



## Aplicação *web* para auxiliar no processo de ensino da Aritmética para alunos do Ensino Fundamental\*

Web application to aid in the Arithmetic teaching process of Junior High Students

Armando Maciel Toda<sup>1</sup>  
Roberto Santos do Carmo<sup>2</sup>  
João Coelho Neto<sup>3</sup>  
Ana Lúcia da Silva<sup>4</sup>  
Jacques Duílio Brancher<sup>5</sup>

### Resumo

Este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de uma aplicação *web* direcionada para o treinamento dos conceitos de aritmética em alunos do Ensino Fundamental. O sistema permite aos discentes resolverem uma série de problemas, divididos de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas, em temas, subtemas e níveis. O aplicativo também está implementado com conceitos de *gamification*, com o intuito de aprimorar o engajamento e interesse dos usuários finais. Os problemas foram selecionados e sistematizados, utilizando um método criado pelos autores, descrito no corpo do artigo, e tiveram suas variáveis generalizadas para garantir que o discente não memorize a resposta e, sim, a lógica para resolução da questão, ou seja, a identificação do algoritmo matemático proposto.

**Palavras-chave:** *Gamification*. Plataformas de Aprendizado. *Game-based learning*. Matemática.

\*Submetido em 08/10/2015 – Aceito em 11/11/2015

<sup>1</sup>Bolsista DTI-B, Universidade Estadual de Londrina, Brasil – armando.toda@gmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Londrina, Brasil – robertodocarmo@gmail.com

<sup>3</sup>Professor Adjunto, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil – joacoelho@uenp.edu.br

<sup>4</sup>Professor Adjunto, Universidade Estadual de Londrina, Brasil – analucia@uel.br

<sup>5</sup>Professor Adjunto, Universidade Estadual de Londrina, Brasil – jacques@uel.br

### **Abstract**

This work aims to expose the development of a web application, aimed at training arithmetic related concepts in Basic Education students. The system allows the user to solve a set of problems, divided in themes and subthemes, according to the rules established by the Brazilian Math Olympics of Public Schools. The application is also implemented with gamification concepts, aiming at improving the motivation and engagement of the user. The problems inserted within the system were extracted from public databases and the authors developed a method to classify its properties, in order to create an algorithm to generate the variables of the problem. This guarantees that a user can solve the same problem, repeatedly, without repeating the same values, allowing a reflection about the problems' logic rather than the solution.

**Keywords:** Gamification. Learning platforms. Game-based learning. Mathematics.

## 1 INTRODUÇÃO

O Ensino Básico no país vem enfrentando dificuldades nos últimos anos, principalmente, na área de matemática. Isso pode ser corroborado com o fato de que estudantes brasileiros alcançaram a posição 58 na classificação do *Programme for International Student Assessment* (PISA). A justificativa para esse resultado foi a carência de habilidades cognitivas e interpretativas do estudante do Ensino Básico, além da dificuldade de aplicar, na prática, os conceitos aprendidos em sala de aula (PISA, 2012).

Uma das tentativas para sanar esse problema foi a criação da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), uma iniciativa promovida pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e realizada pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em parceria com a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM). O objetivo primordial das Olimpíadas é aprimorar o ensino da Matemática nas escolas públicas, assim como a qualidade da Educação básica. Por isso, desde seu início, diversos estudantes foram beneficiados com incentivos para continuarem os estudos na área (IMPA/OBMEP, 2010).

Paralelamente a esses incentivos, houve um aumento na emergência de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) direcionadas a auxiliar nos processos educacionais. Pesquisas recentes, como as realizadas por Generoso et al. (2013) e Pietruchinski et al. (2011), revelam que a utilização dessas tecnologias proporcionou o surgimento de novas técnicas de ensino e um aumento considerável na *performance* dos alunos, principalmente quando estão diretamente relacionadas com o cotidiano dos discentes.

Uma dessas tecnologias que vem ganhando diversos adeptos é o *gamification*, que objetiva melhorar o engajamento e aumentar o interesse dos usuários finais. Esse processo já demonstrou diversos resultados positivos, seja na área acadêmica, seja na área de mercado (KAPP, 2012; LEE; HAMMER, 2011; ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

Este trabalho visa demonstrar a continuação do desenvolvimento de um sistema *web*, inicialmente proposto por Toda et al. (2014), para auxiliar na transmissão de conceitos da aritmética, com o intuito de contribuir para o ensino da Matemática. O presente trabalho abrange os conteúdos encontrados em problemas de aritmética de alunos do quinto e sexto ano, oriundos do material elaborado pelo comitê acadêmico da OBMEP, além de apresentar um método para classificação e sistematização dessas questões.

O trabalho está dividido em 6 seções: Seção 1, que constitui a introdução; Seção 2, apresenta conceitos relacionados à área de *gamification* e suas aplicações na educação e ensino; Seção 3, que descreve a metodologia utilizada; seção 4, o desenvolvimento da aplicação; Seção 5, que apresenta uma breve discussão e, por fim, a Seção 6, que apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

## 2 GAMIFICATION

O termo é considerado um processo motivacional, objetivando um aumento da motivação e do engajamento do indivíduo com a inserção de conceitos, mecânicas e estéticas de jogos digitais fora de seu escopo original (DETERDING et al., 2011; HUOTARI; HAMARI, 2012; ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

Esse método surgiu a partir de estudos realizados para identificar as propriedades engajadoras, provocadas pelos jogos digitais, na extensão de seus usuários. Alguns autores, porém, como Nelson (2012), atestam que a técnica pode ter surgido no período da Guerra Fria e que, após esse evento, pesquisadores norte-americanos iniciaram suas pesquisas referentes à motivação de funcionários no ambiente de trabalho.

Esses estudos acabaram por explorar a área de jogos e a relação de seus conceitos com a produtividade e, em meados de 2008, o termo *gamification* (gamificação) surgiu na mídia (DETERDING et al., 2011). A partir disto, estudos vêm sendo realizados para extrair os conceitos e mecânicas de jogos digitais com o intuito de serem utilizados dentro do processo.

No entanto, ainda há um debate sobre o que é considerado elemento de jogos e como podem ser utilizados dentro do processo de *gamification* (ADAMS; DORMANS, 2012). Alguns autores propuseram uma classificação para os elementos encontrados em jogos digitais. Entre esses autores, encontra-se DIGNAN (2011), que extraiu alguns dos conceitos presentes nesses jogos, conforme se pode observar no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1 – Elementos de jogos**

Objetivos	Competição	Oportunidades	Classificação	Dados
Pressão Temporal	Escassez	<i>Puzzles</i>	Reconhecimento	Progresso
Novidades	Cooperação	Moeda de Troca	Níveis	Decisão
Pressão Social	Renovação	Pontos	Julgamento	

Fonte: DIGNAN, 2011

As mecânicas e conceitos apresentados no Quadro 1 podem determinar o sucesso de uma aplicação, quando bem planejada. Isso ocorre, segundo Zichermann e Cunningham (2011), porque é necessária a realização de estudos relacionados ao público alvo para provocar o efeito engajador desejado.

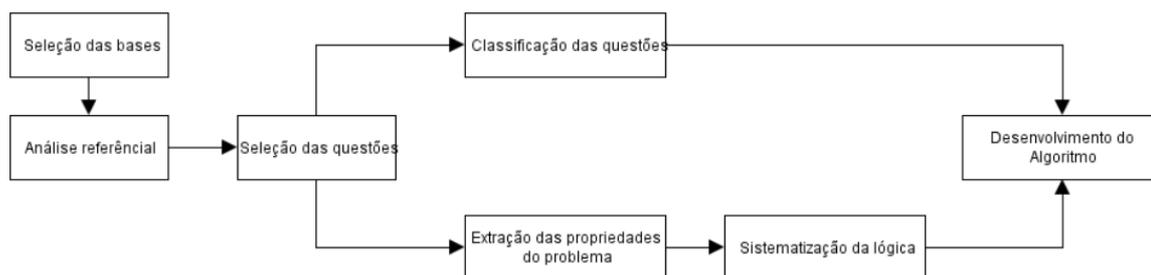
Esse efeito pode ser corroborado por teorias motivacionais, como a proposta por Pink (2011). Nela, o autor defende que a motivação humana é sustentada por três pilares: autonomia, maestria e propósito. A autonomia é relacionada ao controle que o usuário tem sobre suas ações; a maestria é caracterizada pelo aprimoramento das habilidades do indivíduo, em decorrência da prática e o propósito caracteriza o motivo pelo qual o indivíduo realiza determinada tarefa, ou

ação. De acordo com Aparicio et al. (2012), tais conceitos podem ser observados em jogos digitais.

### 3 MÉTODO

O sistema consiste em uma aplicação *web* em que os estudantes têm acesso a diversos problemas matemáticos, nos quais os valores do problema têm uma baixa probabilidade de se repetirem. Esses problemas foram classificados e divididos de acordo com as diretrizes da OBMEP e os subtemas classificados pelos autores deste trabalho. Além disso, o sistema também possui conceitos de *gamification* implementados, com o intuito de aprimorar a experiência dos usuários. Para extração e inserção dos problemas, foram utilizados os materiais encontrados no *site* da OBMEP (IMPA/OBMEP, 2010). Cada questão foi analisada de modo a ter sua fórmula generalizada, gerando valores diferentes a cada iteração (Figura 1). Na prática, isso significa que o discente poderá realizar a mesma questão que outro usuário, utilizando valores e resultados diferentes.

**Figura 1 – Método de seleção dos problemas**



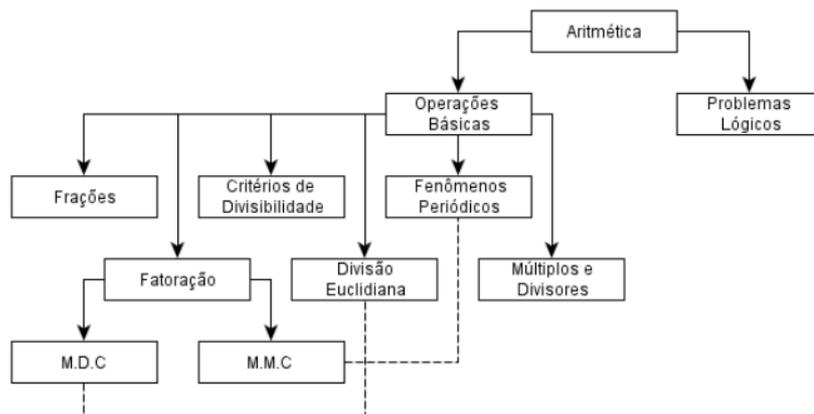
Fonte: TODA ET AL., 2014

Inicialmente, é realizada a seleção das bases a serem utilizadas. Em seguida, é feita a análise referencial a fim de selecionar as questões que serão usadas. Após essa seleção, a questão é classificada em um subtema (Figura 2) e tem suas propriedades extraídas, de modo que possa ser realizada a sistematização da lógica do problema. Por fim, após a classificação e a sistematização, é desenvolvido o algoritmo que será implementado na aplicação.

A Figura 2 apresenta os subtemas classificados a partir do processo de extração. Após a extração das propriedades pedagógicas e a sistematização, é possível encontrar ou gerar problemas semelhantes para serem utilizados com o sistema. Um exemplo que pode ser citado como problema base é o de número 28, do banco de questões de 2010, da OBMEP.

O enunciado na Figura 3 define que uma bibliotecária recebe  $M$  livros de Matemática e  $P$  livros de Português. Ela deseja arrumá-los em estantes com quantidades iguais de livros em cada uma, sem misturá-los, de modo que o número de estantes seja o menor possível. Nesse problema,  $M$  é o número de livros de Matemática e  $P$ , os de Português. Para resolver essa questão, é necessário realizar o cálculo do M.D.C de  $M$  e  $P$ , conforme justificativa a seguir.

**Figura 2 – Divisão dos subtemas da aritmética**



Fonte: Elaborada pelos autores

**Figura 3 – Questão 28 do banco de questões da OBMEP**

28. **Livros separados** – Uma bibliotecária recebe 130 livros de Matemática e 195 livros de Português. Ela quer arrumá-los em estantes, colocando igual quantidade de livros em cada estante, sem misturar livros de Matemática e de Português na mesma estante. Quantos livros ela deve colocar em cada estante para que o número de estantes utilizadas seja o menor possível?

Fonte: IMPA/OBMEP, 2010

Denotando-se por  $n$  o número de livros que a bibliotecária vai colocar em cada estante, obtem-se  $M/n$  = número de estantes para os livros de Matemática e  $P/n$  = número de estantes para os livros de Português. Isso mostra que  $n$  deve ser um divisor comum de  $M$  e de  $P$ , pois o número de estantes utilizadas é inteiro. Quando se aumenta o denominador de uma fração, essa diminui. Logo, quanto maior for o denominador  $n$ , menores serão as frações  $M/n$  e  $P/n$ , o que significa que menor será o número de estantes utilizadas. Assim,  $n$  deve ser o maior divisor comum (M.D.C) de  $M$  e  $P$  (IMPA/OBMEP, 2010).

---

**Algoritmo 1:** Questão 28 - 2010

---

- 1:  $M = \text{aleatório}(100..500)$
  - 2:  $P = \text{aleatório}(100..500)$
  - 3: **Resposta\_correta** =  $\text{mdc}(M,P)$
  - 4: FIM
- 

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que, no Algoritmo 1, é atribuído um valor aleatório a  $M$  e outro a  $P$ . Em seguida, é utilizada uma função para calcular o M.D.C entre os dois valores, atribuindo-o à variável *Resposta\_correta*. Pode-se manter o valor de  $M$  ou  $P$  como constantes, a fim de explorar conceitos como o critério de divisibilidade. Essas são algumas propriedades do algoritmo que podem ser alteradas com o intuito de gerar novas questões por meio de um único problema base.

Por fim, para analisar o processo de *gamification* e a aplicação de modo geral, é utilizado um método proposto por Whitton (2009), que consiste na avaliação de aplicações baseadas em jogos digitais a partir de um conjunto de critérios pré-estabelecidos, com o objetivo de avaliar a eficiência de fatores pedagógicos da aplicação (Quadro 2).

**Quadro 2 – Critérios para o design efetivo na aplicação de conceitos relacionados a jogos**

<b>Critério</b>	<b>Exemplos de implementação</b>
Aprendizado ativo	Encoraja exploração e solução de problemas.
Motivação	Interatividade, tarefas com níveis adaptáveis, comandos intuitivos.
Adequação	Conteúdo de acordo com as atividades aplicadas.
Auxílio na reflexão	Momento para refletir sobre os conceitos relacionados a resolução do problema.
Experiências equitativas	Oportunidades iguais a todos os participantes.
Suporte contínuo	Orientar e supervisionar as atividades desempenhadas dentro do sistema.
Interação flexível	Comandos lógicos e consistentes a fim de facilitar a interação do usuário.
Suporte a comunidade	Comunicação entre os usuários e atributos que lhes permita se comunicarem na comunidade.
Navegação transparente	Meios alternativos de navegação
Controle de usuários	Problemas auto-ajustáveis, que podem ser resolvidos a qualquer momento
Robustez	Recuperação de erros
Interface adequada	Interface simples e esteticamente prazerosa ao indivíduo, com componentes consistentes

**Fonte: WHITTON, 2009**

O Quadro 2 apresenta os critérios pré-definidos para medir a eficiência pedagógica de aplicações baseadas em jogos digitais. Tais critérios devem ser considerados como indicadores de eficiência do *design* educacional, uma vez que nem todos são abrangidos ou têm propriedades pedagógicas eficientes, em jogos digitais.

#### **4 SISTEMA**

O sistema proposto consiste na continuação do trabalho de Toda et al. (2014), no qual os autores propuseram a implementação de um sistema para auxiliar no ensino da Matemática, implantando conceitos de *gamification*.

A aplicação consiste na resolução de questões, que foram sistematizadas de modo que, a cada iteração, os valores das variáveis do problema sejam alterados. Assim, o discente é instigado a compreender a lógica da questão, e não somente a resposta, tendo seu tempo de resolução armazenado pelo sistema.

O sistema possui dois módulos: administrador e estudante. O primeiro herda as funci-

onalidades do segundo. Essas funcionalidades foram organizadas, de modo que pudessem ser observadas na Figura 4.

**Figura 4 – Representação das funcionalidades do sistema**



Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme se pode observar na Figura 4, o usuário (estudante) pode, após realizada a autenticação, resolver questões e consultar o perfil, podendo editá-lo caso necessite. A consulta do perfil permite ao usuário navegar pelo sistema, onde ele pode consultar as estatísticas pessoais, observar seu histórico e conferir as atualizações dos placares (Figura 5).

**Figura 5 – Página do Perfil**



**Fonte: Elaborada pelos autores**

A Figura 5 apresenta as informações referentes ao cadastro do usuário (Escola, endereço de *e-mail* e localidade). Além disso, ele também pode navegar no sistema utilizando os botões superiores, na página do perfil, podendo resolver as questões (botão atividade), verificar seu progresso (botão estatística), consultar suas conquistas (conquista), visualizar placares (placares) e seu histórico (histórico).

O módulo do administrador, por sua vez, permite novas funcionalidades, como inserção, remoção e edição dos problemas contidos no sistema. Além disso, esse módulo também é responsável pela visualização das estatísticas gerais dos temas, subtemas e problemas implantados (Figura 6).

**Figura 6 – Página de estatísticas dos subtemas**

Quantidade de Questões Respondidas: **2306**  
 Quantidade de Questões Acertadas : **2018**  
 Quantidade de Questões Erradas : **288**

Subtema	Qtd de Acertos	Qtd de Erros	Tempo Acerto	Tempo Erro	Tempo Total	Tempo Médio
Divisão Euclidiana	1196	157	16:20:05	04:13:22	20:33:27	00:02:26
Múltiplos e Divisores	492	24	07:47:19	00:17:02	08:04:21	00:01:40
Fatoração	233	81	05:11:37	01:18:51	06:30:28	00:02:18
Fenômenos Periódicos	645	24	04:54:41	00:11:16	05:05:57	00:00:55
Máximo Divisor Comum	221	82	04:37:59	01:17:31	05:55:30	00:02:12
Mínimo Múltiplo Comum	40	5	00:40:04	00:02:31	00:42:35	00:01:30
Operações Básicas	1026	157	27:42:09	06:24:04	21:00:00	00:04:04
Problemas Lógicos	599	141	22:52:01	06:10:56	21:00:00	00:04:55
Frações	167	65	10:31:36	02:43:15	13:14:51	00:06:18

**Fonte: Elaborada pelos autores**

A Figura 6 demonstra a página de estatísticas do sistema, na qual o administrador pode visualizar o número de acertos, erros e o tempo médio de cada subtema. Ele também pode visualizar os mesmos dados para os problemas e temas registrados. Essas informações são importantes, uma vez que podem ser utilizadas para auxiliar no processo de treinamento do discente, ou de grupos que frequentem uma mesma instituição.

O módulo do administrador também é responsável pela inserção de novos problemas no

sistema, que são inseridos a partir da geração de um algoritmo, na linguagem PHP, em que são identificadas as variáveis e a lógica para a sua geração. Desse modo, é possível manipular tais atributos, gerando valores novos a cada iteração (Figura 7).

**Figura 7 – Página do problema**

(OBMEP 2010 - Questão 28) Livros separados				
<b>Id</b>	6			
<b>Título</b>	(OBMEP 2010 - Questão 28) Livros separados			
<b>Problema</b>	"Uma bibliotecária recebe "\$M" livros de Matemática e "\$P" livros de Português. Ela quer arrumá-los em estantes, colocando igual quantidade de livros em cada uma, sem misturá-los. Quantos livros ela deve colocar em cada estante para que o número destas seja o menor possível?"			
<b>Nível</b>	1			
<b>Resposta correta</b>	$SM = \text{rand}(100,500); SP = \text{rand}(100,500); \text{if } (SM < SP) \{ \$aux = SM; \$M = SP; \$P = \$aux; \} \text{if } (SM == SP) \$M = SM + \text{rand}(10,30);$ $\$n1 = SM; \$n2 = SP; \$resto = \$n1 \% \$n2; \text{while } (\$resto != 0) \{ \$n1 = \$n2; \$n2 = \$resto; \$resto = \$n1 \% \$n2; \} \$r = \$n2;$			
<b>Respostas incorretas</b>	$\$r1 = \$r + 1;$ $\$r2 = \$r - 1;$ $\$r3 = \$r + 2;$ $\$r4 = \$r + 3;$			
<b>Created</b>	2014-11-19 11:15:39			
<b>Modified</b>	2014-11-19 11:31:09			
Subtemas				
Id	Tema Id	Subtema	Created	Modified
9	1	Máximo Divisor Comum	2014-08-11 15:41:50	2014-08-11 15:41:50

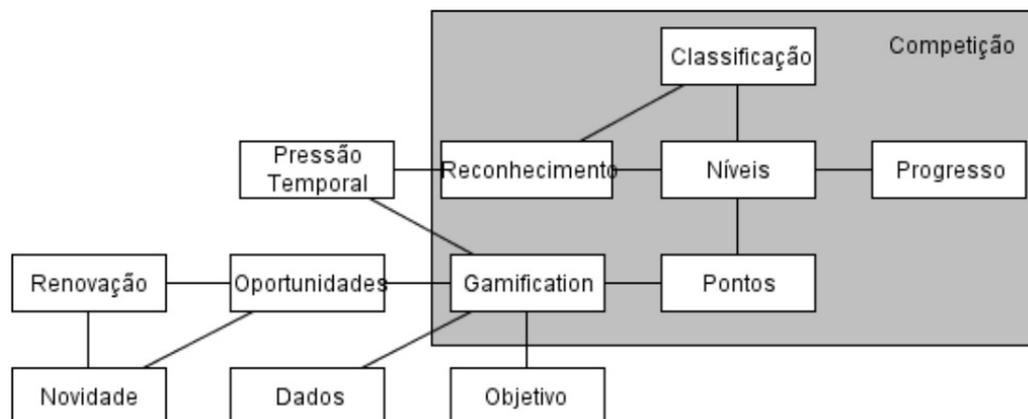
Fonte: Elaborada pelos autores

#### 4.1 Gamification do Sistema

Em relação aos conceitos de *gamification* implementados, foram escolhidos os seguintes: objetivo, competição, oportunidades, pressão temporal, novidade, nível, renovação, dados, progresso, pontos, reconhecimento e classificação. O objetivo principal consiste na resolução do maior número de questões, da maneira correta, para alcançar novos níveis, de modo que o discente possa treinar os conhecimentos adquiridos em sala de aula.

A competição é visualizada por meio da implementação de placares, a fim de desenvolver uma rivalidade saudável entre os usuários do sistema. As oportunidades podem ser observadas na aleatoriedade na geração dos problemas. A pressão temporal consiste no tempo como fator para geração de conquistas durante a resolução dos problemas. A novidade permite ao usuário ter acesso a novos problemas, temas e subtemas à medida que ele progride no sistema, ou no decorrer do tempo.

Pontos, níveis, progresso e reconhecimento podem ser reunidos como um grupo PBL (*Point-Badge-Level*). Esse sistema consiste na utilização de pontos com a finalidade de melhorar o nível do usuário, além da realização de tarefas para desbloquear conquistas dentro do sistema. Por fim, a mecânica de renovação pode ser observada quando o usuário tem a possibilidade de resolver o mesmo problema mais de uma vez. A representação da conexão entre os elementos de gamificação do sistema pode ser observada na Figura 8

**Figura 8 – Interconexão dos elementos de gamificação do sistema**

Fonte: Elaborada pelos autores

## 5 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO

Com o intuito de validar a aplicação e seu potencial para uso em treinamento de alunos, foi elaborado um questionário para professores e discentes, baseado no trabalho de Whitton (2009). O questionário dos professores foi composto de 26 questões, enquanto o dos alunos continha 10. A diferença se deu pelo fato de os professores terem um acesso antecipado ao sistema para realização de testes e adequações antes de ser utilizado e testado com os alunos.

Foram avaliados, com os professores, critérios de implementação e *interface*. O primeiro critério consiste em um conjunto de fatores relacionados à implementação correta dos conceitos aplicados em sala, assim como as funcionalidades do sistema. Já o critério de *interface* visa avaliar aspectos relacionados ao visual do sistema. Também foram avaliados, em ambos os casos, alguns conceitos de *gamification* que foram implementados na aplicação.

Os grupos que avaliaram o sistema consistiam de 30 professores de Matemática, do Ensino Básico de escolas públicas e 10 estudantes, que cursavam entre o quinto e o nono ano do Ensino Básico. O questionário foi validado utilizando perguntas na escala Lickert, com escala de 1 a 5, em que 1 representava “discordo totalmente” e 5 representava “concordo totalmente”.

Em relação aos critérios de implementação, a aplicação teve uma boa avaliação pelos professores. O tópico aprendizado ativo (critério que avalia o encorajamento na resolução dos problemas inseridos) obteve 84,6% de aprovação pelos professores, seguido pela classificação correta (critério que avalia a adequação dos conteúdos ministrados) com 83,8%. O tópico oportunidades iguais (critério que avalia a coerência do sistema) obteve 82,4% de aprovação pelos professores entrevistados. Já os tópicos relacionados a reflexão e incentivo (relacionados a observação de uma cessão de tempo para o usuário refletir sobre os problemas resolvidos e a inserção de motivadores, respectivamente) foram avaliados com 80% de aprovação. Por fim, o tópico suporte ao usuário (que consiste nas manutenções do sistema) recebeu 76,2% de aprovação.

Em relação aos critérios de *interface*, os tópicos navegação intuitiva e adequabilidade da *interface* visual (critérios referentes a navegabilidade e adequação do *layout* da aplicação) obtiveram ambos 91,6% de aprovação pelos professores. O controle de usuário (critério usado para avaliar as interações do usuário com o sistema) obteve 82,4% de aprovação, enquanto a relevância das estatísticas (critério referente à relevância dos dados no sistema) obteve 89,2%. Os tópicos recuperação de falhas (critério responsável pela avaliação do comportamento do sistema perante a falhas) e suporte social (critério referente às interações entre usuários, podendo ser representado pelo placar) obtiveram menos de 80% de aprovação, sendo 77,6% e 79,2%, respectivamente.

Por fim, foram avaliados também alguns dos critérios de *gamification* implantados no sistema: objetivo, recompensas, pontuação, níveis, progresso, pressão temporal, placares, oportunidades, renovação, novidade e informações. O objetivo, representado pelo objetivo geral do trabalho, obteve uma aceitação de 85,4% na escala avaliada. Recompensas, representado por meio das conquistas implantadas, obteve 87% de aprovação. O critério pontuação foi recebido com 86,2% de aceitação, juntamente com níveis, representado pelo acúmulo de pontos, e progresso, podendo ser representado pelo histórico do usuário. Pressão temporal obteve 83,8% da aprovação dos professores, já o critério oportunidades, representado pela equidade de chances oferecidas a todos os usuários, obteve 90,8%. Renovação, novidade e informação obtiveram 82,2%, 87% e 90% de aprovação, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos pela aplicação do questionário com os docentes, pôde-se concluir que o sistema estaria apto a ser aplicado aos alunos. Após algumas manutenções e adequações do sistema, foi realizada uma aula de testes, dessa vez aplicando o questionário ao grupo de alunos. No questionário direcionado aos discentes, foram elaboradas 10 questões, nas quais foram avaliados 5 conceitos de jogos implementados e 5 funcionalidades do sistema, baseando-se no *feedback* cedido pelos docentes na fase de testes.

Foram avaliados os conceitos pontos (neste, inclui-se placares), níveis (incluindo progresso), recompensas, histórico e painel de estatísticas, utilizando-se a escala Lickert, dessa vez variando de 1 a 5, em que 1 representava “não é importante” e 5 representava “muito importante”.

O sistema de pontuação da aplicação foi considerado muito importante pelos alunos, obtendo uma média de 4,70 na escala. Seguindo os pontos, os níveis também foram um conceito considerado muito importante pelos alunos, obtendo uma média de 4,40. As medalhas e o painel de estatísticas do usuário também foram considerados conceitos muito importantes, obtendo 4,50 e 4,30, respectivamente, na escala apresentada. Por fim, o histórico foi considerado relativamente importante, obtendo apenas 3,40 na escala utilizada.

As próximas 5 questões visavam avaliar as propriedades do sistema, pelos discentes, respondendo às afirmações de maneira binária (sim ou não). A primeira pergunta avaliava a dificuldade dos problemas apresentados, em que 80% dos estudantes consideraram a dificuldade

dos problemas aceitável, para o nível de cada um. O segundo questionamento foi realizado com o intuito de saber se a navegabilidade do sistema era intuitiva e 80% dos alunos, também responderam que a *interface* era clara e objetiva, sem a necessidade da intervenção de um instrutor. A terceira pergunta buscava a adequação da página de *feedback*, e se isso estava sendo cedido de maneira adequada, alcançando 100% de aprovação por parte dos entrevistados.

A quarta pergunta avaliava a formatação dos problemas e dos textos encontrados no sistema, obtendo 90% de aceitação. Por fim, a quinta e última pergunta questionava se os usuários se depararam com defeitos ou erros durante o manuseio da aplicação, obtendo 60% de respostas positivas, uma vez que os entrevistados se depararam com alguns erros durante seu manuseio. Em seguida, foi aberto um debate com os discentes, de modo que fosse mais atrativo para eles apontarem os erros encontrados durante o teste e o que poderia ser implementado para tornar a aplicação mais atraente. Dentre os comentários sugeridos, alguns alunos afirmaram que o sistema poderia ter um reajuste no *layout* de modo que este fosse mais atrativo, além da adição de mais problemas.

## 6 CONCLUSÃO

O trabalho proporcionou o desenvolvimento de um sistema *web* para auxiliar no processo de ensino na Educação Básica e treinamento para as Olimpíadas Brasileiras de Matemática das Escolas Públicas, focando no tema aritmética. Além disso, o sistema foi implementado com conceitos de *gamification* para tornar a experiência do usuário mais proveitosa e agradável em relação ao processo de ensino e treinamento.

O sistema, em sua fase atual, permite o cadastro de usuários, problemas, subtemas e os conceitos de *gamification*. A partir da avaliação realizada com docentes da área, utilizando os critérios definidos por Whitton (2009), foi possível validar o sistema a ponto de prepará-lo para ser utilizado em sala de aula, como objeto de aprendizagem ou como parte da metodologia tradicional de ensino. A validação atesta que a aplicação já pode ser trabalhada com discentes.

Entre as limitações do trabalho, pode-se encontrar: (i) a dificuldade para organização de testes com discentes devido à disponibilidade dos alunos; (ii) o número de questões e temas implementados, limitando-se inicialmente à aritmética, por conta da complexidade do processo de sistematização; (iii) avaliação mais precisa acerca dos conceitos de *gamification* aplicados; (iv) utilidade das estatísticas coletadas para a comunidade acadêmica.

Essas limitações estão sendo trabalhadas em futuras versões dessa pesquisa, de modo que possa contribuir para o crescimento dos alunos e professores, assim como um melhoramento no processo de ensino e treinamento. Além disso, pretende-se utilizar as estatísticas geradas para estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Ernest; DORMANS, Joris. **Game Mechanics: Advanced game design**. [S.l.: s.n.], 2012. ISBN 0321820274.

APARICIO, AF et al. Analysis and application of gamification. In: 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR, 2012. **Proceedings...** [S.l.]: ACM, 2012. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2379653>>. Acesso em: 14 de março de 2015.

DETERDING, Sebastian et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, p. 9–15, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>>. Acesso em: 6 de agosto de 2015.

DIGNAN, Aaron. **Game Frame**. [S.l.]: Free Press, 2011. 224 p. ISBN 1451611056.

GENEROSO, Ana Amélia Pardini et al. Abordagem qualitativa do uso das tdc na educação básica. In: XIX WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE 2013), 2013. **Anais...** [S.l.]: n. Cbie, 2013. p. 230–239. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2600>>. Acesso em: 14 de março de 2015.

HUOTARI, Kai; HAMARI, J. Defining gamification: a service marketing perspective. In: 16TH INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 2012. **Proceedings...** [S.l.]: ACM, 2012. p. 17–22. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2393137>>. Acesso em: 12 de julho de 2015.

IMPA/OBMEP. **Banco de Questões 2010**. Rio de Janeiro: IMPA/OBMEP, 2010.

KAPP, Karl M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. [S.l.]: Pfeiffer & Company, 2012.

LEE, JJ J; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother? **Academic Exchange Quarterly**, v. 15, p. 1–5, 2011. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3714308>>. Acesso em: 8 de janeiro de 2015.

NELSON, MJ. Soviet and american precursors to the gamification of work. **Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference**, p. 23–26, 2012. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2393138>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

PIETRUCHINSKI, MH et al. Os jogos educativos no contexto do sbie: uma revisão sistemática de literatura. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educativa**, p. 476–485, 2011. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1614>>. Acesso em: 4 de agosto de 2015.

PINK, Daniel H. **Drive: The surprising truth about what motivates us**. [S.l.]: Riverhead Books, 2011. 272 p. p. ISBN 1594484805.

PISA. **PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENTS ASSESSMENT (PISA) RESULTS FROM PISA 2012**. [S.l.], 2012. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2013/country\\_note\\_brazil\\_pisa\\_2012.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2013/country_note_brazil_pisa_2012.pdf)>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

TODA, Armando Maciel et al. Desenvolvimento de uma aplicação web para auxiliar no ensino da matemática para alunos do ensino fundamental. In: \_\_\_\_\_. **XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 392–401.

WHITTON, Nicola. **Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces**. [S.l.]: IGI Global, 2009. ISBN 9781605663609.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Cristopher. **Gamification by Design: Implementing game mechanics in web and mobile apps**. 1. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2011. 208 p. p. ISBN 1449397670.