



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ARMANDO MACIEL TODA

SIGMA:
SISTEMA GAMIFICADO PARA MATEMÁTICA

Londrina
2015

ARMANDO MACIEL TODA

SIGMA:
SISTEMA GAMIFICADO PARA MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher
Coorientador: Prof. Dra Ana Lúcia da Silva

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

T633s Toda, Armando Maciel.
SIGMA : Sistema Gamificado para Matemática / Armando Maciel Toda. –
Londrina, 2015.
82 f. : il.

Orientador: Jacques Duílio Brancher.

Coorientador: Ana Lúcia da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Informática na educação – Teses. 2. Ambiente virtual compartilhado – Teses.
3. Jogos educativos – Teses. 4. Ensino auxiliado por computador – Teses. 5. Jogos
simulados em educação – Teses. I. Brancher, Jacques Duílio. II. Silva, Ana Lúcia da.
III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação. IV. Título.

CDU 519.68-7

ARMANDO MACIEL TODA

SIGMA: SISTEMA GAMIFICADO PARA MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Bruno Bogaz Zarpelão
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Ismar Frango
Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM

Prof. Dr. Wesley Attrot
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 27 de fevereiro de 2015

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e acima de todos, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher que me deu a oportunidade (mesmo sem me conhecer pessoalmente) de participar do seu grupo de pesquisa, além de ter me auxiliado, como orientador e amigo, nesta jornada de 2 anos. Obrigado também pela paciência (que ele teve bastante), por estar sempre presente, e por todo o apoio!

Agradecimentos especiais ao Roberto Santos do Carmo pelo esforço e participação no projeto, uma vez que estes foram fatores mais decisivos para o progresso do mesmo. Também agradeço minha coorientadora profa. Dra. Ana Lúcia da Silva, pela participação, paciência e dedicação ao projeto.

Agradeço minha família Ana Rita Toda, Armando Toda, Angela Toda, Enyr Maciel, Oneide Maciel, Minervina Cirino e os demais que me deram apoio, carinho, incentivos (mesmo que bem de longe), pela paciência e que auxiliaram também de forma bem significativa nesta jornada de 2 anos.

Aos meus antigos professores e amigos Ricardo Casseb, Polyana Fonseca, Igor Ruiz e Ângela Vilhena, que mesmo não presentes de forma ativa, me apoiaram e me incentivaram na decisão de seguir com a carreira acadêmica durante a graduação.

Aos amigos, colegas e agregados do laboratório, em especial os amigos: Fábio Matsunaga, Carolina Massae, Rafael Thiago Santos (que não é do lab mas mesmo assim) pelas gordices e momentos de descontração.

Aos amigos por terem me dado apoio moral durante esses dois anos, em especial: André Santos, Ana Laura Marcon, Luísa Lobato, Giovanna Cavalcante, Miguel Alvarenga, Danilo Mercês, Meg Watrin, Thamys Coelho, Bianca Duarte, Felipe Botelho, Bruno Tavares, Marcell Almeida, Giovana Anello, Andrey Dias, Jéssica Leão, Yuri Silva, Pedro Neto, Pollyana Martins, Patrícia Maués, Juliana Dias, Leandro Magalhães, João Vitor Diniz, Thiago Santos, Elcio Contesini, Dorigon Granato, Marcelo de Matos, Marcelo Schmidt, Bruno Vitória, Artur Nakauth, Valéria Brandão, Filipe das Neves, Marco Molinetti, Alen Vieira, Ophir Alvim, Elen Arantza, Clívia Azevedo, Leandro Cruz, Rayssa Pretti, Taís Morena, Yule Santos, Igor Casemiro.

*“Insanity is doing the same thing, over
and over again, but expecting different **results**”
(Albert Einstein)*

TODA, A. M.. **SiGMa: Sistema Gamificado para Matemática**. 84 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina–PR, 2015.

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto, desenvolvimento e avaliação de um ambiente virtual de treinamento direcionado à área de aritmética nas aulas de matemática do ensino fundamental. Este sistema consiste na resolução de problemas, que são implementados de modo que o algoritmo seja responsável pela geração de valores aleatórios, porém condizentes ao contexto em que são inseridos. Deste modo, os valores dos problemas são alterados sempre que são selecionados, de forma que o usuário memorize a lógica para resolução do problema ao invés da resposta. Além disto, o ambiente também está implementado com conceitos e mecânicas de jogos (*Gamification*), de modo a tornar o processo mais prazeroso e engajador para os usuários. Estes conceitos são representados de forma explícita no sistema por pontos, níveis, medalhas, placares, temporizadores, perfis. Por fim, foi proposta uma avaliação que foi aplicada com professores de matemática do ensino fundamental, para avaliar a eficiência pedagógica e funcionalidades do sistema, alcançando resultados positivos nos aspectos de implementação, interface e aceitação dos conceitos de jogos implementados.

Palavras-chave: Gamification. Ambiente Virtual de Aprendizado. Game-Based learning.

TODA, A. M.. **SiGMa: Gamified System for Math**. 84 p. Master's Thesis (Master in Science in Computer Science) – State University of Londrina, Londrina-PR, 2015.

ABSTRACT

This work presents the development and implementation of a virtual learning environment, focuses on the arithmetic area in Math classes for elementary school. This system consists implementing the problems through an algorithm that generalizes random values, according to the context in which the problem is inserted. Thus, changing the values problems when they are selected, in order that the learner memorize logic to solve the problem instead of the answer. In addition, the environment is implemented with game concepts and mechanics (Gamification) in order to make the process more pleasant and engaging for the users. These concepts are explicitly represented through points, levels, medals, scores, timers and profiles. Finally, a survey was proposed to be applied to math teachers, from elementary school, to measure the system's pedagogical properties. Those tests achieved positive results in the aspects of implementation, interface and acceptance of game concepts implemented within.

Keywords: Gamification. Virtual learning environment. Game-based learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Jogo linear de acordo com [1], adaptado de [2]	28
Figura 2 – Final Fantasy XIII (esquerda) and Battlefield 4 (direita)	29
Figura 3 – Modelo não-linear segundo [1]	29
Figura 4 – SimCity (esquerda) and Marvel Avengers' Alliance (direita).	30
Figura 5 – Captura de tela de Journey	33
Figura 6 – Arquétipos de jogadores segundo Bartle [3]	34
Figura 7 – Representação dos Arquétipos de Marczewski [4]	35
Figura 8 – Diferenças entre <i>Gamification</i> , <i>Serious Games</i> , <i>Playful Interactions</i> e Brinquedos, de acordo com Deterding [33].	36
Figura 9 – Diferenças entre Jogos Digitais, <i>Gamification</i> , <i>Serious Games</i> e <i>Playful Interactions</i>	37
Figura 10 – Teoria do fluxo criada por Csikszentmihalyi [5]	38
Figura 11 – Algoritmo do processo de extração	43
Figura 12 – Árvore de subtemas	44
Figura 13 – Comando da questão 8	45
Figura 14 – Módulo de administrador	46
Figura 15 – Mockup do registro de problemas	47
Figura 16 – Mockup das estatísticas dos subtemas	48
Figura 17 – Módulo do estudante	49
Figura 18 – Estatísticas do perfil do estudante	50
Figura 19 – Mockup da seleção de problemas	50
Figura 20 – Mockup de resolução de problemas	51
Figura 21 – Mockup de resultados	52
Figura 22 – Mockup de histórico	52
Figura 23 – Mockup de conquistas	53
Figura 24 – Mockup dos placares de liderança	54
Figura 25 – Relação entre os conceitos de <i>Gamification</i> no sistema	55
Figura 26 – Casos de Uso do Sistema	60
Figura 27 – Página do Perfil	60
Figura 28 – Página de Inserção	61
Figura 29 – Página de visualização de problemas	62
Figura 30 – Página de estatísticas de subtemas	62
Figura 31 – Página de seleção de problemas	63
Figura 32 – Página do problema	63
Figura 33 – Página de <i>feedback</i>	64
Figura 34 – Página de conquistas	64

Figura 35 – Página de níveis	65
Figura 36 – Página de estatísticas de usuários	65
Figura 37 – Página de conquistas do usuário	67
Figura 38 – Página de placares	67
Figura 39 – Página de Histórico	68
Figura 40 – Resultados do Questionário 1 (Q1)	70
Figura 41 – Resultado do Questionário 2 (Q2)	71
Figura 42 – Resultados da avaliação dos conceitos de jogos em Q2	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos de jogos definidos por Dignan[7]	30
Tabela 2 – Relação entre os perfis de jogador e os conceitos de <i>Gamification</i> [4] . .	36
Tabela 3 – Grupos divididos	37
Tabela 4 – Relação entre os três pilares defendidos por Pink [8] e os conceitos de <i>Gamification</i> de acordo com Aparicio e Vela [9]	39
Tabela 5 – Modelo definido por Bista e Nepal [6]	41
Tabela 6 – Contextualização e Ações	53
Tabela 7 – Regras das conquistas	54
Tabela 8 – Critério [Implementação] definido por Whitton [10]	56
Tabela 9 – Critério [Interface] definido por Whitton [10]	57
Tabela 10 – Critério de <i>Gamification</i>	57
Tabela 11 – Conquistas implementadas	65
Tabela 12 – Resultados dos testes preliminares	69
Tabela 13 – Resultados finais dos testes	71
Tabela 14 – Comparação entre as respostas do primeiro (Q1) e segundo questioná- rios (Q2)	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Caie	Comitê Acessor de Informática na Educação
CAPRE	Comissão Coordenadora das Atividades de Processamento Eletrônico
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DIGIBRÁS	Empresa Digital Brasileira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FPS	First Person Shooter
GOTY	Game of the Year
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachussets Institute of Technology
OA	Objetos de Aprendizagem
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
Proinfe	Programa Nacional de Informática Educativa
ProInfo	Programa Nacional de Informática na Educação
RPG	Role Playing Game
SBM	Sociedade Brasileira de Matemática
SEI/PR	Secretaria Especial de Informática do Paraná
SIGMA	Sistema Gamificado para Matemática
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	<i>GAMIFICATION: CONCEITOS, TERMINOLOGIAS E ESTUDOS RELACIONADOS</i>	27
2.1	Definindo Jogos Digitais (<i>Games</i>)	27
2.2	Definindo o termo <i>Gamification</i>	28
2.3	Mecânicas	30
2.4	Perfis de Jogador	33
2.5	Outros métodos com base no uso de Jogos	36
2.5.1	Trabalhos Relacionados	40
3	DESENVOLVIMENTO E MÉTODOS UTILIZADOS	43
3.1	Descrição do Sistema	43
3.2	Processo de Extração	43
3.3	Seções do sistema	46
3.4	<i>Gamification</i> do sistema	51
3.5	Teste com usuários (professores)	56
4	RESULTADOS OBTIDOS	59
4.1	Sistema	59
4.2	O Estudo	68
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	75
	Referências	77
	ANEXOS	81
	Trabalhos Publicados pelo Autor	83

1 INTRODUÇÃO

A Educação Básica no país vem passando por algumas dificuldades. Isto pode ser observado no resultado da edição de 2012 do PISA (Programme for International Student Assessment), onde apesar da melhora em relação ao ano anterior, o Brasil ainda alcançou a 58ª, considerada uma posição crítica [11].

Vários incentivos foram e estão sendo realizados para amenizar a situação. Dentre estes, encontra-se a Olimpíada Brasileiras de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), uma iniciativa promovida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Ministério da Educação, realizado pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada em parceria com a Sociedade Brasileira de Matemática.

O evento foca no ensino e treinamento das disciplinas de Matemática, e contribuem para a melhora da Educação Básica. Também estimula o crescimento profissional de professores além de contribuir para a integração de escolas e universidades públicas, institutos e comunidades científicas [12].

Além disto, pesquisadores vêm buscando novas maneiras de aliar os processos de ensino e aprendizagem com as tecnologias atuais, com o intuito de criar novas experiências lúdicas para auxiliar no ensino dos discentes, assim como melhorar as práticas didáticas dos docentes. Estes estudos envolvem o uso de Jogos Digitais (*Games*) com enfoque educacional [13], como auxílio no ensino de disciplinas básicas como Matemática e Língua Portuguesa [14].

Estes *games* deram origem a outras pesquisas com o intuito de analisar e avaliar o motivo principal desses jogos terem uma influência tão impactante no cotidiano do discente. A partir daí surgiram alguns métodos como *Digital Game-based Learning*, que focam na diversão e no engajamento (entretenimento) para que ocorra processo de aprendizagem [15]. Este também deu origem a outros, como a *Gamification*.

Nos últimos anos, o termo *Gamification* vem ganhando força em diversas áreas, tanto acadêmicas quanto as de mercado. O termo consiste na utilização de mecânicas e outros conceitos relacionados a jogos, fora do seu escopo original [16, 17, 18] utilizando fatores motivacionais intrínsecos e extrínsecos provocados pelos *games* [2, 19, 20].

Por meio da *Gamification*, pesquisadores acreditam que podem moldar o comportamento do usuário para desempenhar determinadas funções que o mesmo não faria por vontade própria, através da motivação intrínseca [21, 19, 22].

Outros estudos, como os de Dignan (2011) e Zichermann (2011) demonstraram uma possível classificação dos conceitos apresentados nestes jogos. A partir da análise das

propriedades destas mecânicas e o que essas podem fornecer como experiências lúdicas ao usuário, os autores acreditam que o usuário sinta-se motivado a realizar ações que normalmente não faria.

É válido ressaltar que, apesar de ter alcançado diversos resultados positivos nos últimos anos [23], a *Gamification* não é uma cura universal a todos os problemas encontrados [2, 24]. Para que ocorra o efeito desejado, é necessário um estudo de suas características para determinar os melhores atributos para a situação em questão.

Baseado no exposto acima, este trabalho apresenta o projeto, desenvolvimento e avaliação de um ambiente interativo e *online*, chamado SiGMa¹, para auxiliar no processo de treinamento da Matemática, com foco inicial na Aritmética dos quintos e sextos anos, uma vez que o conteúdo desta disciplina é bastante extenso, de acordo com os PCNs [25]. Além disso, o trabalho também tem como objetivo auxiliar no treinamento destes discentes para futuros eventos das Olimpíadas Brasileiras de Matemática das Escolas Públicas.

O ambiente está implementado com conceitos de *Gamification*, tanto extrínsecos quanto intrínsecos, para engajar e motivar o utilizados a realizar as tarefas oferecidas. Além disso, cada problema no sistema foi estudado e teve suas variáveis generalizadas para que os usuários tenham sempre problemas cujos valores nos seus enunciados sejam diferentes uns dos outros.

Para o processo de seleção dos problemas, foi desenvolvido um método que consiste na classificação das questões de acordo com o assunto e análise das variáveis envolvidas. Este trabalho foi efetuado em conjunto com professores com profundos conhecimentos de matemática e atuantes na OBMEP.

Ao final do desenvolvimento, foram realizados testes com professores de matemática do Ensino Básico com o intuito de avaliar as funcionalidades e propriedades pedagógicas do sistema, como Aprendizado Ativo e Adequabilidade, utilizando um questionário baseado na avaliação de Whitton (2009) para aplicações educacionais na área de *Game-based learning*. O trabalho está dividido da seguinte forma:

- No Capítulo 2 são apresentados os conceitos relacionados a *Gamification*, assim como Jogos Digitais, os elementos destes e como podem influenciar na experiência do jogador;
- No Capítulo 3 é descrito o projeto e arquitetura do sistema, assim como os métodos e módulos criados e utilizados para a implementação deste;
- No capítulo 4 são apresentados os resultados da implementação além dos testes conduzidos com professores de matemática do ensino básico;

¹ Sistema Gamificado para Matemática

- No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e discussões do trabalho e propostas para futuras implementações.

2 *GAMIFICATION: CONCEITOS, TERMINOLOGIAS E ESTUDOS RELACIONADOS*

O termo *Gamification* é definido como a utilização de conceitos e mecânicas de jogos fora de seu escopo original. O objetivo deste método é motivar e engajar o indivíduo a realizar ações através de motivações intrínsecas em um ambiente fora do jogo [16] [17] [18] [26]. No entanto, para que se possa detalhar o funcionamento da técnica, é necessário definir as raízes da mesma, abordando conceitos de jogos digitais.

2.1 Definindo Jogos Digitais (*Games*)

Os *games* que são conhecidos e utilizados no cotidiano das pessoas, podem ser definidos de diversas maneiras. De acordo com Zimmerman e Salen [27], um jogo pode ser definido como um sistema que engaja o jogador em um conflito virtual, seguindo um conjunto de regras específicas e com um resultado conhecido e quantificável.

Já Koster [28], define o jogo adicionando o fator emocional. Para o autor, é um sistema que expõe os jogadores a desafios abstratos, definidos por um conjunto de regras, interatividade e *feedback* contínuo. Isto ocasiona um resultado pré-determinado que muitas vezes acaba provocando uma reação emocional.

Por fim Raymer [1] conceitua o jogo digital como um sistema dividido em camadas, podendo ser lineares ou não. Em jogos lineares, o sistema é programado para ter um início e um fim, onde cada camada possui o seu conjunto de regras para que o jogo progrida. Já em jogos não-lineares, os objetivos não são necessariamente dependentes e o sistema não é programado para ter um fim.

Analisando os três conceitos, pode-se extrair alguns elementos que são comuns em todos. A partir destes, Kapp [26] combina estes elementos para definir um jogo como: Um **sistema** que provoca uma **reação emocional** no **jogador**, que utiliza-o por causa do **feedback instantâneo** e **interação constante**. Essas estão relacionadas a um **conjunto de regras** que constituem os **desafios**, resultando em **resultados quantificáveis** dentro da **abstração** de um sistema maior.

As definições expostas anteriormente foram importantes para definir este fenômeno cultural e assim conceituar suas propriedades, com o intuito de analisar o que os torna tão atraentes às massas. A partir destes estudos surgiram os primeiros métodos utilizando conceitos destes jogos, ou os próprios como fator engajador em diversas áreas como *marketing*, economia, saúde e educação.

2.2 Definindo o termo *Gamification*

De acordo com estudos realizados por Nelson [29], os primeiros indícios da *Gamification* surgiram durante o período da Guerra Fria. Nesta época, a União Soviética desenvolveu técnicas que envolviam diretamente a motivação e engajamento dos trabalhadores com suas atividades.

Isto ocasionou a criação das chamadas Competições Socialistas, que determinavam desafios onde grupos de trabalhadores competiriam entre si. Estes eram recompensados com sistemas de ranqueamentos e premiações. De acordo com Nelson [29], este sistema é que o mais se aproxima ao atual movimento de *Gamification-at-work*.

Durante a década de 90, alguns pesquisadores se interessaram pelos métodos utilizados pela União Soviética, uma vez que esta conseguiu avançar em diversas áreas. Estes estudos deram origem a movimentos de *Fun-at-work*, que consistem em tornar o ambiente de trabalho num local prazeroso (divertido) aos envolvidos, com o intuito de melhorar a produção (Nelson [29] APUD Redman [30]). Este movimento também tinha o intuito de diminuir os custos com remunerações e contratações dos trabalhadores, no entanto sem muito sucesso.

Finalmente em meados de 2008, a indústria de mídia digital criou o termo *Gamification* [18]. Desde então a comunidade científica, de maneira geral, conceituaram-no como a utilização de conceitos de jogos fora de seu escopo, conforme explicitado anteriormente. Atualmente o termo vem sendo um divisor entre duas grandes ideias, a primeira sendo o aumento da adoção social e institucionalização dos jogos digitais e a influência destes elementos e mecânicas na cultura e cotidiano das sociedades atuais.

Para explorar essa influência dos jogos digitais, pesquisadores como Raymer [1] classificaram-nos em dois tipos: lineares e não-lineares. De acordo com o autor [1] um jogo linear é aquele que tem um módulo geral, dividido em tópicos, estes são divididos em objetivos que por fim são divididos em tarefas (Figura 1). Neste modo, uma ação é dependente diretamente da outra, ou seja, é um jogo cujo fim do ciclo é previsto desde seu início.

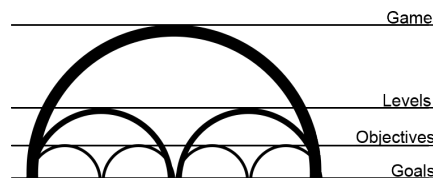


Figura 1 – Jogo linear de acordo com [1], adaptado de [2]

Na Figura 1 pode ser observado o ciclo de um jogo linear contendo o jogo como módulo principal, dividido em níveis. Cada um destes possui seus objetivos, que por fim são um conjunto de tarefas que deverão ser realizadas pelo jogador para que ocorra o

progresso do jogo.

Exemplos de jogos lineares encontrados no mercado, abrangem uma grande variedade de gêneros. Desde RPGs (*Role Playing Games*) como a série *Final Fantasy* e *Mass Effect*, até FPS (*First Person Shooter*) como o modo campanha (modo que conta o enredo pelo ponto de vista de um jogador) das séries *Call of Duty* e *Battlefield* (Figura 2).



Figura 2 – Final Fantasy XIII (esquerda) and Battlefield 4 (direita)

Na Figura 2 pode-se observar o jogo de RPG *Final Fantasy* e o modo campanha do FPS *Battlefield 4*. Embora possuam gêneros diferentes, ambos possuem uma camada consistindo no início e fim do jogo e suas camadas internas com objetivos a serem alcançados para que o jogador possa progredir.

Já a outra classificação, a não-linear (Figura 3), pode ser caracterizada de acordo com o mesmo autor como um jogo com níveis e objetivos. No entanto estes níveis e objetivos não são necessariamente dependentes, ou seja, as ações de uma determinada tarefa não influencia no progresso do jogo, apenas do jogador [1].

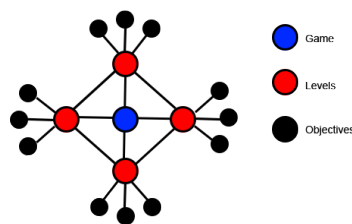


Figura 3 – Modelo não-linear segundo [1]

A Figura 3 representa o modelo de jogo não-linear onde há o núcleo principal do jogo, os níveis e seus objetivos. Estes não precisam necessariamente ter ligação com outros objetivos ou níveis e cabe ao jogador a ordem que deseja realizá-los para seu progresso pessoal no jogo.

Alguns jogos não-lineares que podem ser citados são o simulador *SimCity* e o RPG online *Marvel Avengers' Alliance* (Figura 4). Estes jogos possuem uma cadeia de objetivos independentes que permitem inúmeras possibilidades ao jogador. Estes também são caracterizados por não possuírem um final.



Figura 4 – SimCity (esquerda) and Marvel Avengers' Alliance (direita).

A Figura 4 demonstra dois exemplos de jogos não-lineares. Novamente, apesar de possuírem gêneros distintos, o conceito da não-linearidade é encontrado em ambos. O simulador *SimCity* cede ao jogador os conceitos básicos para o entendimento das mecânicas e cabe a ele resolver os problemas da cidade à sua maneira, de acordo com os conhecimentos adquiridos, através de uma cadeia de objetivos secundários e independentes.

A mesma mecânica pode ser observada no jogo *Marvel Avengers' Alliance* porém neste caso, o jogo permite ao jogador criar uma equipe de super-heróis do universo Marvel, com o objetivo de desempenhar missões cedidas pelo jogo assim como utilizar esta equipe em batalhas. Apesar de possuir níveis que necessitam da finalização do anterior, as missões não possuem uma ordem específica para serem realizadas, nem mesmo a combinação de heróis nas lutas.

2.3 Mecânicas

A partir dos conceitos e exemplos abordados na seção 2.2, pode-se observar alguns elementos que podem ser encontrados em diversos gêneros de jogos. Em um estudo realizado por Dignan [7], podem ser encontrados 19 conceitos de jogos digitais, extraídos e conceituados pelo autor, de modo que possam ser utilizados em outras aplicações como motivadores intrínsecos e extrínsecos (Tabela 1).

Tabela 1 – Conceitos de jogos definidos por Dignan[7]

Conceito	Descrição
Objetivos	Guia o jogador durante o jogo. Podem ser espaciais ou quantificáveis, de longo prazo ou curto prazo. A ausência de objetivos pode ocasionar a desorientação ou desestímulo do jogador.
Competição	Manifestação de rivalidade criada quando jogadores, grupos ou organizações disputam entre si um objetivo em comum. A falta de competição pode ocasionar uma confusão sobre o senso de vitória e diminuir a intensidade de derrota em uma atividade.

Oportunidades	Implementação da aleatoriedade e probabilidade da ocorrência de elementos, relacionados a sorte do jogador. A ausência pode ocasionar previsibilidade.
Pressão temporal	Utilização do tempo como fator impulsionador das ações do jogador, por meio de contagens regressivas ou de objetivos temporais. A ausência torna o ritmo do jogo mais casual.
Elementos escassos	Está relacionado a limitação de recursos, assim como elementos coletáveis. A falta ocasiona no facilitamento da experiência do jogo, podendo também provocar um sentimento de tédio.
<i>Puzzles</i>	Desafios cognitivos que normalmente satisfazem as necessidades internas de resolver tarefas complexas encontradas no nosso cotidiano. A ausência de <i>puzzles</i> pode reduzir o engajamento do jogador.
Novidades	É a presença de informações e experiências novas a medida que o jogo progride. Pode ocasionar efeitos positivos e negativos dependendo da experiência do usuário com o sistema. A ausência provoca um sentimento de tédio.
Níveis	São camadas hierárquicas relacionadas ao domínio do jogo. Também podem ser utilizados como sistemas gradativos onde o jogador obtém habilidades necessárias para progredir individualmente. A ausência de níveis torna caótica a aquisição de habilidades e senso de direção do jogador.
Pressão Social	É uma forma de pressionar o jogador a partir das influências exercidas por outras pessoas, podendo ser virtuais ou não. A ausência ocasiona uma falta de obrigação para com os deveres e a pertença dentro do jogo.
Cooperação	Ocorre quando um ou mais jogadores trabalham em conjunto para alcançar um objetivo em comum. A ausência ocasiona um isolamento do jogador e uma curva de aprendizado mais lenta a longo prazo.
Moeda de troca	Elemento utilizado para transações dentro do jogo. Também é considerada uma maneira de atribuir valores a elementos no jogo. Sem isto, torna-se difícil conduzir quaisquer tipos de comércio.
Renovação	Processo de reparação presente nos jogos. O processo que permite ao jogador repetir uma ação ou recomeçar um nível indeterminadas vezes. A ausência é considerado algo sério, pois nesse caso a falha não é uma opção do jogador.

Julgamento	Decisões ou escolhas obrigatórias para que o jogador progrida no jogo. Afeta diretamente o senso de poder do usuário. A ausência faz com que os usuários possam se sentir impotentes, uma vez que suas decisões não influenciam no progresso do sistema.
Dados	Informações visíveis para o jogador, seja por meio de estatísticas ou interfaces. Também devem ser relacionadas as decisões e ajustadas de acordo com o comportamento. A falta de informação pode ocasionar uma desorientação em relação ao sistema em si, além de afetar a maneira que o usuário irá interagir com o jogo.
Progresso	Forma de <i>feedback</i> fornecido pelo sistema, ao usuário, a medida que o mesmo realiza objetivos, ações e decisões dentro do jogo. Quando mal elaborado, este conceito pode desorientar os jogadores.
Pontos	Unidade de medidas para medir a performance, alcançada como recompensa por objetivos alcançados dentro do sistema. A falta pode fazer com que o indivíduo sinta que suas ações não são significativas.
Sensação	Utilização dos sentidos do usuário para criar experiências. Sistemas que não exploram os sentidos do jogador podem parecer tediantes e unidimensionais.
Reconhecimento	Implementação de conquistas, <i>badges</i> e relacionados. Reconhecer que as ações do jogador foram importantes. A falta de reconhecimento normalmente ocasiona uma falta na motivação para continuar o jogo.
Categoria	É a manifestação de poder e respeito de um jogador perante a comunidade do sistema. Representa a hierarquia básica de poder que auxilia na criação da ordem social. A falta ocasiona uma desorientação perante aos papéis desempenhados pelos jogadores dentro do jogo.

A tabela 1 apresenta os 19 conceitos extraídos por Dignan [7]. De acordo com o autor, não é necessário a implementação de todos os conceitos para que uma aplicação apresente o efeito engajador necessário.

O autor [7] também apresenta vantagens e desvantagens na utilização destes conceitos. No entanto, para alcançar este objetivo, é necessário realizar um estudo do que

pretende-se gamificar. Deste modo pode-se criar um método utilizando os conceitos apresentados na Tabela 1.

Um exemplo de jogo que utiliza somente alguns destes conceitos e conseguiu ser muito bem sucedido é *Journey*, produzido pela ThatGameCompany. O jogo consiste em apresentar o jogador a uma montanha ao final do mapa, e ele deve seguir um caminho linear para chegar até o cume da montanha. Comparando os conceitos encontrados no jogo com os extraídos por Dignan [7], podem ser claramente visualizados: Objetivo, Níveis, Cooperação e Progresso.

O jogador deve chegar até o cume da montanha (**objetivo**), atravessando diversos **níveis**, estes medem o **progresso**. O jogador também pode ser auxiliado por outro jogador ou não (**cooperação**). Este jogo não possui uma narrativa propriamente dita, nem mesmo informa o jogador sobre quaisquer obstáculos, atirando essa responsabilidade exclusivamente para o jogador. Apesar da combinação simples, este ganhou diversos prêmios *Game of the Year*¹ (GOTY) no ano de seu lançamento.



Figura 5 – Captura de tela de Journey

A Figura 5 apresenta uma tela do *Journey*, onde pode ser observado a cooperação entre dois jogadores. Apesar de estarem dois personagens na mesma tela, não é possível identificar o outro jogador, sendo um fator que tornou este modo cooperativo algo inovador no universo dos *games*.

2.4 Perfis de Jogador

Um estudo realizado por Bartle [3], foi realizado com o intuito de classificar os jogadores em tipos. Em um primeiro momento, o autor [3] define 4 tipos de jogadores, a saber: *Killers* (Assassinos), *Achievers* (Empreendedores), *Explorers* (Exploradores) e *Socializers* (Socializadores).

Segundo Bartle [3], cada arquétipo representa um grupo de características em comum. Os Assassinos são jogadores que prezam pelo caos causado em um jogo, ou seja,

¹ Jogo do Ano

se divertem a partir de provocações contra outros jogadores ou usando ações que vão contra as regras do jogo (*cheats*) para atingir seus objetivos.

Já os Empreendedores, são jogadores que prezam pela vitória, onde a exploração do jogo é válida apenas para alcançar um bem palpável. Prezam por pontos, troféus, conquistas, níveis e afins.

Os Exploradores são jogadores responsáveis por descobrir como o jogo funciona, a partir de suas mecânicas. Normalmente são considerados os jogadores que buscam o máximo de conhecimento possível, por meio da interação com o mundo ou outros jogadores.

Por fim, os Socializadores são considerados os jogadores que visam as interações sociais em um jogo, com o intuito de alcançar seus objetivos. Estes jogadores prezam pela cooperação mútua e conhecer novas pessoas, enquanto interagem com o universo do jogo. Uma representação destes arquétipos pode ser visualizada na Figura 6.

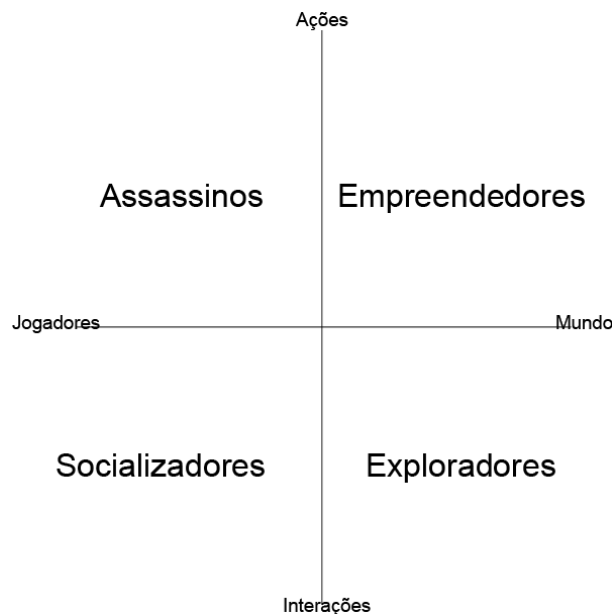


Figura 6 – Arquétipos de jogadores segundo Bartle [3]

Como pode ser observado na Figura 6, os Assassinos e Empreendedores são arquétipos que focam nas ações realizadas no jogo, porém o primeiro foca nas ações contra outros jogadores, enquanto o outro foca nas ações realizadas no mundo².

Já os Socializadores e os Exploradores são arquétipos que focam nas interações. Estas interações podem ser com outros jogadores (Socializadores) ou com o mundo do jogo (Exploradores).

Baseando-se nos 4 arquétipos de Bartle [3], Marczewski [4] desenvolveu uma extensão, chamada de Arquétipos de Jogadores 2.0, introduzindo novos tipos de jogadores. Estes tipos também são baseados na teoria RAMP³ proposta pelo autor [4].

² Entende-se por mundo, o sistema em si.

³ Relatedness, Autonomy, Mastery, Purpose

Para o autor, há 4 tipos intrínsecos básicos, sendo: *Achievers* (Empreendedores), *Socializers* (Socializadores), *Philantropists* (Filantropistas) e *Free Spirits* (Espíritos Livres). Os outros 2 tipos são *Player* (Jogador) e *Disruptors* (Disruptores) .

Os *Achievers* são jogadores que procuram por desafios e maneiras para evoluírem dentro do jogo, movidos pela Maestria (*Mastery*). Os *Socializers* focam nas interações sociais, motivados pelo Relacionamento (*Relatedness*). Os *Philantropists*, que substituem os Assassinos na representação, são jogadores altruístas que visam auxiliar os demais jogadores sem se interessarem por recompensas, além de serem movidos pelo Propósito e Significado (*Purpose* e *Meaning*).

Os *Players* são motivados pelas recompensas oferecidas pelo sistema, sem a necessidade de interagirem com os demais arquétipos. Por fim, os *Disruptors* são motivados pela mudança, de modo que estes desregulem o sistema para provocar mudanças diretas, seja por esforço próprio ou com a colaboração dos demais tipos de jogadores. Uma representação destes arquétipos podem ser visualizados na Figura 7.

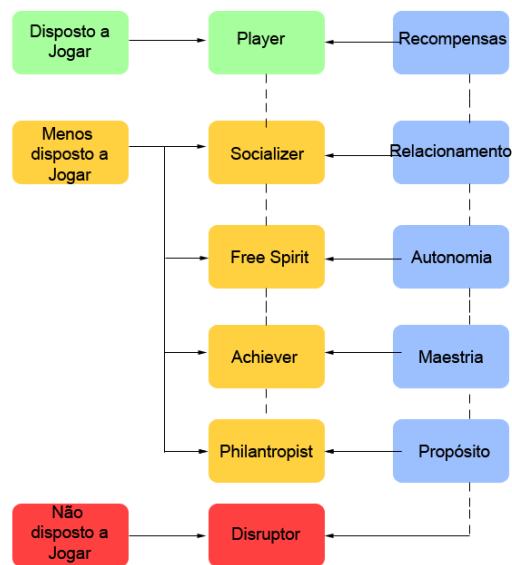


Figura 7 – Representação dos Arquétipos de Marczewski [4]

A Figura 7 representa os tipos de jogadores definidos por Marczewski [4]. Os *Players* sendo motivados fatores extrínsecos fornecidos pelo jogo, os 4 perfis movidos por motivações intrínsecas, e os *Desruptors* não estariam interessados no jogo em si, mas influenciam no mundo e no sistema como um todo.

Baseando-se nestes perfis de jogadores, Marczewski [4] construiu uma Tabela, abrangindo os conceitos e mecânicas de jogos digitais que podem ser utilizados com estes usuários (Tabela 2). Pode ser observado que alguns dos conceitos são similares aos extraídos por Dignan [7].

Conforme demonstrado na Tabela 2, o autor sugere algumas mecânicas e conceitos

Tabela 2 – Relação entre os perfis de jogador e os conceitos de *Gamification* [4]

Tipo de jogador	Conceitos
<i>Player</i>	Pontos, conquistas, placares, economia virtual.
<i>Socialiser</i>	Pressão social, equipes, atributos sociais.
<i>Philantropist</i>	Significado, trocas, compartilhamento de recursos.
<i>Free Spirit</i>	Exploração, decisões, customização de perfil.
<i>Achiever</i>	Desafios, habilidades, nível e progressão.
<i>Disruptor</i>	<i>Dev Tools</i> ⁴ , votações.

que podem ser utilizados, para agradar os diversos perfis de usuário. Vale ressaltar que esta Tabela pode ter outra extensão, abrangendo os tipos de *Players* (Motivadores Extrínsecos) e *Disruptors*, que não será compreendido neste trabalho.

2.5 Outros métodos com base no uso de Jogos

Dentre as outras práticas e que envolvem a utilização de jogos, e outras atividades lúdicas, pode-se citar os *Serious Games*. Segundo Zyda [31], este conceito pode ser definido como uma competição mental utilizando o computador como entretenimento (jogo) para treinar, educar e melhorar uma organização ou companhia. Já para Azadegan [32], é uma inovação da utilização de técnicas de TI para criar empresas mais dinâmicas.

Outra técnica que pode ser considerada são as *Playful Interactions*. Segundo Deterding [33] são um conjunto de técnicas com o intuito de tornar um ambiente ou organização mais divertido, e incentiva a realização de atividades normalmente consideradas monótonas. Por fim, há os brinquedos como representação de ferramentas que auxiliam o brincar do aprendiz [33]. Uma comparação entre as quatro técnicas citadas pode ser observada na figura 8.

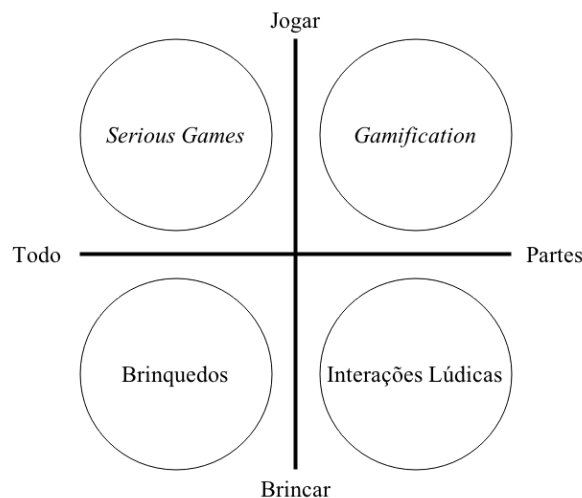


Figura 8 – Diferenças entre *Gamification*, *Serious Games*, *Playful Interactions* e Brinquedos, de acordo com Deterding [33].

Conforme mostrado na Figura 8, *Gamification* e *Serious Games* podem ser consideradas práticas que utilizam jogos ou seus elementos. O primeiro conceito envolve o uso de elementos contidos em um jogo, já o segundo utiliza o jogo como um todo, e não apenas seus elementos. Já as *Playful Interactions* envolvem o uso de atividades lúdicas (não digitais) e as usam como um total no processo (Tabela 3) [18].

Tabela 3 – Grupos divididos

	Lógica do jogo	Elementos de jogos	Jogar	Diversão
<i>Playful Interaction</i>	X			
<i>Gamification</i>	X	X		
<i>Serious Games</i>	X	X	X	
<i>Game</i>	X	X	X	X

Conforme pode ser observado na Tabela 3, e na Figura 9, há diferenças entre as técnicas baseadas em jogos. Estas características influenciam na maneira como os usuários participarão das atividades desempenhadas. Por exemplo, enquanto a *Gamification* é mais utilizada na educação do Ensino Superior [34], *Serious Games* são mais utilizados em empresas, para treinamento de usuários, conforme exemplificado na Figura 9.



Figura 9 – Diferenças entre Jogos Digitais, *Gamification*, *Serious Games* e *Playful Interactions*

A Figura 9 demonstra um exemplo de Jogo Digital (esquerda superior), uma interação lúdica (direita superior), um *Serious Game* (esquerda inferior) e uma aplicação gamificada (direita inferior).

Outros autores desenvolveram estudos de comparação das questões motivadoras do processo de *Gamification* e teorias comportamentais [21, 35, 36, 9]. Uma destas teorias é a teoria do Fluxo (*Flow Theory*) proposta por Csikszentmihalyi [5], onde o autor defende que para uma pessoa estar engajada em uma atividade, o nível de esforço da mesma deve estar de acordo com as habilidades requeridas pela tarefa a ser desenvolvida (Figura 10).

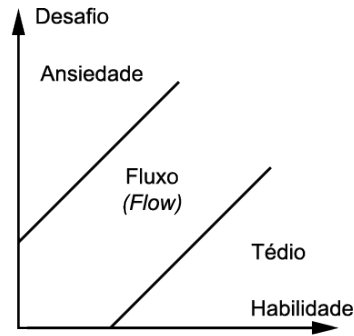


Figure 10 – Teoria do fluxo criada por Csikszentmihalyi [5]

Na Figura 10 é apresentado o gráfico da teoria defendida por Csikszentmihalyi [5], onde o engajamento de um indivíduo é medido pelo esforço desempenhado pelo mesmo e o esforço necessário para a realização da tarefa desempenhada. Este conceito é bem visível em jogos digitais uma vez que a dificuldade das tarefas cresce de acordo com as habilidades do jogador [37], apresentando uma curva semelhante ao gráfico na Figura 10.

Outra teoria utilizada para apoiar os motivadores intrínsecos da *Gamification* é a de Pink [8]. O autor defende que há três pilares para a motivação humana e satisfação pessoal, sendo estes a Autonomia, Maestria e Propósito. A autonomia é o controle sobre determinadas ações na vida do indivíduo, a Maestria é o domínio do mesmo sobre uma determinada habilidade e por fim o Propósito são as interações sociais realizadas pelo ser humano que proporcionam um sentido na vida.

Estes três conceitos podem ser observados em jogos digitais. A autonomia está presente no controle de todas as ações do jogador, a maestria está presente na evolução contínua, ou progresso, do jogador, sejam pelas habilidades adquiridas ou pelo progresso no jogo através de determinadas habilidades. Já o propósito pode ser observado nas interações entre o jogador e outros personagens (reais ou virtuais), ou objetos, dentro do contexto do jogo [9].

Novamente de acordo com Aparicio e Vela [9], na *Gamification*, pode-se extrair alguns conceitos utilizados em jogos, e que podem ser inseridos em outros setores e aplicações, dentro destes pilares conforme demonstrado na tabela :

A Tabela 4 representa a comparação realizada por Aparicio e Vela [9] com os três pilares defendidos por Pink [8]. Ilustrando como estes conceitos podem ser explorados em implementações de sistemas gamificados.

A teoria de Pink [8] foi estendida por Marzewski[4], chamada de RAMP (conforme explanado previamente neste capítulo). Esta teoria visa juntar os conceitos vistos na teoria de Pink com os observados na *Self Determination Theory* definida por Deci e Ryan [38]⁵.

⁵ Esta teoria defende que o usuário é motivado pela Autonomia, Competência e Relacionamento

Tabela 4 – Relação entre os três pilares defendidos por Pink [8] e os conceitos de *Gamification* de acordo com Aparicio e Vela [9]

Pilar	Conceito
Autonomia	Perfil de jogador, avatares virtuais, interfaces customizáveis, controle de notificações.
Maestria ou competência	<i>feedback</i> contínuo, desafios otimizados, pontos, níveis, <i>rankings</i> e controles intuitivos.
Propósito ou relação	Grupos sociais, salas de bate-papo, mensagens, conexão com redes sociais.

Assim, o Marczewski define a RAMP como uma teoria que se baseia no Relacionamento, Autonomia, Maestria e Propósito.

Para o autor, o Relacionamento pode ser útil em sistemas gamificados como uma prevenção, isto significa que em caso do usuário se enfastie com as conquistas e outros motivadores extrínsecos, ele poderá se comunicar com outros usuários no sistema.

A Autonomia, Maestria e Propósito seguem a mesma base de pensamento sugerida por Pink [8] e Deci e Ryan [38], onde o primeiro consiste no usuário ter controle sobre suas ações no sistema, Maestria caracteriza as habilidades que o jogador adquire no manuseio da aplicação e o Propósito caracteriza o significado das ações do jogador para o mesmo.

A RAMP foi utilizada para definir os 4 arquétipos iniciais criados por Marczewski [4], *Philantropist*, *Free Spirit*, *Socializer* e *Achiever*, explanados previamente neste capítulo.

Por fim, Lee e Hammer [24] defendem que a *Gamification* é um processo benéfico, principalmente na área educacional, uma vez que utiliza conceitos de jogos, e estes influenciam em três fatores humanos essenciais como a cognição, emoção e o social.

Para Lee e Hammer [24], o jogo provém um sistema de regras que podem ser explorados pelos jogadores e estes aprendem através experimentação e descoberta (Cognição). Além disso, o jogo permite a manifestação e transformação de emoções humanas em um curto período de tempo, como a frustração se tornando um sentimento de conquista ao superar um obstáculo difícil no ambiente do jogo. Finalmente o Social é semelhante ao pilar descrito por [8], onde ocorrem as interações do jogador com outros personagens (ou jogadores) dentro do universo do jogo.

Vale ressaltar que, apesar de todas as teorias que suportam a *Gamification*, é necessário um preparo bem elaborado do projeto do que se pretende gamificar. Apenas a implementação de pontos, níveis e placares em um sistema não garantirá que a este seja um sucesso [17], podendo criar o que alguns autores chamam de *Bad Gamification*.

A *Bad Gamification* consiste na utilização dos conceitos de jogos digitais, porém estes provocam um efeito contrário do proposto pela definição do termo. Um exemplo

citado por Smith-Robbins [39], onde a autora explana que o sistema de educação atual, mais especificamente no ensino superior, pode ser utilizado como exemplo do mal uso dos conceitos, visto que este possui pontos, níveis e recompensas porém não é o suficiente para motivar e engajar os discentes no processo de aprendizagem.

2.5.1 Trabalhos Relacionados

Nos últimos 5 anos, estudos vêm sendo realizados com o intuito de demonstrar a influência da *Gamification* nos processos de ensino, aprendizado e treinamento. Autores como Erenli [13], Hamari et al [23] e Kapp [26] encontraram resultados positivos da implementação do processo em escolas e empresas.

Um exemplo do processo de *Gamification*, que pode ser utilizado na área de educação, pode ser observado no trabalho de Iosup e Epema [40]. Os autores implementaram um curso gamificado, propondo um *toolbox*, baseando-se na divisão de jogadores proposta por Bartle [3].

Os autores utilizaram sete conceitos, dividindo-os em 3 mecânicas e 4 dinâmicas. As mecânicas implementadas consistem em pontos, níveis e placares. Já as dinâmicas se baseiam em conquistas, interações sociais, desbloqueio de novos conteúdos e *Onboarding*, este último consiste no ato de inserir um novato no sistema, podendo utilizar tutoriais.

O estudo consistiu no uso desta *toolbox* no ensino superior, em um curso de graduação e outro de pós-graduação, durante 3 anos. Os resultados empíricos da pesquisa demonstraram que houve uma melhora na participação dos alunos, assim como o seu desempenho em sala de aula (aumento na média das turmas em que os conceitos foram aplicados).

Outra pesquisa que vale ser citada é a de Andrade e Canese [41]. Os autores desenvolveram uma aplicação para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da lógica formal. A implementação dos conceitos no sistema, segundo os autores, melhoraram o desempenho dos discentes da disciplina.

O sistema consiste na resolução de exercícios da Lógica Formal, utilizando um gerador de premissas. Dentre os conceitos implantados na aplicação desenvolvida por Andrade e Canese [41], encontram-se o progresso, insígnias (reconhecimento) e a competição. Os autores afirmam que a partir da utilização destes conceitos, os alunos obtiveram um desempenho melhor em relação as notas.

Outro estudo que compreende o tema deste trabalho é o de Simões et al [42]. Neste trabalho, os autores avaliaram a *Gamification* implementada no site <schooooools.com>, um espaço colaborativo que pode ser utilizado em diversas plataformas. Os autores avaliaram a plataforma sendo utilizada em conjunto com estudantes e professores da Educação Básica (K-6).

Esta plataforma possui 3 módulos, sendo Estudante, Professor e Pais. O primeiro pode criar textos, desenhos e outros documentos, organizando-os em um portfólio no perfil pessoal. Ter acesso aos jogos educacionais, desenvolvidos pelos patrocinadores do sistema, além de se comunicar com outros discentes.

Os professores são responsáveis por definir as tarefas e projetos, que serão repassados aos discentes. Estas tarefas são corrigidas e podem ser compartilhadas com outros professores. Já os usuários do último módulo podem monitorar o desempenho dos discentes e se comunicarem com outros usuários no mesmo módulo.

Estes módulos possuem, de acordo com os autores, seus próprios conceitos de *Gamification*. Um exemplo disto pode ser observado no módulo do estudante, onde o mesmo pode receber conquistas (*badges*) pelos trabalhos realizados. Outro exemplo é o módulo do professor que pode configurar as atividades de modo que estas cedam conquistas, pontos e outros bens tangíveis.

A partir da avaliação realizada, os autores [42] concluíram que os conceitos de *Gamification* podem ter influenciado no desempenho dos discentes, uma vez que acreditam ser necessário um estudo mais aprofundado para analisar a influência individual de cada conceito implementado.

Uma análise mais precisa sobre os conceitos de forma individualizada pode ser observada no estudo de Anderson et al [43]. Os autores analisam a influência das conquistas (*Badges*) como motivadores extrínsecos em um fórum online.

Os autores definiram um modelo matemático, através de técnicas de pesquisa operacional, com o intuito de maximizar o uso das conquistas implementadas. Através desse modelo, os autores explanam que é possível aumentar o valor de aquisição de uma conquista, com o intuito de moldar as ações do usuário no fórum.

Outro trabalho similar é o realizado por Bista e Nepal [6], onde os autores também realizaram uma análise do impacto das conquistas em uma comunidade virtual. Os autores também propuseram um modelo para implementação de conquistas em sistemas gamificados, que pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 5 – Modelo definido por Bista e Nepal [6]

Etapa	Ação
Contexto	Identificar os contextos de <i>Gamification</i>
Ações do Usuário	Identificar as ações do usuário
Pontos	Identificar e definir o intervalo de pontos
Regra de Pontos	Alocação dos pontos
Conquistas	Identificar e definir o conjunto das conquistas
Regra da Conquista	Alocação das conquistas

A Tabela 6 representa o modelo definido pelos autores. A fase inicial consiste na

contextualização do processo de *Gamification*, o que significa identificar o contexto que os pontos e conquistas serão implementados. Em seguida são listadas todas as ações que possam ser realizadas pelo usuário. A partir destas ações, pode-se estabelecer uma regra na distribuição dos pontos e das conquistas que se pretende implementar no sistema.

O sistema proposto no trabalho foca nas teorias defendidas por Lee e Hammer [24] em conjunto com Pink [8], uma vez que há a divisão dos conceitos a serem utilizados e as três áreas que pretende-se atingir com estas implementações. A aplicação tem como objetivo geral engajar e motivar o discente a aprender e treinar os conceitos expostos ao mesmo tempo em que se diverte. Por fim, podem ser visualizados alguns dos conceitos extraídos por [7].

3 DESENVOLVIMENTO E MÉTODOS UTILIZADOS

3.1 Descrição do Sistema

O sistema consiste em uma aplicação *web*, onde estudantes tem acesso a problemas matemáticos. Estes são classificados de acordo com a divisão realizada pela OBMEP, em relação aos temas (aritmética, geometria e combinatória) e níveis (1 a 3).

A plataforma inicialmente é focada na área de Aritmética e problemas do nível 1. Isto equivale aos alunos do Ensino Fundamental, entre quinto e sexto anos. Os subtemas foram extraídos e classificados em conjunto com os professores de matemática que auxiliaram no desenvolvimento do sistema.

3.2 Processo de Extração

As questões utilizadas no sistema foram retiradas de bases de questões utilizadas pela OBMEP. Cada uma foi analisada com o intuito de identificar o algoritmo de solução. Com isto, os enunciados apresentados aos discentes são iguais, porém os valores de entrada e saída são diferentes. Na prática, o discente poderá ter contado com a mesma questão, porém com os valores diferentes. Esta estratégia impede que haja o compartilhamento de respostas entre os alunos e também permite que o mesmo consiga abstrair a solução do problema a partir da sua prática. O processo pode ser visualizado na Figura 11.

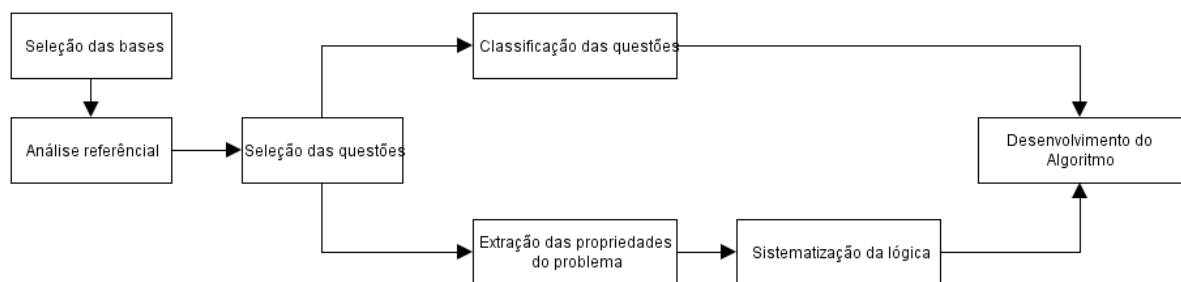


Figura 11 – Algoritmo do processo de extração

A Figura 11 demonstra as etapas do processo desenvolvido para extração das questões. Inicialmente é realizada a [seleção das bases], onde é então realizada a [análise referencial]. Em seguida, a [seleção das questões] determina quais problemas serão inseridos no sistema, dividindo-se em duas sub-fases que ocorrem em paralelo.

A primeira destas é a [classificação das questões], onde são atribuídos os subtemas à mesma. Estes foram extraídos de acordo com as classificações realizadas pelos docentes,

gerando a árvore do conhecimento visualizada na Figura 12. Um problema pode ter mais de um subtema, porém um subtema só pode pertencer a apenas um tema.

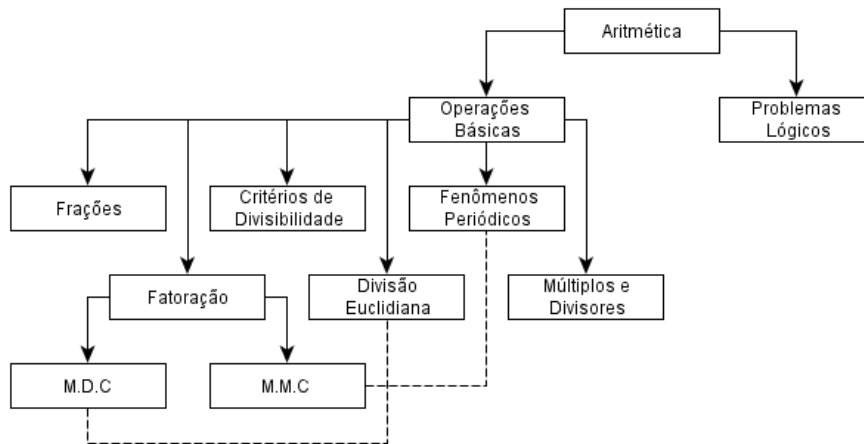


Figura 12 – Árvore de subtemas

A Figura 12 demonstra os subtemas encontrados e utilizados para classificar as questões extraídas do banco. Este processo ocorre em paralelo com a [extração das propriedades do problema], caracterizado por abstrair as variáveis, que serão utilizadas para a [sistematização da lógica] da questão.

Este processo inicialmente foi planejado para ser executado pelos administradores do sistema, porém espera-se que, com o crescimento da aplicação, professores de matemática e colaboradores, com conhecimentos básicos em programação, possam executá-lo.

Como exemplo da execução deste processo, foi inicialmente escolhida a base de questões da OBMEP do ano de 2010. Esta base foi escolhida devido a divisão das questões por níveis, além de contar também com uma vasta quantidade de problemas para resolução [Fase: Seleção das Bases].

Em seguida, foi realizado um levantamento da quantidade de questões do tema da aritmética, e quais subtemas cada uma se enquadrava [Fase: Análise Referencial]. No total, este banco possui 225 questões do nível 1, dentre as quais, inicialmente, foram retiradas e classificadas 47 questões do tema da aritmética [Fase: Seleção das Questões].

Em seguida, cada questão era classificada em um subtema e, paralelamente, teve suas propriedades extraídas [Fase: Classificação da questão]. Estas propriedades poderiam gerar novas questões, utilizando a mesma classificação porém alterando algumas variáveis [Fase: Extração das propriedades pedagógicas]. Como exemplo, foi escolhida a questão 8 do nível 1 "O carro de Maria" (Figura 13), do banco de questões da OBMEP do ano 2010, classificada como um problema do tema Aritmética e subtema Operações Básicas.

Conforme observado na Figura 13, a questão pergunta quanto Maria irá gastar (G), em reais, com o álcool necessário para percorrer 600km. Pode ser observado no problema

8. **O carro de Maria** – Um litro de álcool custa R\$ 0,75. O carro de Maria percorre 25 km com 3 litros de álcool. Quantos reais Maria gastará com o álcool necessário para percorrer 600 km?
- (a) 54 (b) 72 (c) 50 (d) 52 (e) 45

Figura 13 – Comando da questão 8

as seguintes variáveis: custo (C) do litro do álcool e distância (D) percorrida pelo carro de Maria com (N) litros de álcool.

Ao alterar os valores de (C), (D) e (N) pode-se alterar a resposta da questão, porém sem alterar a lógica para a resolução. A partir disto, também podem ser geradas outras perguntas como, por exemplo: a distância percorrida pelo carro de Maria dado o gasto (G), gerando outro problema em cima do mesmo, sem alterar a classificação do subtema [Fase: Sistematização da lógica].

Por fim, é desenvolvido o algoritmo da questão que é implementado na linguagem PHP [Fase: Desenvolvimento do Algoritmo]. As variáveis retiradas no processo de extração das propriedades pedagógicas são então utilizadas para criar as variáveis do algoritmo (Algoritmo 1).

Algorithm 1 Questão 08 - O Carro de Maria

```

1  $preco\_litro \leftarrow rand(1, 0..3, 0)$ 
2  $km\_percorrido \leftarrow rand(10..50)$ 
3  $litro\_usado \leftarrow rand(1, 5)$ 
4  $kmp \leftarrow km\_percorrido / litro\_usado$ 
5  $dist\_percorrida \leftarrow rand(100..900)$ 
6  $resposta \leftarrow (dist\_percorrida \times preco\_litro) / kmp$ 

```

O Algoritmo 1 apresenta o problema 8, onde são gerados valores aleatórios para o $preco_litro$, $km_percorrido$, $litro_usado$ e $dist_percorrida$. Estas são utilizadas para calcular o kmp , que por fim será usado para encontrar a $resposta$ do problema. A partir deste, podem ser realizadas modificações no algoritmo com o intuito de criar novas questões.

Desta forma, o processo pode ser executado por professores de matemática, que possuam um conhecimento básico de programação e/ou algoritmos. Após finalizado o algoritmo, este pode ser implementado no sistema pelos administradores, que precisam ter conhecimentos básicos na linguagem PHP.

3.3 Seções do sistema

O sistema possui uma divisão de *roles*, ou categorias, de usuários, sendo estas: Administradores e Discentes. Os administradores são responsáveis pelo gerenciamento da aplicação, tem a permissão de cadastrar novos temas, subtemas, níveis e problemas. Também podem visualizar as estatísticas referentes a utilização do sistema (Figura 14).

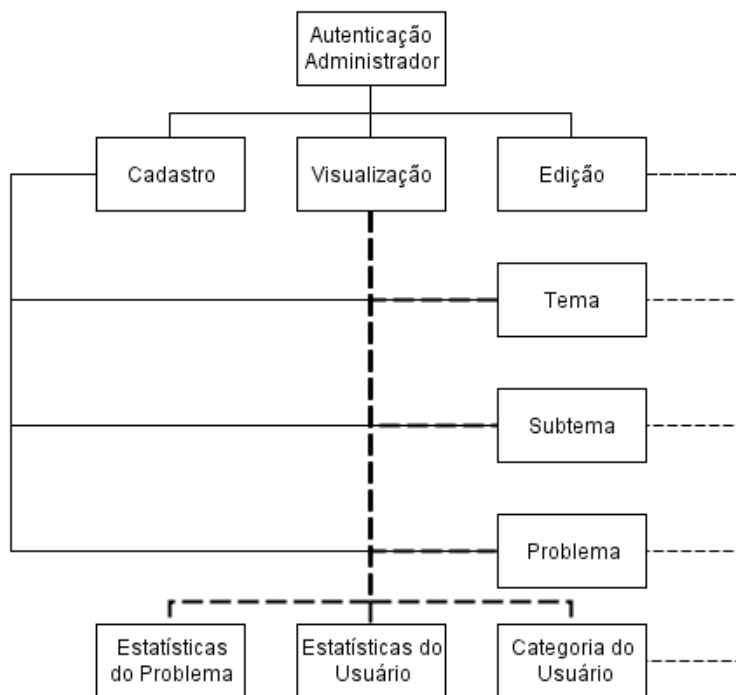


Figura 14 – Módulo de administrador

A Figura 14 demonstra as funcionalidades do módulo de administrador do sistema. Este módulo permite o cadastro, edição e visualização dos elementos que serão utilizados pelos estudantes, como Temas, Subtemas e Problemas. Podendo também alterar as categorias dos usuários, visualizar estatísticas gerais do sistema referentes a usuários e problemas. A partir destas estatísticas, espera-se ter um controle sobre estes elementos, de modo a visualizar àqueles que mais geram dúvidas ou dificuldades aos discentes.

Para o cadastro das questões foram criados campos onde devem ser inseridos o enunciado e a lógica de geração das variáveis das alternativas do problema, na linguagem PHP. No enunciado, o elaborador deve especificar quais as variáveis que poderão ser alteradas quando forem gerados os valores do problema (Figura 15).

O administrador do sistema deve elaborar um comando para gerar as respostas erradas, usando a linguagem de programação PHP. A inserção destas respostas foi feita com a intenção de gerar problemas customizáveis, garantindo que o mesmo problema gere diversas respostas diferentes baseando-se na lógica implementada. Após a inserção do comando e respostas, devem ser selecionados o nível e os subtemas da questão.

The image shows a web browser window with the URL 'http://sigma.com.br'. The page title is 'Adicionar Problema'. The form contains the following fields:

- Título**: A text input field.
- Comando**: A text input field.
- Resposta Certa**: A text input field.
- Resposta Errada 1**: A text input field.
- Resposta Errada 4**: A text input field.
- Tema**: A dropdown menu with 'Aritmética' selected.
- Subtemas**: A dropdown menu with 'Operações Básicas' selected.
- Nível**: A dropdown menu with '1' selected.
- Submiter**: A button.

A callout bubble on the right side of the form points to the 'Resposta Errada 1' field and contains the text 'Quebra de página'.

Figura 15 – Mockup do registro de problemas

Conforme pode ser visualizado na Figura 15, o processo desta inserção no sistema não é algo trivial, uma vez que é necessário um treinamento prévio do administrador, relacionado a linguagem de programação PHP e as variáveis do problema, para que esta seja implementada no sistema. Garantindo que o elaborador possa implementar de maneira correta, o algoritmo da questão .

Também conforme pode ser observado na Figura 15, o campo [Problema] é utilizado para inserção do enunciado, onde as variáveis que serão alteradas são substituídas com o símbolo $.\$x..$ Este símbolo não limita o campo a apenas uma variável, no enunciado podem haver quantas forem necessárias para a resolução do problema.

O campo [Resposta Certa] contém a lógica de geração das variáveis, utilizando um fragmento de código em PHP. É necessário determinar o código de todas as variáveis que foram inseridas no campo [Problema], para que não haja conflitos com outras variáveis. Os campos [Resposta Errada] são utilizados para colocar a lógica de geração das respostas erradas. Também é necessário que o código esteja de acordo com a sintaxe dos comandos

da linguagem PHP. Os campos [Nível] e [Subtema] são definidos respectivamente o nível da questão e os subtemas que serão utilizados na questão.

O cadastro dos demais elementos, que não sejam problemas, seguem o mesmo padrão. Sem a necessidade da inserção de comandos na linguagem PHP. Todos possuem apenas os campos que desejam ser inseridos e as suas relações, como é o caso do subtema relacionado ao tema.

A listagem dos elementos segue o mesmo padrão em todos os itens implementados. Pode ser realizada a alteração, visualização e deleção dos dados contidos no sistema. Este não permite a remoção em cascata dos elementos, ou seja não permite que um tema seja deletado e acidentalmente este comando delete todos os problemas relacionados, o que garante uma segurança nos dados.

Finalmente, a aba de estatísticas permite ao administrador do sistema ter uma visão geral dos temas, subtemas e problemas (Figura 16). Esta informação é importante uma vez que através destas é possível encontrar os campos que os usuários sentem mais dificuldade, e auxiliá-los em sala de aula.

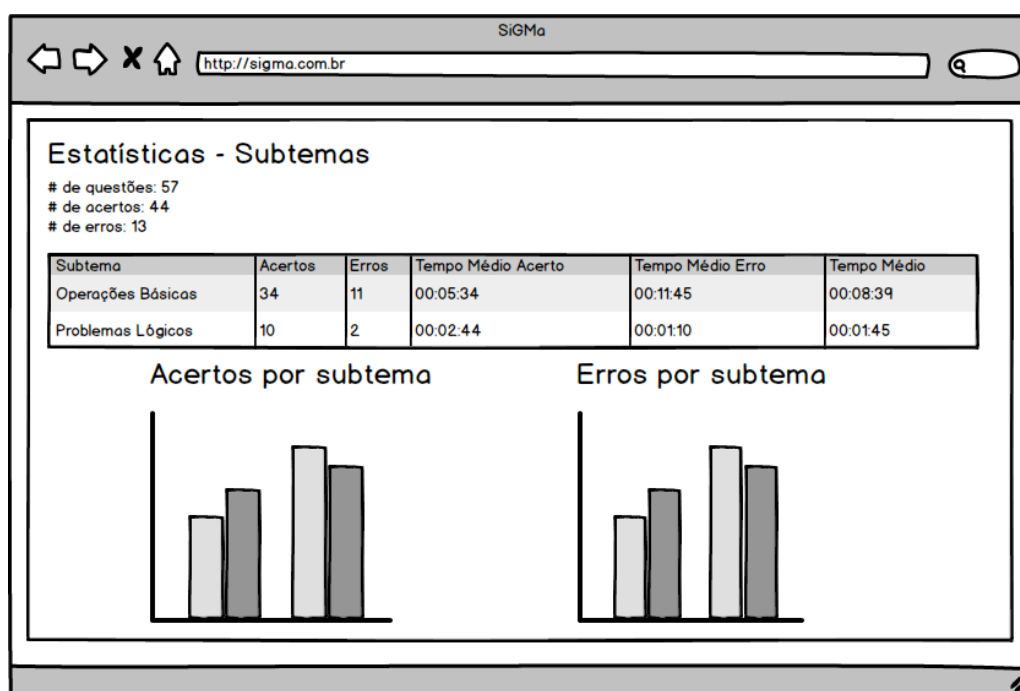


Figura 16 – Mockup das estatísticas dos subtemas

A Figura 16 demonstra as estatísticas por subtema, contendo o número de questões resolvidas e divididas em dois grupos: Acertos e Erros. Também contabiliza o tempo médio que o estudante utiliza para a resolução do acerto ou erro, mostrando os gráficos na página. O mesmo ocorre para as estatísticas dos temas e problemas.

Já o módulo dos discentes é caracterizado pelas funcionalidades permitidas aos estudantes que se cadastrarem no sistema. À estes é permitida a resolução das questões,

assim como visualização e edição dos elementos contidos nos perfis dos mesmos. O resumo das funcionalidades deste módulo pode ser visualizado na Figura 17.

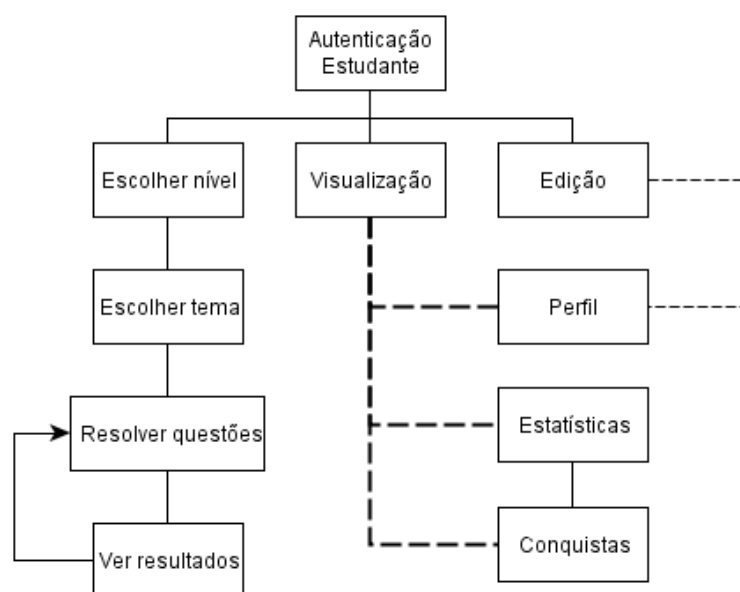


Figura 17 – Módulo do estudante

A Figura 17 demonstra as funcionalidades do módulo de estudante. Na resolução das questões, o discente deve escolher primeiramente o nível, em seguida o tema e por fim o subtema que deseja resolver as questões. Após todas as questões terem sido resolvidas, os resultados podem ser visualizados e o usuário poderá realizar uma nova série de problemas.

Além disto, o usuário também tem acesso as estatísticas geradas pela utilização do sistema. Estas são visualizadas no perfil do mesmo, como a porcentagem de questões respondidas de forma correta ou incorreta, o total de questões respondidas e o tempo total de utilização do sistema. Esta última variável é incrementada somente quando o usuário está resolvendo os problemas.

O discente também pode verificar quantos pontos ele necessita para alcançar o próximo nível, assim como visualizar as conquistas obtidas. A cada questão resolvida, o sistema recalcula o tempo médio de resolução da questão, com a finalidade de tornar os pontos adaptativos, a medida que mais usuários a resolvem. Estas estatísticas também estão presentes no problema, assim é possível ter uma visão geral das maiores dificuldades encontradas pelos discentes, assim como as sub-áreas influenciadas.

Na Figura 18 pode ser visualizada a tela de estatísticas, onde são exibidos: o total de pontos adquiridos, o nível do discente, o número de pontos para o próximo nível, o número de questões corretas, o número de questões incorretas, o total de questões realizadas e o tempo total que o discente utilizou para fazer todas as questões.

Por fim, a realização das questões é feita por meio da aba Atividades no perfil do

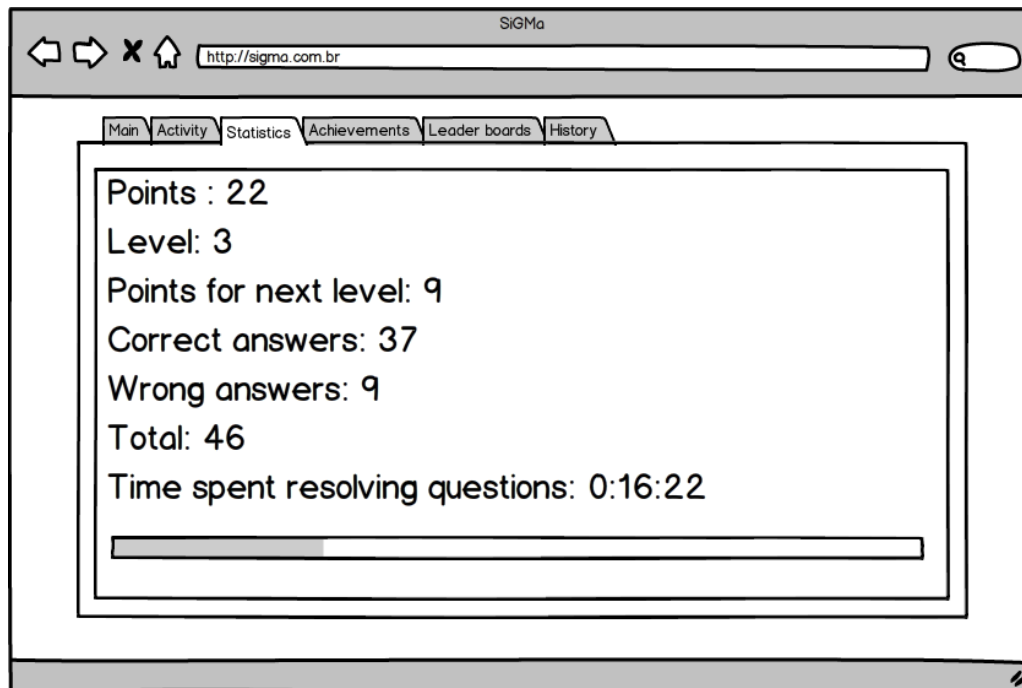


Figura 18 – Estatísticas do perfil do estudante

discente. Após selecionada, o aprendiz deve escolher o nível, tema e subtema do problema que deseja resolver. O sistema irá selecionar uma questão aleatória contida no banco, baseando-se nas condições pré-definidas (Figura 19).

A mockup of a web form for selecting a problem. The browser address bar shows 'http://sigma.com.br'. The page has a navigation menu with tabs: 'Perfil', 'Atividade', 'Estatísticas', 'Conquistas', 'Placares', and 'Histórico'. The main content area contains three input fields for selection:

- Tema
- Subtema
- Nível

At the bottom of the form is a button labeled 'Confirmar'.

Figura 19 – Mockup da seleção de problemas

Conforme pode ser visualizado na Figura 19, o usuário seleciona as condições do problema que deseja ser resolvido. No exemplo acima, o banco buscaria por um pro-

blema do nível 1, do tema aritmética e subtema divisão euclidiana. Baseando-se nestes parâmetros, o sistema retorna a questão encontrada pelo banco (Figura 20).

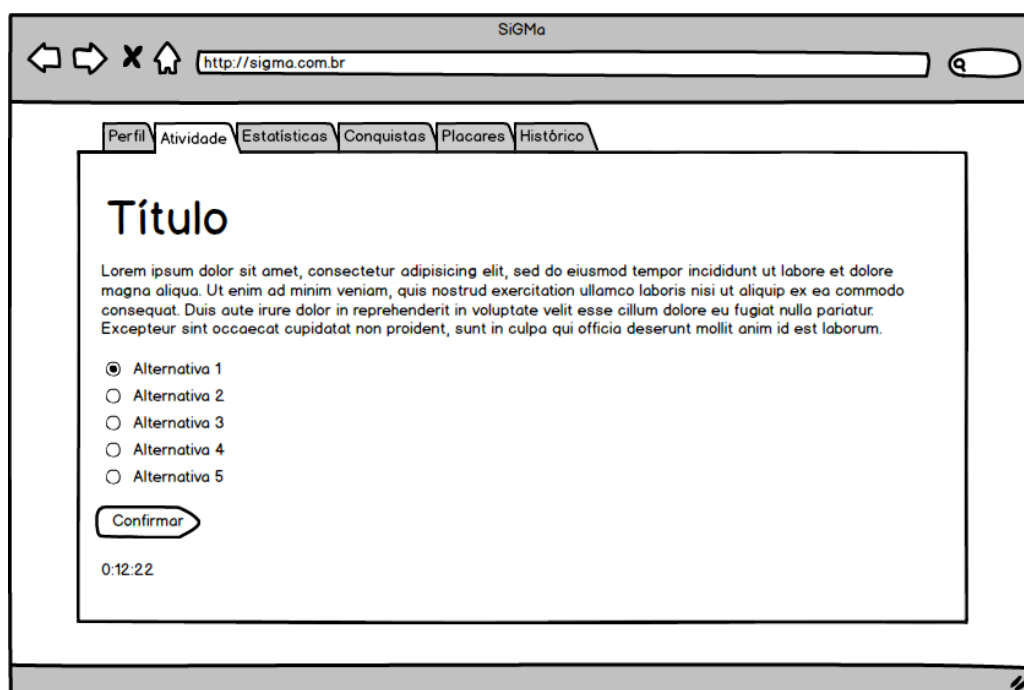


Figura 20 – Mockup de resolução de problemas

Na Figura 20 pode ser observada a questão 114 com o algoritmo para geração de valores aleatórios. Após selecionar a alternativa que o usuário julgar correta, o sistema irá realizar a verificação ao mesmo tempo em que atualiza as estatísticas relacionadas com a questão (Figura 21).

A Figura 21 demonstra a tela de resultados, onde o usuário poderá ou não ganhar uma conquista por realizar uma determinada ação do sistema. O campo do resultado altera de acordo com a resposta (positiva ou negativa). Se o usuário responder corretamente, o botão [próximo] irá aparecer, se o inverso ocorrer, o botão [refazer] poderá ser selecionado. Os problemas são armazenados na seção Histórico (Figura 22).

A Figura 22 representa a seção Histórico, que permite ao usuário visualizar os problemas que já foram feitos. Estes são seguidos pelo resultado de acerto ou erro e o tempo gasto para resolução. Assim, o usuário poderá ter uma visão geral de todos os problemas já realizados.

3.4 *Gamification* do sistema

Em relação aos conceitos de *Gamification* aplicados no sistema, foram implementados: Objetivos, competição, oportunidades, pressão temporal, novidades, níveis, renovação, dados, progresso, pontos, reconhecimento e classificação. Estes foram selecionados, baseados nos conceitos extraídos por [7] (Figura 25).

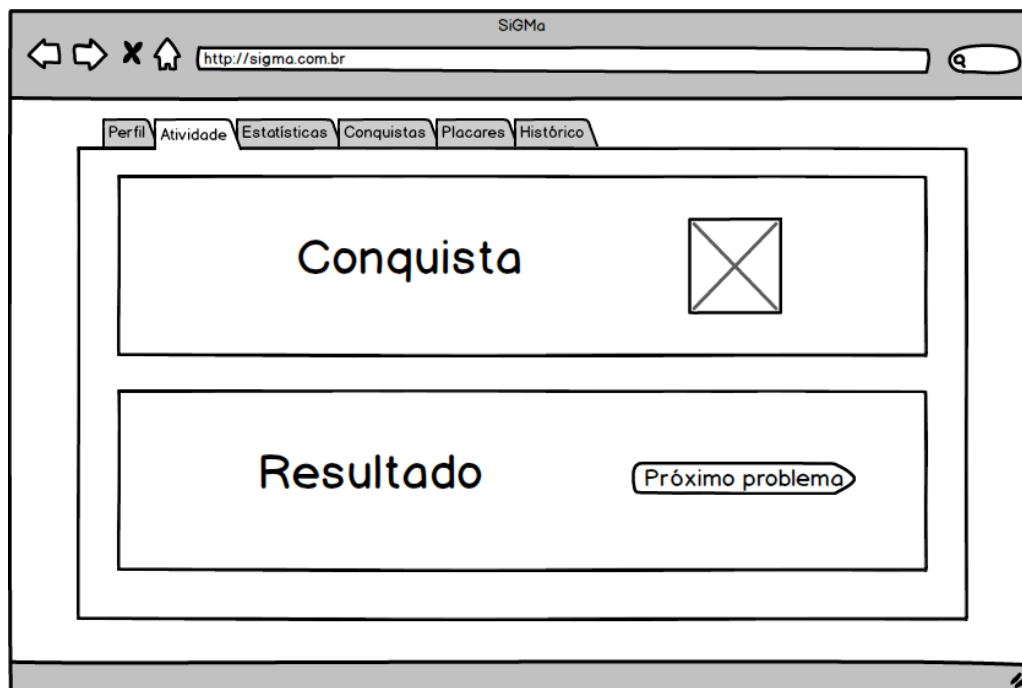


Figura 21 – Mockup de resultados

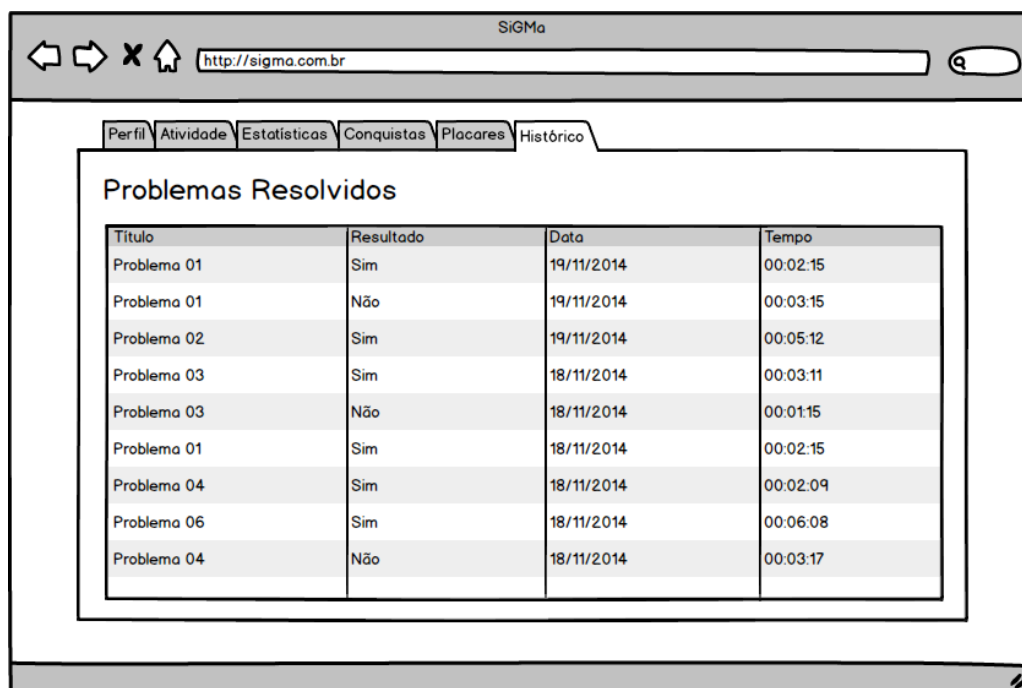


Figura 22 – Mockup de histórico

O objetivo principal consiste na resolução do maior número de questões, da maneira correta, ganhando pontos para alcançar novos níveis e assim, treinar os conhecimentos dos discentes para prepará-los para as próximas olimpíadas. São oferecidas oportunidades iguais a todos os discentes para a resolução das questões, também influenciada pela pressão temporal para o ganho das conquistas (reconhecimento, Figura 23), estas também influenciam na sua classificação.

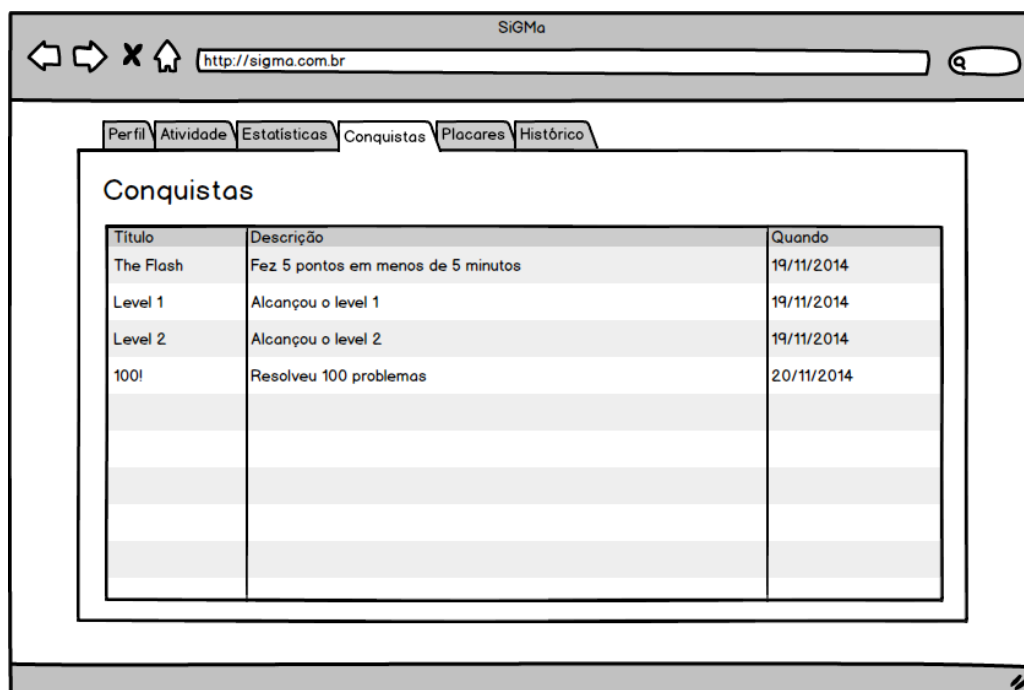


Figura 23 – Mockup de conquistas

A Figura 23 demonstra a aba de Conquistas, onde o usuário pode visualizar o nome e descrição da ação que foi utilizada para desbloquear a conquista. O sistema também informa quando ocorreu o desbloqueio da mesma.

As conquistas foram implementadas baseando-se no modelo definido por [6], podendo ser observadas na Tabela 6. Esta Tabela descreve o contexto em que os pontos e conquistas foram inseridos no sistema, contendo a lista de ações.

Tabela 6 – Contextualização e Ações

Contexto	Ações
Registro	Registrar no sistema
Visitação	Acessar o sistema
Conectar no sistema	Acessar painel de usuário; Alterar informações do usuário;
Resolver questões	Escolher atributos da questão; Acertar questão; Errar questão; Refazer questão; Acumular tempo de resolução;

Os pontos do sistema são cedidos aos usuários que acertarem questões, conforme observado na Tabela 6 (Alocação de pontos). Já as conquistas são distribuídas através da junção das ações do usuário no sistema, por exemplo: Acertar questões de vários subtemas (atributos da questão) do sistema concede a conquista Mestre da Aritmética (Tabela 7) .

A Tabela 7 demonstra as regras de obtenção das conquistas implementadas. A versão completa, com todas as conquistas, pode ser observada na seção de resultados deste trabalho (Tabela 11).

Tabela 7 – Regras das conquistas

Conquista	Regra
Level X	Alcançar o nível X (X varia de 1 a 10)
Fominha	Acertar 10 questões sem errar
Velocista	Acertar 5 questões consecutivas em menos de 5 minutos
Novato da Aritmética	Acertar ao menos 1 questão em todos os subtemas da aritmética
Mestre da Aritmética	Acertar um mínimo de 3 questões em todos os subtemas da aritmética
X!	Acertar X questões (X varia entre 10, 50 e 100)
Você consegue!	Errar 5 questões consecutivas
Não desista!	Errar ao menos 1 questão em todos os subtemas
Senhor do Tempo	Acumular 5 horas na resolução de problemas

Todos estes conceitos influenciam diretamente na competição, que pode ser externamente representada pelos placares de liderança (*Leaderboard*, Figura 24). Este quadro é atualizado semanalmente, além de manter um quadro geral. Foi escolhido este período de rotação para garantir que uma alternância nas posições dos usuários, deste modo é possível que os últimos colocados possam alcançar posições superiores e não se sintam desmotivados ao utilizar o sistema.

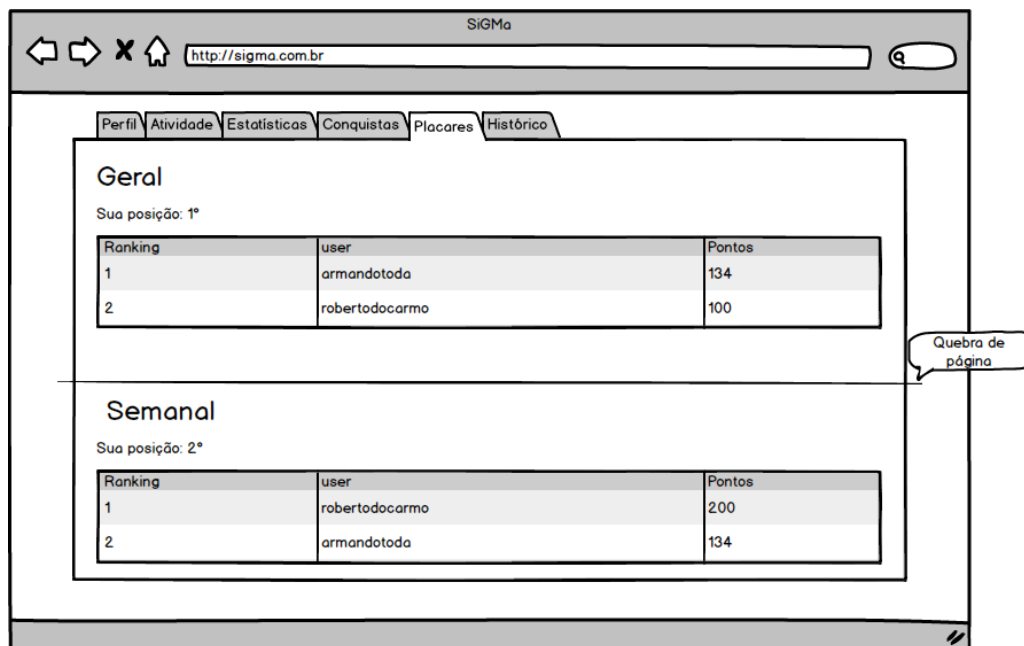


Figura 24 – Mockup dos placares de liderança

A Figura 24 demonstra um exemplo da tela de *Leaderboard*. O *ranking* é a posição do usuário dentro do sistema, estes são identificados pelo nome de usuário que escolheram durante o cadastro. Os usuários são ordenados em ordem decrescente pelos pontos adquiridos.

A todo instante podem ser inseridas novas questões, garantindo a novidade. O

discente pode visualizar seus dados e o seu progresso, assim como realizar as questões sempre que quiser (renovação). A competição é implementada por meio das comparações entre as pontuações e os demais elementos, entre os discentes.

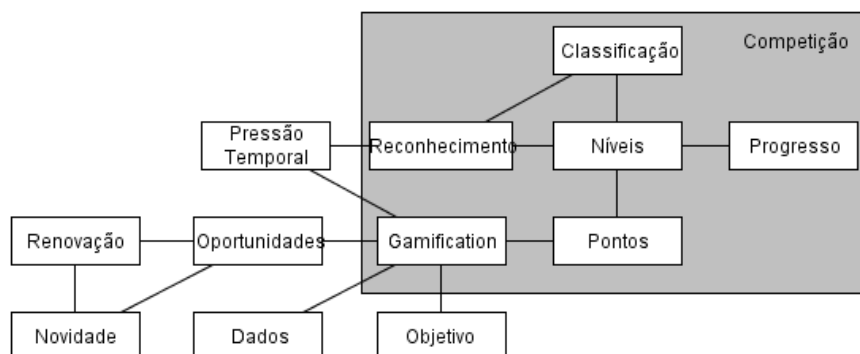


Figura 25 – Relação entre os conceitos de *Gamification* no sistema

A Figura 25 representa os conceitos de *Gamification* e as relações entre os mesmos, conforme descrito anteriormente. A competição é influenciada por vários elementos enquanto a renovação ocorre a cada ciclo quando são oferecidas novas questões, onde todos os estudantes tem oportunidades de realizá-las.

Os pontos influenciam os níveis individuais dos usuários. Estes níveis influenciam no progresso, classificação e reconhecimento do usuário. Estes elementos em conjunto proporcionam uma competição saudável, uma vez que os utilizadores do sistema podem comparar, indiretamente, seus pontos e progresso com os demais usuários do sistema por meio do placar inserido.

O reconhecimento também pode ser influenciado pela pressão temporal, uma vez que o usuário pode ganhar medalhas por realizar um certo número de questões em um determinado tempo. O reconhecimento também pode estar relacionado com os demais conceitos e até mesmo com os erros do usuário, de forma a motivá-lo a continuar utilizando o sistema.

As conquistas, que são uma das representações deste conceito, foram implementadas de forma anônima, de modo que o usuário só saiba que as conquistou ao desempenhar as ações descritas. Este método foi escolhido pois assim, acredita-se que o jogador se sentirá mais motivado pelo elemento surpresa (conforme também explanado no capítulo 2).

As oportunidades influenciam diretamente na renovação e na novidade, uma vez que todos os usuários do sistema podem ter acesso as novas questões inseridas e refazê-las quando solicitado.

Os dados do sistema são representados pelo resumo das estatísticas do usuário, referentes aos pontos, níveis, progresso, classificação, reconhecimento e pressão temporal.

A partir destas informações o usuário pode observar o seu desempenho ao utilizar o sistema.

Acredita-se que com a implementação destes conceitos, o sistema atenda aos seguintes perfis de jogadores, definidos por Marczewski [4]: *Achievers*, pelas recompensas obtidas, *Free Spirits*, pela customização de perfil e *easter eggs*¹ que podem ser encontrados (Exemplo: conquista Fominha com referência ao jogo Pac-Man e conquista Senhor do Tempo, referenciando o seriado Doctor Who), e *Players*, pelos conceitos extrínsecos implementados.

3.5 Teste com usuários (professores)

Após o desenvolvimento do sistema, um questionário foi elaborado para ser aplicado com professores de matemática, do ensino fundamental. Isto foi realizado com a finalidade de medir e avaliar as propriedades pedagógicas da aplicação, antes de aplicá-la diretamente com os estudantes.

Para a avaliação, foram inseridas inicialmente 16 perguntas, aplicadas a um grupo composto de 29 professores de matemática. Estes poderiam ter acesso total ao sistema e suas modificações por 3 meses. Ao final, este grupo responderia outro questionário, dessa vez composto por 23 perguntas.

As perguntas foram baseadas no método de avaliação de aplicações direcionadas a área de *Game-based learning* proposto por Whitton [10] (Tabelas 8 e 9). Algumas perguntas foram adicionadas ao segundo questionário com o intuito de medir a eficiência dos conceitos de jogos digitais implementados.

Tabela 8 – Critério [Implementação] definido por Whitton [10]

Critério	Exemplo
Aprendizado ativo	Encoraja a resolução e exploração de problemas
Engajamento	Alto grau de interatividade, controles intuitivos, níveis ajustáveis
Adequação	Conteúdo ministrado de acordo com o inserido no sistema
Reflexão	Momento cedido ao usuário para refletir os resultados e métodos de sua resposta
Oportunidades Iguais	Garantir as mesmas oportunidades a todos os usuários
Suporte contínuo	Orientação sobre o sistema e as atividades

As Tabelas 8 e 9 referem-se aos tópicos abordados pelo questionário. Além das perguntas elaboradas para avaliar os critérios citados, também foram adicionadas duas

¹ Mensagens internas em um sistema, que normalmente referenciam algo

Tabela 9 – Critério [Interface] definido por Whitton [10]

Critério	Exemplo
Interação flexível	Objetivos e controles claros e explícitos
Suporte social	Oferece maneiras de comunicação entre usuários
Fácil Navegação	Métodos alternativos para navegar dentro do sistema
Controle de usuário	Garante aos usuários que estes possam alterar suas informações de perfil quando bem entenderem
Recuperação de falhas	Facilidade de recuperação após um erro
Interface visual	Aspecto visual de acordo com as necessidades do usuário

perguntas, uma em cada seção, para avaliar o processo de *Gamification*. No questionário final, foi elaborado uma nova seção com a intenção de avaliar os conceitos individuais, da *Gamification* implementados (Tabela 10).

Tabela 10 – Critério de *Gamification*

Critério	Exemplo
Objetivo	Objetivo claro
Recompensas	Garante recompensas e <i>feedback</i> positivo
Pontos	Cede pontos às ações do usuário
Nível e progresso	Converte os pontos acumulados em níveis e progresso
Pressão temporal	Tempo utilizado para a resolução de cada questão
Conquistas	Bonifica o discente com medalhas de reconhecimento
Oportunidades	Todos os usuários possuem as mesmas chances de realizar os mesmos problemas
Renovação	Permite aos usuários realizar o mesmo problema mais de uma vez
Dados e informação	Permite aos usuários visualizar os dados e informações contidos no sistema

Na Tabela 10 encontram-se os conceitos de *Gamification* que foram avaliados pelos professores de matemática. Os conceitos foram selecionados baseando-se nos definidos por Dignan [7] e previamente explanados na seção 2.2. A análise dos resultados será debatida no próximo capítulo.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados da implementação do sistema. Além disto também serão mostrados os dados coletados a partir dos testes realizados com o grupo de professores, visando avaliar as funcionalidades e propriedades pedagógicas da aplicação.

4.1 Sistema

Conforme fora explanado no capítulo 3, o sistema contém dois módulos primários: Administradores e Estudantes. Cada um com funcionalidades distintas (Figura 26), conforme previamente explicado e demonstrado nas Figuras 14 e 17. Estas funcionalidades foram implementadas utilizando o *framework* CakePHP. Esta ferramenta foi escolhida por utilizar um padrão MVC (Model View Controller) o que agiliza na implementação e organização de sistemas de pequeno, médio e grande porte.

A Figura 26 demonstra os Casos de Uso gerados para o sistema, havendo duas especializações do usuário: Padrão (Estudante) e o Administrador. Após a autenticação do usuário, o sistema abre o perfil (Figura 27) onde o aprendiz poderá acessar as demais seções do sistema. As diferenças nas funcionalidades do módulo do Estudante e do Administrador podem ser visualizadas nos menus superiores.

A Figura 27 demonstra a tela principal do perfil do Administrador, mostrando as informações que foram inseridas durante o cadastro. O módulo de administrador contém algumas adições nos menus. Estas permitem a edição, inserção (Figura 28) e visualização (Figura 29) dos dados contidos na aplicação.

A funcionalidade de inserção pode ser visualizada na Figura 28, onde o administrador pode inserir a lógica, através de comandos da linguagem PHP, nos campos. O [Título] representa o nome que será mostrado ao usuário, já o campo [Problema] contém o texto que será visualizado.

Em seguida, o campo [Resposta Certa] contém a lógica da resposta correta enquanto que os próximos campos [N# Resposta errada] contém a lógica de geração das respostas incorretas. Por fim, o administrador pode selecionar o tema e subtema. Na implementação atual, o sistema só suporta problemas de Aritmética, logo todos os problemas são cadastrados neste tema.

A tela de edição é bem similar a de inserção, diferindo apenas que a primeira recupera os dados previamente armazenados, permitindo ao usuário editá-las. O administrador pode alterar todos os campos do problema, incluindo temas e subtemas.



Figura 26 – Casos de Uso do Sistema



Figura 27 – Página do Perfil

Já na visualização dos problemas, visto na Figura 29, é possível visualizar os dados da questão, informações inseridas pelo administrador como tema e subtemas. O administrador também pode adicionar novos subtemas as questões por meio do botão

Home Perfil Adicionar Listar Questionário Respostas do questionário Sair Fale Conosco

Cadastrar Novo Problema

Título
Título do problema

Problema
Problema

Resposta Certa
Lógica, em php, da resposta certa

Primeira Resposta Errada
Lógica, em php, da primeira resposta errada

Segunda Resposta Errada
Lógica, em php, da segunda resposta errada

Terceira Resposta Errada
Lógica, em php, da terceira resposta errada

Quarta Resposta Errada
Lógica, em php, da quarta resposta errada

Subtema
Divisão Euclidiana
Múltiplos e Divisores
Fatoração
Critérios de Divisibilidade

Submit

Figura 28 – Página de Inserção

[Novo subtema].

O Administrador do sistema também pode visualizar as estatísticas dos problemas, temas e subtemas (Figura 30). Nesta tela, é possível visualizar um resumo geral de áreas específicas do sistema.

Na Figura 30 é possível visualizar as estatísticas dos subtemas. A tela mostra o número de questões, certas e erradas, e o tempo médio para resolvê-las. Acredita-se que esta informação será de grande valor para identificar os subtemas que os discentes tem mais dificuldade.

Já no módulo de estudante, o usuário pode acessar a mesma tela de perfil que o

Home Perfil Adicionar Listar Questionário Respostas do questionário Sair Fale Conosco

(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)

Id 2

Título (OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)

Problema "Jorge passeia por um caminho em forma de retângulo, onde estão dispostas 12 árvores, brincando de tocar cada árvore durante seu passeio. Tocando a primeira árvore e caminhando em sentido horário, qual seria a árvore de número ".Sx. " tocada por Jorge?";

Nível 1

Resposta correta Sx = rand(1,100); Sr = Sx % 12;

Respostas incorretas Sr1 = Sx - 12;
Sr2 = Sx + 12;
Sr3 = (Sx / 12)+13;
Sr4 = Sx * 12;

Created 2014-07-17 20:06:54

Modified 2014-08-22 06:47:54

Subtemas

+ New Subtema

Figura 29 – Página de visualização de problemas

Home Perfil Adicionar Listar Questionário Respostas do questionário Sair Fale Conosco

Quantidade de Questões Respondidas: **240**

Quantidade de Questões Acertadas : **162**

Quantidade de Questões Erradas : **78**

Subtema	Qtd de Acertos	Qtd de Erros	Tempo Acerto	Tempo Erro	Tempo Total
Múltiplos e Divisores	1	0	00:00:13	00:00:00	00:00:13
Operações Básicas	1	0	00:00:13	00:00:00	00:00:13

Quantidade de Subtemas: (11) Tempo em

Quantidade de Problemas ACERTADOS por Subtemas: 162

Quantidade de Problemas ACERTADOS por Subtemas

Múltiplos e Divisores Operações Básicas

Highcharts.com

Quantidade de Subtemas: (11)

Figura 30 – Página de estatísticas de subtemas

administrador (visualizado na Figura 27). A partir desta tela, o aprendiz pode navegar pelas seções do sistema através das abas.

Na aba Atividade, o usuário pode escolher o tema, subtema e nível do problema que deseja resolver, conforme pode ser observado na Figura 31. O sistema então busca na

base de questões registradas o problema que atenda as propriedades da busca.

The screenshot shows a web interface titled "Perfil". At the top, there are six tabs: "Informação", "Atividade", "Estatística", "Conquista", "Placares", and "Histórico". Below the tabs, there is a prompt: "Selecione o Tema, Subtema e o nível do problema a ser resolvido:". There are three dropdown menus: "Tema" with "Aritmética" selected, "Subtema" with "Divisão Euclidiana" selected, and "Nível" with "1" selected. A green "Começar" button is located at the bottom left of the selection area.

Figura 31 – Página de seleção de problemas

Em seguida, como pode ser observado na Figura 32, o problema é mostrado ao usuário. As variáveis que foram armazenadas no campo [Problema] foram convertidas em texto, e os valores são gerados de maneira aleatória e que estejam de acordo com as propriedades do problema. As respostas são geradas baseadas no algoritmo inserido, além de trocar as posições em cada iteração. Também é possível visualizar um contador que armazena o tempo utilizado pelo usuário para resolver o problema.

The screenshot shows a math problem page titled "(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)". The text of the problem is: "Jorge passeia por um caminho em forma de retângulo, onde estão dispostas 12 árvores, brincando de tocar cada árvore durante seu passeio. Tocando a primeira árvore e caminhando em sentido horário, qual seria a árvore de número 80 tocada por Jorge?". Below the text are five radio button options: "8", "960", "92", "68", and "19.6666666666667". A "Verificar" button is located below the options. At the bottom left, there is a yellow timer showing "00:00:30".

Figura 32 – Página do problema

Após selecionar a resposta que julgar correta, o usuário é enviado para a tela de *feedback* onde o resultado é, então, mostrado. Se a resposta correta for selecionada, o usuário poderá prosseguir com a próxima questão, caso contrário poderá refazê-la. Tudo é contabilizado nas estatísticas pessoais de cada usuário.

O aprendiz também poderá adquirir medalhas (Figura 34) baseando-se nas ações realizadas no sistema, e aumentar de nível enquanto acertar mais questões. A Figura



Figura 33 – Página de *feedback*

34 demonstra um *pop-up* da medalha desbloqueada, após uma determinada condição ser atingida.



Figura 34 – Página de conquistas

Já para os níveis, com o intuito de deixar o sistema mais desafiador, foi escolhido um sistema de “ganho e perda”. O usuário ganha pontos ao acertar as questões porém também pode perdê-los ao errá-las. A penalidade dos pontos aumenta de acordo com o nível de usuário, exemplificando: Se o usuário estiver no nível 8, ele corre o risco de perder

8 pontos se errar uma questão. A Figura 35 demonstra a tela de aumento e decréscimo de nível que é mostrada ao usuário no caso destas condições serem atingidas.



Figura 35 – Página de níveis

A próxima aba do menu principal é a de estatísticas, onde o usuário pode visualizar as informações acerca de sua utilização do sistema. A Figura 36 resume a informação em Total de pontos, nível do usuário, pontos para o próximo nível, acertos, erros, total de questões resolvidas, tempo total de resolução e a barra de progresso para o próximo nível.



Figura 36 – Página de estatísticas de usuários

A próxima aba, conquistas, contém as medalhas desbloqueadas pelo usuário. Estas foram adquiridas através de comandos de navegação e resolução de problemas. Cada entrada consiste no nome, condição e quando foi alcançada, conforme pode ser observada na Figura 37.

Inicialmente foram implementadas 20 conquistas no sistema, 10 destas consistem no aumento do nível do usuário e as demais em ações que devem ser desempenhadas no sistema. A Tabela 11 contém todas as conquistas implementadas, utilizando o método de [6], descrito no capítulo 3.

Tabela 11 – Conquistas implementadas

Título	Descrição
Level 1	Alcançou o nível 1 (conquista padrão)
Level 2	Alcançou o nível 2
Level 3	Alcançou o nível 3
Level 4	Alcançou o nível 4
Level 5	Alcançou o nível 5
Level 6	Alcançou o nível 6
Level 7	Alcançou o nível 7
Level 8	Alcançou o nível 8
Level 9	Alcançou o nível 9
Level 10	Alcançou o nível 10
Fominha	Acertou 10 questões sem errar
Velocista	Acertou 5 questões consecutivas em menos de 5 minutos
Novato da Aritmética	Acertou ao menos 1 questão em todos os subtemas da aritmética
Mestre da Aritmética	Acertou um mínimo de 3 questões em todos os subtemas da aritmética
10!	Acertou 10 questões
50!	Acertou 50 questões
100!	Acertou 100 questões
Você consegue!	Errou 5 questões consecutivas
Não desista!	Errou ao menos 1 questão em todos os subtemas
Senhor do Tempo	Acumulou 5 horas na resolução de problemas

Conforme pode ser observado na Tabela 11, foram implementadas conquistas que recompensam: o progresso do jogador, ao passar de níveis; a quantidade de acertos (pontos); tempo investido no sistema (pressão temporal); variedade nas resoluções das questões (novidade e renovação);

Também pode ser observado que há conquistas que recompensam o esforço, como [Você consegue!] e [Não desista!], uma vez que estas conquistas são alcançadas a partir dos erros do usuário. Todas estas conquistas foram implementadas como objetos anônimos, ou seja, o jogador só saberá que as conquistou após realizar as ações descritas.

Em seguida, a aba de Placares agrupa os usuários, baseando-se na pontuação geral de cada um, em placares gerais e semanais. Placares são um dos conceitos de jogos digitais que influenciam a competição dentro de um sistema, enquanto o jogador é desafiado a manter-se no topo do *ranking*.

A Figura 38 demonstra os placares, agrupando-os usuários pela ordem decrescente de suas pontuações totais. Também é mostrado a posição atual do aprendiz no sistema juntamente com os nomes de usuário dos demais. A implementação deste conceito visa

Perfil

Informação
Atividade
Estatística
Conquista
Placares
Histórico

Conquistas liberadas:

Nome	Descrição	Quando Conquistou
Level 1	Alcançou o level 1	2014-10-15 15:15:34
Velocista	Acertou 5 questões consecutivas em menos de 5 minutos!	2014-10-15 15:16:56
10!	Acertou 10 questões	2014-10-16 17:08:36
Fominha	Acertou de 10 questões sem errar	2014-10-16 17:08:51
Level 3	Alcançou o level 3	2014-10-16 17:09:42
Você conseguiu!	Errou 5 questões seguidas.	2014-10-16 17:10:17
Level 2	Alcançou o level 2	2014-10-16 17:10:29
Level 4	Alcançou o level 4	2014-10-16 17:13:12
50!	Acertou 50 questões	2014-10-16 17:13:57
Level 5	Alcançou o level 5	2014-10-20 17:35:31
Level 6	Alcançou o level 6	2014-10-20 17:56:17

Figura 37 – Página de conquistas do usuário

Perfil

Informação
Atividade
Estatística
Conquista
Placares
Histórico

Placar Mensal

Nome: armandotoda Posição 14º

Colocação	Nome de usuário	Pontuação
1	fefirodrigues	299
2	pedro H.P.G.	274
3	gabrielalmeida	240
4	calvinsd	163
5	Leonardo Costa	140
6	rafabuzina@hotmail.com	86
7	Renata Cristina	63
8	caio_181	45
9	mbragatto	44
10	Eliana	43
11	Silvana	42
12	Jarbas	42
13	AfonsoHD	39
14	armandotoda	27

Figura 38 – Página de placares

criar um senso competitivo entre os usuários.

Por fim, a aba Histórico demonstra uma listagem de todos os problemas resolvidos pelo usuário, assim como seus resultados e quando foram feitos. Isto permite ao estudante a ter uma visão geral de seu progresso individual no sistema. A tela pode ser observada na Figura 39.

Perfil

[Informação](#)
[Atividade](#)
[Estatística](#)
[Conquista](#)
[Placares](#)
[Histórico](#)

Problemas Respondidos:

Titulo do Problema	Acertou?	Quando Respondeu	Quanto tempo levou para responder?
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	15/10/2014 15:16:31	00:00:02
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	15/10/2014 15:16:37	00:00:03
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	15/10/2014 15:16:44	00:00:03
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	15/10/2014 15:16:49	00:00:02
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	15/10/2014 15:16:55	00:00:02
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	16/10/2014 17:08:19	00:00:02
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	16/10/2014 17:08:23	00:00:01
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	16/10/2014 17:08:28	00:00:01
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	16/10/2014 17:08:32	00:00:01
(OBMEP 2010 - Questão 114 Modificada)	Sim	16/10/2014 17:08:36	00:00:02

Página 1 de 9, mostrando 10 registros no total de 84.

« 1 2 3 4 5 6 7 8 9 »

Figura 39 – Página de Histórico

4.2 O Estudo

Esta seção descreverá os resultados obtidos por meio dos estudos realizados para avaliar as propriedades pedagógicas do sistema, baseando-se na avaliação proposta por Whitton [10]. Os testes iniciaram a partir da abertura do sistema para um grupo de professores, do Ensino Fundamental ao Médio da rede pública de ensino, que interagiram com o sistema por 3 meses contínuos, conforme descrito anteriormente.

Inicialmente, foi elaborado um questionário baseado no proposto por Whitton [10]. Este visava analisar alguns tópicos contidos em aplicações *Game-based learning* e podem ser vistos na Tabela 10. O questionário foi feito utilizando a escala Likert variando de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente).

O primeiro questionário (Q1) foi aplicado em agosto de 2014, com um grupo de 29 professores de matemática, do ensino fundamental. Estes foram selecionados por terem

turmas e/ou alunos com foco na resolução de problemas da OBMEP. Estes professores foram expostos ao sistema, e convidados a continuarem usando por 3 meses. A avaliação inicial pode ser visualizada na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados dos testes preliminares

Implementação	Média	(%)
Aprendizado ativo	3,96	79,2
Classificação correta	3,38	67,6
Engajamento	3,66	73,2
Reflexão	3,83	76,6
Dificuldade coerente	2,90	58
Suporte de usuários	2,07	41,4
Relevância do <i>Gamification</i>	4,17	83,4
Interface		
Navegação intuitiva	3,55	71
Adequação do aspecto visual	3,69	73,8
Estatísticas relevantes	4,17	83,4
Dificuldade ajustável	3,21	64,2
Recuperação de falhas	2,55	51
Troca de informação	2,45	49
Propriedades pedagógicas do <i>Gamification</i>	4,14	82,8

A Tabela 12 demonstra os resultados encontrados nos testes preliminares. Uma média das somas foi realizada, onde o valor mínimo era 1 e o máximo 5, logo todos os valores que ultrapassaram 2,5 foram considerados relevantes, uma vez que estão acima da escala média.

Dos 14 tópicos analisados, 2 não alcançaram a média definida (Figura 40), sendo estes [Suporte de usuários] e [Troca de informação]. Em seguida, 4 tópicos estiveram na faixa aceitável entre 50% e 70%: [Recuperação de falhas], [Dificuldade ajustável], [Dificuldade coerente] e [Classificação correta]. Os demais tópicos alcançaram um valor acima dos 70% (este valor foi usado como referência uma vez que é o mais usual dentre a maioria das instituições de ensino do país).

Conforme observado no gráfico da Figura 40, o tópico [Suporte de Usuários] e [Troca de Informação] obtiveram menos de 50% da avaliação dos usuários. Isto ocorreu pelo fato do sistema, no período inicial, não possuir nenhum meio de comunicação com os administradores, além de não possuir também o placar implementado (que seria utilizado como um dos meios para troca de informações entre os usuários).

O questionário também continha um campo onde os professores de matemática poderiam postar quaisquer comentários relacionados a defeitos, melhorias e críticas. As respostas deste campo foram armazenadas, analisadas e sumarizadas em tópicos. Estes tópicos consistiram nas melhorias que seriam implementadas no sistema até o final do

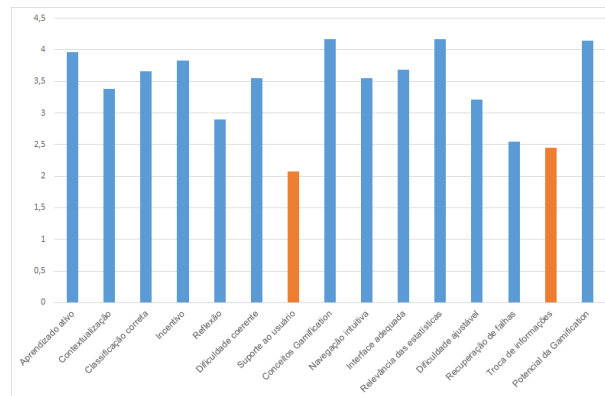


Figura 40 – Resultados do Questionário 1 (Q1)

período pré-determinado.

Inicialmente, embora houvessem muitas alterações técnicas, como a alteração do layout para algo mais intuitivo e correção de defeitos relacionado a resolução de questões, houve uma unanimidade quanto a aceitação dos conceitos de *Gamification* que foram aplicados, inicialmente.

Nesta primeira versão do sistema apenas alguns dos conceitos foram implementados, como pontos e pressão temporal, no entanto, alguns professores reportaram que estes conceitos seriam uma das maiores vantagens do sistema, por estar mais próximo da realidade dos alunos.

Outras observações e sugestões dos professores teriam sido um meio de comunicação com os administradores, diretamente pelo sistema, assim como a implementação de um módulo exclusivo que poderia ser utilizado pelos professores, onde estes poderiam criar salas de aula para monitorar seus alunos.

Ao final dos 3 meses de uso, foi aplicado o segundo questionário, em novembro, com o mesmo grupo de professores (Figura 41). Desta vez, apenas 26 indivíduos optaram por responder o segundo questionário, uma vez que alguns não puderam comparecer ao encontro. O segundo questionário diferia do primeiro, contendo uma seção para avaliar a relevância de cada conceitos de jogo implementado.

Conforme pode ser observado na Figura 41, os resultados do Q2 foram superiores aos de Q1. Isto também pode ser observado na Tabela 13, que também apresenta os resultados dos conceitos de jogos, avaliados individualmente.

Na Tabela 13 podem ser visualizados os resultados do segundo e último questionário, aplicado ao grupo de professores no final dos 3 meses de experimentação. Dos 12 tópicos avaliados neste questionário, nenhum obteve um valor abaixo da média (2,5) e houveram aumentos substanciais em relação ao último questionário. Este aumento pode ser visualizado nos tópicos [Dificuldade coerente], [Suporte de usuário], [Navegação intuitiva], [Recuperação de falhas] e [Troca de informações].

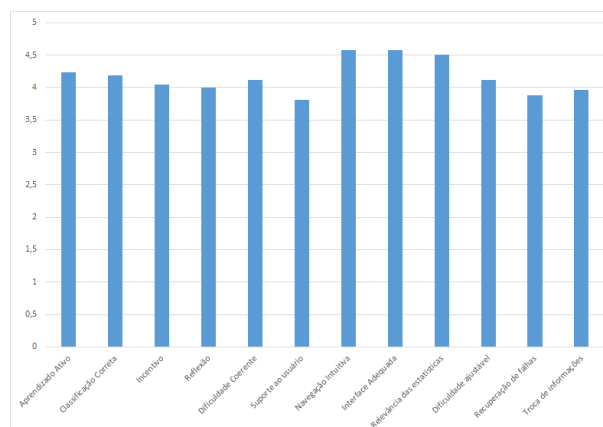


Figura 41 – Resultado do Questionário 2 (Q2)

Tabela 13 – Resultados finais dos testes

Implementação	Média	(%)
Aprendizagem ativa	4,23	84,6
Classificação correta	4,19	83,8
Engajamento	4,04	80,8
Reflexão	4,00	80,0
Dificuldade coerente	4,12	82,4
Suporte de usuário	3,81	76,2
Interface		
Navegação intuitiva	4,58	91,6
Aspecto visual adequado	4,58	91,6
Relevância das estatísticas	4,5	89,2
Dificuldade ajustável	4,12	82,4
Recuperação de falhas	3,88	77,6
Troca de informação	3,96	79,2
Gamification Concepts		
Objetivo	4,27	85,4
Recompensas	4,35	87
Pontos	4,31	86,2
Nível e progresso	4,31	86,2
Pressão temporal	4,19	83,8
Conquistas	4,23	84,6
Placares	4,42	88,4
Oportunidades	4,54	90,8
Renovação	4,11	82,2
Dados	4,5	90

Isto ocorreu devido as mudanças que foram realizadas, a partir dos comentários e sugestões dos docentes na primeira avaliação (Q1). Uma das mudanças mais drásticas no sistema é observada no *layout*, que segundo os docentes, permitiu uma melhor navegabilidade nos conteúdos do sistema. Os dados podem ser visualizados na tabela 14.

A comparação dos resultados de ambos os questionários pode ser visualizada na

Tabela 14 – Comparação entre as respostas do primeiro (Q1) e segundo questionários (Q2)

Implementação	Q1	Q2	Aumento (%)
Aprendizado ativo	3,96	4,23	5,4
Classificação correta	3,38	4,19	16,2
Engajamento	3,66	4,04	7,6
Reflexão	3,83	4,00	3,4
Dificuldade coerente	2,90	4,12	24
Suporte de usuário	2,07	3,81	34,8
Interface			
Navegação intuitiva	3,55	4,58	20,6
Interface adequada	3,69	4,58	17,8
Relevância da estatística	4,17	4,5	6,6
Dificuldade ajustável	3,21	4,12	18,2
Recuperação de falhas	2,55	3,88	26,6
Troca de informação	2,45	3,96	30,2

Tabela 14. Estes mostram que as modificações influenciaram de maneira positiva na aceitação do sistema. As atualizações na interface visual foram as responsáveis pelo aumento na aceitação deste tópico em relação a Implementação.

Já para os conceitos de *Gamification*, todos tiveram uma boa aceitação pelos professores, obtendo valores acima da média (Figura 42). Segundo os professores que responderam ao questionário, os conceitos implementados foram um diferencial no sistema, principalmente em relação as conquistas e placares, que segundo os docentes, estão presentes no cotidiano de seus alunos.

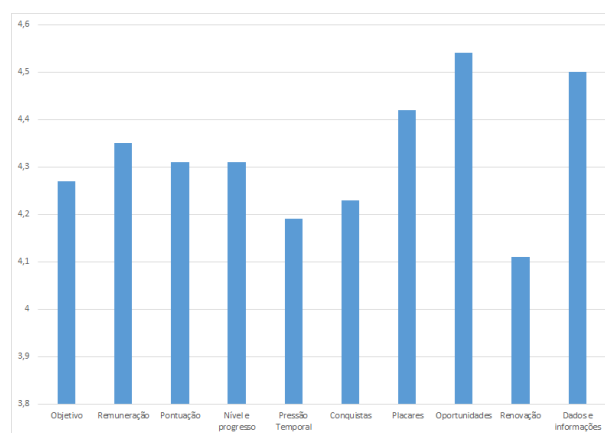


Figura 42 – Resultados da avaliação dos conceitos de jogos em Q2

A Figura 42 apresenta a avaliação individual dos conceitos de jogos implementados no sistema. O Conceito de Oportunidades alcançou a maior média, visto que alguns professores elogiaram as chances equitativas, oferecidas a todos os usuários do sistema. A Renovação obteve a menor média, porém ainda acima dos 70% estipulados. Segundo os

professores, este conceito já havia sido avaliado no primeiro momento (Q1) e não houve mudanças, neste, desde então.

A partir disso, concluí-se que a utilização destes conceitos foram, de fato, um diferencial nas expectativas do usuário para com o sistema. Foi observado também que a maioria dos usuários tiveram facilidade em manusear o sistema no novo *layout*, ainda que alguns dos entrevistados tivessem tido uma dificuldade inicial.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e avaliação de um sistema gamificado direcionado para o treinamento de discentes para aulas de matemática, e consequentemente para as futuras OBMEP. A aplicação está implementada com conceitos e mecânicas presentes em jogos (*Gamification*) com o intuito de engajar e motivar os usuários a resolver os problemas implementados.

Foi realizado um estudo acerca dos conceitos de *Gamification*, partindo inicialmente da área de jogos digitais e explorando as propriedades individuais de cada mecânica. Também foi realizada pesquisas em trabalhos relacionados para obtenção de ferramentas que pudessem auxiliar na implementação deste processo, como é o caso do método de inserção de conquistas proposto por Bista e Nepal[6].

O estudo realizado acerca dos arquétipos de jogadores, definidos inicialmente por Bartle [3] e incrementados por Marczewski [4], também foram importantes para determinar os conceitos que seriam utilizados, visando o público alvo final.

Também foi proposto uma método para inserção dos problemas no banco de dados do sistema. Esta consistia em fases distintas e interdependentes, que podem ser realizadas por quaisquer profissionais da área da matemática, que tiverem conhecimentos básicos de algoritmos. Neste método, são analisados inúmeros fatores de cada questão com o intuito de generalizar as variáveis para geração aleatória dos mesmos sem que fosse alterada a lógica da questão.

Acredita-se que com esta implementação, vários discentes poderão resolver a mesma questão utilizando a mesma lógica para encontrar valores diferentes como resultado. Além disso, acredita-se que a implementação da *Gamification* irá estimulá-los a resolver mais problemas, afim de resgatar as conquistas disponíveis.

Além disto, também foi implementada a seção de estatísticas que permite ao administrador visualizar um resumo geral dos problemas, temas e subtemas resolvidos no sistema. Estas informações serão responsáveis pela geração de relatórios que auxiliarão professores a encontrarem as maiores dificuldades de seus alunos, consequentemente podendo melhorar suas metodologias de ensino e aprendizagem para abordagem dos temas.

Os testes de 3 meses, realizados com o grupo de professores de matemática, avaliaram as propriedades pedagógicas através de um questionário baseado na metodologia de avaliação de [10], para avaliar aplicações direcionadas a *Game-based learning*. O sistema conseguiu uma boa aceitação por parte dos professores e já está em fase de testes com um grupo de estudantes do ensino fundamental.

Para trabalhos futuros, pretende-se expandir os outros temas abordados pela OB-MEP (Geometria e Combinatória). Pretende-se também como trabalho futuro, medir o desempenho e performance do grupo de estudantes que utilizará o sistema no decorrer do ano, com o intuito de analisar se o mesmo está alcançando o que é proposto.

REFERÊNCIAS

- [1] RAYMER, R. Gamification: Using Game Mechanics to Enhance eLearning. *Elearn Magazine*, n. September, 2011. Disponível em: <<http://www.tk12.astd.org/tk12/public/SessionDetails.aspx?SessionId=6255>>.
- [2] DETERDING, S. Gamification: Designing for Motivation. *interactions. acm. org*, p. 14–17. Disponível em: <http://dl.acm.org/ft/_gateway.cfm?id=2212877/#page=16>.
- [3] BARTLE, R. *Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs*. 1996. Disponível em: <<http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>>.
- [4] MARCZEWSKI, A. *Gamification: A Simple Introduction & a Bit More*. Amazon Digital Services, Inc., 2013. 153 p. Disponível em: <http://www.amazon.com/Gamification-Simple-Introduction-Bit-More-ebook/dp/B007U44MDU/ref=sr__1__2?ie=UTF8&qid=1424452156&sr=8-2&keywords=gamification>.
- [5] CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Flow-The-Psychology-Optimal-Experience/dp/0061339202>>.
- [6] BISTA, S.; NEPAL, S. Using gamification in an online community. . . .), *2012 8th International . . .*, p. 611–618, 2012. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6450959>.
- [7] DIGNAN, A. *Game Frame*. Free Press, 2011. 224 p. ISBN 1451611056. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Game-Frame-Using-Strategy-Success/dp/B0054U5EHAhttp://books.google.com/books?id=nkUr1RI21jcC>>.
- [8] PINK, D. H. *Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us*. Riverhead Books, 2011. 272 p. ISBN 1594484805. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Drive-Surprising-Truth-About-Motivates/dp/1594484805>>.
- [9] APARICIO, A.; VELA, F. Analysis and application of gamification. In: *Proceedings of the 13th . . .* [s.n.], 2012. ISBN 9781450313148. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2379653>>.
- [10] WHITTON, N. *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces*. IGI Global, 2009. ISBN 9781605663609. Disponível em: <<http://www.igi-global.com/chapter/games-based-learning-advancements-multi/18786>>.
- [11] PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENTS ASSESSMENT (PISA) RESULTS FROM PISA 2012. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2013/country_note_brazil_pisa_2012.pdf>.
- [12] OLIMPÍADA Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br/>>.

- [13] ERENLI, K. The impact of gamification: A recommendation of scenarios for education. *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2012 15th ...*, 2012. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6402106>.
- [14] MESQUITA, M. A. A.; TODA, A. M.; BRANCHER, J. D. Ninjas do Português: Uma proposta lúdica para auxiliar nas aulas de Língua Portuguesa. *Simpósio Brasileiro de Jogos Digitais*, p. 547–550, 2013.
- [15] Marc Prensky; PRENSKY, M. Digital game-based learning. *Computers in Entertainment, Games2Train*, New York, v. 1, n. 1, p. 21, out. 2003. ISSN 15443574. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=950566.950596http://www.amazon.com/Digital-Game-Based-Learning-Marc-Prensky/dp/1557788634/ref=sr_l_3?ie=UTF8&qid=1396875803&sr=8-3&keywords=Prensky>.
- [16] MCGONIGAL, J. *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin Group , The, 2011. 2009–2011 p. ISBN 0143120611, 9780143120612. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2207854http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1972527>>.
- [17] ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps [Paperback]*. O'Reilly Media; 1 edition, 2011. 208 p. ISBN 1449397670. Disponível em: <http://www.amazon.com/Gamification-Design-Implementing-Mechanics-Mobile/dp/1449397670/ref=sr_l_8?ie=UTF8&qid=1395318226&sr=8-8&keywords=gamification>.
- [18] DETERDING, S. et al. Gamification: Toward a definition. *CHI 2011 Workshop Gamification Research Network*, p. 12–15, 2011. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Gamification:+Toward+a+Definition\#0>>.
- [19] MEKLER, E.; BRÜHLMANN, F. Disassembling gamification: the effects of points and meaning on user motivation and performance. *CHI'13 Extended Abstracts ...*, p. 1137–1142, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2468559>>.
- [20] LEE, H.; DOH, Y. A Study on the Relationship between Educational Achievement and Emotional Engagement in a Gameful Interface for Video Lecture Systems. *Ubiquitous Virtual Reality (ISUVR), 2012 ...*, Ieee, p. 34–37, ago. 2012. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6296804http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6296804>.
- [21] FURIÓ, D. et al. Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game. *Computers & Education*, Elsevier Ltd, v. 64, p. 1–23, maio 2013. ISSN 03601315. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131512002850>>.
- [22] BELL, J.; SHETH, S.; KAISER, G. Increasing Student Engagement in Software Engineering with Gamification. *Proceedings of the 4th international workshop on Social software engineering - SSE '11*, ACM Press, New York, New York, USA, p. 1–2, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2024645.2024657>>.
- [23] HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? - A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii*

- ..., 2014. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/256743509__Does_Gamification_Work_A_Literature_Review_of_Empirical_Studies_on_Gamification/file/9c960523b36be81843.pdf>.
- [24] LEE, 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>>.
- [25] FUNDAMENTAL, S. d. E. a. *Parâmetros curriculares nacionais : matemática*. Brasília: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>, 1997. 142 p.
- [26] KAPP, K. M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer & Company, maio 2012. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2378737>>.
- [27] SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press, out. 2003. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1215723>>.
- [28] KOSTER, R.; WRIGHT, W. *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, nov. 2004. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1207478>>.
- [29] NELSON, M. Soviet and American precursors to the gamification of work. *Proceeding of the 16th International Academic ...*, p. 23–26, 2012. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2393138>>.
- [30] REDMAN, T.; MATHEWS, B. Managing Services: Should We Be Having Fun? *The Service Industries Journal*, Routledge, v. 22, n. 3, p. 51–62, jul. 2002. ISSN 0264-2069. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/714005085>>.
- [31] ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, v. 38, n. 9, p. 25–32, set. 2005. ISSN 0018-9162. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1510565>>.
- [32] AZADEGAN, A. Serious Games Integration in Companies: A Research and Application Framework. ...), *2012 IEEE 12th International Conference on*, Ieee, p. 485–487, jul. 2012. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6268157http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6268157>.
- [33] DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. *Proceedings of the 15th ...*, p. 9–15, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>>.
- [34] BORGES, S. D. S. et al. Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático. n. Cbie, p. 234–243, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2501>>.
- [35] CHENG, C.-H.; SU, C.-H. A Game-based learning system for improving student's learning effectiveness in system analysis course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 31, n. 2011, p. 669–675, jan. 2012. ISSN 18770428. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042811030515>>.
- [36] BAEK, Y. *Gaming for Learning : Digital Role Playing as a Motivator of Study*.

- [37] FAIOLA, A. et al. Correlating the effects of flow and telepresence in virtual worlds: Enhancing our understanding of user behavior in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, v. 29, n. 3, p. 1113–1121, maio 2013. ISSN 07475632. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563212002713>>.
- [38] DECI, E.; RYAN, R. *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer, 1985. (Perspectives in Social Psychology). ISBN 9780306420221. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=p96Wmn-ER4QC>>.
- [39] SMITH-ROBBINS, S. This Game Sucks”: How to Improve the Gamification of Education. *Educause Review*, v. 46, n. 1, p. 58–59, 2011. ISSN 15276619. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/catalog/game-sucks-improve-gamification-education/>>.
- [40] IOSUP, A.; EPEMA, D. An experience report on using gamification in technical higher education. In: *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '14*. New York, New York, USA: ACM Press, 2014. p. 27–32. ISBN 9781450326056. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2538862.2538899>>.
- [41] ANDRADE, J. O.; CANESE, M. Um Sistema Web Gamificado para a Aprendizagem de Lógica Formal. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educativa*, n. Cbie, p. 426–435, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2521>>.
- [42] oES, J. S.; REDONDO, R. R. D.; VILAS, A. A. F. A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, v. 29, n. 2, p. 345–353, mar. 2012. ISSN 07475632. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.007><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563212001574>>.
- [43] ANDERSON, A.; HUTTENLOCHER, D. Steering user behavior with badges. *Proceedings of the 22nd . . .*, p. 95–105, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2488398>>.

Anexos

TRABALHOS PUBLICADOS PELO AUTOR

Trabalhos publicados pelo autor durante o programa.

1. Armando Maciel Toda, Roberto Santos do Carmo, Ana Lúcia da Silva, Jacques Duílio Brancher **A gamified online system to aid in math lessons of junior and middle high students**, 2014 IEEE International Conference on Computer and Information Technology , 09/2014, 612–621, (B1)
2. Armando Maciel Toda, Roberto Santos do Carmo, João Coelho Neto, Ana Lúcia da Silva, Jacques Duílio Brancher, **Desenvolvimento de uma aplicação web para auxiliar no ensino da Matemática para alunos do Ensino Fundamental**, 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 11/2014o, 392–401, (B2)
3. Armando Maciel Toda, Roberto Santos do Carmo, Ana Lúcia da Silva, Jacques Duílio Brancher **Project SIGMA An Interactive Online tool to aid in students Math lessons with gamification concepts**, XXXIII Conferencia Internacional de la Sociedad Chilena de Ciencias de la Computación , 11/2014, (B3)
4. Marcell Amorim Almeida Mesquita, Armando Maciel Toda, Jacques Duílio Brancher, Ricardo Melo Casseb do Carmo **Utilizing gamification with social network to aid students in programming languages lessons in higher education IT courses**, Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education, 01/2014, 718, (A2)
5. Estevan Brandt Costa, Armando Maciel Toda, Marcell Almorim Almeida Mesquita, Jacques Duílio Brancher **Interactive Data Structure Learning Platform**, Computational Science and Its Applications, Springer International Publishing, v14, 186–196, (B1)
6. Estevan Brandt Costa, Armando Maciel Toda, Marcell Almorim Almeida Mesquita, Jacques Duílio Brancher **Data Structure Learning Platform to Aid in Higher Education IT Courses**, International Conference on Computational Science and its Applications, 07/2014, 246–251, (B1)
7. Marcell Amorim Almeida Mesquita, Armando Maciel Toda, Jacques Duílio Brancher **BrasilEduca - An Open-Source MOOC platform for Portuguese speakers with gamification concepts**, 2014 IEEE Frontiers in Education Conference, 10/2014, 446–449, (B2)

8. Marcell Amorim Almeida Mesquita, Armando Maciel Toda, Jacques Duílio Brancher **Ninjas do Português: Uma proposta lúdica para auxiliar nas aulas de Língua Portuguesa**, Proceedings do XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 10/2013, 547–550, (B3)
9. Marcell Amorim Almeida Mesquita, Armando Maciel Toda, Jacques Duílio Brancher, Ricardo Melo Casseb do Carmo **Utilizing Gamification concepts tied with Social Networks to support students in programming classes**, XV Simpósio Internacional de Informática Educativa, 11/2013, (B3)
10. Armando Maciel Toda, Marcell Amorim Almeida Mesquita, Carlos Ramon da Silva Moraes, Artur Nakauth Freires, Jacques Duílio Brancher **Utilizing Gamification concepts tied with Social Networks to support students in programming classes**, 2013 IADIS International Conference WWW/INTERNET, (B2)
11. Fábio Takeshi Matsunaga, José Luiz Vilas Boas, Neyva M. L. Romeiro, Armando Maciel Toda, Jacques Duílio Brancher **A Web System for Solving Real Problems Involving Partial Differential Equations in Generalized Coordinates. Lecture Notes in Computer Science**, Computational Science and Its Applications, 665–680, (B1)