

## ARTIGO ORIGINAL

## Flip Math: um *serious game* como auxílio no ensino-aprendizagem de Matemática Básica

Isabela Giacomini de Moraes<sup>1</sup> and Rogerio Colpani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de São Paulo – Câmpus São João da Boa Vista – IFSP and <sup>2</sup>Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG

\*isabelagmoraes@hotmail.com; rocolpani@gmail.com

Submetido: 29/04/2018. Revisado: 29/04/2018. Aceito: 29/04/2018.

### Resumo

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do *serious game*, chamado Flip Math, com o objetivo de auxiliar os alunos do ensino fundamental na aprendizagem da Matemática Básica. Neste *serious game*, cinco conceitos de Matemática Básica são trabalhados: Adição, Subtração, Multiplicação, Divisão e Prioridade de Sinais. A fim de analisar o potencial do jogo como uma ferramenta de auxiliar no ensino de matemática, uma avaliação quantitativa e uma avaliação qualitativa foram realizadas. Na avaliação quantitativa foram mensurados cada um dos conceitos trabalhados através de questionários preenchidos pelo professor, referentes a cada aluno, antes e depois do uso do jogo. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste t e os resultados foram apresentados. Na avaliação qualitativa, uma coleta de dados foi realizada por meio de um questionário, com o objetivo de analisar a usabilidade técnica e pedagógica do jogo. Em seguida, os resultados obtidos foram apresentados. Os resultados de ambas as análises mostraram que o *serious game* Flip Math provou ser uma ótima ferramenta quando utilizado em sala de aula, onde os alunos evoluíram em cada um dos conceitos trabalhados após o uso do jogo, devido à forma intuitiva como os conteúdos são exibidos e a capacidade da ferramenta de motivar os alunos durante os desafios.

**Palavras-Chave:** Inteligência Artificial; Matemática Básica; *Serious Game*

### Abstract

This work presented the development of the *serious game*, called Flip Math, with the purpose of assisting elementary students in the learning of Basic Mathematics. In this *serious game*, five concepts of Basic Mathematics are worked: Addition, Subtraction, Multiplication, Division and Signal Priority. In order to analyze the potential of the game as a tool to assist in the teaching of mathematics, a quantitative evaluation and a qualitative evaluation were carried out. In the quantitative evaluation were measured each of the concepts worked through questionnaires completed by the teacher, referring to each student, before and after the use of the game. The data were then statistically analyzed using the t-test and the results were presented. In the qualitative evaluation, a data collection was performed through a questionnaire, with the purpose of analyzing the technical and pedagogical usability of the game. Then, the results obtained were presented. The results of both analyzes showed that the *serious game* Flip Math proved to be a great tool when used in the classroom, where the students evolved in each of the concepts worked after the use of them, due to the intuitive way contents are displayed and the capacity of the tool of motivate students during the challenges.

**Key words:** Artificial Intelligence; Basic Mathematics; *Serious Game*

## 1 Introdução

O ensino de Matemática no Brasil, muitas vezes contestado e alvo de críticas, vêm apresentando falhas e baixo rendimento por parte dos alunos. Este cenário pode ser observado segundo os dados do relatório De Olho Nas Metas, onde somente 39,5% dos alunos aprenderam o que deveriam até o final do 5º do Ensino Fundamental, situação esta que se agrava ainda mais quando comparada aos resultados no final do Ensino Fundamental, onde somente 16,4% dos alunos terminaram o 9º com o conhecimento esperado. Já no Ensino Médio, esse percentual é ainda mais insatisfatório, onde mais de 90% dos estudantes saem do 3º colégio sem reter o conhecimento necessário (TPE; 2015).

Este quadro apresentado pelos estudantes de Matemática, já presente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, é um dos fatores que agravam ainda mais a situação dos mesmos ao avançarem de um ano a outro. Isto porque a Matemática é uma disciplina sequencial, onde o conhecimento básico é necessário para o desenvolvimento de um conhecimento mais elevado (Gonzatto; 2012).

Além disso, Silva et al. (2014) considera que um dos principais motivos desta carência é o desinteresse e falta de motivação por parte dos alunos, a visão negativa dos estudantes de que a Matemática é chata e difícil, e a dificuldade dos educadores em conseguir motivar e reter a atenção dos alunos na disciplina (Silva et al.; 2014). Outro fator que influencia neste cenário é o fato de como a disciplina é trabalhada, distante do cotidiano, absolutamente teórica e pouco significativa aos aprendizes (Cipriani et al.; 2007).

Neste contexto, educadores buscam por novos meios e estratégias de transmitir o conhecimento e motivar seus alunos a aprender. Uma delas é aliando o lúdico ao ensino, devido ao modo como os desafios são propostos: de maneira atrativa, favorecendo a criatividade e elaboração de estratégias na busca por soluções (Grando; 2000). Além disto, a relação da criança com o jogar e o brincar acontece naturalmente, servindo como estímulo para a mesma na formação e desenvolvimento de novos conhecimentos.

Dito isto, uma técnica que vêm despertando cada vez mais a atenção e curiosidade dos educadores é a utilização dos *serious games*. Os *serious games*, ou jogos digitais de caráter educativo como ferramenta de apoio no processo de ensino aprendizagem, atuam como facilitadores no entendimento e construção de conceitos, contribuindo para a elaboração de estratégias, tomada de decisões e raciocínio lógico dos estudantes, devido ao seu caráter motivador e rápido *feedback* (Lemes; 2014).

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do *serious game* Flip Math, baseado no clássico *Pac-Man*, como ferramenta de auxílio no ensino de Matemática Básica. Sendo assim, o mesmo está organizado da seguinte maneira: na seção II discorre-se sobre os *serious games*; na seção III é apresentada uma visão geral sobre o *serious game* Flip Math; na seção IV é exposto o processo de avaliação quantitativa e qualitativa do *game* e na seção V apresentados os resultados obtidos. Por fim, a seção VI traz as considerações finais.

## 2 Serious Game

O jogo é uma atividade lúdica baseada em representações da realidade e acompanhada de várias emoções, que depende de ações e estratégias adotadas pelo jogador ao seu decorrer a fim de se chegar a um desfecho, muitas vezes desconhecido pelo mesmo (Lucchese and Ribeiro; 2009).

Além disto, o jogo tem o intuito de educar, devido às experiências e novos conhecimentos que proporcionam aos jogadores (Lucchese and Ribeiro; 2009).

Conceitualmente semelhante ao jogo, o jogo digital também é uma atividade lúdica dependente de ações e escolhas, limitadas por regras, que resultam em uma situação final, onde o que o diferencia do jogo é o fato de ser gerenciado por programas computacionais (Lucchese and Ribeiro; 2009).

Já o *serious game* é uma nomenclatura criada na década de 1970, utilizada para caracterizar jogos digitais de caráter educativo, ou seja, ferramentas de auxílio voltadas para o desenvolvimento de competências e habilidades – tais como: raciocínio lógico, tomada de decisões, resolução de problemas, entre outras – além de contribuir na construção de conceitos e conhecimentos em diversas áreas e motivar o aluno (Lemes; 2014).

### 2.1 Serious Game no ensino de Matemática Básica

Os *serious games* vêm despertando cada vez mais o interesse de educadores como ferramentas de apoio no processo de ensino aprendizagem, devido ao seu caráter motivador, rápido *feedback* e também pela maneira como propõe desafios (Lemes; 2014).

Além disso, os *serious games* atuam como facilitador do entendimento, contribuindo para a elaboração de estratégias e tomada de decisões (Lemes; 2014).

Na Matemática, sua importância fica ainda mais evidente, pois o jogo indaga o aluno disposto a ganhar a elaborar uma boa estratégia. Dessa maneira, o *serious game* estimula o aluno a pensar, analisar, observar, verificar e presumir, de modo a alcançar seu objetivo. Todo este processo está relacionado ao raciocínio lógico, princípio básico da Matemática (Poeta and Geller; 2014).

### 2.2 Trabalhos Relacionados

Na Tabela 1 são apresentadas informações sobre os trabalhos relacionados a este artigo, tais como seu título, os conteúdos trabalhados, o nível de ensino no qual o *game* foi proposto, as tecnologias empregadas e as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de cada um dos *softwares*.

Embora alguns conteúdos não tenham sido especificados, todos esses trabalhos apresentaram em sua composição conceitos relacionados à Matemática, tais como geometria, geometria espacial, fração, operações básicas, funções, polinômio, matriz, números binários, conjuntos, regra de 3, área, perímetro, ângulos, horas e sistema monetário; voltados para os diferentes níveis da educação, como Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior.

**Tabela 1:** Trabalhos Relacionados

Título do Artigo	Conteúdos	Nível	Tecnologias; Ferramentas
Piff Geométrico: um Objeto Virtual de Aprendizagem para o Ensino de Ciências Exatas (Togni et al.; 2009)	Geometria Espacial	Ensino Médio	Não especificado; Java
Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática (Neto and Fonseca; 2013)	Fração e Operações Básicas	Ensino Fundamental e Ensino Médio	Não especificados
Desenvolvimento de um jogo Sério com Uso de Realidade Virtual Aplicado ao Ensino da Matemática (Frade et al.; 2015)	Não especificado	Ensino Fundamental	3D, Realidade Virtual; 3D Studio Max, Unity3D
Desenvolvimento e avaliação de um jogo com tecnologia de RA para auxiliar no ensino de matemática (Dourado et al.; 2015)	Funções	Ensino Médio e Ensino Superior	3D, Realidade Aumentada; Unity3D, Blender e Vuforia
Mathmare: um jogo de plataforma envolvendo desafios matemáticos do ensino médio (Madeira et al.; 2015)	Polinômio, Matriz, Números Binários e Conjuntos	Ensino Médio	2D; Unity3D
Brinquedos Numéricos: um jogo para o ensino dos conjuntos numéricos (Pierini et al.; 2012)	Conjuntos	Não Especificado	2D; Game Editor, Alice
Apresentando o BEM: Um Objeto de Aprendizagem para mediar o processo educacional de crianças com deficiência visual e videntes nas operações básicas de Matemática (Dantas et al.; 2013)	Operações Básicas	Não especificado	Não especificado; NetBeans, Eclipse, IBM Via Voice
Castelo da Matemática: um Adventure Textual Aplicado ao Ensino (Franco et al.; 2014)	Regra de 3, Área/Perímetro, Ângulos	Não especificado	Não especificado; Protegé, My SQL, Spring MVC
Conquistando com o Resto: Virtualização de um Jogo para o Ensino de Matemática (Santos et al.; 2014)	Divisão	Não especificado	Não especificado; Construct 2, Corel Draw
Pirâmide Multiplicativa: um jogo sério para a memorização da tabuada (Rolino et al.; 2015)	Tabuada	Ensino Fundamental	Não especificado; Game Editor, GIMP, PhotoScap
Tapamática: Uma aplicação de Realidade Aumentada com Enfoque Educacional para Estudantes das Séries Iniciais (Frosi and Marson; 2009)	Operações Básicas	Ensino Fundamental	Realidade Aumentada; ARToolKit
Uso da Realidade Virtual no auxílio do Ensino-Aprendizagem da Matemática para o Ensino Fundamental (Feliciano et al.; 2012)	Operações Básicas, Geometria, Horas, Sistema Monetário e Frações	Ensino Fundamental	3D; Unity 3D

Fonte: Desenvolvido pela autora

Os trabalhos expostos foram desenvolvidos utilizando diversas tecnologias, como Realidade Virtual, Realidade Aumentada, 3D e 2D; além de ferramentas como o 3D Studio Max, Unity3D, Game Editor, Alice, NetBeans, Alice, Java, Eclipse, IBM Via Voice, Protegé, My SQL, Spring MVC, Construct 2, Corel Draw, GIMP, PhotoScap e ARToolKit.

Em relação aos trabalhos apresentados, o *serious game* Flip Math aborda os conteúdos das quatro operações básica da Matemática, além dos conceitos da prioridade de sinais. Além disso, o *serious game* Flip Math é voltado para estudantes do Ensino Fundamental e foi produzido em tecnologia 2D, utilizando as ferramentas Unity 3D, para o desenvolvimento de toda a mecânica do jogo, e Corel DRAW, para a elaboração dos elementos visuais.

### 3 Flip Math: um *serious game* voltado para o ensino de Matemática Básica

Para o desenvolvimento deste *serious game* foi realizada uma análise e levantamento de requisitos junto com um profissional da área de Educação Básica. O mesmo destacou as principais dificuldades encontradas pelos alunos quando os conteúdos de operações básicas e prioridade de sinais eram trabalhados e os requisitos necessários para supri-las.

Com base no exposto, foi criado o Documento de Design do Jogo ou *Game Design Document* (GDD). O GDD consiste em uma descrição detalhada do jogo em todos os aspectos – como será o *game*, seu comportamento, objetivos, regras, interações, etc. – a fim de definir aos desenvolvedores como será o jogo a ser desenvolvido (Schuytema; 2008).

Como metodologia deste trabalho foi utilizado um modelo de *software* conhecido como Desenvolvimento Evolucionário, que consiste em intercalar as fases de

especificação, desenvolvimento e validação. Com isso, conforme os resultados vão sendo apresentados, as melhorias vão sendo aplicadas, até se obter o sistema adequado (Sommerville; 2003).

À vista disto, foi desenvolvido o *serious game* Flip Math, que inspirado no clássico *Pac-Man*, caracteriza-se como uma aventura solo em 2D, voltada para auxiliar crianças do Ensino Fundamental no ensino de Matemática Básica.

O jogo aborda as aventuras do peixinho Flip em busca de tesouros escondidos no fundo do oceano. Na busca, o peixinho deve resolver equações que abordam conteúdos de Matemática Básica e percorrer diversos labirintos até a resposta correta, com a constante ameaça dos tubarões, Bruce, Bóris e Barry. A Fig. 1 ilustra o funcionamento do mesmo.



Figura 1: O *serious game* Flip Math em execução

O êxito em cada uma dessas buscas resultará na conquista de um baú de tesouros, ou seja, o mesmo será aberto.

### 3.1 História

Flip Math é um jogo sobre as aventuras do peixinho Flip, sempre em busca da chave que contém a resposta certa das equações para abrir os baús de tesouro, escondidos no fundo do oceano. Na busca, Flip navega por labirintos com a constante ameaça de três tubarões: Bruce, Bóris e Barry.

### 3.2 Personagens

O jogo conta com quatro personagens: Flip, Bruce, Bóris e Barry, apresentados na Fig. 2, respectivamente.



Figura 2: Personagens

Flip: personagem principal do jogo, Flip é um

peixinho dourado capaz de se movimentar por todo cenário, mas com cuidado para não ser atacado pelos tubarões. Através dele, o jogador deve ser capaz de resolver as equações e percorrer os labirintos até a alternativa correta, para assim, abrir os baús de tesouros.

Bruce: principal ameaça do peixinho no *game* em relação aos outros inimigos, Bruce é um tubarão branco que persegue Flip durante todo o seu percurso na busca pela resolução das equações.

Bóris: considerado um pouco menos agressivo que Bruce, o tubarão tigre Bóris fica delimitado em determinada área, perseguindo e consequentemente atacando Flip, se o mesmo invadi-la.

Barry: caracterizado como o mais inofensivo do jogo, o tubarão martelo Barry fica, assim como Bóris, delimitado a uma área. Porém o mesmo não persegue o peixinho se o mesmo invadi-la. O ataque só acontecerá, se houver um choque entre ambos.

### 3.3 Cenário

O *serious game* se passa em diversos labirintos localizados no fundo do oceano. Estes determinam toda a área em que pode ser percorrida pelo peixinho e pelos tubarões, e a área em que os tubarões Bóris e Barry ficam confinados.

### 3.4 Dinâmica do Game

O *serious game* Flip Math é dividido em três seções: Adição e Subtração, Multiplicação e Divisão e Prioridade de Sinais. Cada uma dessas seções é composta por dez níveis, onde conforme o jogador vai alcançando seus objetivos, a dificuldade vai aumentando.

O *game* também apresenta um rápido *feedback*, que permite ao jogador saber se o mesmo saiu vitorioso em determinado nível ou não e por que.

### 3.5 Objetivo

O principal objetivo do jogo é realizar o cálculo da operação matemática apresentada e percorrer o labirinto com o peixinho Flip até a resposta correta, desviando dos obstáculos e dos tubarões, para assim, conseguir abrir o baú de tesouros.

### 3.6 Regras do Jogo

O *serious game* Flip Math é uma rerroupagem do famoso *Pac-Man*, ou seja, o mesmo fundamenta-se nas mecânicas já consagradas, testadas e que obtiveram sucesso, deste clássico dos anos 80, e às combina com a inserção de conteúdos didáticos, tais como, operações básicas e prioridade de sinais.

Tendo isto em vista, é importante considerar que diferentemente do *Pac-Man* que utiliza a técnica de Máquina de Estado Finito, onde as estruturas lógicas são compostas por um conjunto de estados e transições definidos por regras a fim de gerar ações e comportamentos (Júnior et al.; 2013), o *game* Flip Math utiliza o *Navigation System*. Esta técnica de IA foi utilizada para permitir aos tubarões uma movimentação inteligente.



O *Navigation* é um sistema de navegação responsável por mapear o cenário através de malhas de navegação e possibilitar assim a movimentação inteligente ao agente (UNITY3D; n.d.).

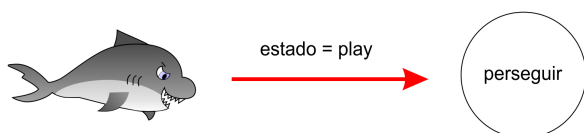
Esta técnica de IA ainda conta com os algoritmos A\* (A Star) e *Reciprocal Velocity Obstacles* (RVO), sendo este primeiro responsável por calcular e buscar o melhor e menor caminho até o destino, e este segundo responsável por prever e evitar colisões com obstáculos espalhados pelo cenário (UNITY3D; n.d.).

A Fig. 3 apresenta um dos níveis do *serious game* Flip Math já mapeado, onde a área preenchida e delimitada por pontos e retas representa a malha de navegação resultante do *Navigation*. Esta malha permitirá que os agentes, no caso os tubarões, entendam a estrutura do cenário e se movimentem por meio dele de maneira inteligente, ou seja, consigam chegar até seus objetivos calculando os melhores e menores caminhos sem colidir com obstáculos durante o percurso.



**Figura 3:** Cenário mapeado através de malhas de navegação

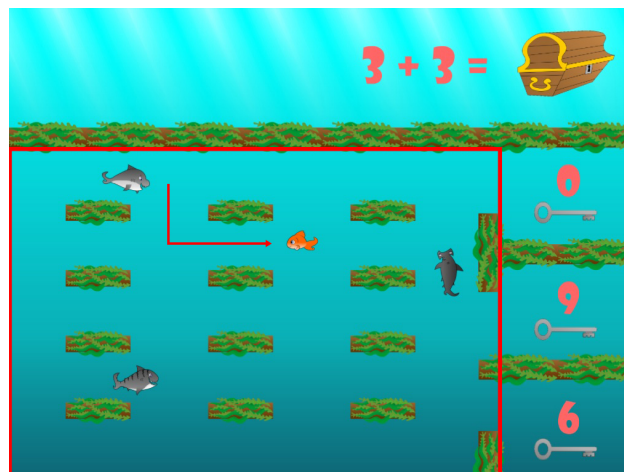
Já a Fig. 4, apresenta um fluxograma que ilustra o comportamento do tubarão Bruce, o mais perigoso do *game*. Se o estado do jogo for igual a *play*, o tubarão deve perseguir o peixinho Flip, de modo a tentar atacá-lo.



**Figura 4:** Fluxograma do comportamento do tubarão Bruce

Em outras palavras, o tubarão deve percorrer o labirinto de modo a encontrar o melhor e menor caminho até seu objetivo, que no caso, é o peixinho, conforme ilustra a Fig. 5.

A Fig. 6 ilustra o comportamento do tubarão Barry. Por este ser o tubarão mais inofensivo do jogo, ele não persegue o peixinho Flip, ficando limitado a ir



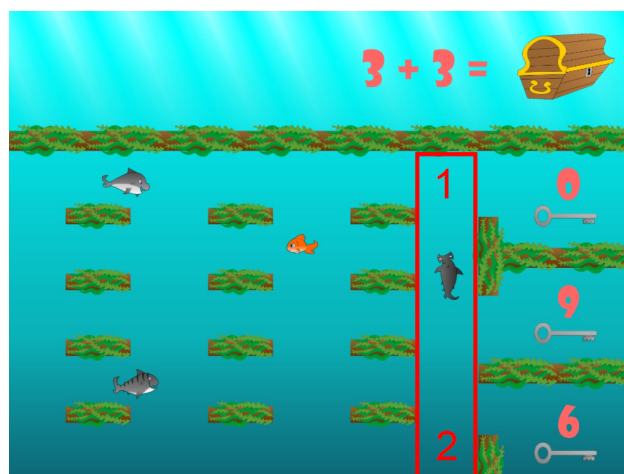
**Figura 5:** Comportamento do tubarão Bruce em jogo

somente de um índice a outro.



**Figura 6:** Fluxograma do comportamento do tubarão Barry

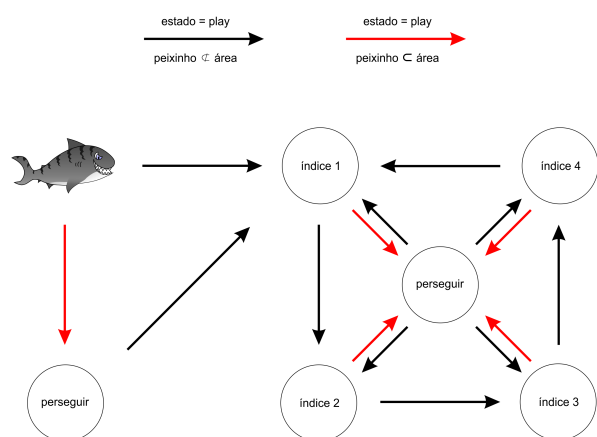
Ou seja, o tubarão Barry deve ser capaz de chegar até o seu destino, que primeiramente é o índice 1. Ao chegar no mesmo, seu objetivo passa a ser o índice 2, que quando atingido, volta a ser o índice 1 e assim por diante. Este processo determina a área que o tubarão Barry fica limitado, e é ilustrado pela Fig. 7.



**Figura 7:** Comportamento do tubarão Barry em jogo

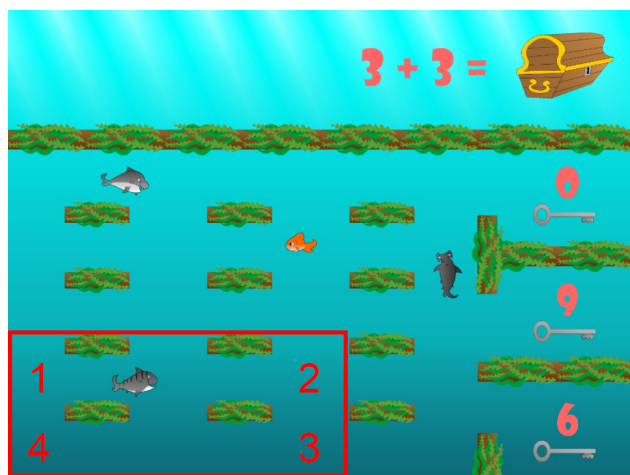
Por fim, a Fig. 8 apresenta o fluxograma que ilustra o comportamento do tubarão Bóris. Este tubarão, apesar de ser uma ameaça para o peixinho Flip, ainda é menos perigoso que o tubarão Bruce, porém, seu comportamento é mais complexo. Este tubarão fica delimitado a uma área composta por quatro índices devem ser percorridos seguidamente.

Se, ao iniciar o jogo, Flip não estiver dentro desta área, o tubarão deve partir de sua origem para o índice 1, do índice 1 para o 2, do 2 para o 3, do 3 para o índice 4, e do 4 para o 1 novamente, repetindo este processo continuamente. Caso o jogo iniciar com o peixinho já em sua área, Bóris deve persegui-lo até conseguir atacá-lo ou enquanto o mesmo estiver em sua área, partindo para o índice 1, quando mesmo abandoná-la. Se, no decorrer do jogo, o peixinho invadir sua área, ele parte do último índice que atingiu e passa a perseguir Flip, partindo para o próximo índice quando o mesmo deixar sua área.



**Figura 8:** Fluxograma do comportamento do tubarão Bóris

A Fig. 9 exemplifica a área de domínio do tubarão Bóris no nível 1 do *serious game*. Esta área pode variar de nível para nível, porém, o funcionamento consiste no mesmo.



**Figura 9:** Comportamento do tubarão Bóris em jogo

### 3.7 Matemática Básica

No *game*, são trabalhados os conceitos de Matemática Básica: operações básicas e prioridade de sinais. Estes

foram divididos em três seções: Adição e Subtração, Multiplicação e Divisão e Prioridade de Sinais.

A separação dos conteúdos em cada uma dessas seções permite que, por exemplo, um jogador que não tem o conhecimento de multiplicação e divisão, possa trabalhar as habilidades que antecedem tal conhecimento, como a adição e subtração. Deste modo, o jogador pode aprimorar as habilidades que já possui, e conforme for aprendendo as habilidades mais avançadas em sala de aula, o mesmo pode trabalhá-las e consequentemente aperfeiçoá-las no decorrer do jogo, progredindo assim, gradativamente.

## 4 Avaliação

### 4.1 Avaliação Quantitativa

A fim de mensurar o potencial do jogo quando utilizado como ferramenta de auxílio no ensino de Matemática Básica, foi realizada uma avaliação quantitativa. Através de uma pesquisa quantitativa é possível mensurar opiniões e reações sobre determinado assunto em um universo, através da amostra que represente o mesmo estatisticamente (Terence and Filho; 2006).

À vista disto, para a realização deste estudo estatístico, foi utilizada uma amostra por conveniência, que consistem em membros disponíveis de uma população (Larson and Farber; 2010). Com base no exposto, a mesma é representada pelos alunos do 4º ano B, da EMEB “Nossa Senhora do Loreto”, de São José do Rio Pardo – SP, Brasil, onde, sendo a mesma que aceitou a proposta de participar e colaborar na realização do mesmo.

A análise foi realizada por meio da aplicação de um questionário preenchido pela professora, com informações sobre o desempenho do aluno, antes e depois da utilização do *game* em sala de aula. O mesmo é contemplado por dez questões, divididas nas seguintes seções: 1 – Dados do Aluno; 2 – Relação dos Alunos com os conteúdos trabalhados; 3 – Relação do Aluno com o computador.

A primeira sessão contém quatro questões relacionadas aos dados do aluno, enquanto a segunda apresenta quatro questões relacionadas ao nível de domínio dos alunos sobre os conteúdos de Operações Básicas (Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão). Já a última sessão apresenta duas questões relacionadas ao contato dos alunos com os computadores.

Na segunda sessão, o nível de domínio dos alunos foi determinado a partir de uma escala *Likert* de 1 à 5, com a seguinte representação: 1 – Ruim; 2 – Fraco; 3 – Regular; 4 – Bom; 5 – Excelente. Segundo Larson and Farber (2010), uma escala *Likert* “é uma escala intervalar que utiliza números para classificar objetos ou eventos com distância igual entre os números”, onde os dados obtidos podem ser submetidos a cálculos mais complexos.

A fim de averiguar o potencial do *game* como objeto de auxílio no ensino aprendizagem de Matemática Básica, esta pesquisa objetiva apoiar-se nas seguintes afirmações:

1. A pontuação média de cada conceito, atingida pelos alunos, antes da utilização do jogo é menor que após a utilização do mesmo.

2. A pontuação média atingida por cada aluno, referente às Operações Básicas, antes da utilização do jogo é menor que após a utilização do mesmo.

Com base nesta primeira afirmação, temos a seguinte hipótese:

$H_0$ : A pontuação média de cada conceito, atingida pelos alunos, antes da utilização do jogo é maior ou igual ao alcançado após a utilização do mesmo.

$H_a$ : A pontuação média de cada conceito, atingida pelos alunos, antes da utilização do jogo é menor que o alcançado após a utilização do mesmo.

Já, com base na segunda afirmação, temos a seguinte hipótese:

$H_0$ : A pontuação média atingida por cada aluno, referente às Operações Básicas, antes da utilização do jogo é maior ou igual ao alcançado após a utilização do mesmo.

$H_a$ : A pontuação média atingida por cada aluno, referente às Operações Básicas, antes da utilização do jogo é menor que o alcançado após a utilização do mesmo.

Os símbolos  $H_0$  e  $H_a$  representam as hipóteses nula e alternativa respectivamente, sendo esta segunda, complemento da primeira. Quando a hipótese nula for falsa, a hipótese alternativa é verdadeira (Larson and Farber; 2010).

Como método de análise para a comparação das médias obtidas antes e depois da utilização do *game* foi utilizado o teste t de duas amostras, que segundo Larson and Farber (2010), consiste em testar a diferença entre duas médias populacionais, usando amostras pequenas e independentes. O teste t neste trabalho foi realizado adotando um nível de significância de 5%, valor este que é frequentemente adotado nos trabalhos acadêmicos que envolvam este teste.

Para a realização da avaliação do *serious game* Flip Math, foram seguidas as seguintes etapas:

1. Apresentação e convite da proposta de pesquisa à escola escolhida.

2. Apresentação e treinamento do *serious game* junto a professora responsável por trabalhar o jogo com os alunos.

3. Aplicação do questionário junto com a professora, referente a cada aluno.

4. Utilização do *serious game* Flip Math junto com os alunos do 4º ano A da EMEB “Nossa Senhora do Loreto”, com duração de trinta minutos em cada encontro, durante um período de dois meses.

5. Reaplicação do questionário junto com a professora, referente a cada aluno.

6. Comparação e análise dos resultados obtidos antes e depois da utilização do *serious game* com os alunos.

## 4.2 Avaliação Qualitativa

Com o intuito de analisar a usabilidade técnica e pedagógica do *serious game* Flip Math como ferramenta de auxílio no ensino aprendizagem de Matemática Básica, foi realizada uma avaliação qualitativa.

A usabilidade técnica refere-se a facilidade de aprendizado e uso dos aspectos tecnológicos e funções do *game*, enquanto a usabilidade pedagógica está ligada a capacidade do *software* em promover o

conhecimento (Nokelainen; 2006). Já a pesquisa qualitativa busca explorar o objeto de estudo através da interação com o mesmo (Terence and Filho; 2006).

Dito isto, para a realização deste estudo, foi utilizada uma amostra intencional, onde o principal interesse é coletar a opinião de determinados membros de uma população (Marconi and Lakatos; 2010). Conforme supracitado, duas professoras, ambas do 4º ano, que atuam em diferentes escolas do Ensino Fundamental, foram convidadas para a realização desta pesquisa.

Para a realização da coleta de dados, foi disponibilizado um questionário para as duas professoras do Ensino Fundamental. O mesmo é composto por vinte e seis questões, divididas nas seguintes seções: 1 – Dados do Avaliador; 2 – Avaliação da usabilidade do jogo; 3 – Avaliação da usabilidade pedagógica do jogo.

A primeira sessão é contemplada por três questões referentes aos dados do avaliador. Já a segunda sessão, referente a usabilidade técnica do jogo, é composta por onze questões divididas em três tópicos: Interação com o jogo, Interface do *Game*, e Funcionalidade Geral.

A terceira sessão, referente a usabilidade pedagógica do *game*, compreende em doze questões divididas em oito tópicos – Controle do Aluno, Aprendizagem Cooperativa/Colaborativa, Orientação e Objetivos, Aplicabilidade, Valor Agregado, Motivação, Avaliação de Conhecimento Prévio, e *Feedback*. Na segunda, as questões foram respondidas de acordo com o nível de satisfação dos avaliadores sobre cada uma delas, por meio de uma escala *Likert* de 1 à 5, com a seguinte representação: 1 – Ruim; 2 – Fraco; 3 – Regular; 4 – Bom; 5 – Excelente. Já para responder a terceira sessão, as questões foram respondidas de acordo com o nível de concordância do avaliador com cada uma, onde representação da escala *Likert* ficou determinada a seguinte: 1 – Discordo Fortemente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo, nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Fortemente.

Para a realização da avaliação do *serious game* Flip Math, foram executadas as seguintes etapas:

1. Convite e apresentação da proposta de pesquisa aos professores avaliadores.

2. Apresentação do *serious game* aos professores avaliadores.

3. Utilização do *serious game* pelos professores avaliadores.

4. Aplicação do questionário aos professores avaliadores.

5. Descrição dos resultados obtidos.

## 5 Resultados Obtidos

### 5.1 Resultados da Pesquisa Quantitativa

Para a realização desta pesquisa foi realizada uma avaliação junto com onze alunos ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_5$ ,  $A_6$ ,  $A_7$ ,  $A_8$ ,  $A_9$ ,  $A_{10}$ ,  $A_{11}$ ) do 4º ano do Ensino Fundamental da EMEB “Nossa Senhora do Loreto”. Destes alunos, cinco são do sexo feminino e seis do sexo masculino, com idades entre 9 e 10 anos.

Na Tabela 2, é apresentado o resultado do teste t sobre cada um dos conceitos trabalhados mensurados



no questionário, antes e após a utilização do *game*.

**Tabela 2:** Resultado do teste t por conceito

Conteúdo	Médias		t	$\alpha = 0,05$ g.l = 10
	Antes	Depois		
Adição	3,00	3,33	-3,130	$t_0 = -1,812$
Subtração	2,00	3,07	-5,369	
Multiplicação	2,00	3,00	-5,369	
Divisão	2,00	2,73	-4,892	

Fonte: Desenvolvido pela autora

Com base nos resultados apresentados é possível observar que houve um aumento em todas as médias após a utilização do *serious game*, em relação às médias antes da utilização do mesmo. Além disso, os valores de t nos conceitos de Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão encontraram-se na região de rejeição para o nível de significância de 5%, onde  $t_0$  é igual a -1,812.

Com base no exposto, é possível afirmar que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) referente à afirmação 1, ou seja, "A pontuação média de cada conceito, atingida pelos alunos, antes da utilização do jogo é maior ou igual após a utilização do mesmo".

A Tabela 3 ilustra as notas obtidas por cada aluno antes e depois da utilização do jogo, em todos os conceitos, sendo que no final é apresentada a média total.

**Tabela 3:** Resultado do teste t por aluno

Alunos	Médias		t	$\alpha = 0,05$ g.l = 3
	Antes	Depois		
A1	4,00	4,75	-3,000	$t_0 = -2,353$
A2	2,75	4,25	-5,196	
A3	3,50	4,75	-5,000	
A4	4,50	5,00	-1,732	
A5	3,00	3,25	-1,000	
A6	4,00	5,00	-2,449	
A7	2,25	5,00	-4,371	
A8	1,25	2,00	-3,000	
A9	1,50	2,00	-1,000	
A10	3,50	4,75	-5,000	
A11	3,25	4,75	-5,196	
Média	2,217	2,867	-3,599	$g.l = 10$ $t_0 = -1,812$

Fonte: Desenvolvido pela autora

Com base nos resultados apresentados é possível observar que houve um aumento em quase todas as médias após a utilização do *serious game*, em relação às médias antes da utilização do mesmo. Porém, somente os valores de t obtidos pelos alunos A1, A2, A3, A6, A7, A8, A10 e A11 encontraram-se na região de rejeição para o nível de significância de 5%, onde  $t_0$  é igual a -2,353. Já os valores de t obtidos pelos alunos A4 encontraram-se na região de rejeição quando o nível de significância foi de 10%, onde  $t_0$  é igual a -1,732, enquanto os valores obtidos pelos alunos A5 e A9 foram aceitos na região de rejeição quando o nível de significância tomado foi de 25%, onde  $t_0$  assumiu o valor de -0,700.

Além disto, foi possível notar que a média total também se encontra na região de rejeição para o nível

de significância de 5%, onde  $t_0$  é -1,812.

Portanto, é possível afirmar que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) referente à afirmação 2, ou seja, "A pontuação média atendida por cada aluno, referente às Operações Básicas, antes da utilização do jogo é maior ou igual após a utilização do mesmo".

Com base nesta análise quantitativa pode-se inferir que há evidências suficientes para comprovar que a utilização do *serious game* Flip Math como auxílio no ensino de Matemática Básica é uma ferramenta de potencial, podendo trazer melhorias no ensino das operações básicas, conforme apresentado nos resultados obtidos.

## 5.2 Resultados da Pesquisa Qualitativa

Para a realização desta pesquisa foram convidadas duas professoras, onde ambas lecionam para crianças do Ensino Fundamental. A professora 1 (P1) possui 44 anos e apresenta Licenciatura em Pedagogia e Especialização em Educação Infantil e acompanhou a sala durante a realização da Análise Quantitativa. A professora 2 (P2) possui 47 anos e sua formação acadêmica é composta por Licenciatura em Letras e em Pedagogia, além da especialização em Psicopedagogia.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes à Usabilidade Técnica do jogo, onde ambas as professoras atribuíram notas máximas, resultando assim, em médias altas em cada um dos critérios.

**Tabela 4:** Usabilidade Técnica

Critérios	Professores	
	P1	P2
Interação com o Jogo	5	5
Interface do Game	5	5
Funcionalidade Geral	5	5

Fonte: Desenvolvido pela autora

Segundo as professoras, a interação com o jogo (uso do teclado, *joystick*, *mouse*, *touchscreen* e tempo de resposta) foi considerada adequada, pois permitem que as crianças joguem no celular, *tablet* ou computador com fluência e autonomia. Além disto, as mesmas deram destaque para a interface do *game*, considerando-a alegre, dinâmica e colorida, própria para atrair a atenção das crianças a solucionarem os desafios propostos.

Através das observações feitas durante a pesquisa, a professora 1 ainda considerou o jogo adequado para trabalhar conceitos matemáticos, onde as crianças sentiram-se desafiadas a resolver os desafios propostos, consolidando o conhecimento que já possuíam, além de adquirirem novos conhecimentos.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados referentes à Usabilidade Pedagógica do *game*, onde o resultado positivo observado na Usabilidade Técnica se repetiu, obtendo-se pontuações médias altas em cada um dos critérios avaliados pelas professoras.

Com base no exposto, as professoras destacaram a importância da motivação no jogo, que através dos desafios matemáticos propostos, fazem com que as crianças vibrem a cada acerto e queiram cada vez mais vencer as etapas do jogo, e consequentemente



**Tabela 5:** Usabilidade Pedagógica

Critérios	Professores	
	P1	P2
Controle do Aluno	5	5
Aprendizagem Colaborativa/ Cooperativa	5	5
Orientação e Objetivos	5	5
Aplicabilidade	5	5
Valor Agregado	5	5
Motivação	5	5
Avaliação de Conhecimento Prévio Feedback	5	5

Fonte: Desenvolvido pela autora

sintam-se engajadas a aprender e colocar em prática o que foi aprendido.

Além disso, consideraram que o modo como os desafios foram trabalhados facilitam no aprendizado do aluno, pois foram propostos de forma clara, direta e gradual fazendo com que os alunos se interessassem pelo jogo e aprendessem com ele.

A professora 1 ainda deu ênfase à cooperação dos alunos durante a realização das atividades, considerando interessante o que ocorreu com a turma, caracterizada por ser bastante competitiva, durante a pesquisa. Segunda ela durante todo o período houve uma interação espontânea entre os alunos onde um ajudava o outro na resolução dos desafios fazendo com que o conhecimento e estratégias fossem compartilhados.

Com os resultados apresentados nas Usabilidades Técnica e Pedagógica, é possível observar que o *serious game* Flip Math foi bem aceito pelas professoras, e que através da avaliação evidenciaram que o mesmo atende a todos os critérios técnicos e pedagógicos, podendo ser uma ferramenta poderosa quando trabalhada em sala de aula.

## 6 Considerações Finais

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento do *serious game* Flip Math, como auxílio no ensino de Matemática Básica. Com base nos resultados obtidos sobre as análises quantitativa e qualitativa do jogo, evidenciou-se que quando aliado ao ensino o mesmo pode trazer melhorias e benefícios, do que somente a utilização dos métodos de ensino tradicionais.

Porém, excluir os métodos de ensino tradicionais e implementar somente jogos não é suficiente, pois os mesmos funcionam como complemento para o que é ensinado em sala de aula, possibilitando o aprendizado de maneira lúdica e motivadora, sendo necessária uma base de conhecimento antes da utilização dos mesmos.

## Referências

Cipriani, O. N., Neto, J. M. and Souza, I. M. S. D. (2007). Construindo um jogo para uso na educação matemática, XI SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. Available at <http://www.sbgames.org/papers/sbgames07/gameandculture/full/gc4.pdf> (Accessed 14 February 2018).

Dantas, A. L. P., Pinto, G. R. P. R. and Sena, C. P. P. (2013). Apresentando o bem: Um objeto de aprendizagem para mediar o processo educacional de crianças com deficiência visual e videntes nas operações básicas de matemática, XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Campinas, São Paulo, Brasil. Available at <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2522/2180> (Accessed 14 February 2018).

Dourado, J. B., Santos, A. B. D., Silva, J. S. D., Silva, F. J. M., Bortoli, A. D. and Bezerra, A. (2015). Desenvolvimento e avaliação de um jogo com tecnologia de ra para auxiliar no ensino de matemática, XIV SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Teresina, Piauí, Brasil. Available at <http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/cultura-full/147106.pdf> (Accessed 14 February 2018).

Feliciano, V. B., Sousa, P. M. D., Azevedo, D. H. D., Luz, R. A., Borges, B. S. and Dias, J. (2012). Uso da realidade virtual no auxílio do ensino-aprendizagem da matemática para o ensino fundamental, Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Paranaíba, Paraná, Brasil.

Frade, B. V., Alixandre, B. F. D. and Sousa, P. M. (2015). Desenvolvimento de um jogo sério com uso de realidade virtual aplicado ao ensino da matemática, XIV SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Teresina, Piauí, Brasil. Available at <http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/computacao-short/147556.pdf> (Accessed 14 February 2018).

Franco, T. C., Lorenzi, F. and Peres, A. (2014). Castelo da matemática: um adventure textual aplicado ao ensino, XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação pp. 288–296. <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2954/2689>.

Frosi, F. O. and Marson, F. (2009). Tapamática: Uma aplicação de realidade aumentada com enfoque educacional para estudantes das séries iniciais, Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Santos, São Paulo, Brasil.

Gonzatto, M. (2012). A educação precisa de respostas.

Grando, R. C. (2000). O Conhecimento Matemático e o Uso de Jogos na Sala de Aula, Educação, Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

Júnior, C. R. D. S. L., Bastos, E. D., Moraes, M. C. K. D., Gonçalves, P. J. C. N. R. and Lima, S. M. B. (2013). Máquinas de estados finitos aplicados a jogos eletrônicos, Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery 1(14).

Larson, R. and Farber, B. (eds) (2010). Estatística Aplicada, 4 edn, Pearson Prentice Hall, São Paulo.

Lemes, D. O. (2014). Serious games – jogos e educação, Associação Brasileira de Editores de Livros Escolares.

Lucchese, F. and Ribeiro, B. (2009). Conceituacção de jogos digitais. <http://www.dca.fee.unicamp.br/~martino/disciplinas/ia369/trabalhos/t1g3.pdf>.

- Madeira, C., Câmara, L., Beserra, I. and Tavares, R. (2015). Mathmare: um jogo de plataforma envolvendo desafios matemáticos do ensino médio, XIV SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Teresina, Piauí, Brasil. Available at <http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/cultura-full/147647.pdf> (Accessed 14 February 2018).
- Marconi, M. A. and Lakatos, E. M. (eds) (2010). *Fundamentos de Metodologia de Pesquisa*, 7 edn, Atlas, São Paulo.
- Neto, J. F. B. and Fonseca, F. D. S. D. (2013). Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino de matemática, *Revista RENOTE - Novas Tecnologias na Educação* 11(1). <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41623/26403>.
- Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students, *Educational Technology And Society* 9(2): 178–197.
- Pierini, L. M., MAIARA A. C, V. and Cardoso, A. (2012). Brinquedos numéricos: um jogo para o ensino dos conjuntos numéricos, XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Available at <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1702/1463> (Accessed 14 February 2018).
- Poeta, C. D. and Geller, M. (2014). Jogos digitais educacionais: Concepções metodológicas na prática pedagógica de matemática no ensino fundamental, *Educação Matemática em Revista* 1(15).
- Rolino, J., Afini, D. and Vieira, G. (2015). Pirâmide multiplicativa: um jogo sério para a memorização da tabuada, XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió, Alagoas, Brasil. Available at <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5326/3689> (Accessed 14 February 2018).
- Santos, W. O. D., Silva, A. P. D. and Junior, C. G. D. S. (2014). Conquistando com o resto: Virtualização de um jogo para o ensino de matemática, XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Available at <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2957/2491> (Accessed 14 February 2018).
- Schuytema, P. (ed.) (2008). *Design de Games: Uma abordagem prática*, Cengage Learning, Série Profissional.
- Silva, B. C., Silva, P. P., Luz, L. P. D., Silva, E. G. and Martins, H. P. (2014). Jogos digitais educacionais como instrumento didático no ensino-aprendizagem das operações básicas de matemática, XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2999/2510>.
- Sommerville, I. (ed.) (2003). *Engenharia de Software*, 6 edn, Addison Wesley, São Paulo.
- Terence, A. C. F. and Filho, E. E. (2006). Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais, XXVI ENEGEP - Encontro de Engenharia de Produção, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Togni, A. C., Rehfeldt, M. J. H., Bersch, M. E., Thomas, M. I. P., Poletti, C. F. and Kronbauer, K. A. (2009). Piff geométrico: um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de ciências exatas, *Revista RENOTE - Novas Tecnologias na Educação* 7(3): 682–691. <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13514/8537>.
- TPE (2015). De olho nas metas: Sexto relatório de monitoramento das 5 metas do todos pela educação. [http://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/de\\_olho\\_nas\\_metas\\_2013\\_141.pdf](http://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/de_olho_nas_metas_2013_141.pdf).
- UNITY3D (n.d.). Available at <https://unity3d.com/> (Accessed 10 October 2016).