

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Software gamificado para auxílio ao ensino e aprendizagem de matemática para crianças

Autor: Leandro Alves Ferreira Santos
Orientador: (Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade Freitas)

Brasília, DF
08 de Dezembro de 2017



Leandro Alves Ferreira Santos

Software gamificado para auxílio ao ensino e aprendizagem de matemática para crianças

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: (Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade Freitas)

Brasília, DF

08 de Dezembro de 2017

Leandro Alves Ferreira Santos

Software gamificado para auxílio ao ensino e aprendizagem de matemática para crianças/ Leandro Alves Ferreira Santos. – Brasília, DF, 08 de Dezembro de 2017-

73 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: (Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade Freitas)

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 08 de Dezembro de 2017.

1. gamificação. 2. engenharia de software. I. (Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade Freitas). II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Software gamificado para auxílio ao ensino e aprendizagem de matemática para crianças

CDU 02:141:005.6

Leandro Alves Ferreira Santos

Software gamificado para auxílio ao ensino e aprendizagem de matemática para crianças

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, :

**(Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade
Freitas)**
Orientador

(Prof. Dr. Ricardo Ramos Fragelli)
Convidado 1

**(Prof. Dr. Wander Cleber M. Pereira
da Silva)**
Convidado 2

Brasília, DF
08 de Dezembro de 2017

Agradecimentos

Pelo apoio, oportunidade e compreensão, agradeço aos queridos que sempre estiveram ao meu lado:

- Allan Freire
- Ângelo Freire
- Antônio Carlos Ferreira
- Bruno Alves
- Cristiano Costa
- Lais Lilian Ramos ♡
- Maria Dulce Alves
- Maria Inês Pereira
- Natalya Alves
- Wagna Pereira

E alguns dos mestres que me mentorearam até aqui e foram fundamentais para a formação da pessoa que me tornei:

- Daniel Dias
- Elaine Venson
- Erismar
- Hilmer Neri
- Lindomar Carvalho
- Maria do Rosário
- Paulo Henrique
- Paulo Meireles
- Rejane Figueiredo
- Ricardo Fragelli
- Sérgio Freitas
- Wander Cleber Pereira

Salvaram minha vida. Sou eternamente grato.

Resumo

O uso de softwares tem crescido à medida que há popularização dos computadores. Têm surgido, tanto na academia quanto no mercado, soluções tecnológicas para diversas áreas, entre elas a educação. Por outro lado, o ensino e aprendizado em sala de aula continua sofrendo com problemas educacionais clássicos, como falta de motivação de alunos e professores e carência de objetivos educacionais claros. E, apesar de softwares auxiliarem o aprendizado de diversas disciplinas e idades, o público infantil, em especial quanto à matemática, tem sido pouco contemplado com os benefícios que soluções tecnológicas podem trazer. Por isso, o uso de abordagens pedagógicas, como Taxonomia de Bloom e Avaliação Formativa, juntamente com técnicas de gamificação, como o Octalysis, podem ser utilizados para desenvolver uma solução tecnológica que contemple este público. O presente trabalho tem por objetivo projetar e desenvolver um software para auxiliar o ensino e aprendizado de matemática para crianças em sala de aula. Entre os resultados obtidos, estão o projeto de gamificação no Octalysis, os tipos de questões e abordagem pedagógica a serem usadas, além do próprio software em funcionamento.

Palavras-chave: engenharia de software, desenvolvimento de software, matemática básica, gamificação, taxonomia da bloom

Abstract

The usage of software has grown as computers become popular. There have emerged, both in academia and in the market, technological solutions for several areas, among them education. On the other hand, classroom teaching and learning continues to suffer from classical educational problems such as lack of student and teacher motivation and lack of clear educational goals. And although software supports learning across a range of disciplines and ages, children's audiences, especially in mathematics, have been little contemplated with the benefits that technological solutions can bring. Therefore, the use of pedagogical approaches, such as Bloom's Taxonomy and Formative Assessments, together with gamification techniques, such as Octalysis, can be used to develop a technological solution that contemplates this public. The present work aims to design and develop software to assist the teaching and learning of mathematics for children in the classroom. Among the results obtained are the design of gamification in Octalysis, the types of questions and pedagogical approach to be used, besides the software itself in operation.

Key-words: software engineering, software development, basic math, gamification, bloom's taxonomy

Lista de ilustrações

Figura 1 – Taxonomia de Bloom revisada (autoria própria)	27
Figura 2 – Perfis dos jogadores segundo a teoria dos personagens (autoria própria)	32
Figura 3 – Representação do Framework Octalysis (autoria própria)	35
Figura 4 – Interação entre aluno, professor e sistema (autoria própria)	39
Figura 5 – Organograma de exemplo de organização das atividades (autoria própria)	40
Figura 6 – Relação atividade-lição (autoria própria)	41
Figura 7 – Gamificação no nível 1 do Octalysis (autoria própria)	45
Figura 8 – Gamificação no nível 2 do Octalysis (autoria própria)	46
Figura 9 – Modelo de domínio do sistema (autoria própria)	57
Figura 10 – Gráfico de contribuições no Github (autoria própria)	58
Figura 11 – Painel de controle de <i>deploy</i> no Heroku (autoria própria)	59
Figura 12 – Esquema da arquitetura de serviços implementada (autoria própria) . .	60
Figura 13 – Tela inicial do sistema (autoria própria)	60
Figura 14 – Tela de <i>login</i> (autoria própria)	61
Figura 15 – Tela cadastro (autoria própria)	61
Figura 16 – Tela do painel de administração (autoria própria)	62
Figura 17 – Tela de planetas (autoria própria)	63
Figura 18 – Tela de adição de Nova Missão (autoria própria)	63
Figura 19 – Tela de administração de usuários (autoria própria)	64
Figura 20 – usuario (autoria própria)	64
Figura 21 – Tela de planetas, isto é, atividades (autoria própria)	65
Figura 22 – Tela de Missões (autoria própria)	65
Figura 23 – survey (autoria própria)	66

Lista de tabelas

Tabela 1 – Relação dos tipos de questão com verbos dos níveis do processo cognitivo de ordem inferior da Taxonomia de Bloom (autoria própria)	42
Tabela 2 – Distribuição das técnicas por fase (autoria própria)	47
Tabela 3 – Cronograma de atividades do TCC 1 (autoria própria)	66
Tabela 4 – Cronograma de atividades a serem realizadas no TCC 2 (autoria própria)	67

Lista de abreviaturas e siglas

MEC	Ministério da Educação e Cultura
SEF	Secretaria de Educação Fundamental
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
LSD	Lean Software Development
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

Sumário

0.1	Justificativa	20
0.2	Objetivos	20
0.2.1	Objetivo Geral	20
0.2.2	Objetivos específicos	20
0.3	Metodologia	20
0.4	Estrutura da Monografia	21
1	REFERENCIAL TEÓRICO	23
1.1	Aspectos pedagógicos e educacionais	23
1.1.1	Diretrizes educacionais	23
1.1.2	O lúdico na aprendizagem de matemática	24
1.1.3	Objetivos educacionais	25
1.2	Taxonomia de Bloom	26
1.3	Avaliação Formativa	29
1.4	Gamificação	31
1.4.1	Modelo de Bartle	31
1.4.2	Modelo de Chou	33
1.4.2.1	Unidades Centrais <i>White Hat</i> e <i>Black Hat</i>	34
1.4.2.2	Unidades Centrais dos lados cerebrais direito e esquerdo	35
2	PROPOSTA	37
2.1	Contextualização	37
2.2	O ambiente de aprendizagem	38
2.3	As atividades	40
2.4	As lições	41
2.5	Questionário	42
2.5.1	Questões de múltipla escolha	43
2.5.2	Questões associativas	43
2.5.3	Questões de resposta curta	43
2.6	Avaliação	44
2.7	Gamificação	44
2.7.1	Técnicas de gamificação utilizadas	48
2.7.1.1	Descoberta	48
2.7.1.2	Entrada	48
2.7.1.3	Dia-a-dia	49
2.7.1.4	Fim do Jogo	49

3	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	51
3.1	Engenharia de Software	51
3.1.1	Lean Software Development	51
3.1.2	Scrum	52
3.2	Requisitos	54
3.2.1	Tema de Investimento	55
3.2.2	Épico	55
3.2.3	<i>Feature</i>	55
3.2.4	<i>User Story</i>	56
3.3	Desenvolvimento	57
3.3.1	Modelo de domínio	57
3.3.2	Repositório e versionamento	58
3.3.3	Deploy	59
3.3.4	Arquitetura de Serviços	59
3.4	O Sistema	60
3.5	Cronograma de desenvolvimento	66
4	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS	71

Introdução

O ensino e aprendizagem de matemática tem sido um desafio ao longo dos séculos, de acordo com [SILVA \(2005\)](#). Os vários problemas enfrentados neste processo levam tanto aluno como professor a se desmotivarem, segundo [Druck \(2003\)](#).

São diversos os problemas encontrados: segundo [Galvão e Jófli \(2006\)](#), professores têm dificuldade em traduzir objetivamente sua intenção educacional. O aluno sequer sabe das intenções do professor. Não há, muitas vezes, correspondência entre intenção docente e ação solicitada. Além de que, ainda segundo [Galvão e Jófli \(2006\)](#), há professores que ensinam matemática e desconhecimento acerca das diversas teorias de ensino.

A situação no Brasil é particularmente delicada. [Druck \(2004\)](#), então Presidente da Sociedade Brasileira de Matemática, chega a afirmar que o ensino de matemática no Brasil está em crise. Segundo ele, apenas 5,99% dos alunos do ensino médio alcançam o nível desejado e, no quinto ano do ensino fundamental, apenas 6,78%. Conforme notícia do jornal [Estadão \(2016\)](#), o "Brasil é um dos piores em qualidade de matemática e ciências", estando na 133^a posição, entre 139 nações avaliadas pelo Fórum Econômico Mundial quanto à educação de matemática e ciências.

É pensando em resolver tais problemas, observados desde os anos iniciais do ensino fundamental, que professores, pedagogos e pesquisadores têm sugerido diferentes abordagens de ensino-aprendizagem. Para [d'Ambrósio \(1989\)](#), a solução passa por aplicações de problemas matemáticos em contextos reais, com o uso de computadores e jogos educativos, pelo seu caráter motivacional. [Khan \(2013\)](#) sugere uma abordagem em que o professor atue mais como um tutor do que apenas como uma fonte de informações, despejando informações no aluno, mas que haja acompanhamento e evolução do ensino em sala de aula, respeitando as particularidades de cada um. É necessário, de acordo com [Galvão e Jófli \(2006\)](#), uma definição clara dos objetivos de aprendizagem. Para as séries iniciais [Canal et al. \(2013\)](#) mostra que deve-se buscar uma abordagem lúdica para motivar o aluno.

Nesta perspectiva, soluções valiosas podem contribuir para a contornar estes diversos problemas: o uso de Taxonomia de Bloom, ([ANDERSON; KRATHWOHL; BLOOM, 2001](#)), na definição dos objetivos educacionais, avaliação formativa na evolução de ensino-aprendizagem, ([SADLER, 1989](#)), além de gamificação, ([CHOU, 2015](#)), para motivação e engajamento de alunos e professores.

0.1 Justificativa

Apesar de existirem várias soluções propostas na literatura, há um potencial pouco explorado na implementação dessas soluções para educação primária, em especial em gamificação. Estudo feito por [Caponetto, Earp e Ott \(2014\)](#) mostra que o público alvo principal de gamificação tem sido estudantes universitários, com 43% das aplicações produzidas para estes. Enquanto isso, apenas 3% tem sido aplicado para os primeiros anos do ensino fundamental.

0.2 Objetivos

0.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um software para auxiliar professores em sala de aula no ensino de matemática para crianças de turmas de terceiro e quarto anos do ensino fundamental, com idade entre 8 e 10 anos. Além desse objetivo principal, existem ainda outros objetivos secundários que precisam ser atingidos. São eles:

0.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar projeto de gamificação
- Identificar abordagem pedagógica a ser implementada
- Desenvolver software utilizando princípios da Engenharia de Software

0.3 Metodologia

A metodologia abordada neste trabalho teve como base o desenvolvimento de uma solução tecnológica em software utilizando-se dos princípios empíricos de desenvolvimento ágil de software, juntamente com algumas práticas do Scrum e baseado nos valores do Lean Software Development.

Quanto à classificação dos objetivos da pesquisa, a deste trabalho tem natureza exploratória, ou seja, com o objetivo de se familiarizar com o problema, tornando ele mais explicativo ou construindo hipóteses, sendo flexível em seu planejamento, para isso, assumindo a forma de pesquisa bibliográfica.

0.4 Estrutura da Monografia

Este trabalho possui 5 partes: Introdução, Referencial teórico, Proposta, Desenvolvimento da proposta e Conclusão. No capítulo 1 é apresentada a introdução, no capítulo 2 é feito um estudo sobre o referencial teórico, no capítulo 3 é apresentada a proposta de sistema e no capítulo 4 é feito o planejamento do desenvolvimento do sistema, por fim, no capítulo 5 é feita a conclusão.

1 Referencial Teórico

Este capítulo destina-se a apresentar o referencial teórico que apoia o desenvolvimento desse trabalho. Os temas tratados são: aspectos pedagógicos e educacionais, tratada na seção 1.1, Taxonomia de Bloom, na seção 1.2, Avaliação Formativa, na seção 1.3, e Gamificação, na seção 1.4.

1.1 Aspectos pedagógicos e educacionais

1.1.1 Diretrizes educacionais

O Ministério da Educação e Cultura (MEC), pela Secretaria de Educação Fundamental (SEF), propõe objetivos, diretrizes e recomendações aos professores e instituições de ensino para a educação primária de matemática por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), (BRASIL, 1997).

Segundo o PCN, (BRASIL, 1997), o ensino de matemática no ensino fundamental deve fornecer ao aluno o desenvolvimento do raciocínio, de sua capacidade expressiva, de sua sensibilidade estética e de sua imaginação. Dessa forma o aluno deve ser levado ao desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios.

Para o primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental é necessário desenvolver habilidades que permitam pôr à prova os resultados, testar seus efeitos, comparar diferentes caminhos, para obter a solução, valorizando o processo de resolução. Sendo, para isso, importante a utilização de diversos recursos educacionais, de acordo com o PCN, (BRASIL, 1997).

Como um instrumento que traz versáteis possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de matemática, o PCN incentiva o uso de computadores. Com ele o aluno pode aprender com seus erros e aprender junto com seus colegas, trocando suas produções e comparando-as. O computador funciona por seu caráter motivador na realização de tarefas exploratórias e de investigação, (BRASIL, 1997).

Além disto, para o PCN, (BRASIL, 1997), o computador funciona como um recurso de solução de problemas, verificação de resultados e correção de erros, sendo um valioso instrumento de autoavaliação. Outra ferramenta proposta pelo PCN é o uso de jogos manuais. O PCN observa e propõe utilização de jogos por seu cunho motivador para o aluno:

“Um aspecto relevante nos jogos é o desafio genuíno que eles provocam no aluno, que gera interesse e prazer. Por isso, é importante que os jogos façam parte da

cultura escolar, cabendo ao professor analisar e avaliar a potencialidade educativa dos diferentes jogos e o aspecto curricular que se deseja desenvolver. (BRASIL, 1997, p. 36)”

O PCN, (BRASIL, 1997), ainda propõe o uso de softwares auxiliares ao ensino e aprendizagem, cabendo ao professor a função de analisar e conhecer softwares educacionais para a utilização destes em função dos objetivos que se pretende atingir, distinguindo os que se prestam a avaliar a aprendizagem daqueles que procuram levar a construir conhecimento.

1.1.2 O lúdico na aprendizagem de matemática

Segundo o dicionário Michaelis, (WEISZFLOG, 1999), "lúdico" é tudo aquilo que é relativo a jogos, brinquedos ou divertimentos, a qualquer atividade que distrai ou diverte, ou, em termos pedagógicos, relativo a brincadeiras e divertimentos, como instrumento educativo. Atividades lúdicas, segundo Canal et al. (2013), podem facilitar o aluno a alcançar o entendimento do conteúdo e construir um pensamento lógico na aprendizagem de matemática nos anos iniciais. Assim, o lúdico, de uma forma geral, é uma alternativa a ser utilizada para estimular a aprendizagem de forma prazerosa.

Segundo Canal et al. (2013), com o uso de atividades lúdicas, espera-se também maior participação e envolvimento dos alunos em sala de aula. Os jogos fazem parte da cultura de muitas gerações e quando levados para dentro de sala, as crianças ficam muito felizes, percebendo-se muita motivação em aprender, participar e jogar.

Bruner e Romão (1972) dizem que o lúdico contribui para o desenvolvimento cognitivo da criança. Brincar, segundo os autores, ajuda no aprendizado e no processo de resolução de problemas.

De acordo com Canal et al. (2013), é pelo uso de jogos, de brincadeiras e do lúdico que a criança se coloca no mundo do adulto através da imaginação expandindo suas habilidades conceituais, imitando o cotidiano e desenvolvendo soluções para conflitos.

Bruner e Romão (1972) entendem que por meio da atividade lúdica o aluno pode passar para a fase concreta de solução de problemas e, dessa forma, abstrair os conceitos e construir raciocínios mais complexos:

“O mais importante no ensino de conceitos básicos é ajudar a criança a passar progressivamente do pensamento concreto à utilização de modos de pensamento conceitualmente mais adequados. É ocioso, porém, tentar fazê-lo pela apresentação de explicações formais, baseadas numa lógica muito distante da maneira de pensar da criança e, para ela, estéril em suas implicações. (BRUNER; ROMÃO, 1972, p. 36)”

Nesse processo, [Bruner e Romão \(1972\)](#) destacam a importância da intervenção do adulto no intuito de apoiar o aluno na realização de atividades complexas para ele, cujas quais, sem a ajuda deste, o aluno seria incapaz de concluir. O adulto cumpre função de suporte e tutoria. O controle da tarefa é transmitido gradualmente do adulto para a criança, ou seja, do professor para o aluno.

Corroborando com esta ideia, Salman Khan, fundador da *Khan Academy*, propõe que, no uso de ambientes virtuais de aprendizagem, a participação do professor deva ser como que a de um tutor. O professor não seria mais um ser distante detentor do conhecimento, mas estaria mais próximo do aluno no processo de aprendizagem, comparando a um treinador esportivo: "Quando as crianças vencem, os técnicos comemoram junto com elas; quando perdem, estão ali para consolá-las e achar uma explicação para a derrota", ([KHAN, 2013](#), p. 318).

Segundo [Khan \(2013\)](#), nesta comparação, o professor se mostra estar ao lado do aluno, identificando deficiências no aluno, não para condená-lo, mas como algo que deva ser trabalhado. O professor tem a responsabilidade, então, de fazer desta deficiência uma prioridade para assegurar que o aluno resolva esses pontos fracos, sem empurrá-lo para o tópico seguinte de forma prematura.

Neste sentido, Paulo Freire descreve a função do professor como a de um "orientador" ou "ordenador":

“Ensinar exige rigorosidade metódica, não um rigor castrador, disciplinador, mas sobretudo orientador, ordenador, sequencial. O educador não pode negar-se o dever de, na sua prática, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão. Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se aproximar dos objetos cognoscíveis. ([FREIRE, 1996](#), p. 28)”

1.1.3 Objetivos educacionais

Um grande problema encontrado, segundo [Galvão e Jófili \(2006\)](#), é a falta de clareza do professor acerca de suas intenções. As atividades devem ser guiadas por objetivos educacionais bem definidos, precisos e compartilhados, segundo [Mager e Peatt \(1962\)](#).

Segundo [Galvão e Jófili \(2006\)](#), a importância dos objetivos educacionais é unânime, nas diversas correntes filosóficas a respeito da educação. Mesmo defendendo diferentes correntes filosóficas, o cognitivista Haydt e o comportamentalista Mager são unânimes quanto à necessidade de objetivos de aprendizagem claramente definidos e a utilização de atividades que os atendam:

“Definindo os objetivos, o professor estará concentrando sua atenção nas habilidades

que o aluno deverá evidenciar como sinal de proficiência em uma determinada área do conhecimento. (HAYDT, 1995)”

1.2 Taxonomia de Bloom

Ao longo do século XX, educadores exploraram uma variedade de maneiras diferentes de tornar explícitos e implícitos os objetivos educacionais ensinados pelos professores, particularmente na educação infantil, de acordo com Krathwohl (2002). No início do século XX, os objetivos eram referidos como fins ou propósitos, e no início do século XXI, eles evoluíram para padrões. A taxonomia de Bloom foi uma das representações mais significativas desses resultados de aprendizagem. Ainda de acordo com Krathwohl (2002), a Taxonomia de Bloom é uma estrutura para classificar objetivos educacionais e curriculares.

Segundo Ferraz, Belhot et al. (2010) taxonomia foi originalmente estruturada como uma forma de ajudar os professores a pensar sobre os diferentes tipos de itens de avaliação que poderiam ser usados para medir o crescimento acadêmico dos alunos. De acordo com Ferraz, Belhot et al. (2010), Bloom e um grupo de especialistas em avaliação que ele montou começou seu trabalho em 1949 e completou seus esforços em 1956, publicando o trabalho sobre a taxonomia dos objetivos educacionais.

A taxonomia cognitiva de Bloom (1956) originalmente foi representada por seis níveis diferentes de domínio: 1) conhecimento, 2) compreensão, 3) aplicação, 4) análise, 5) síntese e 6) avaliação. Todos os domínios da Bloom se concentraram no conhecimento e nos processos cognitivos. O psicólogo educacional americano David Krathwohl e alguns de seus associados enfocaram subsequentemente o domínio afetivo, que trata dos interesses, atitudes e sentimentos do estudante, (KRATHWOHL, 1964). Outra psicóloga educacional americana, Anita Harrow, desenvolveu os domínios psicomotores, que lidam com uma grande variedade de habilidades motoras, (HARROW, 1972). Embora tenha também trabalhado com os domínios afetivo e psicomotor posteriormente, o nome de Bloom tornou-se intimamente associado com a dimensão cognitiva, sendo comum usar apenas "Taxonomia de Bloom" para se referir especificamente ao domínio cognitivo, inclusive no presente trabalho.

Posteriormente, a Taxonomia de Bloom foi revisada, trazendo modificações nas dimensões e nos níveis do processo cognitivo (ANDERSON; KRATHWOHL; BLOOM, 2001). Na nova taxonomia, são apresentadas duas dimensões: a dimensão do conhecimento e a dimensão cognitiva.

De acordo com a revisão da taxonomia, (ANDERSON; KRATHWOHL; BLOOM, 2001), existem quatro níveis na dimensão do conhecimento: fatorial, conceitual, processual e metacognitivo. O conhecimento fatorial é o conhecimento básico de disciplinas específicas. Esta

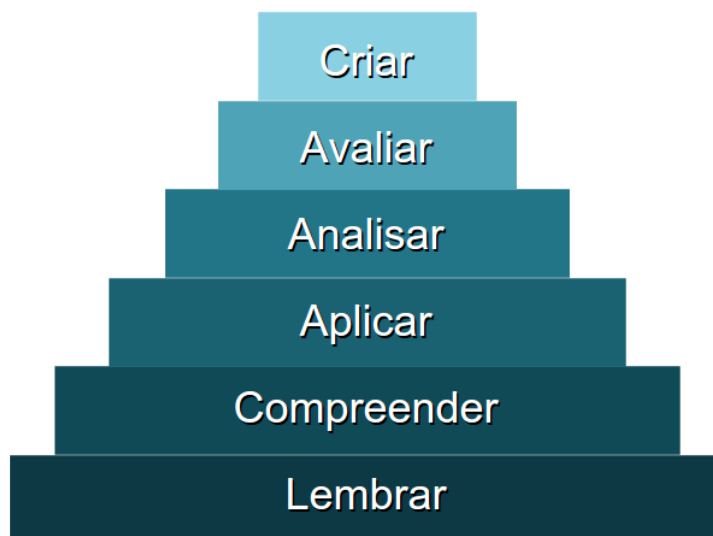


Figura 1 – Taxonomia de Bloom revisada (autoria própria)

dimensão refere-se a fatos essenciais, terminologia, detalhes ou elementos que os alunos devem conhecer para entender uma disciplina ou resolver um problema nele. Conhecimento conceitual é o conhecimento de classificações, princípios, generalizações, teorias, modelos e estruturas pertinentes a uma determinada área disciplinar. Conhecimento Procedural refere-se a informação ou conhecimento que ajuda os alunos a fazer algo específico para uma disciplina, assunto ou área de estudo. Também se refere a métodos de investigação, habilidades muito específicas ou finitas, algoritmos, técnicas e metodologias específicas. O conhecimento metacognitivo é a consciência da própria cognição e dos processos cognitivos particulares. É um conhecimento estratégico ou reflexivo sobre como resolver problemas, tarefas cognitivas, para incluir o conhecimento contextual e condicional e o conhecimento do eu.

Na dimensão do processo cognitivo, [Anderson, Krathwohl e Bloom \(2001\)](#) observaram seis níveis: lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. A figura 1 representa os níveis do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada. A representação em pirâmide mostra uma hierarquia entre os níveis, sendo o nível "lembrar" o mais basilar e "criar" o mais complexo.

A lista a seguir apresenta a estrutura revisada, com exemplos de perguntas em cada um dos seis níveis de domínio cognitivo:

1. **Lembrar:** Neste nível o professor está tentando determinar se os alunos podem reconhecer e recordar a informação. Exemplo: Que países estiveram envolvidos na Guerra do Paraguai?
2. **Compreender:** Neste nível o professor quer que os alunos sejam capazes de conectar ou, de alguma forma, organizar as informações. Exemplo: Prepare um fluxograma para ilustrar a seqüência de eventos da Guerra do Paraguai

3. **Aplicar:** Neste nível o professor começa a usar abstrações para descrever idéias ou situações particulares. Exemplo: De que outra maneira o conflito com o Paraguai poderia ter sido solucionado?
4. **Analisar:** Neste nível, o professor começa a examinar os elementos e as relações entre os elementos ou os princípios organizacionais operacionais que sustentam uma idéia. Exemplo: De qual forma a Guerra do Paraguai influenciou a queda da monarquia brasileira?
5. **Avaliar:** Neste nível o professor ajuda os alunos a compreender a complexidade das idéias para que eles possam reconhecer como os conceitos e fatos são logicamente consistentes ou logicamente desenvolvidos. Exemplo: Foi uma decisão ética tropas brasileiras ter matado Solano López na Guerra do Paraguai?
6. **Criar:** Neste nível o aluno a coloca elementos conhecidos ou conceitos em uma estrutura ou padrão diferente para criar algo novo. Exemplo: Formule uma hipótese sobre as razões para que Dom Pedro II preferisse a prisão de Solano López a sua morte, na Guerra do Paraguai.

Desde a primeira versão da Taxonomia de Bloom, foram relacionados às categorias, verbos que procuram dar suporte ao planejamento acadêmico (objetivo, estratégia e avaliação) relacionado a cada um dos níveis. Os objetivos educacionais, segundo [Bloom \(1956\)](#) são descritos utilizando verbos de ação e substantivos que procuram descrever os processos cognitivos desejados, por exemplo: ao final dessa unidade os alunos deverão lembrar (verbo) as três leis de Newton (substantivo/conteúdo).

A seguir estão descritos os verbos distribuídos em cada nível da Taxonomia de Bloom revisada, segundo a tradução para o português de [Ferraz, Belhot et al. \(2010\)](#):

1. **Lembrar:** enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.
2. **Compreender:** alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.
3. **Aplicar:** aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.

4. **Analisar:** analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.
5. **Avaliar:** Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.
6. **Criar:** categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.

1.3 Avaliação Formativa

Quanto à avaliação curricular, existem ao menos dois tipos de modalidades de avaliação, segundo [Scriven \(1996\)](#). São elas a avaliação formativa e a avaliação somativa.

Segundo o [Bloom et al. \(1971\)](#), na avaliação somativa, a avaliação do estudante, do professor ou do programa é feita em relação à eficiência da aprendizagem ou ensino, uma vez concluído. O objetivo da avaliação somativa é avaliar a aprendizagem dos alunos no final de uma unidade instrucional comparando-a com algum padrão de resultados, de acordo com [Scriven \(1996\)](#).

Esse tipo de avaliação está mais ligado à administração escolar, de acordo com [Scriven \(1996\)](#), e é definida por normas. A avaliação somativa pode ser utilizada como ferramenta de certificação social, pois permite aos alunos serializar de acordo com seus méritos sociais, sendo a avaliação da função social, diz o autor.

É o tipo de avaliação mais comumente observada nas escolas brasileiras, por exemplo. Neste sentido, [D'Ambrósio \(1996, p. 63\)](#) afirma:

“Claramente, as avaliações como vêm sendo conduzidas, utilizando exames e testes, tanto de indivíduos como de sistemas, pouca resposta têm dado à deplorável situação de nossos sistemas escolares. Além disso, têm aberto espaço para deformações às vezes irrecuperáveis, tanto em nível de alunos e professores, quanto de escolas e do próprio sistema. A situação, se medida por resultados dos exames, revela um crescente índice de reprovação, de repetência e de evasão. E as propostas sempre vão na direção de se reforçar os mecanismos de avaliação existentes. Esse é o panorama internacional.”

Já a avaliação formativa, segundo [Scriven \(1996\)](#), é uma série de procedimentos formais e informais de avaliação conduzidos pelos professores durante o processo de aprendizagem, a fim de modificar as atividades de ensino e aprendizagem para melhorar o desempenho dos alunos. Envolve tipicamente o *feedback* qualitativo mais do que quantitativo para que o estudante e o professor foquem no conteúdo e no aprendizado.

Este processo começa a partir do seu planejamento, seguindo com sua aplicação e o retorno que é oferecido aos alunos, chamado *feedback*. De acordo com [Fernandes \(2006\)](#), o papel do professor na avaliação formativa permitir o desenvolvimento de conhecimentos e competências nos alunos e fornecer informações claras sobre os próximos passos no processo de ensino e aprendizagem.

Esse tipo de avaliação, segundo [Scriven \(1996\)](#), quanto ao tempo, ocorre durante todo o processo de aprendizagem. Quanto ao objetivo, é melhorar a aprendizagem. Requer *feedbacks* constantes e o retorno ao material didático. As referências são sempre os mesmo critérios de avaliação e não os outros alunos.

Para que haja realização de avaliação formativa, [Fernandes \(2006, p. 31\)](#) destaca algumas características importantes a serem observadas:

“

1. a avaliação é deliberadamente organizada em estreita relação com um *feedback* inteligente, diversificado, bem distribuído, frequente e de elevada qualidade;
2. o *feedback* é importante para ativar os processos cognitivos e metacognitivos dos alunos, que, por sua vez, regulam e controlam os processos de aprendizagem, assim como para melhorar a sua motivação e autoestima;
3. a natureza da interação e da comunicação entre professores e alunos é central porque os professores têm que estabelecer pontes entre o que se considera ser importante aprender e o complexo mundo dos alunos (por exemplo, o que eles são, o que sabem, como pensam, como aprendem, o que sentem e como sentem);
4. os alunos responsabilizam-se progressivamente pelas suas aprendizagens e têm oportunidades para partilhar o que e como compreenderam;
5. as tarefas propostas aos alunos são cuidadosamente selecionadas, representam domínios estruturantes do currículo e ativam processos complexos do pensamento (por exemplo, analisar, sintetizar, avaliar, relacionar, integrar, selecionar);
6. as tarefas refletem uma estreita relação entre a didática e a avaliação que tem um papel relevante na regulação dos processos de aprendizagem; e
7. o ambiente de avaliação das salas de aula induz uma cultura positiva de sucesso baseada no princípio de que todos os alunos podem aprender.

”

A avaliação formativa, entretanto, segundo [Scriven \(1996\)](#), não é uma alternativa para a avaliação somativa, mas complementar. Ela permite uma visão de síntese e acrescenta dados significativos, uma vez que o último é mais global e está mais distante da época em que a aprendizagem ocorreu.

Segundo [Klaiber e Bussmann \(2016\)](#), a avaliação formativa funciona também como um elemento motivador, uma vez que esse tipo de abordagem, permite tanto ao professor quanto ao aluno, perceber a evolução da aprendizagem, sendo uma motivação intrínseca.

1.4 Gamificação

O conceito de gamificação foi inicialmente aplicado com serviços para aumentar o envolvimento do usuário ou padrões de serviço para as organizações, segundo [Hamari, Koivisto e Sarsa \(2014\)](#). A maioria dos pesquisadores e suas pesquisas expressam relatos positivos em relação à gamificação, embora existam pesquisadores que acreditem que a gamificação é apenas um jogada de *marketing*, de acordo com [Bogost \(2011\)](#). Ao longo dos últimos anos, o conceito foi transferido para outros ambientes, como marketing e educação. [Deterding et al. \(2011\)](#) introduziu uma definição de gamificação como "o uso de elementos de design de jogos em contextos não-jogo", e tornou-se uma definição amplamente aceita. Para [Chou \(2015\)](#), Gamificação é a arte de derivar diversão e os elementos normalmente encontrados em jogos e aplicá-los às atividades produtivas no mundo real com cuidado.

O principal motivo para o uso de gamificação, segundo [Zichermann e Cunningham \(2011\)](#), é que os mecanismos de jogos afetam a motivação das pessoas. A compreensão dessas motivações psicológicas envolvidas em jogos foi o que resultou das diversas técnicas e teorias a respeito da gamificação disponíveis hoje.

1.4.1 Modelo de Bartle

O modelo de gamificação de Bartle surge da compreensão de que diferentes pessoas jogam jogos por diversas razões, conforme [Bartle \(1996\)](#). Os jogadores podem ter diferentes personalidades e eles são mais propensos a se engajar em jogos que exploram características que estão relacionadas com a sua personalidade enquanto jogador. Estes aspectos nada mais são que as motivações dos jogadores.

De acordo com [Bartle \(1996\)](#), os jogos podem ser programados ou configurados para aumentar ou diminuir a motivação do jogador, que depende da personalidade do jogador. Bartle descreve quatro perfis de jogadores que foram identificados com base nos aspectos motivacionais dos jogos. Esta observação deu origem à teoria de personagem, que

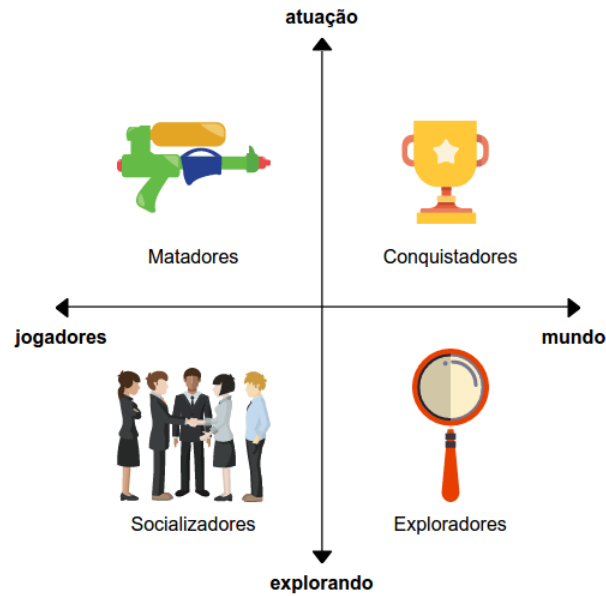


Figura 2 – Perfis dos jogadores segundo a teoria dos personagens (autoria própria)

consiste em quatro tipos de personagens: Conquistadores, Exploradores, Socializadores e Matador.

A figura 2 representa os perfis dos jogadores segundo a teoria dos personagens de Bartle (1996). O eixo X representa preferência para interagir com outros jogadores *versus* explorar o mundo. O eixo Y representa a preferência pela interação *versus* ação unilateral.

Os quatro perfis dos jogadores segundo a teoria dos personagens de Bartle são, (BARTLE, 1996):

- **Conquistadores:** são os jogadores que preferem ganhar "pontos", níveis, equipamentos e outras medidas concretas de sucesso em um jogo. Eles são capazes de realizar grande esforço para conseguir recompensas que lhes conferem pouco ou nenhum benefício de jogo simplesmente pelo prestígio de tê-lo.
- **Exploradores:** são jogadores que preferem descobrir áreas, criar mapas e aprender sobre lugares escondidos. Eles muitas vezes se sentem restritos quando um jogo espera que eles se movam dentro de um certo tempo, como que não lhes permitindo olhar ao seu redor e agir em seu próprio ritmo. Eles encontram grande alegria em descobrir uma falha desconhecida um detalhe escondido.
- **Socializadores:** são jogadores que sentem o maior prazer de um jogo por interagir com outros jogadores, e em algumas ocasiões, personagens controlados por computador com personalidade. O jogo é apenas uma ferramenta que eles usam para conhecer outros no jogo ou fora dele.
- **Matadores:** são jogadores que se sentem motivados na competição com outros jogadores, e preferem enfrentá-los do que adversários controlados por computador.

1.4.2 Modelo de Chou

No modelo do Chou (2015), a motivação do jogador é o foco principal da gamificação.

Segundo Chou (2015), o desenvolvimento de um projeto de gamificação trata-se de um design focado em humanos, pois se está pensando nas motivações do usuários. O motivo pelo qual se chama "gamificação" seria porque a indústria de jogos foi a primeira a desenvolver um *design* focado em seres humanos.

Desta forma, ainda que existam diversas técnicas de gamificação disponíveis na literatura, projetar gamificação, segundo Chou (2015), não deve se basear na observação de outros casos de estudo ou replicar experiências de terceiros, mas observar o usuário e propor uma experiência de gamificação única.

Segundo o autor, (CHOU, 2015), jogos só são divertidos porque afetam diretamente a capacidade de desempenhar certas tarefas. O modelo proposto por Chou foi desenvolvido por meio de sua experiência com jogos eletrônicos e observação, que lhe permitiu formular teorias sobre gamificação.

Assim, Chou desenvolveu um *framework* capaz de analisar e construir estratégias em torno dos vários sistemas que fazem um jogo divertido, chamado Octalysis, (CHOU, 2015). Este *framework* é composto por 8 unidades centrais (UC), elas representam oito diferentes tipos de de motivações: Significado épico e chamado, Desenvolvimento e realização, Empoderamento da criatividade e *Feedback*, Propriedade e Posse, Influência social e Pertencimento, Escassez e Impaciência, Imprevisibilidade e Curiosidade, Perda e Rejeição.

1. **Significado épico e chamado:** o jogador é motivado porque acredita que está fazendo algo maior do que a si mesmo ou foi "escolhido" para tomar a ação.
2. **Desenvolvimento e realização:** usuários são motivados porque há sensação progresso, desenvolver habilidades, alcançar maestria e superar desafios.
3. **Empoderamento da criatividade e *Feedback*:** usuários são motivados porque há envolvimento em um processo criativo onde há descobrimento coisas novas, tentativa de combinações diferentes e o recebimento de *feedback*.
4. **Propriedade e Posse:** usuários são motivados porque sentem que possuem ou controlam algo.
5. **Influência social e Pertencimento:** Esta unidade incorpora todos os elementos sociais que motivam as pessoas, incluindo: mentoria, aceitação social, companheirismo e até mesmo concorrência e inveja.
6. **Escassez e Impaciência:** é a força motriz de querer algo simplesmente porque é extremamente raro, exclusivo ou imediatamente inalcançável.

7. **Imprevisibilidade e Curiosidade:** o jogador se sente motivado por estar constantemente envolvido por não saber o que vai acontecer a seguir.
8. **Perda e Rejeição:** é a unidade central que motiva o jogador a evitar que algo negativo aconteça. Há motivação em evitar perder o trabalho anterior ou mudar o comportamento de alguém.

Cada uma das unidades central, segundo [Chou \(2015\)](#), é composta por diversas técnicas que têm por objetivo de enfatizar aquela unidade. Por exemplo, na UC Perda e Rejeição há a técnica Contagem Regressiva, que consiste em uma contagem que faz o usuário acreditar que está tão perto do objetivo que precisa se apressar para que o tempo não acabe. O projeto de gamificação é modelado conforme o quanto se quer explorar determinada UC e quais técnicas utilizar para tal. A descrição das técnicas utilizadas nesse trabalho encontra-se na seção [2.7.1](#).

A figura [3](#) representa o Octalysis. Os segmentos coloridos representam cada uma das UCs. Cada uma das UCs está organizada de acordo com a categoria de motivação de gamificação a qual esta pertence. Na metade superior, as motivações do tipo *white hat*, enquanto na inferior, *black hat*. Na meta a esquerda, estão as UCs motivações de lado esquerdo do cérebro, enquanto a direita, as motivações de lado direito do cérebro. As categorias de Unidades Centrais são vistas com mais detalhes a seguir.

1.4.2.1 Unidades Centrais *White Hat* e *Black Hat*

Unidades Centrais *White Hat* fazem o jogador sentir-se poderoso, satisfeito e realizado. Tratam-se de motivações que envolvem o usuário em expressar criatividade e realização através do domínio de habilidades, resultando em um maior senso de realizações, significado e capacitação. Apesar de eles fazerem o jogador se sentir poderoso, satisfeitos e realizado, eles não atingem muita urgência, de acordo com [Chou \(2015\)](#).

As Unidades Centrais *Black Hat* estão localizados na parte inferior do gráfico do Octalysis. Segundo [Chou \(2015\)](#), elas fazem o jogador sentir-se obcecado, ansioso e viciado. Leva o jogador a estar sempre fazendo algo porque não sabe o que vai acontecer a seguir, estar constantemente com medo de perder alguma coisa, ou porque lutar para conseguir coisas que não pode ter.

As Unidades Centrais *White Hat* são as seguinte:

- UC 1: Significado épico e chamado
- UC 2: Desenvolvimento e realização
- UC 3: Empoderamento da criatividade e *Feedback*

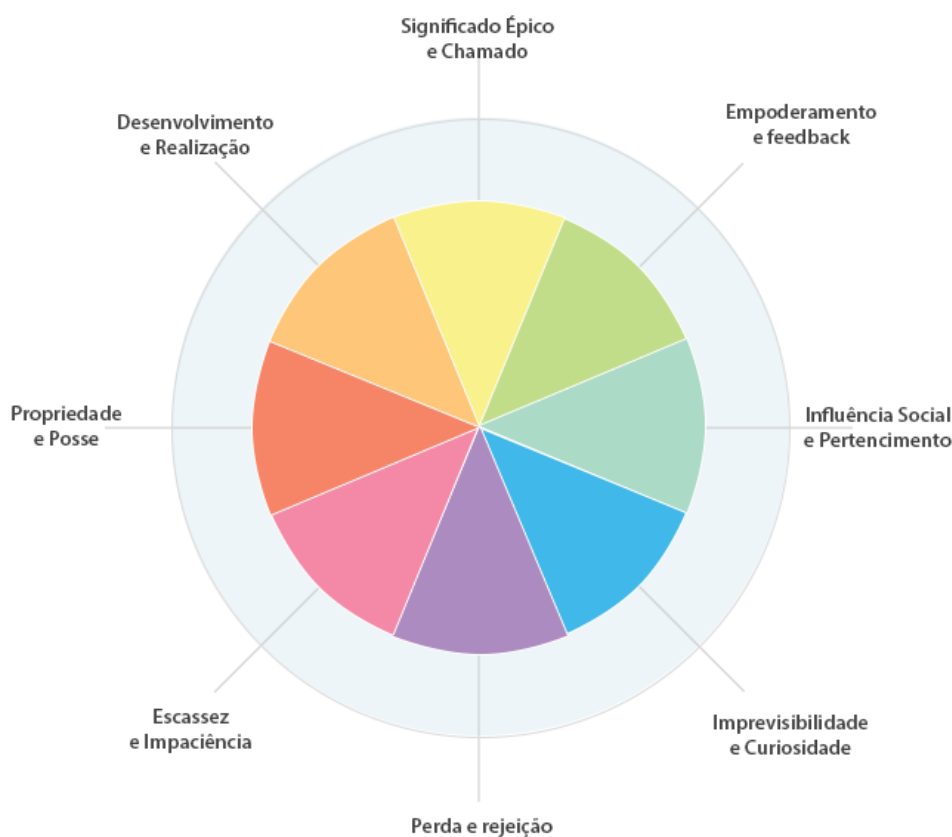


Figura 3 – Representação do Framework Octalysis (autoria própria)

As Unidades Centrais *Black Hat* são as seguinte:

- UC 6: Escassez e Impaciência
- UC 7: Imprevisibilidade e Curiosidade
- UC 8: Perda e Rejeição

1.4.2.2 Unidades Centrais dos lados cerebrais direito e esquerdo

As referências do cérebro esquerdo e do cérebro direito não são literais em termos de geografia cerebral real, mas apenas uma diferenciação simbólica entre duas funções distintas do cérebro, de acordo com [Chou \(2015\)](#).

Esta distinção basea-se no fato de que, segundo [Chou \(2015\)](#), tudo o que ser humano faz é baseado em um ou mais dos oito UCs. Se nenhum deles estiver presente, há motivação zero e nenhuma ação ocorre. Além disso, cada uma dessas unidades são de naturezas diferentes. Alguns fazem o usuário se sentir poderoso, mas não criam urgência. Outras UCs criam urgência, obsessão, e até mesmo o vício, mas fazem o usuário se sentir mal. Alguns são mais de curto prazo, extrinsecamente focados, enquanto alguns são mais a longo prazo, intrinsecamente focados.

O lado esquerdo do gráfico do Octalysis, mostrado na figura 3, é comumente associado com lógica, pensamento analítico e propriedade. As pessoas são motivadas por elementos extrínsecos como recompensas, dinheiro, metas, marcos, pontos, troféus ou reconhecimento. No entanto, uma vez que as pessoas obtêm o objetivo ou se acostumam com ele, eles deixam de ser tão interessantes, de acordo com [Chou \(2015\)](#).

O lado direito do gráfico de Octalysis, mostrado na figura 3, depende de motivação intrínseca, conforme [Chou \(2015\)](#): criatividade, auto-expressão e dinâmica social. Não é necessário um objetivo ou recompensa para usar a criatividade, fazer amigos, ou para sentir o suspense de imprevisibilidade, por exemplo.

O equilíbrio das unidades de núcleo extrínsecas e intrínsecas é o ponto mais importante do equilíbrio da gamificação, segundo [Chou \(2015\)](#).

2 Proposta

Este trabalho tem como proposta desenvolver um sistema de apoio ao ensino de matemática para crianças. Este sistema pretende ser útil para professores na aplicação dos conceitos lecionados em sala de aula, bem como na avaliação do aprendizado de matemática, quanto aos objetivos de aprendizagem.

Este sistema foi desenvolvido com base em avaliação formativa, segundo [Sadler \(1989\)](#), proposta pelo professor, em concordância com objetivos de aprendizagem, baseados no domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom, de acordo com [Anderson, Krathwohl e Bloom \(2001\)](#), dentro de um ambiente gamificado usando Octalysis, proposto por [Chou \(2015\)](#).

O presente capítulo destina-se a apresentar a proposta do sistema, com base no referencial teórico já apresentado. A proposta principal encontra-se explicada na Introdução, na seção [2.1](#). O ambiente de aprendizado e condições educacionais são tratados na seção [2.2](#), Ambiente de aprendizagem. As atividades a serem realizadas pelos alunos são descritas na seção Atividades, em [2.3](#). As lições que compõem as atividades, bem como os questionários utilizados nas lições, encontram-se nas seções [2.4](#) e [2.5](#), respectivamente. Como se dará o processo de avaliação é o tema da seção [2.6](#), e, por fim, a gamificação criada para esse contexto acha-se descrita na seção [2.7](#).

2.1 Contextualização

A aprendizagem infantil de matemática sempre se mostrou como um grande desafio para os docentes. Não somente pelas dificuldades inerentes a esta ciência, mas também pelo formato de ensino utilizado nos dias atuais. Para [D'Ambrósio \(1996\)](#), a falta de motivação é um dos principais problemas encontrados neste processo:

“É muito difícil motivar com fatos e situações do mundo atual uma ciência que foi criada e desenvolvida em outros tempos em virtude dos problemas de então, de uma realidade, de percepções, necessidades e urgências que nos são estranhas. Do ponto de vista de motivação contextualizada, a matemática que se ensina hoje nas escolas é morta. Poderia ser tratada como um fato histórico. (D'AMBRÓSIO, 1996, p. 31)”

Por isso, faz-se de suma importância a contextualização do ensino, tanto no uso de suas aplicação, quanto ao uso das ferramentas. Nesse contexto, surgem o computador e os softwares, não somente como ferramentas de auxílio, mas também como motivador, pois as ferramentas de informática exercem um fascínio em nossos alunos. Como uma ferramenta,

o computador pode se adaptar a diferentes estilos de aprendizagem, diferentes níveis de habilidade e interesse intelectual, diferentes situações de ensino-aprendizagem, incluindo a criação de novas abordagens, segundo Valente (2008).

Ainda como elemento motivador, o uso de avaliação formativa se mostra como uma abordagem a ser utilizada, como é mostrado por Klaiber e Bussmann (2016). Segundo os autores, a evolução da aprendizagem e a visualização dos resultados motivam tanto o aluno quanto o professor, uma vez que a avaliação formativa faz com que o aluno experimente a sensação de progresso no desenvolvimento das tarefas.

O uso de gamificação tem trazido grandes resultados na área de educação, como é mostrado por Sheldon (2011). A gamificação, ao contrário do que se pensa, não diz respeito somente a pontuação, *rankings* e troféus, segundo Chou (2015). Trata-se de como funcionam as motivações humanas. Gamificar na educação é mais do que usar jogos educativos. É entender os gatilhos psicológicos motivacionais observados em jogos e usá-los para despertar interesse do aluno, de acordo com Fardo (2013). E, assim, tornar as atividades educacionais tão interessantes para o aluno quanto jogar *video game*, por exemplo.

Desta maneira, surge a proposta de desenvolver um software educacional construído a partir de um contexto gamificado, aplicar avaliação formativa, baseado em objetivos educacionais do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom.

Os objetivos educacionais são definidos pelo professor, e trabalhados em sala da maneira que lhe convier. Em laboratório de informática, uma vez por semana, a turma pratica os temas tratados ao longo da semana em atividades utilizando o software. No sistema, o aluno realiza lições, respondendo a questionários, de forma lúdica e gamificada. O software então, fornece dados relativos ao desempenho da turma para que o professor possa avaliar a aprendizagem e planejar as futuras aulas, reforçando os temas necessários, ou avançando o conteúdo.

Este projeto será desenvolvido para atender professores, escolas, alunos e pais interessados em melhorar o ensino-aprendizagem de matemática. Será feito para ser aplicado em sala de aula por professores de turmas de terceiro ano do ensino fundamental, com alunos de 6 a 8 anos. O conteúdo a ser trabalhado é de responsabilidade do professor, respeitando sempre os parâmetros curriculares do MEC, da secretaria de educação local, seja municipal, seja estadual, bem como a abordagem educacional da própria instituição de ensino.

2.2 O ambiente de aprendizagem

O software será desenvolvido para um ambiente de aprendizagem gamificado, sendo uma das ferramentas a disposição do professor para engajar e motivar o aluno. Enquanto

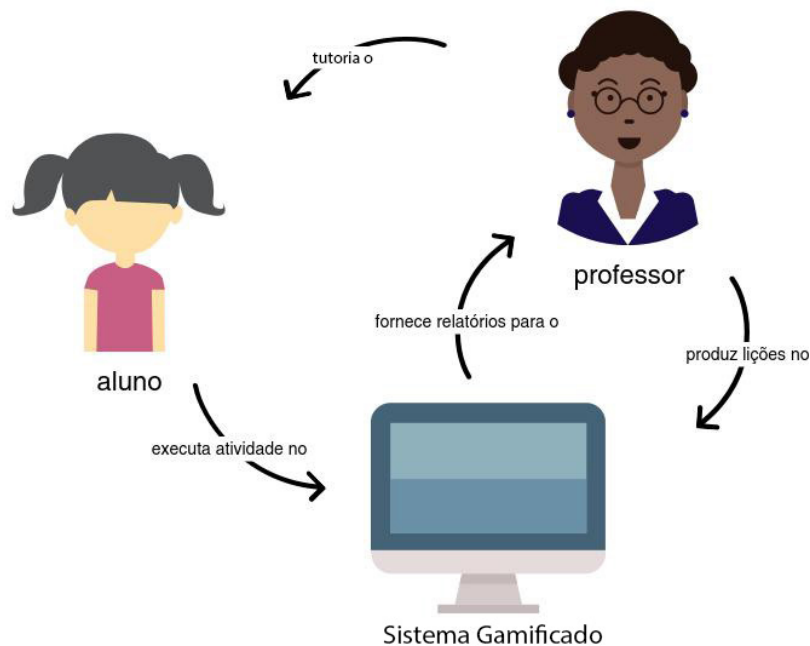


Figura 4 – Interação entre aluno, professor e sistema (autoria própria)

o aluno aplica e reforça os conceitos aprendidos em sala de aula, o professor pode acompanhar o desenvolvimento da aprendizagem da turma ou de alunos específicos.

A figura 4 representa o ambiente de uso do software em sala de aula. Nela, pode-se identificar o aluno, o professor e o software. As setas representam a interação de cada um dos componentes. O professor interage com o software produzindo lições a serem executadas pelos alunos. Estes, por sua vez, interagem com o software realizando as lições. O software, então, fornece dados de performance dos alunos para o professor. O professor, por fim, avalia o aprendizado dos alunos baseado nos dados fornecidos pelo sistema.

O software não se propõe a substituir as aulas expositivas, práticas ou quaisquer outras abordagens educacionais do professor em sala de aula. Pelo contrário, tem por objetivo ser uma ferramenta para aplicar e avaliar os conceitos ensinados pelo professor. Desta maneira, o professor trabalhará os temas em sala da maneira que lhe convier e uma vez por semana implementar as atividades do software juntamente com os alunos.

Atuando como um tutor, o professor prepara as atividades com antecedência, criando ou utilizando as já disponibilizadas pelo software, baseado nas necessidades educacionais da turma, de acordo com os temas já tratados em sala de aula durante a semana.

A realização das atividades pelos alunos deve ser feita em turma, no laboratório de informática, utilizando computador pessoal, um aluno por computador, sob a supervisão de pelo menos um professor ou instrutor de informática. O aluno realiza as atividades individualmente.

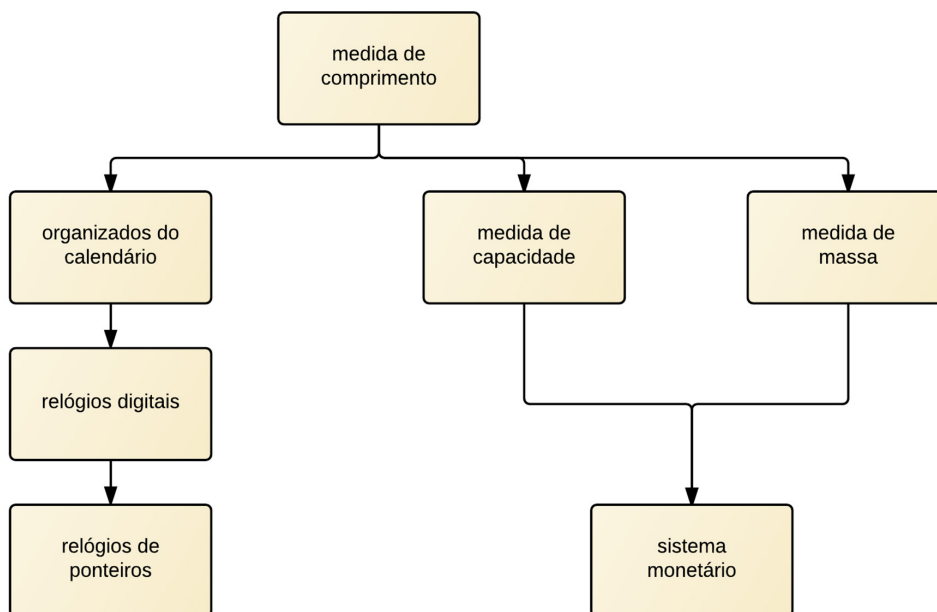


Figura 5 – Organograma de exemplo de organização das atividades (autoria própria)

Após a realização das atividades, o professor pode verificar o desempenho dos alunos por meio de relatórios fornecidos pelo software. Desta maneira, é possível verificar quais são as principais dificuldades e deficiências de aprendizado da turma ou de alunos específicos. Assim, o professor tem subsídios para preparar as próximas aulas, corrigindo os problemas identificados, ou avançando o conteúdo.

2.3 As atividades

As atividades consistem em uma série de lições baseadas em *assessments*. Cada atividade está relacionada a um objetivo de aprendizagem. São exemplos, os seguintes objetivos para o tema medidas de tempo:

- a. Identificar as horas em relógios digitais;
- b. Identificar as horas em relógios de ponteiros.

Para cada objetivo deve haver uma atividade relacionada que seja capaz de exercitar, aplicar e verificar o aprendizado, de acordo com o nível da Taxonomia de Bloom referente. As atividades são organizadas de acordo com seu grau de prioridade ou sequência lógica, definidas pelo professor. Neste caso, por exemplo, a atividade (a) é um pré-requisito para a atividade (b), tendo de ser realizada a primeira com sucesso para poder ter acesso à atividade posterior.

A figura 5 representa um exemplo de organização das atividades. Vê-se um balão no topo, logo abaixo deste, outros três balões, com linhas que os conectam, e outros balões

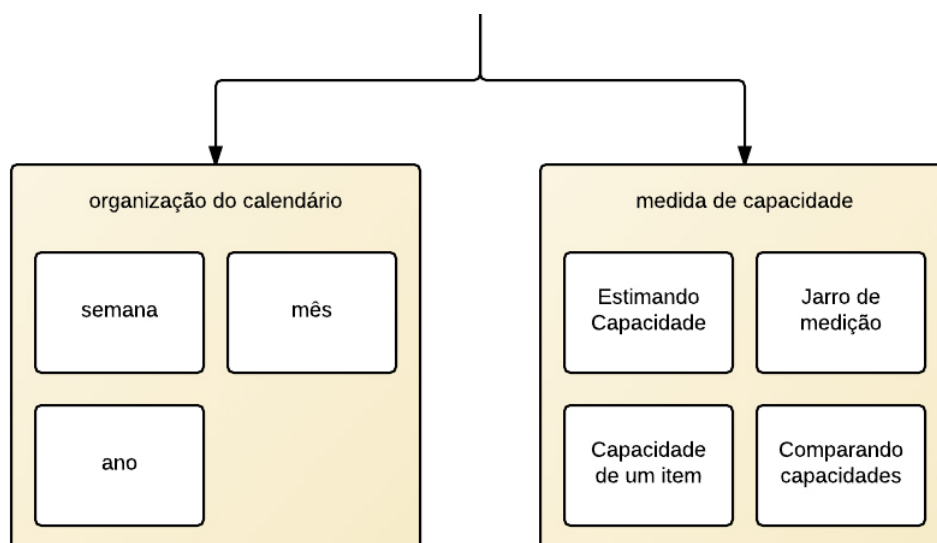


Figura 6 – Relação atividade-lição (autoria própria)

abaixo deles. Cada balão refere-se a uma atividade, os níveis representam hierarquia entre as atividades, as linhas a relação de dependência entre si, com as setas que mostram o sentido da dependência. A atividade mais acima é a que tem maior prioridade. Ela deve ser feita com sucesso para que as que estão abaixo dela sejam realizadas. As atividades mais abaixo não estarão a disposição até que suas antecessoras sejam concluídas. As atividades podem ter uma ou mais ascendentes, podendo ter várias descendentes ou, ainda, nenhuma.

2.4 As lições

Uma atividade é composta por lições. Uma lição é basicamente um desafio lançado ao aluno de responder um questionário formativo. A avaliação formativa refere-se a uma avaliação especificamente destinada a gerar *feedback* sobre o desempenho para melhorar e acelerar o aprendizado, de acordo com [Sadler \(1989\)](#).

O objetivo de cada lição é colocar em prática os conceitos aprendidos, exercitando e fixando-os. Para o professor é a oportunidade de avaliar a aprendizagem da turma ou determinados alunos em assuntos específicos, podendo identificar facilmente as principais deficiências.

Cada lição compreende apenas um nível de um objetivo educacional, ou seja, para um objetivo correspondente ao nível dois do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom, por exemplo, deve haver uma lição para avaliar o nível um, e outra para o nível dois.

A figura 6 mostra a relação entre atividade e lição. Uma atividade é composta por lições. Dentro de cada atividade haverá uma série de lições não necessariamente dependentes entre si, ou seja, podendo ser feitas em qualquer ordem. Isto para que o aluno tenha liberdade para realizar a lição que preferir. E para que ele possa, ainda,

Tabela 1 – Relação dos tipos de questão com verbos dos níveis do processo cognitivo de ordem inferior da Taxonomia de Bloom (autoria própria)

	Múltipla escolha	Relacional	Resposta curta
1. Recordar	apontar enumerar identificar listar	combinar relacionar distinguir rotular ordenar reconhecer	solucionar memorizar reconhecer ordenar combinar
2. Compreender	discriminar distinguir resolver classificar identificar reconhecer selecionar	distinguir discriminar selecionar	converter decodificar estimar resolver selecionar
3. Aplicar	resolver usar escolher	manipular organizar transferir usar escolher	aplicar alterar desenvolver modificar produzir resolver usar operar

iniciar outra, caso esteja com dificuldades em determinada lição, sem que haja perda de engajamento e motivação por não conseguir realizá-la.

Retomando o exemplo da seção 2.3, com o tema "medidas de tempo", uma maneira de planejar as lições seria dividindo-as em assuntos menores, ou subtemas. Para o objetivo (b) poderia haver lições sobre o ponteiro de minutos, outras sobre o ponteiro das horas. Em ambos os casos, o objetivo refere-se ao segundo nível de Bloom, entender, denotado pelo verbo "identificar", logo, haveria pelo menos uma lição para o primeiro nível, recordar, e outra para o segundo nível, entender, para cada um dos subtemas.

2.5 Questionário

O questionário é composto por 10 questões de três tipos possíveis: múltipla escolha, associativa ou de resposta curta. Os tipos de item estão diretamente relacionados aos objetivos educacionais. Para tanto, é necessário que o professor já os tenha definido de acordo com a Taxonomia de Bloom. Será feito uso dos processos cognitivos de ordem inferior da Taxonomia de Bloom, ou seja os três primeiros níveis, a saber, recordar, compreender e aplicar, subsequentemente.

A tabela 1 mostra a relação dos tipos questão com os três primeiros níveis da Taxonomia de Bloom. Na coluna à esquerda estão os níveis, enquanto na linha superior os tipos de questão. Na intercessão entre um nível e um tipo de questão são vistos os verbos que podem ser utilizados nos objetivo educacionais, segundo Ferraz, Belhot et al. (2010), usados para criar as questões.

2.5.1 Questões de múltipla escolha

Outro tipo de questão é a de múltipla escolha. Segundo Haladyna (2012), uma boa questão deste tipo é formada por quatro partes principais: caule, folhas, distratores e a chave:

- Caule: a questão que está sendo perguntada;
- Folhas: as opções de resposta;
- Distratores: opções de resposta incorretas;
- Chave: a resposta correta.

Este tipo de questão também pode ser disponibilizada com as folhas, ou seja, os itens, em forma de figuras para trabalhar a identificação visual com os conceitos, dando possibilidade de construção de narrativas e adicionando elementos lúdicos à questão.

2.5.2 Questões associativas

Questões associativa são aquelas nas quais o aluno responde relacionando cada uma das folhas (por exemplo, definições) com uma das opções fornecidas, formando pares. Essas perguntas são frequentemente usadas para avaliar o reconhecimento e recordação, bem como a habilidade de fazer associações entre termos e seus significados, datas e eventos, autor e livro, etc. O aluno também pode ser desafiado a associar números e funções com figuras e funcionalidades, de acordo com Cunningham, Hall e Defee (1991).

2.5.3 Questões de resposta curta

Questões de resposta curta consistem em questões nas quais o aluno deve escrever a resposta, não sendo oferecidas opções.

As perguntas de resposta curta têm muitas vantagens. Muitos instrutores relatam que elas são relativamente fáceis de construir e podem ser construídas mais rapidamente do que perguntas de múltipla escolha. Ao contrário das perguntas associativas, verdadeiro e falso e de múltipla escolha, as perguntas de resposta curta tornam difícil para os alunos adivinharem a resposta. As perguntas de resposta curta fornecem aos alunos mais

flexibilidade para explicar sua compreensão e demonstrar criatividade do que teriam com perguntas de múltipla escolha; Isso também significa que a pontuação é relativamente trabalhosa e pode ser bastante subjetiva. As perguntas de resposta curta fornecem mais estrutura do que as perguntas discursivas e, portanto, são frequentemente fáceis e rápidas de marcar e muitas vezes testam uma gama mais ampla do conteúdo do curso do que perguntas completas de redação, segundo [Cunningham, Hall e Defee \(1991\)](#).

2.6 Avaliação

A avaliação é realizada pelo professor por relatórios disponibilizados após a realização das atividades. O professor terá acesso ao relatório de desempenho coletivo, bem como de desempenho individual. Para ser considerada realizada com sucesso, a lição deve ter sido respondida com no mínimo 70% de sucesso, ou seja, ao menos 7 dos 10 itens corretos.

Como a abordagem dos questionários é formativa, ou seja, a intenção não é atribuir uma nota para o aluno ou ainda fornecer ao professor ferramentas para disponibilização de menções. Mas que o professor possa melhor conduzir o processo de ensino e aprendizagem por meio de melhoramentos baseado em dados de performance.

No relatório de desempenho coletivo, será possível verificar quais as lições foram realizadas com sucesso e relacioná-las com os objetivos educacionais. Desta maneira é possível verificar quantos alunos alcançaram o desempenho esperado, cabendo ao professor analisar os dados e tomar decisões para a sala de aula, seja de reforçar os temas que ainda estão deficientes, seja de prosseguir para o próximo assunto.

Com os relatórios individuais, o professor pode tomar decisões para cada aluno, em cada contexto. Assim, o professor pode tratar as individualidades educacionais, propondo soluções personalizadas, baseadas na particularidades de cada aluno.

2.7 Gamificação

É uma parte importante desse projeto, a aplicação de um ambiente gamificado no software. Para tanto, é necessário criar um projeto de gamificação do sistema. A criação deste foi feita baseado no processo proposto por Yu-Kai Chou, utilizando o framework Octalysis, de sua criação.

O diferencial do processo de Chou, é o foco no usuário para a definição das motivações psicológicas empregadas na gamificação. Longe de somente implementar pontos, troféus e rankings, Chou utiliza-se da observação do usuário para propor e utilizar diversas técnicas motivacionais diferentes. Desse modo, o projeto de gamificação não é a simples utilização de padrões repetidos, mas implementação única de toda uma arcação teórico,

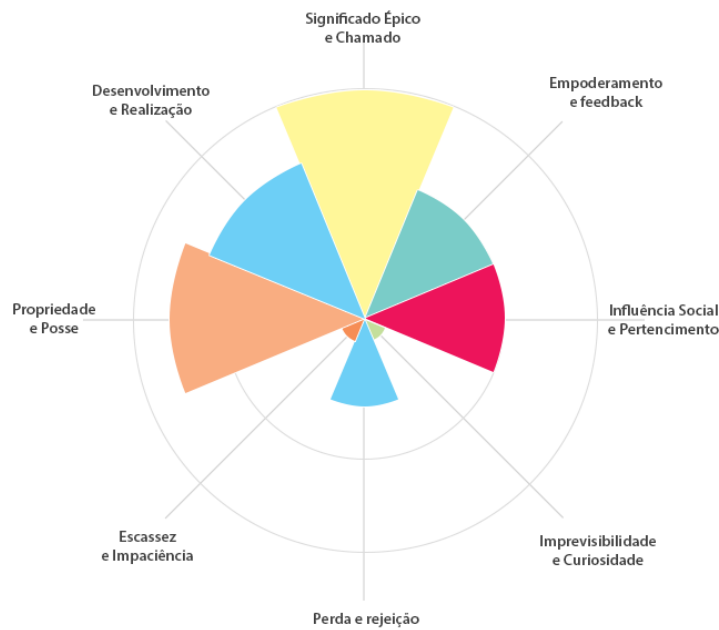


Figura 7 – Gamificação no nível 1 do Octalysis (autoria própria)

de técnicas e métodos, às particularidades dos usuários no contexto dado, segundo [Chou \(2015\)](#).

Visto que o público a realizar as questões é de turmas de crianças entre 6 e 8 anos, buscou-se utilizar técnicas predominantemente do grupo *white hat*, com as Unidades Centrais "Desenvolvimento e Realização", "Empoderamento" e, principalmente a utilização massiva de "Significado Épico e Chamado", pelo apelo lúdico. E evitar utilização de técnicas *black hat*, como as Unidades Centrais "Escassez e Impaciência" e "Imprevisibilidade e Curiosidade", porém aceitando "Perda e rejeição". Pelo caráter coletivo encontrado na turma e do ambiente de realizações das atividade, ou seja, laboratório de informática, é interessante um forte utilização de "Influência Social e Pertencimento". "Propriedade e posse" é uma Unidade Central a ser bastante explorada deste trabalho, devido ao fatores de recompensa extrínsecas.

A figura 7 mostra o projeto de gamificação no nível 1 do Octalysis. A amplitude dos segmentos representa o grau de importância e utilização de cada Unidade Central no sistema. Vê-se a importância dada às técnicas de *white hat*, ou seja, as da metade superior do gráfico, em detrimento às de *black hat*, na metade inferior. O foco principal é em "Significado e Chamado", trabalhando as atividades sempre de forma lúdica.

[Chou \(2015\)](#) propõe, ainda, um segundo nível do Octalysis, no qual é prevista a evolução da gamificação dentro da experiência do jogo, em que o jogador – o aluno, no caso – passa por quatro fase: Descoberta, Entrada, Dia-a-dia e Fim do Jogo. A primeira fase da jornada de um jogador, a Descoberta, começa quando o ele descobre e aprende primeiro sobre o ambiente. Durante a fase de Entrada, o usuário é treinado para se familiarizar

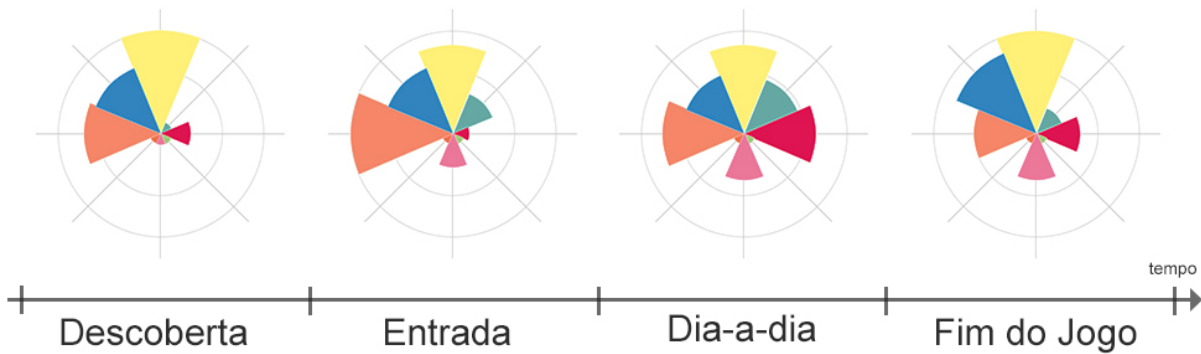


Figura 8 – Gamificação no nível 2 do Octalysis (autoria própria)

com as regras do jogo, as opções, a mecânica e as recompensas. O terceiro momento da atividade contínua e regular do jogo, o Dia-a-dia, é onde os jogadores usam todas as regras e opções que aprenderam durante a Entrada para tentar alcançar o maior número de recompensas possíveis. O Fim do Jogo é quando os jogadores acreditam ter feito tudo o que há para fazer pelo menos uma vez e estão começando a se sentir como se não existissem recompensas inexploradas. Para cada uma dessas fases foram planejadas diferentes gamificações com uso de técnicas que privilegiam o objetivo de cada fase.

A figura 8 mostra a proposta de gamificação no segundo nível do Octalysis. A medida que o tempo passa, há uma evolução da gamificação. Em cada fase há um foco diferente das Unidades Centrais exploradas e das técnicas usadas. O posicionamento dos segmentos é o mesmo visto na figura 7. Vê-se que na fase de Descoberta há um forte enfoque nas Unidades Centrais *white hat* e do lado esquerdo do cérebro. Na fase de entrada, há mais equilíbrio, implementando técnicas de outras Unidades Centrais. No Dia-a-dia é que há melhor distribuição, com a prevenção de "Perda e Rejeição", para evitar desinteresse por alta facilidade de recompensas. É nesse momento também que a influência social desempenha importante papel motivador. No Fim do Jogo os elementos de "Significado Épico e Chamado" voltam a ter destaque, para o fechamento da jornada dentro do jogo.

A tabela 2 mostra a utilização das técnicas de gamificação no segundo nível do Octalysis. As técnicas foram distribuídas nas fases de jogo de acordo com as Unidades Centrais que se desejava enfatizar. Cada uma foi escolhida com base na análise da descrição de cada uma, feita por Chou (2015), em comparação com os resultados esperados de suas aplicações com o público alvo, ou seja, crianças de 6 a 8 anos. Foi levado em consideração, também, a viabilidade de implementação de cada uma no software aqui proposto. Ao todo foram usadas neste projeto de gamificação 14 técnicas, são elas:

- Amizades
- Avatar

Descoberta	Entrada	Dia-a-dia	Fim do Jogo
Avatar (4)	Avatar (4)	Amizades (5)	Amizades (5)
Curva de Aprendizado (4)	Coleção (4)	Avatar (4)	Avatar (4)
Medalhas (2)	Desbloqueio de meta (3)	Coleção (4)	Coleção (4)
Narrativa (1)	Herói da Humanidade (1)	Escolhas Significativas (3)	Estante de Troféus (5)
Pontos (2)	Medalhas (2)	Estante de Troféus (5)	Herói da Humanidade (1)
Sorte de principiante (1)	Narrativa (1)	Herói da Humanidade (1)	Narrativa (1)
	Perda do progresso (8)	Medalhas (2)	Perda do progresso (8)
	Pontos (2)	Narrativa (1)	Pontos (2)
		Perda do progresso (8)	Rankings (2)
		Pontos (2)	
		Rankings (2)	

Tabela 2 – Distribuição das técnicas por fase (autoria própria)

- Coleção
- Curva de Aprendizado
- Desbloqueio de meta
- Escolhas Significativas
- Estante de Troféus
- Herói da Humanidade
- Medalhas
- Narrativa
- Perda do progresso
- Pontos
- Rankings
- Sorte de principiante

2.7.1 Técnicas de gamificação utilizadas

A divisão das técnicas de gamificação do Octalysis, (CHOU, 2015), utilizadas nas fases foi feita da seguinte maneira:

2.7.1.1 Descoberta

- **Avatar:** Será disponibilizada a criação de seu avatar no jogo.
- **Curva de Aprendizado:** O jogador percebe que a realização das lições nas atividades está lhe levando a aprender mais.
- **Medalhas:** O jogador será premiado com medalha por ter iniciado o jogo.
- **Narrativa:** Será feita a introdução ao ambiente e sua narrativa.
- **Pontos:** O jogador ganha seus primeiros pontos pela realização da primeira atividade.
- **Sorte de principiante:** A primeira lição é apresentada e vencida com sucesso, fazendo-o pensar que teve sorte.

2.7.1.2 Entrada

- **Avatar:** O avatar poderá ser substituído a qualquer momento.
- **Coleção:** Serão disponibilizadas as coleções de conquistas alcançadas.
- **Desbloqueio de meta:** Serão apresentadas metas a serem alcançadas e desbloqueadas
- **Herói da Humanidade:** A realização das lições dará ao jogador a percepção que está fazendo parte de uma missão maior.
- **Medalhas:** Novas medalhas e conquistas serão disponibilizadas.
- **Narrativa:** A narrativa evolui e envolve mais o jogador dentro da história.
- **Perda do progresso:** É apresentado para o jogador que a não realização das atividades resulta em perda do progresso já alcançado.
- **Pontos:** O jogador soma pontos com a realização de mais lições.

2.7.1.3 Dia-a-dia

- **Amizades:** O jogador percebe a evolução dos colegas de turma durante o jogo.
- **Avatar:** O avatar pode ser modificado a qualquer momento.
- **Coleção:** O jogador poderá exibir sua coleção de conquistas.
- **Escolhas Significativas:** O jogador poderá escolher quais lições realizar e perceber que isto causa impacto na sua aprendizagem.
- **Estante de Troféus:** O jogador trabalhará para conseguir mais troféus.
- **Herói da Humanidade:** A medida que realiza as lições, o jogador verá que sua missão está sendo exercida.
- **Medalhas:** O jogador progredirá de nível à medida que acumular pontos.
- **Narrativa:** A história é desenvolvida e contada por meio das lições.
- **Perda do progresso:** O jogador convive com a possibilidade de perda do progresso já alcançado com a não realização das atividades.
- **Pontos:** O jogador soma pontos com a realização de mais lições.
- **Rankings:** Os jogadores são ranqueados de acordo com a pontuação alcançada.

2.7.1.4 Fim do Jogo

- **Amizades:** Com a proximidade do fim do jogo, o jogador vê o progresso dos colegas e busca alcançar o objetivo final primeiro que eles.
- **Avatar:** O avatar pode ser trocado a qualquer momento.
- **Coleção:** Há a consolidação da coleção do jogador.
- **Estante de Troféus:** Os últimos troféus disponíveis serão buscados e disputados.
- **Herói da Humanidade:** O objetivo final será alcançado, com o fim do jogo.
- **Narrativa:** A história se desenrola para sua conclusão.
- **Perda do progresso:** O jogador convive com a possibilidade de perda do progresso já alcançado com a não realização das atividades.
- **Pontos:** O jogador soma pontos com a realização de mais lições.
- **Rankings:** Os jogadores são ranqueados irão buscar terminar o jogo nas primeiras colocações.

3 Desenvolvimento do software

O sistema de apoio ao ensino de matemática para turmas de crianças é uma solução em software, para plataforma web, executado via browser, no qual o professor prepara atividades praticas, os alunos executam as atividades, e o professor avalia os resultados dos alunos.

Seu desenvolvimento será baseado em metodologias ágeis, utilizando de práticas do Scrum, sob os princípios do Lean Software Development (LSD). Este capítulo destina-se a apresentar o processo proposto para o desenvolvimento do software, bem como as ferramentas utilizadas. Os conceitos de engenharia de Software estão descritos na seção 3.1. Os princípios de LSD são apresentadas na subseção 3.1.1, enquanto os conceitos de Scrum utilizados estão na subseção 3.1.2. O sistema é mostrado na seção 3.4. Os requisitos iniciais do software encontram-se na seção 3.2 e, por fim, o cronograma de desenvolvimento está exposto na seção 3.5.

3.1 Engenharia de Software

3.1.1 Lean Software Development

O Lean Software Development (LSD) se baseia no *Lean Manufacturing*, também conhecido como Sistema Toyota de Produção, que utiliza o conceito de *lean* – "enxuto", em inglês. Segundo [Womack e Jones \(2010\)](#), *lean* é uma maneira de pensar que permite às organizações especificar valor, alinhar ações criadoras de valor na melhor sequência, conduzir essas atividades sem interrupção sempre que alguém as solicita e executá-las cada vez mais efetivamente. Cinco conceitos de *Lean Manufacturing* interligados orientam o pensamento *lean*:

- Valor: compreender aquilo que é mais importante para o cliente e é fundamental ter uma compreensão clara do que é isso.
- Fluxo de valor: identificação cada etapa do processo em termos do valor que ele adiciona ao produto.
- Fluxo: é importante que o processo de produção flua continuamente.
- Puxar: os pedidos do cliente puxam o produto, garantindo que nada seja construído antes de ser necessário.
- Perfeição: Esforçando-se para a perfeição no processo através da identificação contínua e remoção de resíduos.

Baseado nesses conceitos, [Poppendieck e Poppendieck \(2003\)](#) propõem os princípios do LSD, que serão utilizados no desenvolvimento deste projeto:

- **Eliminar Desperdício:** tudo não agregando valor ao cliente como resíduos, portanto, devem ser eliminados do ambiente de desenvolvimento, podendo ser: trabalho parcialmente concluído, processos extras, recursos extras, mudança de tarefas, espera, movimento, defeitos ou atividades de gestão.
- **Construir Qualidade:** O cliente precisa ter uma experiência geral do sistema. Esta é a denominada integridade percebida: como ela está sendo anunciada, entregue, implantada, acessada, quão intuitivo é seu uso, seu preço e quão bem ele resolve problemas.
- **Criar Conhecimento:** Em vez de adicionar mais documentação ou planejamento detalhado, diferentes idéias poderiam ser tentadas escrevendo código e construindo. O processo de coleta de requisitos do usuário pode ser simplificado através da apresentação de telas para os usuários finais e obter sua entrada. A acumulação de defeitos deve ser evitada através da execução de testes logo que o código é escrito.
- **Adiar o Compromisso:** Como o desenvolvimento de software está sempre associado a alguma incerteza, melhores resultados devem ser alcançados com uma abordagem baseada em opções, adiando decisões o máximo possível até que possam ser feitas com base em fatos e não em pressupostos e previsões incertas.
- **Entregar rapidamente:** Quanto mais cedo o produto final for fornecido sem defeitos maiores, mais rapidamente o feedback pode ser recebido e incorporado na próxima iteração. Quanto mais curtas as iterações, melhor o aprendizado e a comunicação.
- **Respeitar as pessoas:** encontrar boas pessoas e deixá-las fazer seu próprio trabalho, encorajando o progresso, identificando erros e removendo impedimentos, porém evitando micro-gestão.
- **Otimizar o todo:** a implementação do ditado popular "Pensar grande, agir pequeno, falhar rápido, aprender rapidamente". Antes de ser implementado em uma situação real e concreta importância da compreensão do campo e a adequação da implementação de princípios *lean* ao longo de todo o processo de desenvolvimento de software.

3.1.2 Scrum

Segundo o Manual do Scrum, ([SCHWABER; SUTHERLAND, 2013](#)), Scrum é um processo de gerenciamento e controle que reduz a complexidade concentrada na construção

de software que atenda às necessidades do negócio. Gestão e equipes são capazes de ter total controle dos requisitos e tecnologias, e entregar software rapidamente, de forma incremental e empiricamente.

Um princípio fundamental do Scrum, de acordo com Schwaber e Sutherland (2013), é seu reconhecimento de que durante o desenvolvimento do produto, os clientes podem mudar suas mentes sobre o que eles querem e precisam (muitas vezes chamado de volatilidade de requisitos) e que os desafios imprevisíveis não podem ser facilmente abordados de forma tradicional preditiva ou planejada. Desta forma, Scrum adota uma abordagem empírica baseada em evidências – aceitando que o problema não pode ser totalmente compreendido ou definido, concentrando-se em maximizar a capacidade da equipe para entregar rapidamente, para responder às necessidades emergentes e para se adaptar às tecnologias em evolução e mudanças nas condições do mercado.

O Scrum, segundo Schwaber e Sutherland (2013), é sustentado pelos três pilares: transparência, inspeção e adaptação. Todo o trabalho dentro do framework Scrum deve ser visível para os responsáveis pelo resultado do processo, do fluxo de trabalho e do progresso. Para tornar essas coisas visíveis, as equipes Scrum precisam inspecionar frequentemente o produto sendo desenvolvido e o quão bem a equipe está trabalhando. Com a inspeção freqüente, a equipe pode detectar quando seu trabalho se desvia fora dos limites aceitáveis e adaptar seu processo ou o produto em desenvolvimento. Baseado nisso, o Guia do Scrum, (SCHWABER; SUTHERLAND, 2013), descreve os seus cinco valores fundamentais:

- **Compromisso:** Os membros da equipe se comprometem individualmente a alcançar seus objetivos de equipe, cada Sprint.
- **Coragem:** Os membros da equipe sabem que têm a coragem de trabalhar através de conflitos e desafios juntos para que eles possam fazer a coisa certa.
- **Foco:** Os membros da equipe se concentram exclusivamente nos objetivos da equipe e no Sprint Backlog; Não deve haver trabalho feito senão através do seu backlog.
- **Abertura:** Os membros da equipe e suas partes interessadas concordam em ser transparentes em relação ao seu trabalho e aos desafios que enfrentam.
- **Respeito:** Os membros da equipe respeitam um ao outro para serem tecnicamente capazes e para trabalhar com boa intenção.

No contexto deste projeto, algumas práticas de Scrum foram escolhidas conforme as vantagens que trariam para o desenvolvimento. Conforme o primeiro princípio do LSD, de eliminar desperdícios, práticas que não agregariam valor significativo em comparação com o esforço colocado em sua implantação, foram eliminadas da adaptação Scrum feita para este trabalho. As práticas, artefatos e eventos recolhidos foram:

- **Sprint:** Um período de tempo, deste caso, 7 dias, em que o desenvolvimento ocorre em um conjunto de itens do Backlog do Produto a serem implementados.
- **Backlog da Sprint:** É um artefato que compreende uma lista de trabalhos que a Equipe de Desenvolvimento deve tratar durante a próxima Sprint. A lista é feita pelo time de desenvolvimento progressivamente, selecionando do Backlog do Produto itens em ordem de prioridade, até que se sinta que têm trabalho suficiente para preencher uma Sprint.
- **Backlog do Produto:** É um artefato que compreende uma lista ordenada de requisitos que mantida para desenvolvimento do produto. Consiste em novas funcionalidades, correções de bugs, requisitos não-funcionais, etc. – o que quer que seja necessário para entregar com êxito um produto viável.
- **Planejamento da Sprint:** É uma atividade realizada no início de cada Sprint para planejar a realização desta. São escolhidas funcionalidades do Backlog do Produto para compor o Backlog da Sprint, ou seja, os itens que serão contemplados.
- **Revisão da Sprint:** É uma atividade realizada ao final de cada Sprint para revisar o trabalho que foi concluído e o trabalho planejado que não foi concluído, além de apresentar as novas funcionalidades para as partes interessadas.

3.2 Requisitos

Um dos passos importantes no desenvolvimento de software é o levantamento de requisitos. A engenharia de requisitos está relacionada com a identificação, modelagem, comunicação e documentação dos requisitos para um sistema e os contextos em que o sistema será usado, de acordo com [Pressman e Maxim \(2016\)](#).

Segundo [Sommerville \(2003\)](#) a seleção do processo de elicitación de requisitos depende de muitas coisas: organização, engenharia de sistemas e processo de desenvolvimento de software, tipo de software desenvolvido, etc. Geralmente, um bom processo de engenharia de requisitos inclui as seguintes atividades ([SOMMERVILLE, 2003](#)):

1. Elicitación de requisitos, onde os requisitos do sistema são descobertos através da consulta das partes interessadas, da documentação do sistema, conhecimento do domínio e estudos de mercado.
2. Análise e negociação de requisitos, onde os requisitos são analisados em detalhe, e são aceitos pelas partes interessadas.
3. Validação dos requisitos, em que é verificada a coerência e a exaustividade dos requisitos.

Para a elicitação de requisitos, foram feitas entrevistas com professores de turmas de segundo e terceiro anos do ensino fundamental. Nestas reuniões, realizadas por vídeo conferência, foram esclarecidas não somente questões sobre as funcionalidades do software, como também sobre o perfil dos alunos, uso de computadores em laboratório e possíveis estratégias de gamificação.

Os resultados da elicitação de requisitos foi a descrição dos itens *Backlog* de acordo com a hierarquia proposta por [Leffingwell e Widrig \(2000\)](#): Tema de Investimento, Épicos, *Feature* e *User Story*. Os itens são os descritos na subseção a seguir.

3.2.1 Tema de Investimento

1. Ensino-Aprendizagem

3.2.2 Épico

1.1. Planejamento de Atividades

1.2. Realização de Atividades

1.3. Avaliação de desempenho

1.4. Gamificação

3.2.3 *Feature*

1.1.1. Criação de Atividade

1.1.2. Criação de Lição

1.1.3. Criação de Questionário

1.1.4. Criação de Questão

1.2.5. Responder questionário

1.3.7. Desempenho individual

1.4.8. Amizades

1.4.9. Avatar

1.4.11. Curva de Aprendizado

1.4.12. Desbloqueio de meta

1.4.13. Escolhas Significativas

1.4.17. Narrativa

1.4.18. Perda do progresso

1.4.19. Pontos

1.4.20. Rankings

3.2.4 *User Story*

1.1.1.1. Como professor quero criar atividades para os alunos executarem

1.1.2.2. Como professor quero criar lições para compor as atividades

1.1.3.3. Como professor quero criar questionários para compor a lição

1.1.3.4. Como professor quero criar questão do tipo múltipla-escolha

1.1.3.5. Como professor quero criar questão do tipo resposta curta

1.1.4.6. Como professor quero criar questão do tipo associação

1.2.5.7. Como aluno quero responder os questionários para realizar a atividade

1.3.7.11. Como professor quero visualizar detalhes de cada aluno sobre a realização de determinada atividade para poder avaliá-lo individualmente

1.4.8.12. Como aluno quero visualizar o perfil dos meus colegas de turma para ver seu resultados

1.4.9.13. Como aluno quero escolher uma imagem de perfil para personalizar minha conta

1.4.11.15. Como aluno quero visualizar os conteúdos que já aprendi para perceber minha evolução de aprendizado

1.4.12.16. Como aluno quero alcançar novas metas para me manter motivado

1.4.13.17. Como aluno quero escolher as lições que desejo fazer para ter controle sobre o jogo

1.4.17.21. Como aluno quero participar de histórias na realização das atividades para me engajar na narrativa

1.4.18.22. Como professor quero que o aluno quando não realizar as atividades perca progresso

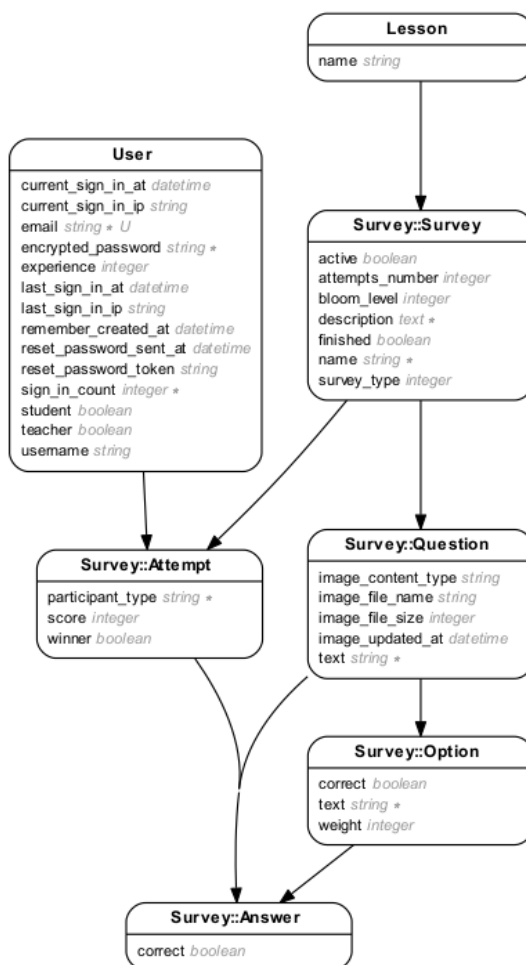


Figura 9 – Modelo de domínio do sistema (autoria própria)

1.4.19.23. Como aluno quero receber pontos por realizar atividades para me manter motivado

1.4.20.24. Como aluno quero visualizar rankings maiores pontuadores para me motivar a ganhar mais pontos

3.3 Desenvolvimento

O sistema foi desenvolvido na linguagem Ruby, versão 2.3.5, utilizando o *framework* Ruby on Rails, versão 4.2.1. O banco de dados empregado foi o SQLite, versão 3.

3.3.1 Modelo de domínio

O modelo de domínio da aplicação é visto na figura 9. Uma lição (Lesson) possui um questionário (Survey), que possui questões (Question), que possui opções (Option) que possui uma resposta correta (Answer). Um usuário (User), pode ser do tipo estudante ou professor e pode fazer várias tentativas (Attempt) de resposta a um questionário.

Jul 30, 2017 – Dec 4, 2017

Contributions: **Commits** ▾

Contributions to master, excluding merge commits

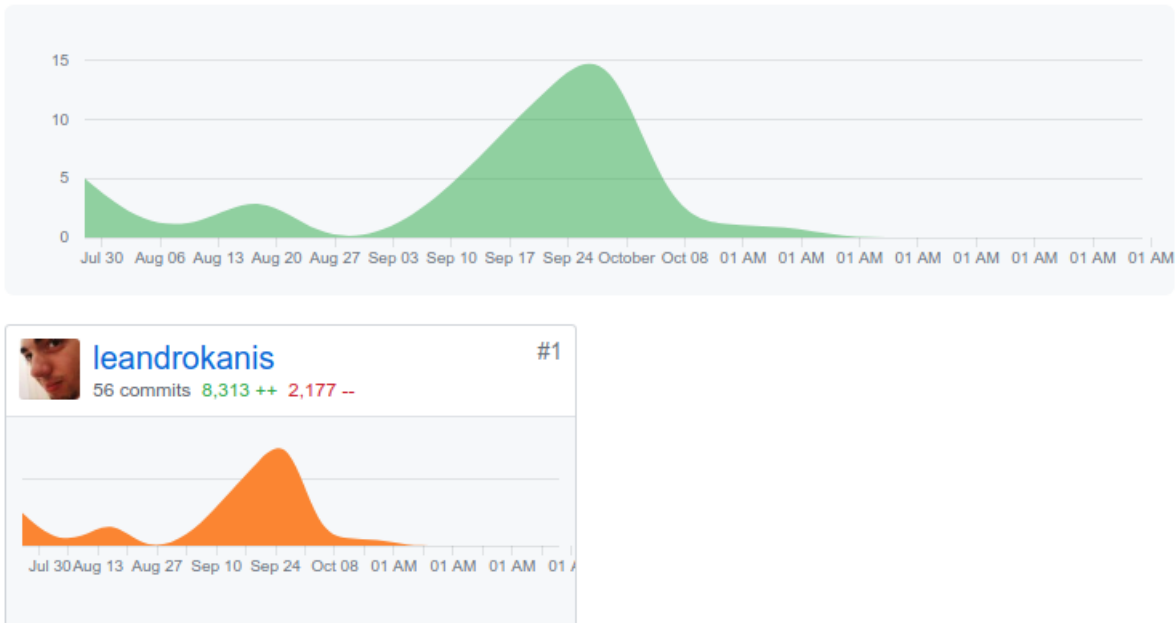


Figura 10 – Gráfico de contribuições no Github (autoria própria)

3.3.2 Repositório e versionamento

Para o desenvolvimento, o projeto foi mantido e versionado em Git, usando o Github, no repositório github.com/leandrokanis/planetario. O projeto foi licenciado sob a licença MIT, ou seja, a permissão é concedida, gratuitamente, a qualquer pessoa que obtenha uma cópia deste software e dos arquivos e documentação, para lidar com o Software sem restrições, incluindo, os direitos de uso, cópia, modificação, mesclagem, publicação, distribuição, sublicenciamento e / ou venda de cópias do Software, conforme descrito por Rosen (2005).

A figura 10 mostra o gráfico de contribuições (*commits*) ao projeto ao longo do tempo, gerado automaticamente pelo Github. Vê-se dois gráficos. O gráfico acima refere-se aos *commits* de todo o projeto em relação ao tempo, em que, no eixo X há o tempo, e no eixo Y, a quantidade de *commits*. A curva mostra dois picos de desenvolvimento, que se referem às três *releases*. Já o gráfico posicionado abaixo mostra as contribuições de cada participante no tempo. Neste caso, apenas um, o autor, logo, a curva é igual ao do projeto.

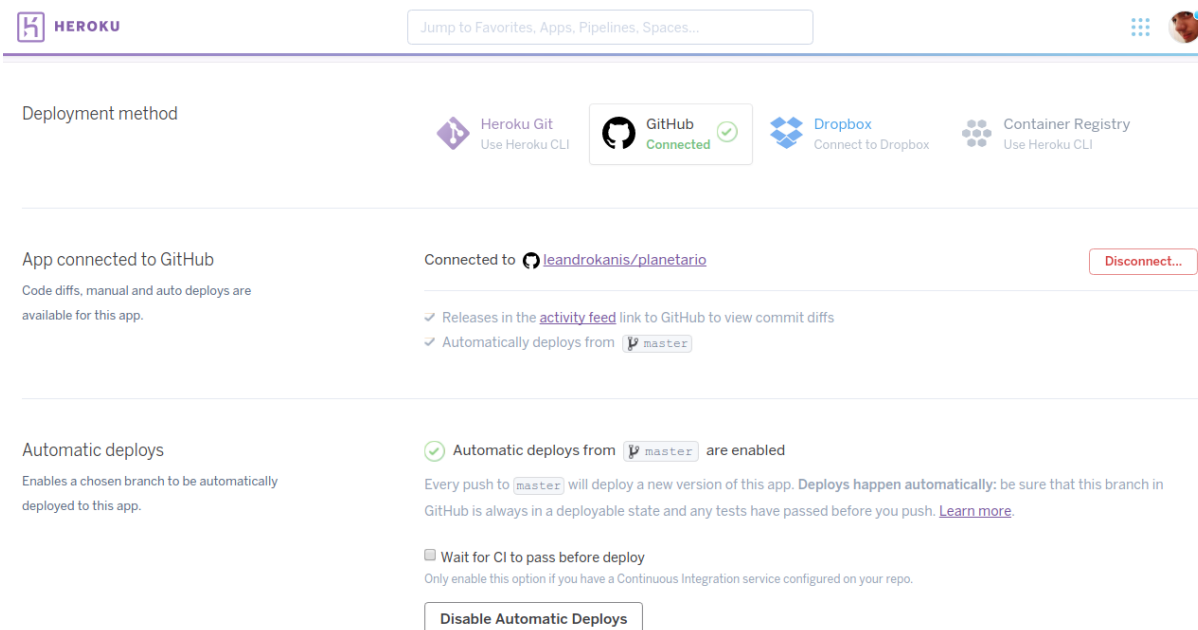


Figura 11 – Painel de controle de *deploy* no Heroku (autoria própria)

3.3.3 Deploy

A aplicação foi disponibilizada (*deploy*) na plataforma Heroku, que permite a instalação, configuração e manutenção de projetos em Ruby on Rails de forma gratuita. O sistema pode ser acessado por meio do *link*: *planetarioga.herokuapp.com*.

É possível ver na figura 11 o painel de controle de *deploy* no Heroku. Vê-se a primeira sessão, "*Deployment Method*", o destaque para Github, mostrando que está conectado ao repositório. Dessa forma, o software é enviado de forma automática e disponibilizado instantaneamente, fazendo uso do conceito de Integração Contínua, descrito por Duvall, Matyas e Glover (2007).

3.3.4 Arquitetura de Serviços

Por motivo de performance, foi implementado o modelo de arquitetura orientada a serviços, ou Service-Oriented Architecture (SOA). Segundo Perrey e Lycett (2003), no SOA, as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços, que se comunicam por meio de interfaces. Na aplicação desenvolvida, percebeu-se um limitação de armazenamento e processamento de imagens pelo Heroku. Assim, foi criado um serviço separado, somente para processamento e armazenamento das imagens, utilizando a plataforma Cloudinary.

Na figura 12, é possível ver um esquema da arquitetura SOA simplificada que foi implementada. As figuras à esquerda representam os usuários, que interagem com o sistema por uma interface web, ou seja, o browser. O serviço principal, hospedado no Heroku, representado pelo Serviço de Plataforma, incluindo o *Ruby on Rails*, é mostrado

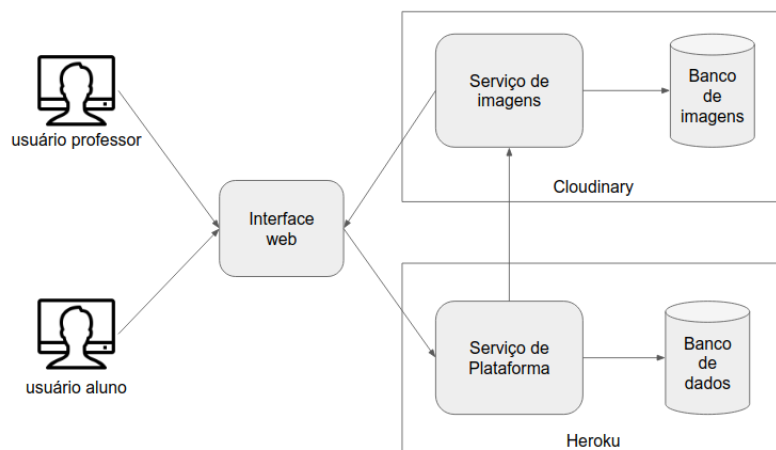


Figura 12 – Esquema da arquitetura de serviços implementada (autoria própria)

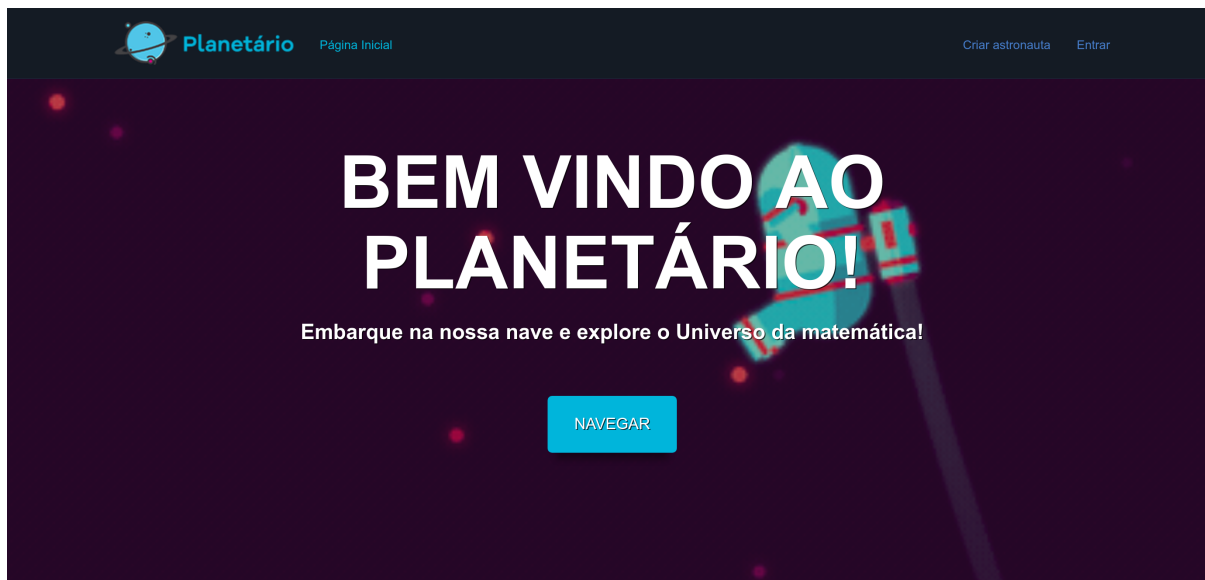


Figura 13 – Tela inicial do sistema (autoria própria)

no quadro de baixo, juntamente com o banco de dados. No quadro de cima, vê-se o serviço hospedado no Cloudinary, o "Serviço de Imagens", responsável por processar, redimensionar e disponibilizar o *link* para a imagem, guardado no banco de imagens da plataforma. Desta forma, todas as imagens são processadas, redimensionadas e hospedadas em um serviço externo, poupando processamento local e resultando em ganho de performance na execução da aplicação.

3.4 O Sistema

A figura 13 mostra a página inicial da aplicação. Ao topo vê-se uma barra, que contém o logo do sistema, juntamente com seu nome, "Planetário". Na parte direita da barra, *links* para criação conta, com o texto "Criar astronauta", e "Entrar", caso o usuário já tenha um conta. Ao centro vê-se um texto de boas-vindas, com um botão para também

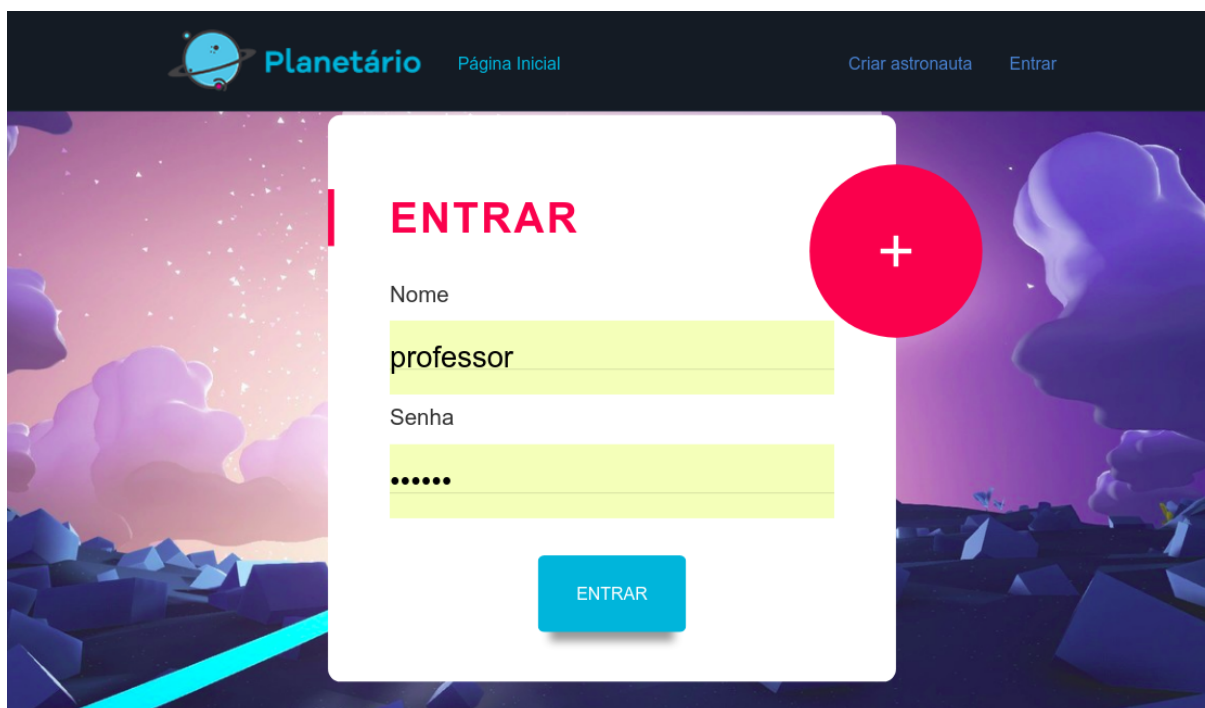
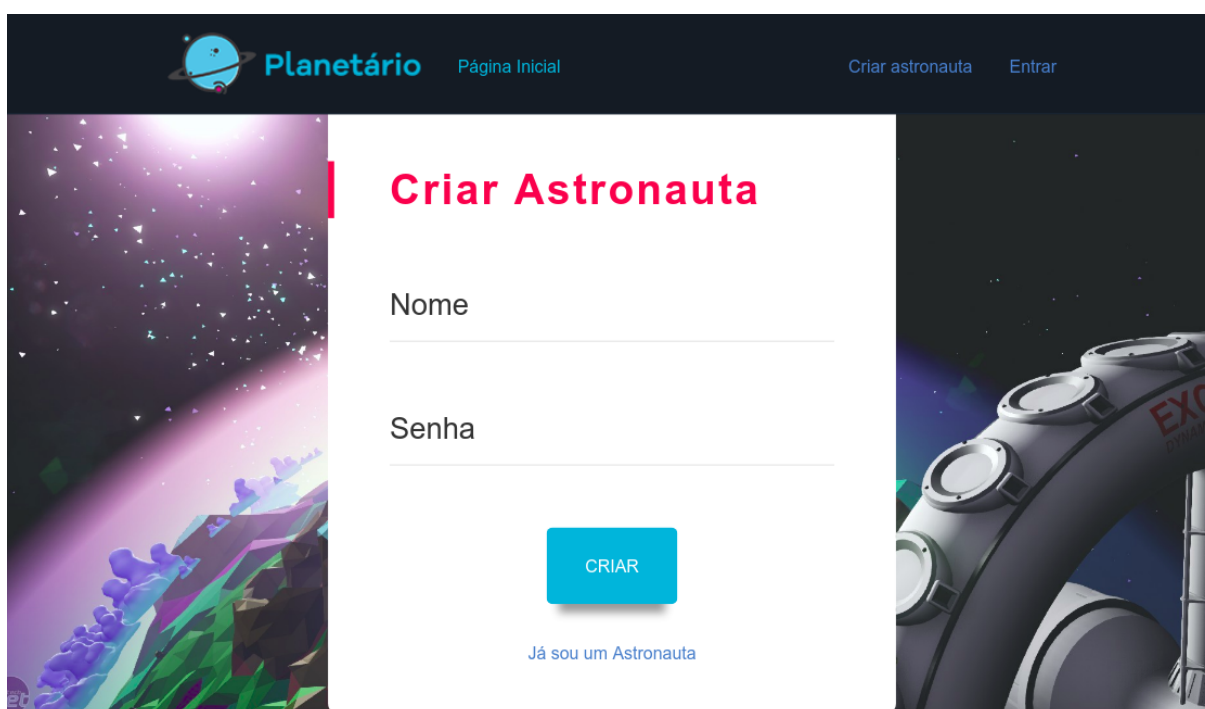
Figura 14 – Tela de *login* (autoria própria)

Figura 15 – Tela cadastro (autoria própria)

entrar no sistema. Ao fundo há uma imagem do desenho de um astronauta que fica se movendo. A ambientação na temática espacial, vista aqui no nome, figuras e textos, permeia todo a aplicação, como parte da técnica de gamificação "Narrativa".

É mostrada a tela de login na figura 14, em que o professor ou aluno podem entrar no sistema, caso já possuam cadastro.



Figura 16 – Tela do painel de administração (autoria própria)

A figura 15 mostra a tela de cadastro. Um novo usuário pode criar uma conta no sistema, se cadastrando como um Astronauta, ou seja, aluno. A conta de professor pode ser criada somente pelo administrador do sistema. Por se tratar de um público infantil, o formulário de cadastro é simplificado.

O painel de administração do sistema é mostrado na figura 16. Este painel é de acesso aos professores, que podem "Administrar Planetas", Gerenciar "Missões", gerenciar "Alunos" e visualizar "Relatórios". À direita, vê-se o "Ranking" dos alunos com suas respectivas pontuações.

Na figura 17 pode-se visualizar a página de navegação entre os planetas, ou seja, as lições pela perspectiva do professor. Na perspectiva do professor, há opção de "editar", "apagar", adicionar nova missão ao planeta, ou, ainda, adicionar "Novo Planeta".

A figura 18 mostra a tela de inclusão de uma nova missão, ou seja, um questionário. O tema é inserido no campo "Título". O professor adiciona um novo questionário, com base no objetivo de aprendizagem que se deseja alcançar, que deve ser descrito no campo "Descrição". O campo "Nível em Bloom" apresenta três opções: "1", "2", "3", referentes aos níveis da Taxonomia de Bloom, recordar, compreender e aplicar, respectivamente.

A figura 19 mostra a tela de administração dos usuários do sistema. O professor tem uma visão geral dos alunos, como sua pontuação de experiência, bem como opções de gerenciamento de conta, caso seja necessário.

Na figura 20 pode ser visto a tela do perfil de um usuário. Suas informações pessoais, *avatar*, bem como experiência e conquista são exibidos nesta página.

A figura 21 mostra a página de navegação entre os planetas, ou seja, as lições, pela

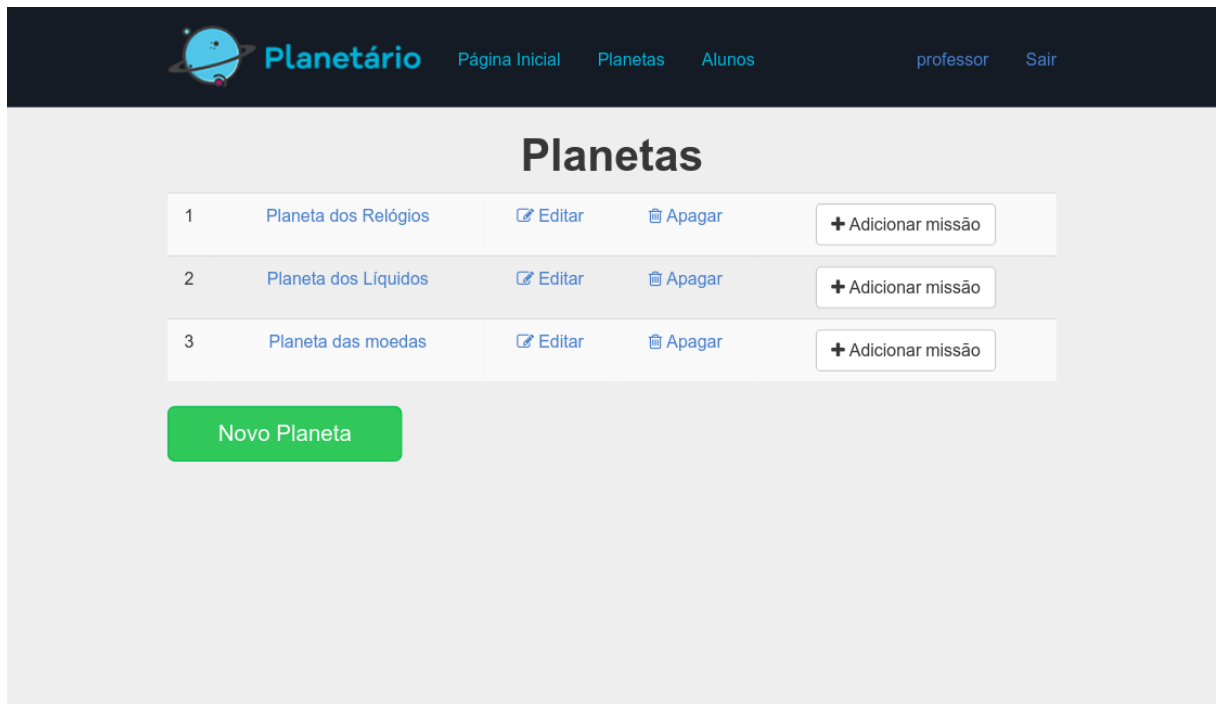


Figura 17 – Tela de planetas (autoria própria)

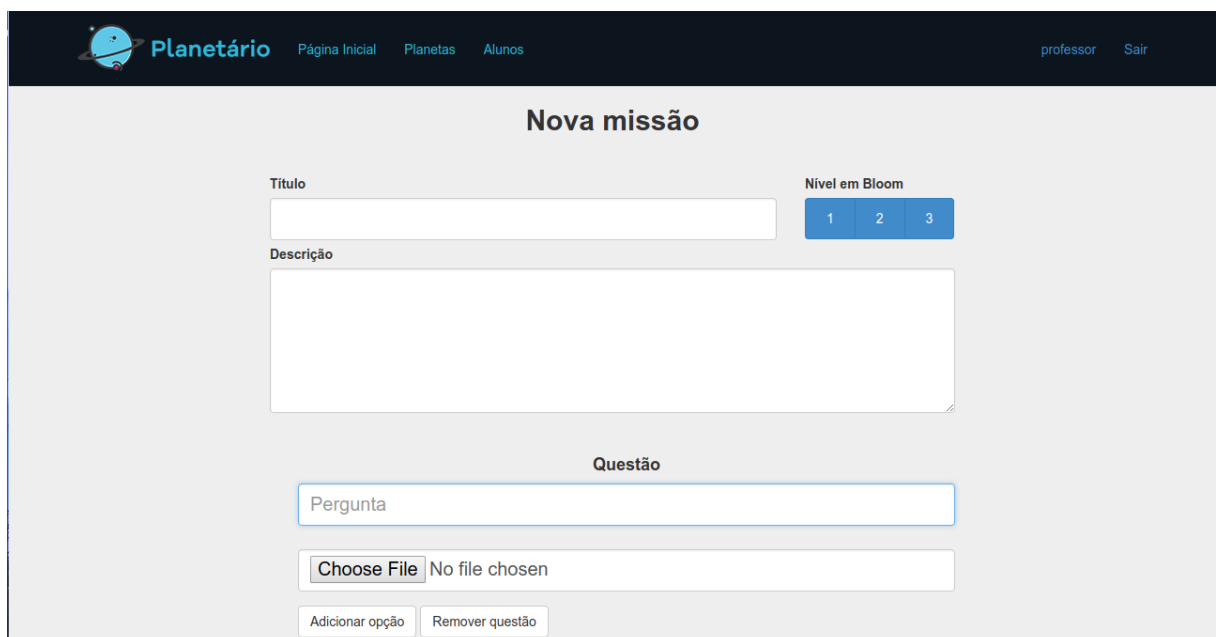


Figura 18 – Tela de adição de Nova Missão (autoria própria)



Figura 19 – Tela de administração de usuários (autoria própria)

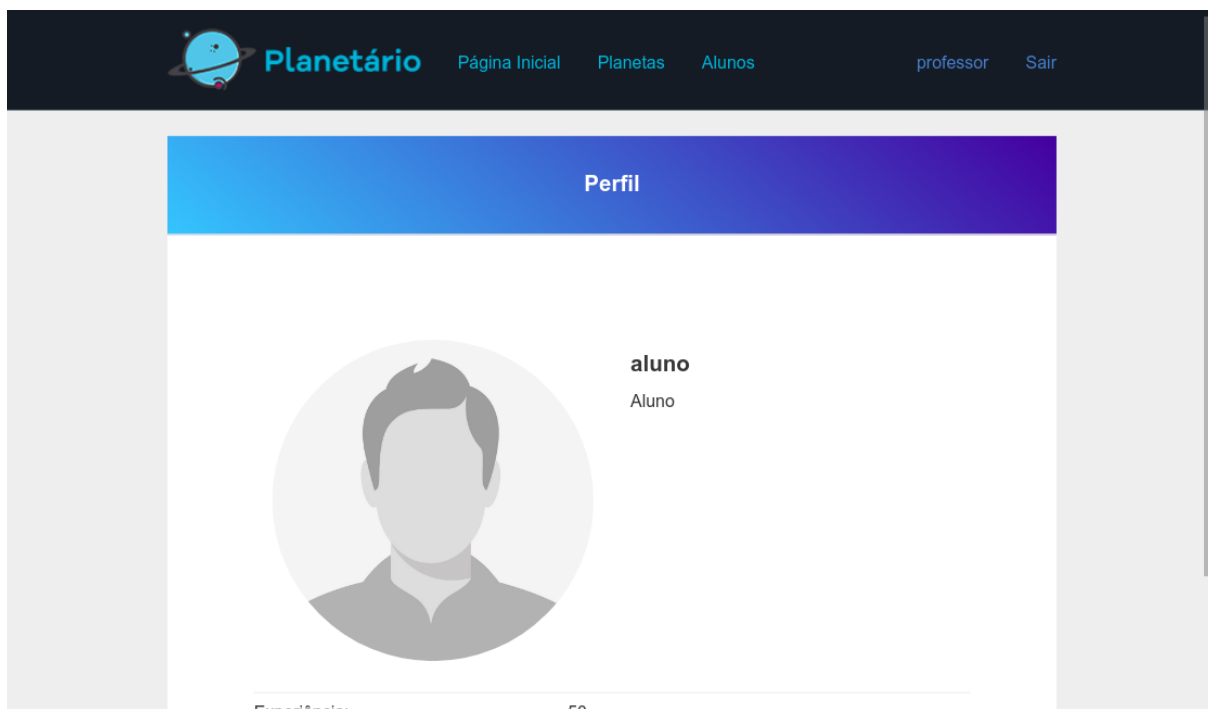


Figura 20 – usuario (autoria própria)

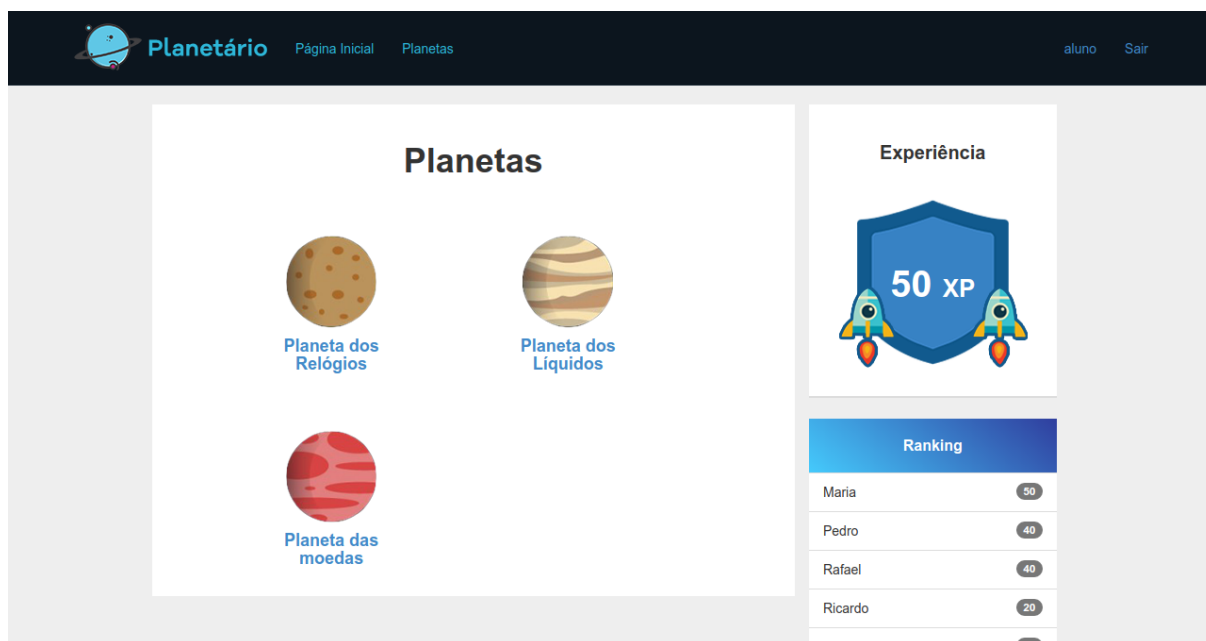


Figura 21 – Tela de planetas, isto é, atividades (autoria própria)

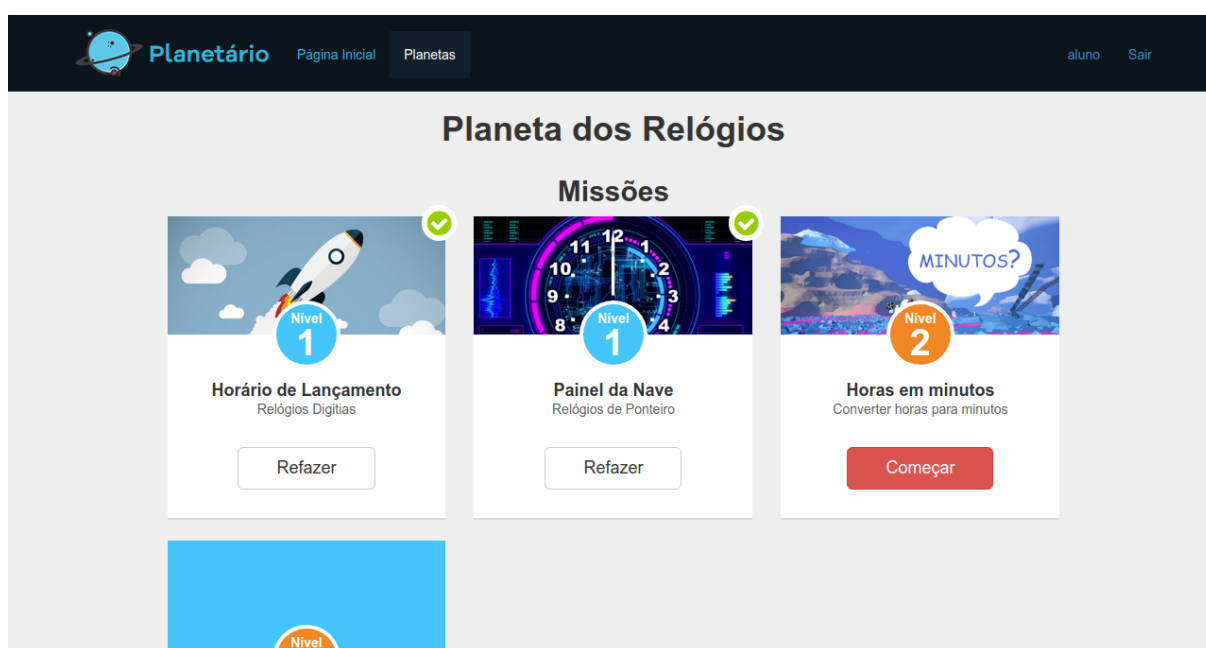


Figura 22 – Tela de Missões (autoria própria)

perspectiva do aluno. O aluno navega entre os planetas, realizando as missões em cada um deles para adquirir experiência. Os planetas se referem aos temas trabalhados pelo professor em sala de aula durante a semana. Vê-se a direita, o quadro de progresso do aluno, com seu progresso em pontos de experiência.

A figura 22 pode-se visualizar a página dos questionários de uma lição pela perspectiva do aluno. Dentro de um planeta o aluno encontra diversas missões que podem ser realizadas. O nível da missão se refere ao nível da Taxonomia de Bloom a qual ela se refere. O aluno pode escolher qual lição deseja realizar, desde que dentro do mesmo nível



Figura 23 – survey (autoria própria)

Atividade	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Definição do Tema	X			
Pesquisa Bibliográfica	X	X	X	
Definir abordagem pedagógica			X	
Elicitação de requisitos			X	X
Projetar gamificação				X
Escrita do TCC 1				X

Tabela 3 – Cronograma de atividades do TCC 1 (autoria própria)

em Bloom, tendo acesso às missões de nível superiores, a medida que conclui todas as do nível anterior.

Na figura 23, é visto a tela de resolução de questionários pelo aluno. O aluno responde ao questionário e ao final visualizar seu desempenho, sendo considerado como missão cumprida, caso pelo menos 7 das 10 questões do questionário estejam corretas.

3.5 Cronograma de desenvolvimento

Este projeto foi dividido em duas entregas. A primeira parte foi desenvolvida no segundo semestre de 2016, para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) 1, do curso de Engenharia de Software da Universidade de Brasília. As atividades realizadas no TCC 1, em relação ao mês em que foram feitas, são observadas na tabela 4, e descritas a seguir:

- Definição do Tema: análise de ideias e definição do tema a ser trabalhado, considerando as oportunidades, riscos e o escopo do trabalho.

Atividade	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Definição das tecnologias	x			
Montar backlog do produto	x			
Desenvolvimento: Release 1		x		
Desenvolvimento: Release 2			x	
Desenvolvimento: Release 3				x
Escrita do TCC 2				x

Tabela 4 – Cronograma de atividades a serem realizadas no TCC 2 (autoria própria)

- Pesquisa Bibliográfica: leitura e fichamento de diversos artigos, livros, notícias e textos sobre os assuntos relevantes ao trabalho, buscando conhecer o cenário de aplicação do software e as possíveis soluções já disponíveis na literatura.
- Definir abordagem pedagógica: como o tema desse trabalho é engenharia de software, não cabe a proposição de novos métodos educacionais. Assim, foi necessário estudar as diversas abordagens pedagógicas disponíveis na literatura para definir quais utilizar.
- Elicitação de requisitos: foi definido, junto aos interessados, os itens de implementação pertinentes ao contexto explorado.
- Projetar gamificação: foi proposto um projeto de gamificação utilizando Octalysis.
- Escrita do TCC 1: redação do trabalho com a descrição da literatura utilizada, proposta da solução e planejamento do desenvolvimento.

As atividades realizadas para a segunda entrega, foram executadas no segundo semestre de 2017, como parte do TCC 2, são observadas na tabela 5, e descritas a seguir:

- Definição das tecnologias: com base nas características do software, foram definidas quais ferramentas e técnicas que seriam utilizadas
- Montar backlog do produto: pontuar as histórias de usuário e definir prioridades, traçando objetivos para cada entrega.
- Desenvolvimento: com base no princípio de LSD de entrega rápida, foi entregue uma versão funcional do software – chamado de *release* – a cada mês.
- Escrita do TCC 2: foram descritos os resultados na monografia do TCC 2.

4 Conclusão

Conclui-se que há carência e oportunidades de desenvolvimento de softwares que auxiliem o ensino e aprendizado de matemática, principalmente para o público infantil.

Foi desenvolvido um software capaz de auxiliar professores em sala de aula no ensino de matemática para crianças. Percebeu-se que o uso da temática espacial na narrativa e de figuras nas questões, bem como as demais técnicas de gamificação, deixou a tarefa de responder a um questionário mais atrativa e menos enfadonha para o público infantil.

A aplicação foi desenvolvida observando as abordagens educacionais propostas pelo MEC, bem como conceitos pedagógicos disponíveis na literatura, como a Taxonomia de Bloom, para definir os objetivos de ensino e aprendizagem, assim como de Avaliação Formativa, para avaliar o progresso do aluno.

Assim, também, foi aplicada gamificação ao software, utilizando o framework Octalysis, principalmente das Unidades Centrais "Propriedade e Posse", "Desenvolvimento e Realização", "Significado Épico e Chamado" e "Empoderamento e Feedback". Ao todo, 14 técnicas foram projetadas e 9 implementadas no software, uma vez que o planejamento inicial se mostrou grande demais para o período de desenvolvimento disponível.

Portanto, há oportunidades de trabalhos futuros para melhoramento e aperfeiçoamento do sistema, implementando as demais técnicas de gamificação projetadas, a gamificação nível 2, as questões de tipo associativa e resposta curta, e também de relatórios de desempenho mais detalhados.

Referências

- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R.; BLOOM, B. S. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. [S.l.]: Allyn & Bacon, 2001. Citado 4 vezes nas páginas 19, 26, 27 e 37.
- BARTLE, R. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, v. 1, n. 1, p. 19, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 32.
- BLOOM, B. S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Longman Group, 1956. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 28.
- BLOOM, B. S. et al. Handbook on formative and summative evaluation of student learning. ERIC, 1971. Citado na página 29.
- BOGOST, I. *How to do things with videogames*. [S.l.]: U of Minnesota Press, 2011. v. 38. Citado na página 31.
- BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais 1ª a 4ª série: Matemática. *Brasília: SEF/MEC*, v. 3, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- BRUNER, J.; ROMÃO, M. do C. *O processo da educação*. [S.l.: s.n.], 1972. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- CANAL, D. C. et al. O ensino da matemática nos anos iniciais numa perspectiva ludopedagógica. In: *VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática-2013*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 24.
- CAPONETTO, I.; EARP, J.; OTT, M. Gamification and education: A literature review. In: *ECGBL 2014: Eighth European Conference on Games Based Learning*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 50–57. Citado na página 20.
- CHOU, Y.-K. *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. [S.l.: s.n.], 2015. Citado 11 vezes nas páginas 19, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 45, 46 e 48.
- CUNNINGHAM, P. M.; HALL, D. P.; DEFEE, M. Non-ability-grouped, multilevel instruction: A year in a first-grade classroom. *The Reading Teacher*, JSTOR, v. 44, n. 8, p. 566–571, 1991. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 44.
- D'AMBRÓSIO, B. S. Como ensinar matemática hoje. *Temas e Debates. SBEM. Ano II N*, v. 2, p. 15–19, 1989. Citado na página 19.
- D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. [S.l.]: Papyrus Editora, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 37.
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: *ACM. Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.], 2011. p. 9–15. Citado na página 31.

- DRUCK, S. O drama do ensino da matemática. *São Paulo: Caderno Sinapse da Folha de São Paulo*, 2003. Citado na página 19.
- DRUCK, S. A crise no ensino de matemática no brasil. *Revista do professor de matemática*, v. 53, n. 53, p. 1–5, 2004. Citado na página 19.
- DUVALL, P. M.; MATYAS, S.; GLOVER, A. *Continuous integration: improving software quality and reducing risk*. [S.l.]: Pearson Education, 2007. Citado na página 59.
- ESTADÃO. *Brasil é um dos piores em qualidade de matemática e ciências*. 2016. Disponível em: <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-e-um-dos-piores-em-qualidade-de-ensino-de-matematica-e-ciencias,10000061150>>. Citado na página 19.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *RENOTE*, v. 11, n. 1, 2013. Citado na página 38.
- FERNANDES, D. Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista portuguesa de educação*, Universidade do Minho, p. 21–50, 2006. Citado na página 30.
- FERRAZ, A.; BELHOT, R. V. et al. Taxonomia de bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod., São Carlos, SciELO Brasil*, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 26, 28 e 43.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Citado na página 25.
- GALVÃO, M. A. R.; JÓFILI, Z. M. S. O lugar dos objetivos no ensino de matemática. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 25.
- HALADYNA, T. M. *Developing and validating multiple-choice test items*. [S.l.]: Routledge, 2012. Citado na página 43.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In: IEEE. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.], 2014. p. 3025–3034. Citado na página 31.
- HARROW, A. J. *A taxonomy of the psychomotor domain: A guide for developing behavioral objectives*. [S.l.]: Addison-Wesley Longman Ltd, 1972. Citado na página 26.
- HAYDT, R. C. C. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. [S.l.]: Editora Ática, 1995. Citado na página 26.
- KHAN, S. *Um mundo, uma escola*. [S.l.]: Editora Intrínseca, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 25.
- KLAIBER, M. A.; BUSSMANN, C. J. de C. A avaliação formativa como motivação para aprender matemática. *Sociedade Brasileira de Educação Matemática*, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 38.
- KRATHWOHL, D. R. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. [S.l.]: Longmans, Green, 1964. v. 2. Citado na página 26.

- KRATHWOHL, D. R. A revision of bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, Taylor & Francis, v. 41, n. 4, p. 212–218, 2002. Citado na página 26.
- LEFFINGWELL, D.; WIDRIG, D. *Managing software requirements: a unified approach*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2000. Citado na página 55.
- MAGER, R. F.; PEATT, N. *Preparing instructional objectives*. [S.l.]: Fearon Publishers Belmont, CA, 1962. Citado na página 25.
- PERREY, R.; LYCETT, M. Service-oriented architecture. In: IEEE. *Applications and the Internet Workshops, 2003. Proceedings. 2003 Symposium on*. [S.l.], 2003. p. 116–119. Citado na página 59.
- POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T. *Lean Software Development: An Agile Toolkit: An Agile Toolkit*. [S.l.]: Addison-Wesley, 2003. Citado na página 52.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016. Citado na página 54.
- ROSEN, L. *Open source licensing*. [S.l.]: Prentice Hall, 2005. Citado na página 58.
- SADLER, D. R. Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, Springer, v. 18, n. 2, p. 119–144, 1989. Citado 3 vezes nas páginas 19, 37 e 41.
- SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. Guia do scrum. *Consultado el Línea*, v. 12, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 53.
- SCRIVEN, M. Types of evaluation and types of evaluator. *American Journal of Evaluation*, Sage Publications, v. 17, n. 2, p. 151–161, 1996. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 31.
- SHELDON, L. *The multiplayer classroom: Designing coursework as a game*. [S.l.]: Cengage Learning, 2011. Citado na página 38.
- SILVA, J. A. F. d. Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações. *Artigo) Universidade Católica de Brasília-UCB. Brasília-DF*, 2005. Citado na página 19.
- SOMMERVILLE, I. Requisitos de software. *Engenharia*, 2003. Citado na página 54.
- VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. *Em aberto*, v. 12, n. 57, 2008. Citado na página 38.
- WEISZFLOG, W. *Michaelis: moderno dicionário da língua portuguesa*. [S.l.]: Melhoramentos, 1999. Citado na página 24.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. [S.l.]: Simon and Schuster, 2010. Citado na página 51.
- ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011. Citado na página 31.