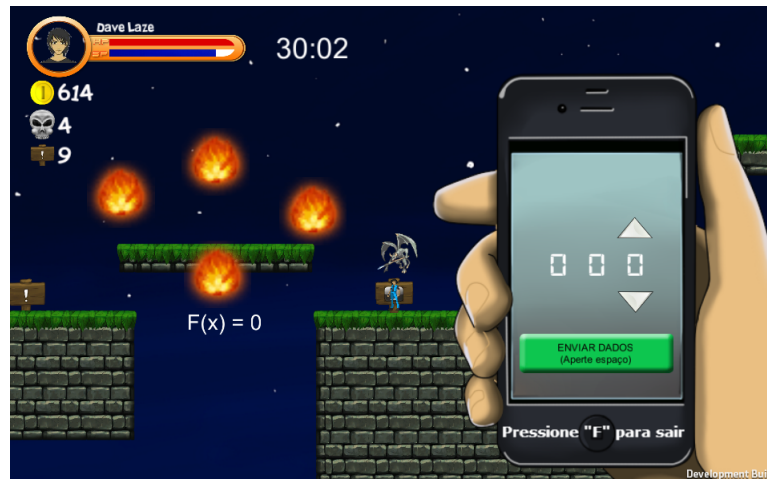


Figura 17: Plataforma muito alta para o personagem alcançar



Figura 18: Ao mudar a inclinação da reta e descer a constante, é possível alcançar a plataforma, porém o caminho o leva direto a bola de fogo



Figura 19: Adicionar o termo quadrático no polinômio parece uma boa ideia, neste caso a concavidade se apresenta para o lado errado...



Figura 20: Agora sim! O jogador pode finalmente prosseguir

4.2 Plantas binárias

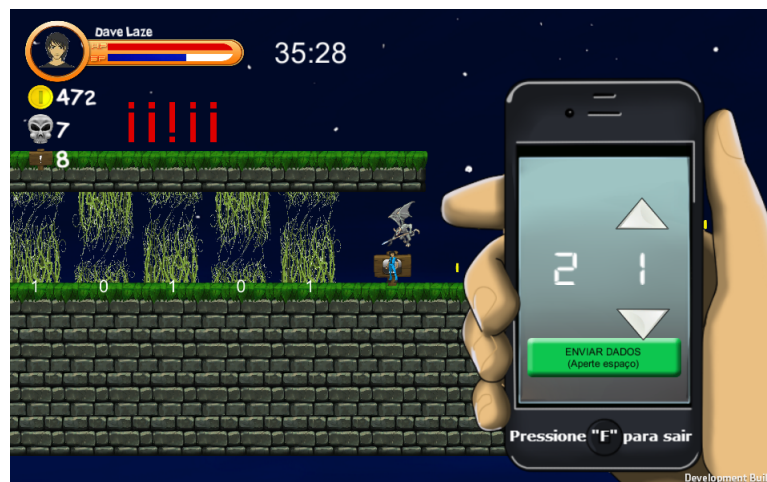


Figura 21: Ilustração do puzzle Plantas binárias

4.2.1 Objetivo

Esse puzzle tem como objetivo ajudar os alunos a praticar os conceitos de conversão de base (de decimal para binário), e ao mesmo tempo mostrar que o número binário resultante não é apenas um outro número que representa o mesmo valor, mas que ele pode ser interpretado de uma maneira diferente.

4.2.2 Descrição

Durante as fases de Mathmare, o jogador se deparará em locais onde a passagem vai estar bloqueada por plantas. Essas plantas podem estar levantadas (valor 1), ou abaixadas

(valor 0) (exemplo na Figura 21). Acima das plantas terão símbolos que seguem o mesmo padrão (pequenas barras). Esses símbolos servem como dica para informar como as plantas devem estar para que a passagem seja desbloqueada. O jogador deve informar ao sistema um número decimal, que será convertido para binário, alterando assim a configuração das plantas no cenário. Por exemplo : se tiverem 4 plantas bloqueando a passagem (ver Figura 22), e o jogador enviar o número 11, o número binário resultante será 1011, portanto a segunda planta (da esquerda para direita) estará abaixada, enquanto que as 3 restantes estarão levantadas (ver Figura 23). Caso o as plantas fiquem da mesma forma indicada pela dica, elas se recolherão permitindo ao jogador seguir em frente (ver Figura 24).

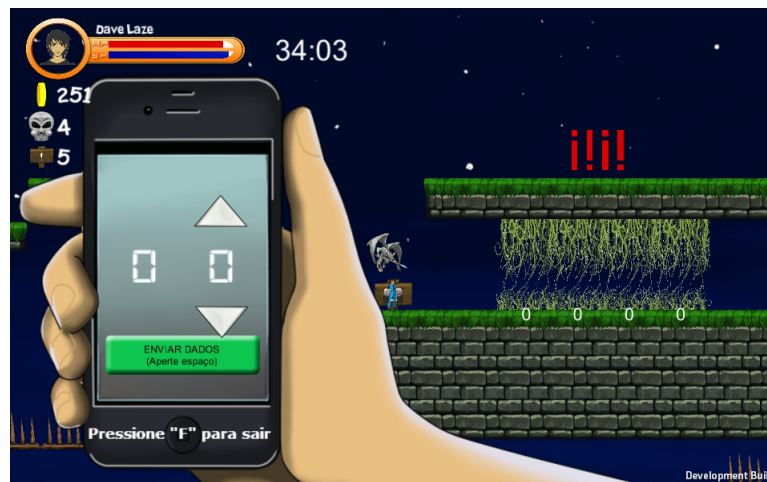


Figura 22: Inicialmente as plantas estão todas para baixo



Figura 23: Após enviar um valor em decimal para o sistema, as plantas mudam para se adequar ao número binário



Figura 24: Ao enviar o valor que corresponde com a dica, as plantas se recolhem, permitindo a passagem do jogador

4.3 Matriz de blocos

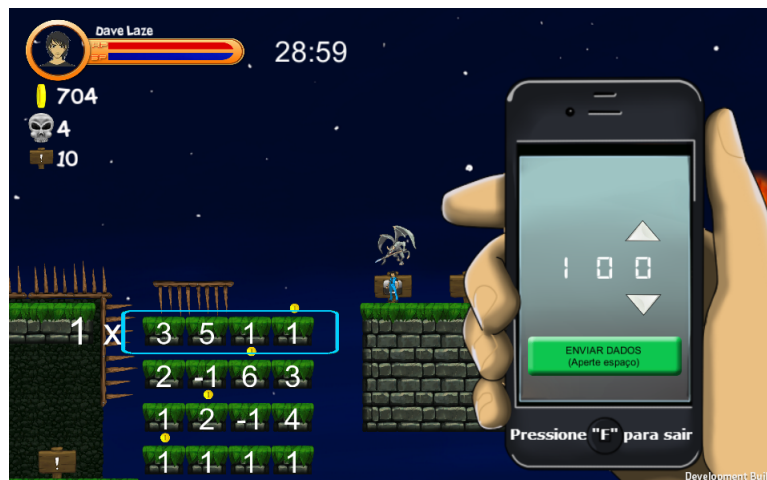


Figura 25: Ilustração do puzzle Matriz de blocos

4.3.1 Objetivo

Matriz sempre foi um conceito matemático do qual os alunos costumam mostrar dificuldades, talvez pelo fato que esse conceito é mostrado de maneira abstrata na sala de aula. Dentre os vários tópicos relacionados a matriz, um dos mais importantes é o do seu escalonamento, já que é um método utilizado para resolver problemas de sistemas de equações. O objetivo desse puzzle é fazer o aluno exercitar o algoritmo do escalonamento de maneira lúdica, já que seu objetivo não é somente resolver uma questão em uma lista de

exercícios. Ao contrário disto, ele deve atingir um objetivo no jogo utilizando esse conceito matemático, como é o caso da Figura 25 onde o jogador precisa chegar até a plataforma de baixo, mas os blocos não permitem sua passagem.

4.3.2 Descrição

Certas vezes o jogador chegará em um local do cenário no qual ele precisa alcançar uma outra plataforma, mas a passagem estará bloqueada por vários blocos alinhados em formato de matriz. Portanto, o jogador precisará usar seu celular para hackear os blocos que exibem números representando valores relacionados com a matriz (ver Figura 26). Para modificar os valores dos blocos, o jogador precisará informar uma lista com 3 números: o primeiro é o fator multiplicativo, o segundo o identificador da linha de origem, e o terceiro o identificador da linha de destino. O algoritmo consiste em multiplicar o fator por cada um dos valores da linha de origem e somar cada um dos resultados desta multiplicação com os valores das respectivas colunas na linha de destino. Caso algum bloco fique com valor zero, ele será destruído permitindo ao jogador passar por ali (exemplo de escalonamento nas Figuras 27 e 28).

Dependendo da situação no jogo, o jogador poderá precisar eliminar apenas uma linha para abrir caminho, ou montar uma escada (que seria o escalonamento total). Para realizar essa tarefa de maneira eficaz, o jogador terá que utilizar o algoritmo do escalonamento.



Figura 26: Momento em que o jogador encontra a passagem bloqueada pelos blocos



Figura 27: Primeiro se utiliza a linha de baixo para eliminar a última coluna das duas linhas de cima, porém ainda não é possível passar pelos blocos



Figura 28: Depois de repetir o processo para as duas linhas de cima, os blocos ficam finalmente escalonados, permitindo o jogador prosseguir

O único problema desse desafio é que, se o jogador não executar os passos corretamente, a matriz pode ficar com os valores embaralhados. Uma vez que a matriz estiver muito embaralhada (exemplo Figura 29), é praticamente impossível desfazer a bagunça, já que os valores do fator multiplicativo são discretizados. Para poder contornar esse problema, o jogador será obrigado a perder uma vida em algum lugar no jogo, pois só assim os valores serão reinicializados.



Figura 29: Matriz embaralhada depois de muitas operações aleatórias

4.4 Conjuntos giratórios



Figura 30: Ilustração do puzzle Conjuntos giratórios

4.4.1 Objetivo

Esse puzzle mostra uma forma gráfica de representar conjuntos e suas interseções (exemplo Figura 30), através de círculos com elementos dentro deles. Porém o objetivo desse puzzle não é somente exercitar o conceito de conjuntos, mas também o raciocínio lógico do jogador para resolver problemas, utilizando uma abordagem parecida com a de um cubo mágico simplificado.

4.4.2 Descrição

O jogador chegará em um local do cenário em que possui uma torre bloqueando o caminho, e perto dela círculos com números dentro deles (ver Figura 31). Ao enviar a informação para o jogo rotacionar algum círculo (utilizando a identificação do conjunto), ele rotaciona também todos os elementos dentro dele. Essas rotações podem fazer com que elementos que estavam em um conjunto sejam transferidas para outros conjuntos. Os conjuntos sempre rotacionam 90° graus no sentido horário (exemplo de execução das rotações nas Figuras 32, 33, 34 e 35). O objetivo é fazer com que todos os elementos nos círculos respeitem uma definição dada dos conjuntos. Quando os elementos estão todos posicionados corretamente de acordo com a definição, a torre que bloqueia a passagem é destruída (ver Figura 36). O nível de dificuldade desse desafio se baseia apenas na quantidade de elementos que precisam ser organizados. O nível mais difícil possível, é com 12 elementos, pois assim todas as posições dos círculos ficam preenchidas.

Apesar desse puzzle não abordar de forma direta os conceitos relacionados a conjuntos, o jogador ainda pode se utilizar deles para ajudar a resolver o desafio. Por exemplo, uma tática poderia ser a de começar montando as posições das interseções entre os conjuntos, já que são os únicos elementos que precisam de uma ordem específica. Os outros elementos tem posições mais livres, já que o conjunto $\{1, 2, 3\}$ é equivalente ao conjunto $\{3, 1, 2\}$.

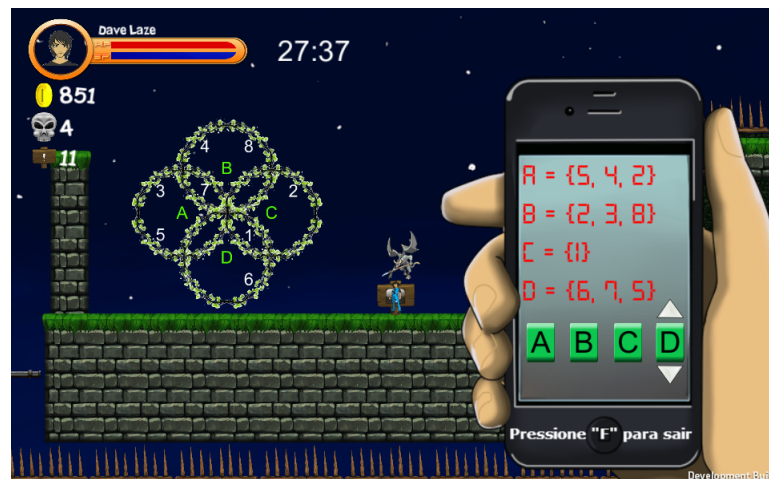


Figura 31: Situação inicial dos conjuntos

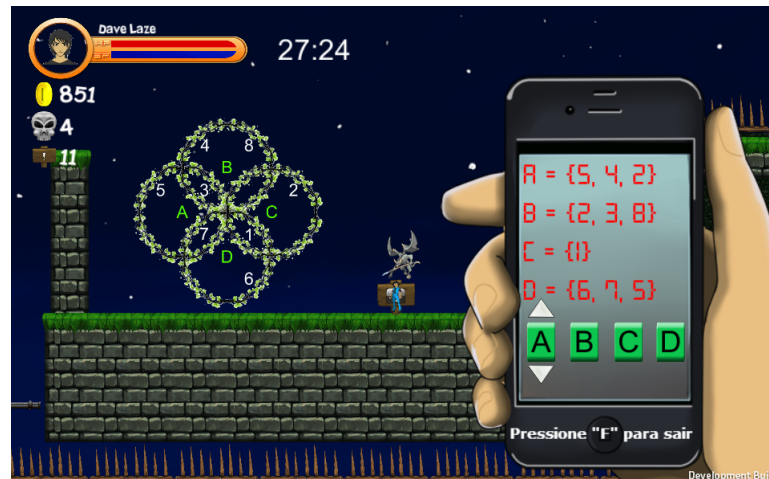


Figura 32: Resultado após a rotação do conjunto A na situação acima



Figura 33: Resultado após a rotação do conjunto B na situação acima

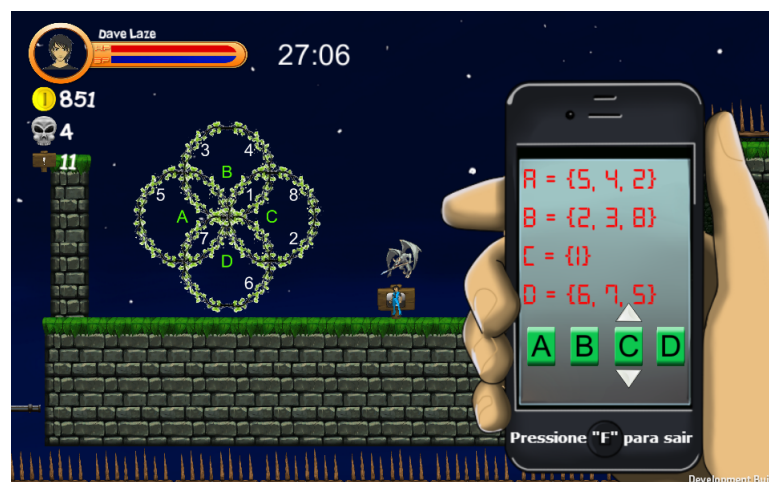


Figura 34: Resultado após a rotação do conjunto C na situação acima

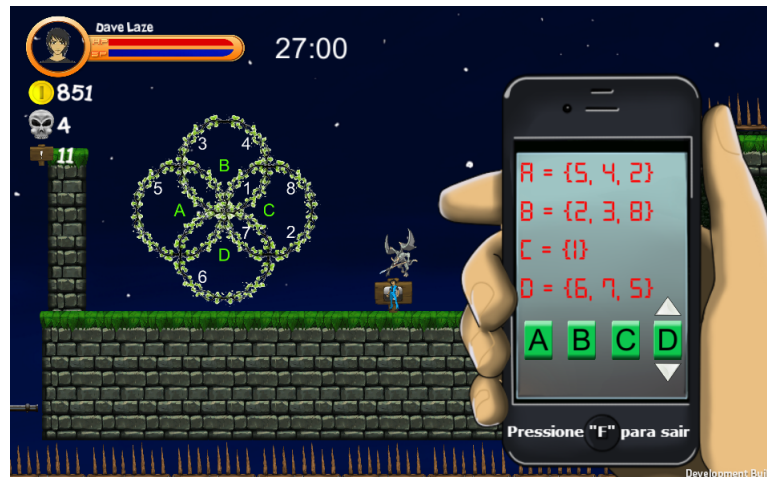


Figura 35: Resultado após a rotação do conjunto D na situação acima

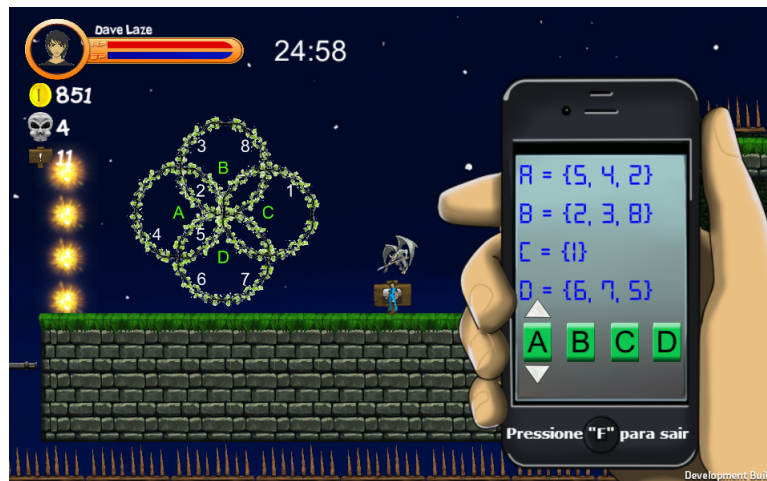


Figura 36: Após colocar os elementos nos conjuntos certos, a torre é destruída

A interface desse puzzle é diferente dos outros puzzles, como pode se notar pela Figura. Isso ocorre devido a forma de lista de valores que foi proposta anteriormente não ser neste caso muito intuitiva para os jogadores. Essa nova forma de apresentar os dados deixa mais claro para o jogador qual o conjunto que ele vai rotacionar, sem fugir muito do padrão da lista de valores.

5 Experimentos realizados e resultados obtidos

5.1 Descrição dos experimentos

Para verificar se Mathmare estava atendendo aos objetivos propostos, de conseguir atrair a atenção do jogador, apresentar uma história envolvente, e claro, abordar os temas matemáticos de forma divertida, mas sem deixar isso de forma muito abstrata, era necessário experimentá-lo com alunos. Para cada um dos quatro puzzles desenvolvidos foram definidos 3 níveis que aumentam progressivamente em dificuldade, o que dá um total de 12 desafios para os experimentos previstos. O tempo de duração estabelecido para o jogo foi de 45 minutos para permitir aplicá-lo durante um horário de aula. A versão utilizada no experimento, pode ser encontrada em : <<http://migre.me/pLuef>.> (versão desktop para windows) ou <<http://migre.me/pLuao>.> (versão web).

Uma vez o jogo desenvolvido, definimos uma bateria de experimentos para ser realizada no contexto de quatro turmas de uma disciplina de nivelamento em matemática para alunos recém-ingressos no curso de Bacharelado em Tecnologia da informação (BTI), duas delas sendo do turno da manhã e duas da noite. Ao total, 97 alunos foram colocados para jogar o jogo livremente, cada um em um computador desktop com Windows 7. Antes de começarem a jogar, também foi exibido o trailer de Mathmare. O objetivo da apresentação do trailer foi para que os jogadores conhecessem o enredo do jogo, já que o mesmo não foi mostrado de forma clara durante a fase do jogo utilizada no experimento.

Jogos educativos podem ser avaliados através de diversas formas: checklists, diretrizes, escalas de avaliação, formulários, modelo conceitual, questionários, sistemas ou de forma híbrida (GODOI; PADOVANI, 2011). Dentre estas possibilidades de instrumentos avaliati- vos, para os experimentos com Mathmare escolhemos o formato de questionário a fim de verificar o impacto do jogo em aspectos tais como usabilidade, eficácia das ferramentas de auxílio e aprendizagem alcançada, enfatizando tanto a avaliação orientada ao produto quanto a avaliação orientada ao usuário. Para isso, foram seguidos os seguintes critérios:

qualidade do conteúdo, alinhamento do objetivo da aprendizagem, motivação, imersão, objetivos claros, feedback e adaptação, apresentação, interação social e reusabilidade (MEDEIROS; SCHIMIGUEL, 2012; SAVI et al., 2010). Portanto, um questionário¹ foi desenvolvido, dividido em 4 partes, onde cada parte era composta por perguntas objetivas com as seguintes possibilidades de escolha: Discordo Totalmente, Discordo, Indiferente/Não sei, Concordo e Concordo Totalmente. Estas quatro partes são as seguintes: enredo do jogo (história), mecânica do jogo, desafios matemáticos e opiniões gerais. Além das perguntas objetivas, em cada tópico também foi adicionado ou mais perguntas discursivas, para poderem ser adicionados comentários.

5.2 Resultados Obtidos

5.2.1 Enredo do jogo

A fase do jogo utilizada nos experimentos não possuía um enredo de forma clara, nem apresentava nenhuma história do jogo na sua duração. Os alunos tiveram de conhecer o enredo através de um vídeo que foi apresentado antes de começarem a jogar. Por esta razão, não foi possível elaborar muitas perguntas em relação a história do jogo, se resumindo apenas a uma pergunta objetiva e uma discursiva. A pergunta discursiva apenas pedia que o jogador adicionasse algum comentário sobre a história. As respostas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Sobre o enredo

	O enredo (história) do jogo é criativo?
Concordo Totalmente	15
Concordo	54
Indiferente / não sei	18
Discordo	5
Discordo totalmente	5

Como foi mostrado na Tabela acima, dos 97 alunos que participaram dos experimentos, 69 concordaram que o enredo do jogo é criativo, e apenas 10 discordaram sobre isso. Acreditamos que um dos motivos de algumas pessoas terem discordado sobre a criatividade do enredo pode ter sido porque chegaram atrasado para o experimento, não tendo a oportunidade de estarem presentes no momento da apresentação do trailer. Dessa forma, eles não tiveram como saber qual era o enredo do jogo.

O fato de alguns alunos não terem visto o vídeo antes de jogar a fase, também pode ter

¹<<http://goo.gl/BqRmto>>

influenciado em respostas negativas nas questões posteriores, pois alguns alunos comentaram que não entenderam muito bem o porque do personagem Dave utilizar um celular, assim como da matemática estar presente em alguns trechos do jogo. Sem o conhecimento do enredo, a imersão do jogador no jogo fica muito mais fraca.

5.2.2 Mecânica do jogo

A mecânica de movimentação do personagem é baseada nos jogos de plataforma, como Super Mario World (COUNTINHO, 2014) e Megaman. Essa parte do questionário serviu para saber se essa mecânica de movimentação, assim como a de batalha e de resolução dos desafios matemáticos, são interessantes para os jogadores. Também foram feitas perguntas para saber se os comandos do teclado e os tutoriais utilizados no jogo são intuitivos. Os resultados são exibidos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Sobre a jogabilidade

	O jogo tem uma boa jogabilidade? Ou seja, é agradável de ser jogado?	A interface gráfica é intuitiva?	A interface de comandos de controle é intuitiva?	O jogo é divertido?
Concordo Totalmente	9	15	23	23
Concordo	63	51	47	57
Indiferente / não sei	15	17	11	11
Discordo	7	11	12	3
Discordo totalmente	3	3	4	3

As perguntas, "O jogo tem uma boa jogabilidade? Ou seja, é agradável de ser jogado?" e "O jogo é divertido?" serviram para obtermos um feedback de maneira mais genérica sobre as mecânicas do jogo, como mostrado na Tabela 3. Dos 97 alunos, 72 acharam que o jogo tem uma boa jogabilidade, enquanto 10 responderam que não (Tabela 3). Apesar de uma grande maioria ter respondido que a jogabilidade estava boa, em alguns comentários foi mencionado que o modelo físico do personagem estava estranho. Quanto ao jogo ser divertido de uma maneira geral, 80 alunos responderam que sim, e apenas 6 discordaram (Tabela 3).

A pergunta "A interface gráfica é intuitiva?" tem o propósito de descobrir se a HUD (Heads-up display) (COSTA, 2014), que representa a parte da tela do jogo que mostra os dados do jogador (como vida, moedas, habilidades...), dentre outros feedbacks como popups (mensagens que aparecem rapidamente) foram feitas de maneira com que o jogador identificasse de forma clara o que ele queria saber. 66 alunos concordaram que a interface estava intuitiva, enquanto que 14 discordaram (Tabela 3). Apesar da maioria ter concordado, 14

alunos ainda é um número considerável. Em trabalhos futuros, poderia ser feita uma melhoria na HUD, para deixar os feedbacks mais claros. Em relação a interface de comandos, 70 jogadores concordaram que os comandos são intuitivos, e 16 discordaram (Tabela 3). Alguns alunos sentiram dificuldades em se adaptar as teclas de comando do jogo, chegando ao ponto de perguntar, durante os experimentos, se era possível modificá-las. Para resolver esse problema, precisaria que interface de comandos se tornasse customizável para jogador.

Devido ao prazo para finalizar este trabalho, tivemos de preparar a fase do jogo para utilização nos experimentos com um pouco de pressa, já que os protótipos das mecânicas só ficaram prontos cerca de duas semanas antes do dia que seriam realizados os testes. Além disso, ainda foi necessário elaborar toda a fase e balancear os níveis dos desafios. Por isso não tivemos tempo de implementar um tutorial mais bem elaborado, e tivemos que improvisar com algumas imagens e textos (exemplo na Figura 37). De acordo com a Tabela 4, 72 dos jogadores concordaram que os tutoriais foram suficientes para compreender as mecânicas do jogo, e 14 discordaram.

Tabela 4: Sobre a dificuldade da mecânica

	Os tutoriais rápidos no início ajudam no percurso do jogador, ou seja, ajudam a compreender mais facilmente as mecânicas do jogo?	Você teve dificuldade em passar pelos monstros e plataformas?	Os desafios evoluem gradativamente em dificuldade?
Concordo Totalmente	18	5	32
Concordo	54	30	59
Indiferente / não sei	11	21	4
Discordo	10	29	1
Discordo totalmente	4	12	1

Derrotar os monstros e pular as plataformas são exemplos de mecânicas secundárias do jogo. No entanto, como este trabalho tem foco nos desafios matemáticos, tivemos que saber se essa outra parte do jogo não estava sendo mais difícil e limitante do que os desafios matemáticos. Nesse caso as respostas foram bem equilibradas. 35 responderam que tiveram dificuldades em passar pelos monstros e plataformas, enquanto que 41 discordaram (Tabela 4). Para tentar esclarecer essa questão, uma pergunta discursiva foi inserida no questionário para saber qual foi a maior dificuldade que os jogadores tiveram no jogo. Nessa pergunta quase todos responderam algo relacionado aos desafios matemáticos, sendo apenas 6 comentários sobre a dificuldade em saltar blocos ou derrotar os monstros. Assim,



Figura 37: Exemplo de dica dentro do jogo

conclui-se que os monstros e plataformas adicionam uma certa dificuldade aos jogadores, mas não são mais limitantes que os desafios matemáticos. Em fim, 91 alunos concordaram que os desafios no jogo evoluíam gradativamente, ou seja, os desafios seguintes eram mais difíceis que os anteriores, e apenas 2 discordaram (Tabela 4).

5.2.3 Desafios matemáticos

Como os desafios matemáticos são o principal foco deste trabalho, era necessário saber se eles cumpriam seus objetivos. Os desafios tentam focar muito mais no algoritmo de resolução do problema do que no cálculo propriamente dito, abstraindo mais assim o conceito. No entanto, não se podia abstrair demais a ponto do aluno não conseguir fazer uma conexão entre o desafio que ele estava resolvendo e o conceito matemático. Para saber se o nível de abstração estava alto demais, inserimos a seguinte pergunta discursiva no questionário: "Você conseguiu identificar quais conceitos matemáticos no jogo?". Apesar de muitos terem respondido esta pergunta com palavras tais como "Sim" ou "Vários", provavelmente porque não leram a pergunta corretamente, a maioria conseguiu identificar pelo menos 3 dos 4 conceitos matemáticos abordados no jogo.

Tabela 5: Identificação dos assuntos matemáticos

	Pergunta discursiva	Perguntas Objetivas
Matrizes	29	82
Números binários	39	84
Funções e polinômios	51	94
Conjuntos	44	91
Resposta inválida	30	0

Como pode ser visto na Tabela 5, 30 alunos deram respostas inválidas ("Sim", "Alguns"...), 29 identificaram o conceito de matrizes, 39 identificaram o conceito de números binários, 51 identificaram o conceito de conjuntos e 44 identificaram o conceito de funções e polinômios. Pelo fato de ser uma pergunta discursiva, era previsto que alguns alunos não respondessem a todos os conceitos matemáticos que tinham sido identificados. Também era esperado que surgissem respostas inválidas. Para compensar essa falha, foram feitas mais quatro perguntas objetivas, onde para cada uma delas foi mostrada uma imagem do desafio matemático, solicitando ao aluno que marcasse a opção que correspondia ao conceito matemático abordado pelo puzzle ilustrado. Desta forma, eliminando a possibilidade de ter respostas inválidas, obtivemos os seguintes resultados: 82 acertaram matrizes, 84 números binários, 94 conjuntos e 91 funções e polinômios (Tabela 5).

Tabela 6: Sobre os desafios matemáticos 01

	O jogo ajuda a fixar conhecimentos relacionados aos conceitos matemáticos explorados nos desafios?	Você teve dificuldades em entender como funcionava a mecânica dos desafios?
Concordo Totalmente	16	11
Concordo	57	33
Indiferente / não sei	16	18
Discordo	7	29
Discordo totalmente	1	6

Quando os experimentos foram realizados, os alunos da disciplina ainda não tinham revisado o conceito de escalonamento de matrizes (do qual um dos puzzles é baseado). Mas mesmo assim, alguns deles fizeram uso da lógica para conseguir passar pelos desafios desse conceito. Isso se deve ao fato que os desafios foram elaborados com uma forte ênfase na lógica da resolução do problema, e não no cálculo. Mesmo se alguns não passaram por esse desafio, eles ficaram tentando, procurando uma forma de solucionar o problema. Espera-se que, a partir do momento que o conceito seja visto na disciplina, os alunos o fixem melhor por já ter passado por uma situação que precisava desse conhecimento. Em relação a opinião dos alunos, 73 concordaram que os desafios ajudam a fixar os conhecimentos matemáticos explorados nos desafios, e 8 discordaram (Tabela 6).

Mais uma vez, devido ao foco ser dado a prática dos conceitos matemáticos, é preciso estar bem claro como funciona a mecânica do puzzle. Assim, garante-se que a dificuldade do desafio seja a da resolução do problema, e não a compreensão de como ele funciona. Para isso perguntamos se os alunos tiveram dificuldades em compreender as mecânicas dos desafios. 44 alunos concordaram que tiveram dificuldades e 35 discordaram (Tabela 6). O



Figura 38: Exemplo de dica, a mais longa do jogo, utilizada na explicação do puzzle Matriz de blocos

fato da maioria ter tido dificuldades em compreender as mecânicas de alguns desafios pode ser visto como um problema. Porém, é possível que isso seja resolvido inserindo tutoriais mais práticos no jogo, já que os utilizados atualmente são apenas textos (ver Figura 38).

Tabela 7: Sobre os desafios matemáticos 02

	O jogo consegue testar as habilidades matemáticas do jogador?	Os desafios existentes motivam o uso do jogo?
Concordo Totalmente	30	22
Concordo	52	50
Indiferente / não sei	9	15
Discordo	5	8
Discordo totalmente	1	2

Mesmo que os desafios matemáticos não ensinem os assuntos de forma direta, o jogo ainda pode ser usado como uma forma de praticar os assuntos explorados, ou até mesmo avaliar os conhecimentos dos alunos (quem sabe no futuro, esses tipos de jogos podem até ser usados como avaliação pelos professores). Mas para isso é preciso saber se os puzzles realmente testam as habilidades matemáticas do jogador. 82 alunos concordaram que os puzzles fazem isso, enquanto que 6 discordaram (Tabela 7).

Os desafios não só precisam abordar os conceitos matemáticos de forma não muito abstrata, como devem também motivar o jogador a continuar jogando. 77 alunos concordaram que os desafios existentes motivam o uso do jogo, e apenas 10 discordaram (Tabela 7). Alguns alunos comentaram que os desafios eram recompensadores, pois o jogador ficava curioso para saber o que ele iria encontrar mais a frente, e se sentiam motivados a resolvê-lo. Durante os experimentos, alguns alunos vibravam com os braços ao resolver

algum puzzle, o que demonstrava ter sido particularmente desafiador.

5.2.4 Opiniões gerais

Mesmo que esse jogo possa ser uma forma interessante de abordar assuntos matemáticos, os alunos poderiam considerar a forma tradicional mais eficiente. Além disso ao tentar inserir problemas matemáticos no jogo, isso poderia deixá-lo chato, de forma que o jogo seria muito mais interessante sem eles. Decidimos então, perguntar a opinião dos alunos.

Tabela 8: Opiniões gerais

	Você acha que jogos explorando conceitos matemáticos de forma lúdica deveriam ser utilizados em sala de aula?	O fato de ter inserido desafios matemáticos no jogo Mathmare fez com que ele se tornasse chato?
Concordo Totalmente	54	2
Concordo	35	3
Indiferente / não sei	6	12
Discordo	0	47
Discordo totalmente	2	33

De acordo com a Tabela 8, 89 alunos concordaram que jogos explorando conceitos matemáticos de forma lúdica deveriam ser utilizados em sala de aula, como uma forma de melhorar a motivação para o aprendizado, e apenas 2 discordaram. 80 alunos discordaram do fato de que inserir desafios matemáticos no jogo o teria tornado chato, e apenas 5 concordaram (Tabela 8).

A matemática faz parte da história do jogo Mathmare, de modo que ela é uma ferramenta para o jogador alcançar seus objetivos, e não sua inimiga. Portanto se os desafios matemáticos fossem removidos desse jogo, ele talvez nem fizesse sentido. Assim, esperávamos que a presença dos desafios no jogo não o tornassem chato. Com os resultados apresentados aqui, acreditamos que o jogo se mostrou bastante interessante e motivador para os alunos. Além disso, é preciso saber se ele tem reusabilidade, ou seja, se os alunos se sentem não somente motivados a jogar o jogo, mas que também têm interesse em continuar jogando. Para isso perguntamos aos alunos se, de alguma forma, eles jogariam o jogo novamente.

72 alunos concordaram que jogariam o jogo novamente da forma como ele está atualmente, e apenas 10 discordaram (Tabela 9). Mesmo após os experimentos terem sido

Tabela 9: Sobre a motivação do jogo 01

	Você jogaria novamente o jogo da forma como ele está atualmente?	Você jogaria novamente o jogo se novas fases fossem inseridas usando os mesmos desafios matemáticos com outros níveis de dificuldade?
Concordo Totalmente	15	28
Concordo	57	49
Indiferente / não sei	15	15
Discordo	6	2
Discordo totalmente	4	3

terminados, foi possível ver alguns alunos executarem o jogo novamente após terem respondido o questionário. Pena que o horário da aula estava acabando, e eles não puderam terminar a revanche. Caso fossem criadas novas fases utilizando os mesmos puzzles, mas modificando os níveis de dificuldade, 77 alunos concordaram que jogariam novamente, e apenas 5 discordaram (Tabela 9).

Tabela 10: Sobre a motivação do jogo 02

	Você jogaria novamente o jogo se novos desafios matemáticos explorando outros conceitos fossem inseridos?	Você jogaria outros jogos envolvendo desafios matemáticos que fossem desenvolvidos da mesma forma que Mathmare?
Concordo Totalmente	30	23
Concordo	53	58
Indiferente / não sei	7	10
Discordo	3	2
Discordo totalmente	4	4

Apenas modificando os níveis de dificuldades dos desafios, sem adicionar nenhuma nova mecânica, o número de alunos que jogaria novamente já aumentou um pouco. Mas e se adicionássemos mais desafios, explorando outros conceitos matemáticos? Nesse caso 83 alunos concordaram que jogariam novamente, e apenas 7 discordaram (Tabela 10). Isso significa que investimentos futuros em novos desafios, e novas mecânicas para o jogo, poderia motivar ainda mais o uso de Mathmare. Além disso, com novos conceitos matemáticos sendo abordados, o jogo se tornaria mais completo em relação ao seu objetivo.

Mas se ao invés de investir na melhoria do jogo atual, fosse criado um outro jogo com outro enredo e outras mecânicas, mas se utilizando dos mesmos conceitos utilizados no desenvolvimento de Mathmare? Nesse caso 81 alunos concordaram que jogariam esse outro jogo, e 6 discordaram (Tabela 10). O desenvolvimento de um novo jogo faria com que as mecânicas dos desafios matemáticos fossem mais livres, já que não precisariam se adequar às mecânicas de Mathmare.

O fato de termos escolhido Mathmare como jogo de plataforma se deve a ser mais fácil apresentar novos conceitos utilizando este tipo de visão. Como por exemplo gráficos de funções e matrizes. Entretanto, o novo jogo poderia não ser de plataforma, e explorar os conceitos de uma outra forma, podendo até mesmo facilitar a introdução de outros conceitos matemáticos dos quais tivemos dificuldades em introduzir em Mathmare.

5.2.5 Análise de desempenho

Após os experimentos terem sido realizados nas duas turmas da manhã, foi feita uma análise das opiniões enviadas pelos alunos. De acordo com os bugs que eles encontraram e algumas sugestões submetidas, algumas pequenas correções foram efetuadas em Mathmare antes de realizar os experimentos com as duas turmas da noite. Além disso, foram adicionados mais 2 feedbacks do jogo para o jogador, além da sua pontuação. Esses eram o número de vidas perdidas para o personagem, e o quão longe ele conseguiu avançar na fase (medido pelo número do último ponto de continue² que ele passou). Devido a isso, esses dados só foram coletados com as turmas da noite, totalizando 39 alunos.

Tabela 11: Análise de desempenho

	Até qual continue você chegou?
1 - polinômio nv1	0
2- conjuntos nv1	0
3 - binário nv1	1
4- matriz nv1	2
5- conjuntos nv2	1
6- binário nv2	11
7- matriz nv2	2
8- polinômio nv2	2
9- binário nv3	3
10- polinômio nv3	14
11- matriz nv3	1
12- conjuntos nv3	2

Os continues foram inseridos logo após os puzzles, ou seja, assim que o jogador resolvia um puzzle, ele ganhava um novo continue. Como existem 12 desafios na fase de Mathmare elaborada para os experimentos, logo 12 continues foram inseridos no cenários do jogo. Todos os puzzles foram feitos de forma que se o aluno conhecesse o conceito matemático, então ele rapidamente conseguiria resolver o problema e passaria para o próximo. O único que não seguiu essa regra foi o puzzle dos conjuntos, onde era necessário se utilizar mais

²Localização no cenário do jogo na qual o personagem retorna após ter perdido uma vida. Um continue só é demarcado caso o jogador passe por ele ao menos uma vez.

do raciocínio lógico do que do conhecimento. Por isso achava-se que ele seria um puzzle limitante. Mas como pode ser visto na Tabela 11, a maioria dos jogadores terminaram os experimentos atingindo os continues 6 e 10. Esses continues ficam justamente antes do puzzle de escalonamento de matrizes de $n \times 2$ e 3. Dessa forma conclui-se que os desafios mais limitantes foram os de escalonamento de matrizes. Uma possível explicação para isso é que os alunos ainda não tinham revisto esse assunto na disciplina de nivelamento, o que fez com que ele se torne bem mais complicado.

Além disso, esse puzzle particularmente, podia chegar muito facilmente em uma situação complicada quase irreparável, pois ao se somar linhas aleatórias com fatores aleatórios, os valores na matriz se tornavam inutilizados. Isso limitava o uso de tentativa e erro para resolver o problema. A solução para caso o jogador embaralhasse muito os valores, era perder uma vida em algum ponto do jogo, pois assim os valores retornariam ao estado inicial. No entanto, mesmo com todas essas dificuldades, muitos alunos conseguiram através do raciocínio lógico entender como resolver o problema. Dos 39 alunos das turmas da noite, 24 alunos (mais da metade) conseguiram passar pelo puzzle de $n \times 2$ da matriz, onde era necessário escalonar uma matriz 3×3 , e 3 conseguiram passar pela de $n \times 3$, onde era necessário escalonar uma matriz 4×4 .

O motivo de tantas pessoas terem conseguido passar pelos puzzles de escalonamento de matriz, mesmo com tantas dificuldades, teve influência no fato do puzzle focar muito mais na lógica da resolução do problema, e todos os cálculos sendo efetuados pelo próprio jogo.

6 Considerações finais

A utilização de jogos educacionais em ambientes escolares ainda é pouco explorada. Este fato se mostra ainda mais perceptível em áreas críticas como é o caso da matemática. Ainda assim, é possível encontrar vários jogos educativos nessa área. Porém, a grande maioria deles é concentrada nos conceitos do ensino fundamental 1, sendo bastante raro encontrar jogos voltado ao ensino médio. Além disso, os jogos nessa área costumam não apresentar um enredo envolvente e as mecânicas são focadas apenas na utilização dos conceitos, dando pouca importância a diversão do jogador.

Esse trabalho teve como objetivo ajudar a preencher esta lacuna. Aqui foram apresentados desafios lúdicos voltados para a matemática do ensino médio. A proposta para os desafios era de que fossem contextualizados com o cenário do jogo Mathmare, desenvolvido especialmente para este propósito. Além disso, as mecânicas dos desafios são diferentes umas das outras, tornando o jogo mais dinâmico, e menos repetitivo. A elaboração dos desafios, desde a idealização até a implementação, não foi uma tarefa simples. Mas os experimentos realizados apresentaram resultados bastantes positivos, mostrando que os desafios desenvolvidos alcançaram as expectativas.

Para dar continuidade a este trabalho, será possível elaborar novos desafios matemáticos abordando outros conceitos do ensino médio. Os novos desafios poderão interagir com o lado RPG do jogo, como é o caso dos monstros, para que assim as suas mecânicas se tornem mais contextualizadas. Dessa forma, o jogo não terá uma separação acentuada entre os puzzles e o lado RPG. Além disso, também poderá ser feito um editor de cenários para o jogo, no qual o professor poderá escolher quais desafios e em que níveis de dificuldade utilizar na fase. Outros jogos também poderão ser desenvolvidos, se utilizando da mesma idealização que Mathmare. Esses jogos poderão trabalhar em contextos diferentes e com mecânicas diferentes, permitindo atrair públicos que gostem de gêneros diferentes de RPG.

Por outro lado, também poderão ser feitos trabalhos que analisem melhor a eficiência de jogos educacionais, comparando a sua eficiência em medir conhecimento, ensinar no-

vos conhecimentos e motivar o estudo dos alunos referente aos métodos tradicionais. Por exemplo, caso um jogo consiga medir o conhecimento matemático tão bem, ou até melhor, que uma prova, significa que em teoria a prova poderia ser substituída pelo jogo. Assim, o professor estaria medindo o aprendizado do aluno, e ao mesmo tempo o motivando a conseguir uma pontuação melhor. Outra característica que os jogos possuem em vantagem às provas, é a possibilidade de tentar novamente. Ao se utilizar uma prova como avaliação, o aluno tem apenas uma tentativa, e caso cometa erros, mesmo que pequenos, ele pode acabar sendo bastante penalizado. A possibilidade de tentar novamente, não faz apenas com que o jogador tenha a chance de melhorar a sua pontuação, como também o ajuda a fixar melhor o conhecimento, pois o nosso cérebro aprende por repetição.

Os jogos podem ser tão eficientes como métodos de avaliação, que em algumas empresas as entrevistas de empregos foram substituídas por jogos. O desempenho do candidato no jogo, mostra como ele se sairia em situações reais, já que essas são simuladas dentro do jogo. Dessa forma é possível ver como o candidato agiria em uma situação real, em vez de apenas confiar nas respostas dadas por eles durante uma entrevista. Devido a isso, também poderão ser desenvolvidos jogos focados na avaliação mais precisa dos conhecimentos dos alunos, tornando assim o processo de avaliação dos alunos mais motivador nas escolas.

Referências

- ALENCAR, Y. M. de; SCAICO, P. D.; SILVA, J. C. da. Jogando com números binários: uma possibilidade para estimular o raciocínio lógico e o uso da matemática. *LACLO*, v. 3, n. 1, 2012.
- BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M. Role-playing games, educação e jogos computadorizados na cibercultura. *CIN - UFPE*, 2007.
- BROM, C.; PREUSS, M.; KLEMENT, D. Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? a quasi-experimental study. *Computers & Education*, v. 57, n. 3, p. 1971–1988, nov. 2011.
- CARDOSO, A.; GIRALDELLO, A. G. C.; BATISTA, N. A. M. Tabuada legal: um jogo sério para o ensino de multiplicações. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educacional*, 2013.
- CEZAROTTO, M. A.; BATTAIOLA, A. L. Motivação em jogos educacionais com foco em ensino de matemática para crianças com discalculia. *Anais do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, p. 11–19, nov. 2014.
- COSTA, R. *Design de Games ? Você sabe o que é HUD?* nov. 2014. Nov. 2014, Disponível em: <<http://www.designerd.com.br/design-de-games-voce-sabe-o-que-e-hud/>>. Acesso em Maio 22, 2015.
- COUNTINHO, D. *Super Mario World: confira a evolução do clássico jogo do encanador*. maio 2014. Mar. 2014, Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/05/super-mario-world-confira-evolucao-do-classico-jogo-do-encanador.html>>. Acesso em Maio 20, 2015.
- EDUCACAO, T. P. *De Olho nas Metas 2011: Quarto relatório de monitoramento das 5 Metas do Todos Pela Educação*. 2011. 2011, Disponível em: <http://www.todospelaeducacao.org.br//arquivos/biblioteca/de_olho_nas_metas_2011_tpe.pdf>. Acesso em Maio 22, 2015.
- GODOI, K. A. de; PADOVANI, S. Instrumentos avaliativos de software educativo: uma investigação de sua utilização por professores. *Estudos em Design*, v. 19, n. 1, p. 1–23, 2011.
- JORDAO, F. *A nova guerra entre motores gráficos de games*. jul. 2013. Jul., 2013. Disponível em: <<http://www.informatik.fh-wiesbaden.de/~turau/DB2XML/index.html>>. Acesso em Maio 15, 2015.

- LEITAO, A. H. de B. et al. Terra das cores: Uma proposta de jogo educacional infantil para o exercício do raciocínio lógico-matemático. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educacional*, nov. 2012.
- MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- MEDEIROS, M. de O.; SCHIMIGUEL, J. Uma abordagem para avaliação de jogos educativos: Ênfase no ensino fundamental. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 10, n. 3, 2012.
- NETO, J. F. B.; FONSECA, F. de Souza da. Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 3, 2013.
- OECD. *PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. 2012. 2012, Disponível em: <<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>>. Acesso em Maio 20, 2015.
- PIERINI, L. M.; VALENTIM, M. A. C.; CARDOSO, A. Brinquedos numéricos: um jogo para o ensino dos conjuntos numéricos. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educacional*, nov. 2012.
- PIETRUCHINSKI, M. H. et al. Os jogos educativos no contexto do sbie: uma revisão sistemática de literatura. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educacional*, p. 476–485, 2011.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: Benefícios e desafios. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*.
- SAVI, R. et al. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 3, 2010.
- TAROUCO, L. M. R. et al. Jogos educacionais. *CINTED - UFRGS*, mar. 2004.