

O uso de jogos da plataforma Mangahigh no estudo de funções polinomiais do 1º grau

The use of Mangahigh platform games in the study of first-degree polynomial functions

ANDRÉ TENÓRIO¹
PATRICIA PENNA²
THAÍS TENÓRIO³

Resumo

A importância de empregar jogos de computador educativos da plataforma Mangahigh no estudo de Matemática foi pesquisada. O jogo Save our dumb planet e um desafio do Prodigy foram usados para discutir função polinomial do 1º grau. Alunos de uma turma de 1ª série do Ensino Médio de uma escola estadual do Rio de Janeiro participaram da pesquisa. Antes de manipular os jogos, muitos tinham dificuldades em entender o conceito de função, calcular pontos a serem marcados no plano cartesiano e construir gráficos. Durante as aulas, ao empregar os recursos, foi perceptível a facilidade em manipular jogos e a rapidez de adaptação à plataforma Mangahigh. Para a maioria, o Mangahigh ajudou a compreender melhor o conteúdo. Entretanto, estatisticamente, não houve correlação entre as notas em um teste e os escores obtidos no jogo ou no desafio.
Palavras-chave: jogos; mangahigh; função.

Abstract

The importance of use educational computer games of Mangahigh platform in the study of mathematics was investigated. Save our dumb planet game and Prodigy quiz were used to discuss first-degree polynomial function. High school students of a state public school in Rio de Janeiro participated of research. Before handle the games, many students had difficulties in understand the concept of function, calculate points to be marked on the Cartesian plane and plot graphics. Students showed easiness and fast adaptation to Mangahigh platform during the lectures with resources. For most, Mangahigh helped to better understand the content. However, statistically, there was no correlation between the traditional learning assessment grades and score performance in the game or quiz.

Keywords: games; mangahigh; function.

Introdução

Apoio: Fundação CECIERJ.

¹ Doutor em Física – CBPF. Colaborador do Laboratório de Novas Tecnologias – UFF/CECIERJ/UAB. Professor – IFRJ. E-mail: tenorioifrj@gmail.com

² Especialista em Novas Tecnologias no Ensino da Matemática – UFF. Professora – SEEDUC-RJ. E-mail: patypen@ig.com.br

³ Doutora em Química – PUC-Rio. Colaboradora do Laboratório de Novas Tecnologias – UFF/UAB. E-mail: tenoriocalc@gmail.com

A tecnologia e recursos lúdicos podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos curriculares da Educação Básica ao promoverem a construção do conhecimento pelo aluno (BRASIL, 2002; TENÓRIO, LEITE e TENÓRIO, 2014). Entre eles, jogos educacionais permitem aludir conteúdos matemáticos interativamente, além de despertarem a motivação, promoverem a socialização, solidariedade e cooperação mútua, e desenvolverem a concentração, raciocínio lógico, criatividade e autoconfiança (ALVES, 2001; KAMII e HOUSMAN, 2002; SCARLASSARI, 2007; COSTA, TENÓRIO e TENÓRIO, 2014).

Consoante com as novas tecnologias, a associação de jogos e informática merece destaque. Jogos digitais permitem explorar conceitos de forma mais atrativa e na linguagem dos jovens (GRAVEN, 2011; GRAVEN e STOTT, 2011; BAUERLEIN, 2012; EBNER, 2012). Entre os jogos matemáticos digitais existentes, diversos estudos apontam o Mangahigh como uma boa alternativa para a aprendizagem em Matemática (GRAVEN, 2011; GRAVEN e STOTT, 2011; BAUERLEIN, 2012 e EBNER, 2012). No estudo de Graven e Stott (2011), o Mangahigh foi citado como um dos mais apropriados sítios de jogos interativos para o ensino de Matemática devido ao fácil manuseio e rapidez em ser carregado.

O Mangahigh consiste em um conjunto de jogos educativos digitais de matemática. Seu design inspirou-se nas animações (animes) e nos quadrinhos (mangás) japoneses, muito conhecidos entre os jovens atualmente.

Toby Rowland é considerado o fundador do Mangahigh, mas a sua disseminação no Brasil se deve a George Balbino. A plataforma, lançada no final de 2010 na Inglaterra, foi elaborada por profissionais da área de matemática e de informática com o objetivo de trazer um aspecto lúdico à aprendizagem e de superar as dificuldades no ensino da disciplina. Após seu desenvolvimento, logo começou a ser empregado nas escolas inglesas. Hoje está presente em mais de 100 países.

A plataforma foi um dos primeiros sítios da internet no mundo a oferecer um recurso lúdico de matemática através de seus jogos interativos. Alunos e professores cadastrados tem acesso irrestrito em qualquer momento e lugar.

Os jogos do Mangahigh podem ser usados por professores para explorar conteúdos matemáticos de forma divertida e dinâmica. A plataforma pode mostrar conceitos já aprendidos, quais requerem maior aprofundamento e dificuldades no aprendizado, afinal

ela dispõe de ferramentas para a administração e a análise pelo professor da turma. Isso possibilita a proposta de novas atividades e jogos de acordo com a necessidade de cada aluno, além de uma avaliação formativa e continuada por meio de um acompanhamento individual constante, monitoramento dos conteúdos trabalhados em sala de aula e até mesmo de atividades não propostas pelo professor. Tal monitoramento das atividades e desafios propostos pela plataforma pode ser feito pela análise dos dados e de gráficos.

Tabela 1: jogos educativos do Mangahigh.

Nome do jogo	Campo da Matemática	Conteúdos	Série em que poderia ser usado
A Tangled Web	Geometria	Polígonos /Retas paralelas/ Circunferências	6º ano do Ensino Fundamental
Ice Ice Maybe	Aritmética	Porcentagem/Quatro operações	6º ano do Ensino Fundamental
Jetstream Riders	Aritmética	Quatro operações	6º ano do Ensino Fundamental
Pidmas Blaster	Aritmética	Potências	6º ano do Ensino Fundamental
Pinata Fever	Aritmética	Reta numérica/Operações com números negativos	6º ano do Ensino Fundamental
Sigma Prime	Álgebra	Fatoração em números primos / Potência	6º ano do Ensino Fundamental
Sundae Times	Aritmética	Multiplicação/Cálculos mentais	6º ano do Ensino Fundamental
Sundae Times Lite	Aritmética	Quatro operações/ Cálculos mentais	6º ano do Ensino Fundamental
Algebra Meltdown	Álgebra	Equação do 1º grau	7º ano do Ensino Fundamental
Flower Power	Aritmética	Frações/Porcentagem/ Números decimais	7º ano do Ensino Fundamental
Flower Power Lite	Aritmética	Numeração decimal/ Ordenação/Frações	7º ano do Ensino Fundamental
Pidmas Blaster Lite	Aritmética	Fatoração em números primos	8º ano do Ensino Fundamental
Sigma Prime Lite	Álgebra	Potência/ Fatoração	8º ano do Ensino Fundamental
Transtar	Geometria	Rotações /Translação/ Reflexão	8º ano do Ensino Fundamental
Pyramid Panic	Geometria	Áreas/ Perímetros/ Circunferências	9º ano do Ensino Fundamental
Pyramid Panic Lite	Geometria	Teorema de Pitágoras/Áreas/ Perímetros/Circunferências	9º ano do Ensino Fundamental
Save Our Dumb Planet	Álgebra	Função polinomial do 1º grau	1ª série do Ensino Médio
The Recks Factor	Álgebra	Fatoração de polinômios quadráticos/ Função polinomial do 2º grau	1ª série do Ensino Médio

Os conceitos trazidos pelos jogos envolvem o campo geométrico, o algébrico simbólico, o numérico aritmético e o do tratamento da informação, ao abordar diversos conteúdos propostos pelo currículo mínimo da secretaria estadual de educação (RIO DE JANEIRO, 2012) e as matrizes curriculares do ensino fundamental e médio (BRASIL, 2000).

O Mangahigh apresenta jogos de diferentes níveis de dificuldade, que devem ser usados de acordo com as habilidades cognitivas de cada aluno. O intuito é despertar a curiosidade e o interesse pela disciplina de matemática, o que nem sempre é possível com o modelo didático tradicional. A tabela 1 apresenta resumidamente informações sobre cada jogo do Mangahigh.

Os jogos do Mangahigh são ferramentas bastante úteis no ensino de conteúdos de Matemática considerados “difíceis”, como, por exemplo, temas de álgebra (SCARLASSARI, 2007). Segundo as percepções de professores, alunos de ensino fundamental que empregaram jogos do Mangahigh (*Ice Ice Maybe* e *Flower Power Lite*) tiveram uma boa participação e maior interesse na disciplina de matemática, além de acharem a aula mais interativa e divertida (GRAVEN e STOTT, 2011). Contudo, é necessário realizar mais pesquisas sobre a eficácia dos jogos no estudo de matemática.

Dentro da plataforma do Mangahigh, há ainda os desafios matemáticos do Prodigy, exercícios virtuais sobre diferentes conteúdos do ensino fundamental e médio. Uma pesquisa do departamento de educação e comunidades de Nova Gales do Sul (2011) mostrou que os professores, ao empregarem o Mangahigh, preferiram usar os desafios do Prodigy, por eles privilegiarem uma abordagem de ensino tradicional. Na opinião dos docentes, o Prodigy seria uma ferramenta de aprendizagem por enfatizar conceitos matemáticos. Os professores relataram uma melhora dos alunos durante o uso da plataforma do Mangahigh, por ela motivar a superação de dificuldades no ensino-aprendizagem de matemática. Inclusive, os docentes estimularam o emprego de calculadora, papel e lápis para completar desafios propostos pela plataforma (NOVA GALES DO SUL, 2011).

Empregar tecnologias de comunicação e informação (TIC) na educação pode desempenhar um papel importante (GRAVEN, 2011; TENÓRIO, COSTA e TENÓRIO, 2014; XAVIER, TENÓRIO e TENÓRIO, 2014) e, inclusive, é sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2000). Nesse contexto, usar jogos

educativos digitais de matemática é uma alternativa atraente, mas com efeitos pouco estudados.

O artigo analisou o emprego de jogos do Mangahigh como recurso pedagógico para o estudo de função polinomial do 1º grau por alunos da 1ª série do Ensino Médio da rede pública estadual do Rio de Janeiro. Os objetivos do trabalho foram: identificar a existência de correlação entre os escores obtidos pelos alunos nos jogos e as notas obtidas em testes tradicionais e analisar as percepções dos alunos sobre os jogos do Mangahigh.

2. Metodologia

A importância de jogos computacionais da plataforma Mangahigh como recursos pedagógicos para o estudo de matemática no Ensino Médio foi analisada.

As funções polinomiais do 1º grau, conteúdo previsto nas orientações curriculares do Ensino Médio Estadual do Rio de Janeiro, foram discutidas (RIO DE JANEIRO, 2012) com apoio do jogo *Save our dumb planet* e de desafios Prodigy, apropriados ao conteúdo em questão. Durante a manipulação dos jogos, o professor assumiu o modelo didático construtivista.

Quarenta e oito alunos da 1ª série do ensino médio de um curso de formação de professores (curso normal) de uma escola pública estadual do Rio de Janeiro participaram da pesquisa, aplicada no primeiro semestre de 2014, por um dos autores do artigo.

No começo da coleta de dados, o conteúdo de função polinomial do 1º grau foi ministrado por aulas teóricas. As dificuldades dos alunos foram identificadas. Depois, os alunos, no laboratório de informática da escola, manipularam os dois jogos. Então, aplicou-se uma avaliação tradicional. Os alunos também responderam a um questionário sobre suas percepções a respeito do emprego dos jogos. Os seguintes passos foram seguidos durante a pesquisa:

- Aulas expositivas do conteúdo (duração de 300 minutos).
- Atividades individuais no laboratório de informática com aplicação dos conteúdos nos jogos digitais educativos (*Save our dumb planet* e Prodigy equação de uma reta) (duração de 300 minutos).
- Avaliação tradicional (duração de 100 minutos).
- Questionário sobre os jogos (duração de 30 minutos).

A análise quantitativa e qualitativa foi adotada. A base qualitativa do estudo foram as observações do professor em registros pessoais, as atividades desenvolvidas pelos alunos e as percepções discentes conhecidas por questionários. A análise quantitativa comparou as notas obtidas na avaliação e os escores dos jogos.

3. Resultados e Discussão

3.1. Processo investigativo realizado na escola

A aplicação da pesquisa foi iniciada com a discussão do conteúdo de função polinomial do 1º grau. Ela envolveu noção intuitiva de função, zero da função, análise de gráficos, apresentação de exemplos ilustrativos e resolução de questões de fixação.

Apesar das dificuldades no entendimento dos conteúdos, quase todos se mostraram atentos e participativos.

A principal dificuldade foi o entendimento do conceito de função polinomial. Os alunos não conseguiam compreender que quando há uma função do tipo $y = ax + b$, a variável y depende do valor atribuído a x . Os alunos tiveram dificuldade de perceber que, nessa relação, x não seria uma incógnita a ser encontrada como em uma equação do 1º grau (conteúdo abordado no ensino fundamental), mas sim uma variável, em que para cada valor atribuído a abscissa, definiria um valor de ordenada.

Nos dois exemplos resolvidos em sala de aula, os alunos não demonstraram dificuldades em compreender o enunciado das questões, provavelmente, por terem sido situações-problema relacionadas ao cotidiano.

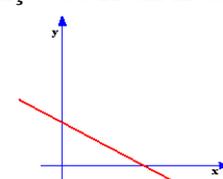
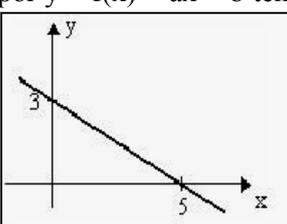
No entanto, houve grandes dificuldades nas questões de fixação feitas em sala de aula (Quadro 1) quando os alunos se depararam com as ideias de variáveis na função polinomial, por exemplo, na letra c da questão 1, e na interpretação de gráficos de funções do 1º grau por dificuldades em representar uma função como um conjunto de pares ordenados no plano cartesiano, questão 3.

Inclusive, durante a resolução das questões de fixação em aula, alunos comentaram:

“Nunca consegui entender os gráficos, só construir no papel quadriculado.”.

Embora os alunos fossem da 1ª série do ensino médio, muitos tinham dificuldades em resolver equações do 1º grau. Na letra c da questão 1, alguns alunos, por exemplo, utilizaram o raciocínio: se a pessoa pagou R\$ 20,50 por uma corrida, subtraiu R\$ 3,50

da bandeirada, restou apenas R\$ 17,00 (Figura 1). Depois, resolveram por tentativa, até encontrarem o valor da conta de divisão (10 km), por não saberem substituir na lei de formação, encontrada corretamente por esses alunos na letra a da questão 1.

<p>1) (Questão adaptada de DANTE, 2009) A tarifa de táxi no Rio de Janeiro é formada por: R\$ 3,50 a bandeirada mais R\$ 1,70 por km rodado. Então, determine:</p> <p>a) Qual é a lei de formação que define qualquer corrida de táxi no Rio de Janeiro?</p> <p>b) Se uma pessoa pegou o táxi e percorreu 20 km, quanto ela pagará?</p> <p>c) Se uma pessoa pagou R\$ 20,50 em uma corrida, quantos km ela percorreu?</p>	
<p>2) (Questão adaptada de DANTE, 2009) Um vendedor recebe mensalmente um salário composto de duas partes. Uma parte fixa no valor de R\$ 1.000,00 e uma parte variável, que corresponde a uma comissão de 18% do total de vendas que ele fez durante o mês. Preciso saber:</p> <p>a) Expressar a função que representa o salário mensal na questão acima.</p> <p>b) Calcular o salário do vendedor durante um mês, sabendo-se que vendeu R\$ 10.000,00 em produtos.</p>	
<p>3) (Questão adaptada de DANTE, 2009) O gráfico abaixo representa a função de \mathbb{R} em \mathbb{R} dada por $f(x) = ax + b$ ($a, b \in \mathbb{R}$). De acordo com o gráfico conclui-se que:</p> <p>a. $a < 0$ e $b > 0$</p> <p>b. $a < 0$ e $b < 0$</p> <p>c. $a > 0$ e $b > 0$</p> <p>d. $a > 0$ e $b < 0$</p> <p>e. $a > 0$ e $b = 0$</p>	
<p>4) (Questão adaptada de DANTE, 2009) A função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ definida por $y = f(x) = ax + b$ tem o gráfico esboçado abaixo. O coeficiente linear e o zero da função são respectivamente:</p> <p>a. 3 e 3</p> <p>b. 5 e 3</p> <p>c. 3 e 5</p> <p>d. 5 e 5</p> <p>e. 5/3 e 3/5</p>	

Quadro 1. Algumas questões da lista resolvida em aula.

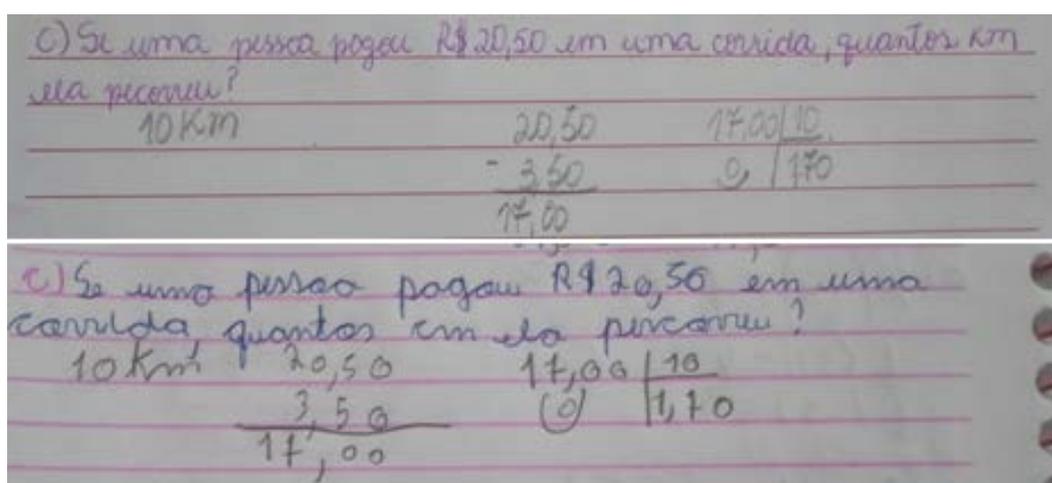


FIGURA 1: Letra c da questão de fixação 1.

Pouquíssimos alunos conseguiram acertar a questão de fixação 2 (Quadro 1), pois não conseguiram representar a função correspondente a situação descrita. A principal dificuldade foi associar a função polinomial à porcentagem da comissão de vendas.

Ninguém acertou a questão de fixação 3 (Quadro 1) devido a dificuldade em assimilar a influência dos coeficientes angular e linear sobre o gráfico de uma função polinomial do 1º grau. Em contrapartida, todos acertaram a questão de fixação 4 (Quadro 1) por se caracterizar na análise imediata do coeficiente linear e do o zero da função no gráfico.

Solicitou-se que os alunos fizessem uma lista de questões em casa (Quadros 2 e 3). Por meio dela foi possível verificar a aprendizagem e analisar as principais dificuldades dos alunos. Todos entregaram a lista feita.

<p>1) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) De acordo com a definição, uma função polinomial do 1º grau é representada por: $f(x) = a x + b$, com $a \neq 0$. Escreva as seguintes funções, dados a e b: a) $a = 2$, $b = 3$. b) $a = -1$, $b = 5$. c) $a = 0$, $b = -3$. d) $a = -2$, $b = -7$.</p>	<p>2) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Dadas as funções, identifique o valor de a e b: a) $f(x) = 2 x - 5$ b) $y = - x + \frac{1}{2}$ c) $y = 1 - x$ d) $f(x) = 3 x + 4$</p>
<p>5) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Dada a função $f(x) = 2x - 3$, determine: a) $f(1)$ b) $f(-1)$ c) $f(0)$ d) $f(\frac{1}{2})$</p>	<p>7) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) O custo de fabricação dos carrinhos de brinquedo de uma fábrica está relacionado com a quantidade de carrinhos de acordo com a função $C(x) = 2,5x + 50$, calcule: a) O custo de fabricação de 50 carrinhos; b) O custo de fabricação de 80 carrinhos.</p>
<p>6) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) O custo da fabricação dos brincos de uma fábrica é dado pela função $C(x) = 3x + 27$, sendo x o número de brincos produzidos e C o custo em reais. Calcule: a) O custo da fabricação de 200 brincos. b) O custo da fabricação de 500 brincos.</p>	<p>10) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Verifique em cada caso quando a função é crescente ou decrescente. a) $f(x) = -x + 4$ b) $y = 2 - 3x$ c) $f(x) = x$ d) $f(x) = 2x - 1$</p>

Quadro 2. Algumas questões da lista para casa consideradas fáceis.

Os alunos conseguiram resolver a maioria das questões propostas. As principais dificuldades foram em álgebra e em cálculos com números negativos.

Todos acertaram a questão 1 (Quadro 2), por ser simples e não exigir cálculos, mas apenas a representação gráfica da função polinomial do 1º grau dados os coeficientes angular e linear. A maioria compreendeu a questão 2 (Quadro 2), por ela envolver apenas a identificação dos coeficientes da reta do gráfico da função do 1º grau.

As questões 5, 6, 7 e 10 (Quadro 2) também foram de fácil resolução, por exigirem pouco raciocínio lógico e apenas cálculos de álgebra simples. Alguns erraram a questão 10 por falta de atenção.

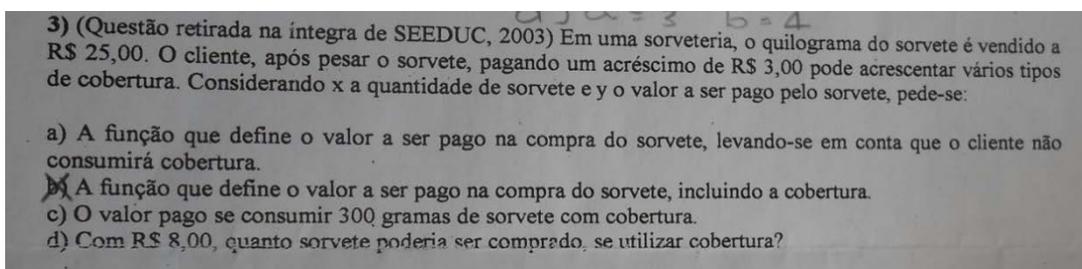


FIGURA 2: Erro de um aluno na questão 3 da lista para casa.

Mais de metade da turma errou a questão 3. Especialmente, por não compreender bem os conceitos de função e ter dificuldades de raciocínio lógico ou de interpretar a atividade. Um aluno, inclusive, nem leu o enunciado, apenas marcou uma “alternativa”, embora a questão não fosse de múltipla escolha (Figura 2).

<p>4) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Escreva três exemplos de situações reais que podem ser modeladas através de uma função polinomial do 1º grau.</p>	<p>8) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Faça um esboço do gráfico das funções:</p> <p>a) $f(x) = 2x - 6$ b) $f(x) = x + 8$ c) $f(x) = 2x$ d) $f(x) = -3x$</p>	<p>9) (Questão retirada de SEEDUC, 2003) Dada a função $f(x) = kx + 6$, calcule o valor de k para que $f(3) = 12$.</p>
--	---	---

Quadro 3. Algumas questões da lista para casa consideradas difíceis.

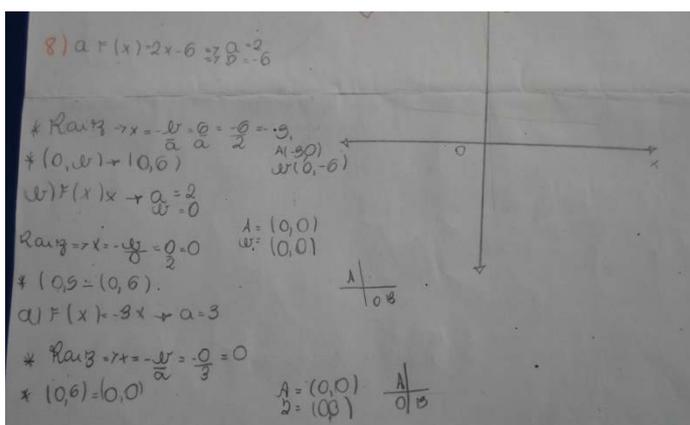


FIGURA 3: Dificuldade de um aluno em resolver a questão 8.

Nenhum aluno respondeu a questão 4 (Quadro 3). Apenas três resolveram corretamente a questão 9. A maioria dos alunos errou a questão 8 por não conseguir calcular os pontos a serem marcados no plano cartesiano ou por dificuldade em construir gráficos

(Figura 3). Muitos, contudo, compreenderam que o gráfico da função polinomial do 1º grau deveria ser uma reta e a necessidade de conhecer apenas dois pares ordenados para traçá-la.

De modo geral, os alunos conseguiram resolver a maioria das questões propostas (Figura 4).

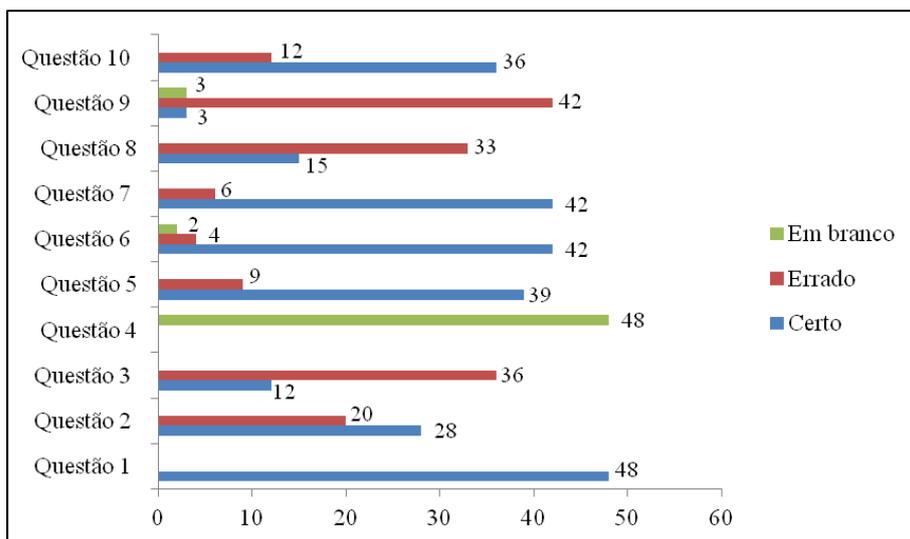


FIGURA 4: Como os alunos se saíram na resolução da lista de questões para casa.

Após as aulas de conteúdo, os alunos desenvolveram atividades individuais com jogos no laboratório de informática para aplicar os conhecimentos matemáticos obtidos em sala de aula.

No jogo *Save our dumb planet*, o aluno precisava usar seus conhecimentos de função polinomial do 1º grau para resolver problemas. O jogo contava com dezoito níveis, mas a quantidade de problemas em cada um dependia dos acertos ou erros do usuário.

No desafio Prodigy, era necessário montar tabelas de acordo com a lei de formação de uma função polinomial do 1º grau, traçar gráficos e reconhecer pontos pertencentes ou não a equação da reta de uma função. Havia quatro níveis (fácil, médio, difícil e extremo), cada um com dez questões.

Tanto no *Save our dumb planet* quanto no Prodigy havia tempo para resolver a atividade proposta, com duração dependente do nível de dificuldade. O avanço em ambos dependia do jogador, afinal o nível era alterado automaticamente de acordo com suas habilidades. Os escores dependiam de fatores como acertos, nível da atividade, tempo

necessário para respondê-la, acerto ou erro consecutivo, logo não era possível determinar qual escore máximo poderia ser atingido.

O *Save our dumb planet* foi empregado durante 200 minutos (Figura 5). Os alunos compreenderam facilmente as regras do jogo, logo na primeira jogada do nível um. Entretanto, a maioria (60% da turma) achou o jogo difícil.



FIGURA 5: Atividades com o jogo *Save our dumb planet*.

Segundo os alunos, o tempo para encontrar a função e os pontos das coordenadas não era suficiente. Todos tiveram a necessidade de realizar os cálculos no caderno, com isso perdiam muito tempo e não conseguiam completar os níveis. Professores de Nova Gales do Sul (2011) também mencionaram a necessidade de seus alunos usarem papel e lápis para solucionar as questões dos jogos e desafios da plataforma Mangahigh.

Somente quatro alunos obtiveram escores melhores ao chegar até o nível seis do jogo, mas todos os presentes tentaram jogar (Tabela 2). Bons escores são representados no Mangahigh por medalhas, a plataforma estabelecia ser necessário atingir no mínimo 54.000 pontos e chegar até o nível 6 para conquistar uma medalha, ou seja, não bastava apenas atingir a pontuação proposta.

Os demais não alcançaram bons escores por escolher as funções erradas, apesar de marcarem corretamente as coordenadas. Seis alunos não realizaram as atividades por terem faltado às aulas e não terem acesso à internet em casa.

A turma apresentou muitas dificuldades em executar operações com números negativos nos níveis 3 e 4 da atividade proposta. Muitos alunos mostraram dificuldades em conteúdos matemáticos do ensino fundamental, como em operações matemáticas básicas e operações algébricas, o que comprometeu o uso do jogo *Save our dumb planet*. Xavier, Tenório e Tenório (2014) também ressaltaram as dificuldades de alunos ao usar conceitos aritméticos e algébricos básicos para resolver problemas.

Tabela 2: pontuação geral dos alunos no jogo Save our dumb planet.

Alunos	Medalha	Escores obtidos no jogo <i>Save our dumb planet</i>
1		126605
2		10260
3		Falta
4		10255
5		10260
6		10285
7		10265
8		10266
9		10275
10		30605
11		10285
12		10275
13	Sim	168437
14	Sim	184335
15		10265
16		30705
17		10275
18	Sim	154057
19		10265
20		10285
21		10260
22	Sim	145546
23		10265
24		Falta
25		102295
26		61160
27		10255
28		10285
29		10265
30		27386
31		10285
32		10265
33		22775
34		Falta
35		Falta
36		10265
37		10285
38		10250
39		10265
40		Falta
41		10285
42		24435
43		30545
44		30445
45		10265
46		45770
47		Falta
48		10265

A turma sugeriu que cada atividade inicial do jogo apresentasse apenas uma função e trabalhasse suas características em vez de trazer três funções para se selecionar a correta.

Embora, ao saberem das atividades com o jogo, os alunos tenham demonstrado interesse, eles o acharam desinteressante e com uma abordagem matemática difícil, apesar de ser fácil de manusear. Muitos simplesmente desistiram de jogar por não conseguirem passar do nível 3.

Além do jogo *Save our dumb planet*, os alunos também realizaram atividades individuais no laboratório de informática com o Prodigy (Figura 6), da plataforma Mangahigh, durante 100 minutos. As questões do Prodigy (Figura 7) serviram para fixar e revisar os conceitos sobre função polinomial do 1º grau e seu gráfico. Os alunos, também tiveram dificuldades em resolver as questões do Prodigy e precisaram solucioná-las primeiro no caderno. Muitos usaram o recurso de revisar as questões erradas.

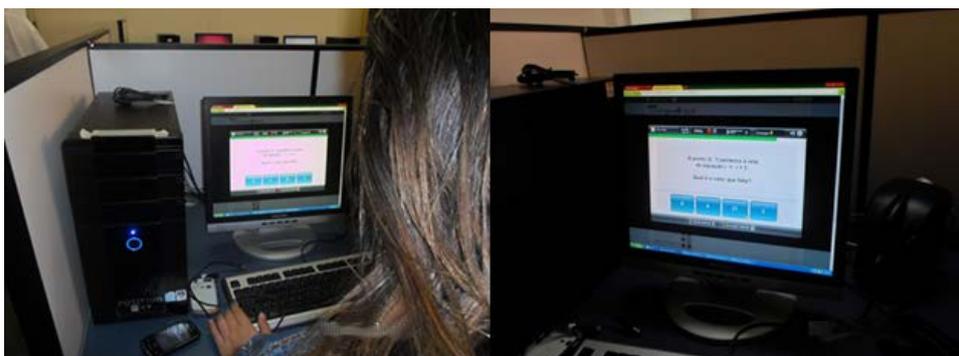


FIGURA 6: Atividades com o desafio Prodigy.

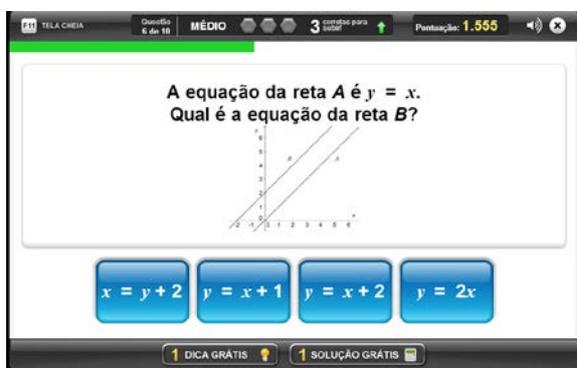


FIGURA 7: Exemplo de desafio do Prodigy.

Os alunos tomaram conhecimento das atividades com o Prodigy na semana seguinte, após utilizarem o jogo *Save our dumb planet*, mas, mesmo assim, demonstraram

interesse pela atividade. Pelo fato do Prodigy apresentar uma atividade mais próxima da resolução de questões em uma aula expositiva, os alunos se identificaram com o recurso e acharam-no interessante. Eles o encararam como uma oportunidade de revisar os conceitos de função polinomial do 1º grau abordados em sala de aula.

Das dez questões propostas pelo Prodigy (no nível fácil), os alunos consideraram as seis primeiras fáceis. Já as questões com gráficos, foram consideradas mais difíceis segundo suas percepções. Além disso, o fato de haver pouco tempo para responder as questões (aproximadamente, 1 minuto para cada uma no nível fácil e médio) atrapalhou as atividades. Os alunos consideraram o tempo insuficiente.

Eles não tiveram dificuldades em manipular o Prodigy. Faziam as questões no caderno, marcavam as respostas no desafio, revisavam as questões quando as erravam e anotavam os erros cometidos no caderno.

De modo geral, os alunos resolveram mais de metade das dez questões propostas pelo Prodigy, mas devido ao tempo, apenas 35% acertaram mais de metade (Tabela 3).

No Prodigy, a plataforma determina os pontos para cada medalha (ouro, bronze e prata). Nas atividades realizadas, para conquistar uma medalha de bronze era necessário 4200 pontos e para uma medalha de prata, 14000 pontos. Apenas um aluno conseguiu o escore para conquistar uma medalha de bronze, mas precisou jogar novamente e somente após três tentativas conseguiu a medalha. Embora 35% tenham acertado mais de metade das questões, esses não ganharam medalha, porque as questões mais difíceis valiam mais pontos e quanto mais rápida era a resposta mais pontos eram obtidos.

Seis alunos não realizaram as atividades por terem faltado às aulas e não terem acesso a internet em casa. Após começar a manipular o Prodigy, nenhum aluno desistiu de jogar, como ocorrera no *Save our dumb planet*.

Os alunos acharam as atividades do Prodigy mais fáceis que as do *Save our dumb planet*. Segundo a percepção do docente, os alunos gostaram mais das atividades do Prodigy que do *Save our dumb planet*, e desenvolveram melhor o conteúdo matemático aprendido em sala de aula, especialmente, por não terem abandonado as atividades, nem ficado desestimulados. Professores de Nova Gales do Sul (2011) indicaram preferência ao Prodigy frente aos jogos do Mangahigh, por eles favorecerem uma abordagem mais tradicional.

Tabela 3: pontuação geral dos alunos no Prodigí.

Alunos	Escore obtido nos desafios do Prodigí	Questões acertadas
1	1849	6
2	571	3
3	Falta	-
4	790	4
5	Falta	-
6	686	3
7	856	4
8	875	4
9	1525	6
10	447	3
11	1398	5
12	457	3
13	317	2
14	733	4
15	866	3
16	880	5
17	726	4
18	1547	4
19	1291	5
20	409	2
21	4768	9
22	1144	6
23	159	1
24	317	2
25	1682	7
26	3041	5
27	411	2
28	1116	6
29	793	3
30	2382	5
31	318	2
32	Falta	0
33	947	4
34	Falta	-
35	2031	5
36	3630	9
37	Falta	-
38	Falta	-
39	2855	6
40	3059	5
41	465	3
42	1018	4
43	1286	4
44	599	4
45	317	2
46	873	3
47	1528	6
48	1965	7

Tabela 4: notas dos alunos na avaliação.

Alunos	Pontuação em cada questão (pt)							Nota total
	1 (2 pt)	2 (1 pt)	3 (2 pt)	4 (1 pt)	5 (1 pt)	6 (2 pt)	7 (1 pt)	
1	2	1	2	1	1	2	1	10
2	2	1	0	0	0	2	0	5
3	2	1	2	1	0	2	1	9
4	2	0	2	0	1	0	1	6
5	2	0	2	1	1	2	1	9
6	2	1	0	1	1	2	1	8
7	2	1	0	1	1	0	0	5
8	2	1	2	1	1	2	1	10
9	2	1	2	1	0	2	1	9
10	0	1	0	1	0	0	0	2
11	2	1	2	1	1	2	1	10
12	2	0	0	1	1	2	1	7
13	2	1	2	0	0	2	1	8
14	2	1	2	1	0	2	1	9
15	2	1	2	1	1	2	1	10
16	2	1	2	0	1	2	1	9
17	2	1	0	1	0	2	0	6
18	2	1	2	1	1	0	1	8
19	2	1	0	1	1	2	1	8
20	2	1	2	1	1	2	1	10
21	0	1	2	1	0	2	1	7
22	2	1	0	0	0	0	1	4
23	2	1	0	0	1	0	1	5
24	2	1	2	1	1	2	1	10
25	2	0	2	0	1	2	1	8
26	2	1	2	0	0	2	1	8
27	2	1	2	1	1	2	1	10
28	2	1	2	1	1	0	0	7
29	2	0	2	1	0	0	1	6
30	2	1	2	1	0	2	1	9
31	2	1	0	0	1	2	1	7
32	2	0	2	0	1	0	0	5
33	2	1	2	1	0	0	1	7
34	2	1	2	1	0	2	1	9
35	2	1	2	1	1	2	1	10
36	2	1	0	1	1	2	1	8
37	2	0	2	1	0	2	1	8
38	2	0	2	1	1	0	1	7
39	2	1	2	1	1	2	1	10
40	2	1	2	1	1	2	1	10
41	2	1	2	1	0	2	1	9
42	2	0	2	1	1	2	0	8
43	2	1	0	1	1	2	1	8
44	2	1	2	1	0	2	1	9
45	2	1	2	1	1	2	1	10
46	2	1	2	1	0	2	1	9
47	2	0	2	0	0	2	0	6

48	2	1	2	0	1	2	1	9
Média	1,92	0,79	1,50	0,75	0,60	1,54	0,83	7,94

Depois das atividades lúdicas com os recursos computacionais, os alunos realizaram uma avaliação. A avaliação individual foi aplicada em sala de aula e continha sete questões de função polinomial do 1º grau.

De acordo com a tabela 4, os alunos foram bem na avaliação tradicional (38 obtiveram notas maiores que 7,0). Eles conseguiram superar as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do conteúdo e foram capazes de compreender o conceito de funções polinomial do 1º grau.

<p>1) (2,0 pontos) (Questão retirada na íntegra de DANTE, 2009) Numa loja, o salário fixo mensal de um vendedor é 500 reais. Além disso, ele recebe de comissão 50 reais por produto vendido.</p> <p>a) (1,0 ponto) Escreva uma equação que expresse o ganho mensal y desse vendedor em função do número x de produto vendido.</p> <p>b) (0,5 ponto) Quanto ele ganhará no final do mês se vendeu 4 produtos?</p> <p>c) (0,5 ponto) Quantos produtos ele vendeu se no final do mês recebeu 1000 reais?</p>
--

Quadro 4. Questão 1 do teste.

A questão 1 do teste (Quadro 4) foi a de mais fácil resolução pelos alunos (Tabela 4), provavelmente, por haver questões semelhantes na lista de exercícios. Ela explorava o conceito de função polinomial.

<p>4) (1,0 ponto) (Questão retirada na íntegra de DANTE, 2009) A função f é definida por $f(x) = ax + b$. Sabe-se que $f(-1) = 3$ e $f(3) = 1$, então pode-se afirmar que $f(1)$ é igual a:</p> <p>a. 2 b. -2 c. 0 d. 3 e. -3</p>	<p>5) (1,0 ponto) (Questão retirada na íntegra de DANTE, 2009) Determine a expressão da função representada pelo gráfico a seguir:</p> 
--	--

Quadro 5. Questões 3 e 4 do teste.

As questões 4 e 5 (Quadro 5) foram a de mais difícil resolução pelos alunos (Tabela 4). Na questão 4, eles tiveram dificuldades em resolver um sistema com duas variáveis e de realizar cálculos com números fracionários. Na questão 5, percebeu-se a dificuldade, também notada em outras atividades, na análise de gráficos.

3.2. Correlação entre as notas dos alunos e os escores dos jogos

As figuras 8 e 9 mostram os gráficos de correlação entre as notas dos alunos no teste e os escores obtidos no *Save our dumb planet* e no Prodigy, respectivamente. Estatisticamente, não foi encontrada qualquer correlação entre as notas dos alunos na

avaliação e os escores obtidos nos jogos. A falta de correlação indica não haver qualquer relação de causa e efeito entre o desempenho nos jogos e no teste.

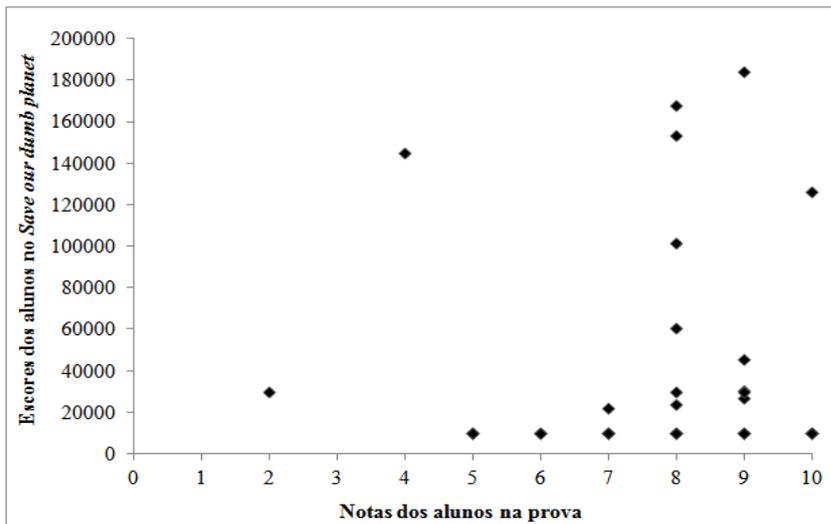


FIGURA 8: Gráfico de correlação das notas *versus* os escores do *Save our dumb planet* (coeficiente de correlação de Pearson = 0,0121)⁴.

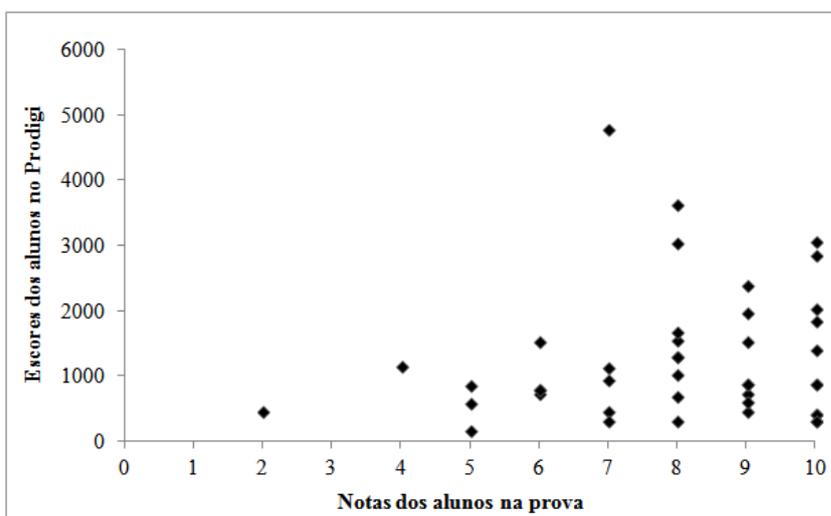


FIGURA 9: Gráfico de correlação das notas *versus* os escores do Prodigy (coeficiente de correlação de Pearson = 0,1694)⁵.

Todavia, ressalta-se o fato de os alunos terem gostado do Prodigy, embora não tenham apreciado a experiência com o *Save our dumb planet*. Para eles, o Prodigy teria efetivamente ajudado a compreensão do conteúdo, apesar de os dados estatísticos

⁴ Pelo teste estatístico t-Student, o coeficiente de correlação crítico além do qual se indicaria a existência de correlação entre as notas e os escores do *Save our dumb planet* seria $\pm 0,2573$, com nível de significância 10%.

⁵ Pelo teste estatístico t-Student, o coeficiente de correlação crítico além do qual se indicaria a existência de correlação entre as notas e os escores do Prodigy seria $\pm 0,2573$, com nível de significância 10%.

apontarem que bom desempenho no jogo ou no *quiz* (Prodigi) não implica bom desempenho na avaliação.

Para Graven (2011), Graven e Stott (2011), Bauerlein (2012) e Ebner (2012), jogos digitais ajudariam na discussão de conteúdos escolares. Segundo a percepção do docente, o Prodigi foi importante no entendimento e na fixação do conteúdo por motivar os alunos a estudar. Ele pode ter colaborado, sim, para o desempenho no teste. Não foi possível identificar, contudo, quais fatores psicológicos e psicopedagógicos teriam interferido e destruído a correlação estatística. Outra hipótese, não testada nesta pesquisa, seria de que os exercícios de fixação, em geral, ajudam os alunos na compreensão dos conteúdos, mas não no desempenho em testes.

3.3. Percepções dos alunos sobre o uso de jogos computacionais no estudo de funções

Com o intuito de conhecer as percepções dos alunos que manipularam os jogos (42 alunos), eles responderam a um questionário sobre as aulas e o uso dos jogos após o término das atividades. Todas as perguntas feitas foram analisadas nesta seção.

Tabela 5: compreensão dos conteúdos antes dos jogos.

O que você entendeu sobre o conteúdo?	Total de alunos
O conceito de uma função polinomial do 1º grau	32
O conceito de coeficiente angular	34
O conceito de coeficiente linear	36
O conceito de zero de uma função polinomial do 1º grau	23
Análise de gráficos de funções polinomiais do 1º grau	8
Resolução de uma equação do 1º grau	6
Resolução de questões de função polinomial do 1º grau	4

Na tabela 5 é possível notar que o conceito de função polinomial e dos coeficientes angular e linear foram compreendidos pela maioria da turma, mesmo antes do uso dos jogos, o que refletiu nas notas obtidas na avaliação.

A análise de gráficos de funções e a resolução de equações do 1º grau e de questões de função polinomial do 1º grau foram entendidas por uma minoria antes da manipulação dos jogos. Tais dificuldades, entretanto, ainda foram percebidas na avaliação. Contudo, mas de metade dos alunos conseguiram superá-las, provavelmente, por terem empregado os jogos.

Inclusive, grande parte dos alunos (45%) que manipularam os jogos afirmou que eles teriam auxiliado na interpretação de gráficos (Tabela 6).

Tabela 6: os jogos na compreensão do conteúdo matemático.

O que você conseguiu compreender com os jogos que você não conseguiria compreender em uma aula com o professor?	Total de alunos
Conceito de função polinomial do 1º grau	12
Interpretar gráficos de função polinomial do 1º grau	19
Resolver problemas	8
Outro	3

Alguns citaram que os jogos auxiliaram a compreender como construir gráficos e marcar coordenadas no plano cartesiano.

Segundo as percepções dos alunos, a maioria melhorou seu desempenho nas aulas de Matemática ao utilizar o Mangahigh (Tabela 7). Possivelmente, porque manipularam os jogos e sentiram-se assim parte ativa no processo de ensino-aprendizagem. Scarlassari (2007) e Graven e Stott (2011) descreveram os recursos da plataforma Mangahigh como alternativas dinâmicas e interativas para o estudo de Matemática.

Tabela 7: percepções dos alunos sobre os jogos.

Perguntas sobre os jogos	Total de alunos			
	Excelente	Bom	Regular	Ruim
Como você avalia o seu desempenho nas aulas de Matemática antes de utilizar o Mangahigh?	2	8	18	14
O que você achou das atividades com o Save our dumb planet?	0	4	30	8
O que você achou dos desafios do Prodigy?	0	26	10	6
Como você avalia o seu desempenho nas aulas de Matemática ao utilizar o Mangahigh?	0	30	8	4

Eles consideraram a plataforma uma boa forma de aprendizagem com o uso de tecnologias e a maioria (57%) afirmou que o Mangahigh ajudou na compreensão da função polinomial do 1º grau (Tabela 8).

Tabela 8: interesse dos alunos pelos jogos.

Perguntas sobre os jogos	Total de alunos	
	Sim	Não
As atividades realizadas com o jogo foram interessantes?	14	28
As atividades realizadas com o PRODIGI foram interessantes?	34	8
O Mangahigh ajudou você a compreender melhor a função do 1º grau?	24	18

Contudo, os alunos não gostaram do jogo *Save our dumb planet*, pois 90% dos alunos consideraram as atividades regulares ou ruins (Tabela 7), devido ao pouco tempo para responder as questões e a necessidade de realizar os cálculos no caderno para respondê-

las. Isso converge com as opiniões durante a manipulação. Além disso, poucos (33%) acharam o jogo interessante (Tabela 8).

Os alunos preferiram o Prodigy (Tabelas 7 e 8). A maioria achou as atividades do desafio boas (62%) e interessantes (81%), por estarem mais próximas às aulas ministradas em sala de aula, apesar do pouco tempo para resolver as questões, apontado como um problema por muitos.

Considerações Finais

A importância de utilizar novas tecnologias em sala de aula é cada vez maior, especialmente, no ensino-aprendizagem de matemática (BORBA, 1999). O ensino da matemática alicerçado nas novas tecnologias visa uma participação dinâmica e interativa. Empregar jogos computacionais como um recurso didático lúdico pode incentivar o interesse pelos conteúdos e favorecer a aprendizagem (OLIVEIRA, 2007), mesmo porque a tecnologia não é mais algo distante da realidade dos alunos.

Neste estudo, foi investigado o uso de jogos computacionais como um recurso didático para o estudo de função polinomial do 1º grau. A pesquisa objetivou destacar a importância dos jogos para a motivação e a participação ativa do aluno, analisar como usá-los no ensino da matemática, correlacionar os escores obtidos nos jogos e as notas obtidas em um teste tradicional e identificar as percepções dos alunos sobre os jogos do *Mangahigh*, *Save our dumb planet* e Prodigy.

Assim, os jogos *Save our dumb planet* e Prodigy foram usados como recursos auxiliares no estudo de função polinomial do 1º grau em uma turma de 48 alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

Durante as aulas expositivas foi possível observar a forma mecânica como os alunos absorviam o conteúdo proposto, ao decorarem inclusive os métodos de resolução de questões sem buscar desenvolver o raciocínio lógico e cognitivo.

Muitos apenas anotaram os exemplos feitos em aula e reproduziram resoluções similares na lista para casa. Os alunos conseguiram resolver a maioria das questões da lista e acertaram aquelas que demandavam menos interpretação ou eram parecidas com as desenvolvidas em aulas anteriores.

As principais dificuldades foram em álgebra e em cálculos com números negativos. Eles erraram mais questões que exigiam a compreensão do conceito de função, o cálculo de pontos a serem marcados no plano cartesiano e a construção de gráficos.

Os alunos tiveram dificuldade em desenvolver um raciocínio autônomo e a necessidade de auxílio contínuo pelo docente ficou evidente.

Nas aulas com os recursos tecnológicos, foi perceptível a facilidade dos alunos em manipular jogos de computador e a rapidez com que eles se adaptaram a plataforma Mangahigh.

Segundo a percepção do docente, o uso do jogo Save our dumb planet da plataforma Mangahigh demonstrou a dificuldade da turma em fugir do uso de recursos tradicionais. Os alunos encontraram muitas dificuldades, como: trabalhar com números negativos, perder muito tempo em anotações e desenvolver as questões corretamente, mas não atingir as pontuações propostas pela plataforma devido ao elevado tempo de cálculo. Por isso, eles não ganharam bons escores e ficaram desestimulados.

De acordo com as opiniões dos alunos, o Save our dumb planet não era interessante e quase todos acharam suas atividades regulares ou ruins. Eles sugeriram que o jogo seria melhor, caso apresentasse apenas uma função por atividade e oferecesse mais tempo para marcar as coordenadas e realizar os cálculos.

Entretanto, os alunos gostaram do Prodig e se sentiram mais confortáveis ao usá-lo pelas suas atividades serem mais próximas ao ensino tradicional. A maioria achou as atividades do desafio boas e interessantes. Além disso, a oportunidade de revisar as questões perdidas e poder, assim, verificar os erros cometidos, os motivou para o estudo da matemática.

Conforme as percepções dos alunos, o jogo e o desafio auxiliaram a interpretar gráficos de funções do 1º grau (45%), a compreender o conceito de função (28%), a resolver problemas (19%) e a construir gráficos e marcar coordenadas no plano cartesiano (7%). Entretanto, estatisticamente, não foi observada correlação entre as notas dos alunos no teste e os escores conseguidos no jogo e no desafio.

Na avaliação, as dificuldades foram analisar gráficos, resolver sistemas com duas variáveis e realizar cálculos com números fracionários.

A maioria dos alunos (57%) achou que o Mangahigh ajudou a compreender melhor a função polinomial do 1º grau. Assim, de modo geral, as aulas com os jogos foram uma boa estratégia de ensino. Contudo, o docente não deve adotar os jogos como a única estratégia metodológica no estudo da matemática e sim usá-los como suporte para auxiliar a construção do conhecimento, de modo a alcançar um ambiente escolar que busque a aprendizagem significativa.

Em uma pesquisa futura poderiam ser investigadas duas turmas, onde uma fosse submetida a aulas tradicionais e outra a aulas com jogos educativos. Depois, as duas metodologias de ensino seriam avaliadas e comparadas, de modo a verificar o desenvolvimento cognitivo no ensino da matemática com o uso de jogos computacionais de matemática.

Referências

- ALVES, E.M.S. (2001). *A ludicidade e o ensino da matemática: uma prática possível*. Campinas: Papirus.
- BAUERLEIN, M. (2012). Hyper hype, will digital learning be killed by kindness? In *Education Next*. 74-75.
- BORBA, M.C. (1999). Tecnologias da informática na educação matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M.A.V. (Org). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 285-295.
- BRASIL. (2000). *Matrizes curriculares de referência para o SAEB*. Brasília: INEP/DAEB.
- BRASIL. (2002). *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio + Orientações Educacionais Complementares: ciência da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura.
- COSTA, B.J.F.; TENÓRIO, T.; TENÓRIO, A. (2014). A Educação Matemática no Contexto da Etnomatemática Indígena Xavante: um jogo de probabilidade condicional. In *Boletim de Educação Matemática*. v. 28, n. 50, 1095-1116.
- DANTE, L.R. (2009). *Matemática para o Ensino Médio: volume único*. São Paulo: Ática.
- EBNER, S. (2012). How to enrich your child's life. In *The Times*, p. 2, 26 jan.. Disponível em: <http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA278079139&v=2.1&u=capes58&it=r&p=AONE&sw=w&asid=359151748d791134a73f37723f340b28>>. Acesso em: 21 dez. 2014.
- GRAVEN, M. (2011). Mathematical learning opportunities for young learners with touch screen technology. In *Learning and Teaching Mathematics*. v. 9, 43-45.

- GRAVEN, M.; STOTT, D. (2011). Exploring online numeracy games for primary learners: sharing experiences of a Scifest Africa workshop. In *Learning and Teaching Mathematics*. v. 11, 10-15.
- KAMII, C.; HOUSMAN, L.B. (2002). *Crianças pequenas reinventam a Aritmética: implicações da teoria de Piaget*. Porto Alegre: Aritmed Editora.
- NOVA GALES DO SUL. (2012). *New curriculum and learning innovation centre*. New South Wales: Department of Education and Communities. Disponível em: <<http://reviews.mangahigh.com/wp-content/uploads/2012/03/NSW-Mangahigh-review.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- OLIVEIRA, S.A. (2007). O lúdico como motivação nas aulas de Matemática. In *Jornal Mundo Jovem*. n. 377, p. 5.
- RIO DE JANEIRO. (2012). *Currículo Mínimo 2012 Matemática*. Rio de Janeiro: Secretaria Estadual de Educação.
- SCARLASSARI, N. (2007). *Dificuldades dos alunos do Ensino Fundamental, em Álgebra, e suas possíveis origens*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Campinas, São Paulo.
- SEEDUC. (2003). *Conexão professor*. Caderno de atividades autorregulada aluno. Disponível em: <http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/downloads/cm/cm_70_10_1S_2.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- TENÓRIO, A.; COSTA, Z.S.S.; TENÓRIO, T. (2014). Resolução de exercícios e problemas de função polinomial do 1o grau com e sem o GeoGebra. In *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*. v. 3, n. 2, 104-119.
- TENÓRIO, T.; LEITE, R.M.; TENÓRIO, A. (2014). Séries televisivas de investigação criminal e o ensino de ciências: uma proposta educacional. In *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 13, n. 1, 73-96.
- XAVIER, S.A.; TENÓRIO, T.; TENÓRIO, A. (2014). Uma proposta de ensino-aprendizagem das leis dos senos e dos cossenos por meio do software Régua e Compasso. In *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*. v. 7, n. 3, 158-190.

Recebido em jan. /2015; aprovado em set. /2015