

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

SIVALDO JOAQUIM DE SANTANA

**EXTRAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE BOAS E MÁIS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS
A PARTIR DE PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM USANDO UM
SISTEMA TUTOR INTELIGENTE GAMIFICADO**

Maceió
2017

SIVALDO JOAQUIM DE SANTANA

**EXTRAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE BOAS E MÁIS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS
A PARTIR DE PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM USANDO UM
SISTEMA TUTOR INTELIGENTE GAMIFICADO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas.

Orientadores: Prof. Dr. Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto e Prof. Dr. Rafael de Amorim Silva

Maceió
2017

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

S232e Santana, Sivaldo Joaquim de.
Extração e recomendação de boas e más práticas pedagógicas a partir de Processos de ensino e aprendizagem usando um sistema tutor inteligente gamificado / Sivaldo Joaquim de Santana. – 2017.
164 f. : il.

Orientador: Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto.
Orientador: Rafael de Amorim Silva.
Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Programa de Pós-Graduação em Informática. Maceió, 2017.

Bibliografia: f. 136-142.
Apêndice: f. 143-164.

1. Sistema tutor inteligente. 2. Gamificação. 3. Língua portuguesa. 4. Matemática. 5. Experimento controlado. 6. Ensino Fundamental. 7. Práticas pedagógicas. 8. Ensino assistido por computador. I. Título.

CDU: 004.78:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL
Programa de Pós-Graduação em Informática – PPgI
Instituto de Computação

Campus A. C. Simões BR 104-Norte Km 14 BL 12 Tabuleiro do Martins
Maceió/AL - Brasil CEP: 57.072-970 | Telefone: (082) 3214-1401



Membros da Comissão Julgadora da Dissertação de Mestrado de Sivaldo Joaquim de Santana, intitulada: *“Extração e Recomendação de Boas e Más Práticas Pedagógicas a Partir de Processos de Ensino e Aprendizagem Usando um Sistema Tutor Inteligente Gamificado”*, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal de Alagoas em 23 de fevereiro de 2017, às 14h00min, na Sala de Reuniões do Instituto de Computação da UFAL.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto
UFAL – Instituto de Computação
Orientador

Prof. Dr. Rafael de Amorim Silva
UFAL – Instituto de Computação
Orientador

Prof. Dr. Patrick Henrique da Silva Brito
UFAL – Instituto de Computação
Examinador

Prof. Dr. José Armando Valente
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
Examinador

Prof.ª Dr.ª Patrícia Leone Espinheira Ospina
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
Examinadora

À minha filha, Flávia Alessandra.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, o conhecimento adquirido ao longo dessa jornada, pela força para superar os desafios e os momentos de dificuldades e por todas as conquistas de sucesso na minha vida.

Aos meus pais, José Joaquim de Santana e Josefa Maria dos Santos, pelo amor incondicional, por ensinarem os princípios éticos, valores morais e por tudo que proporcionaram para o meu crescimento. Aos meus irmãos e demais parentes, em especial à minha querida tia Cícera de Santana Lima, pelo apoio e incentivo. A minha esposa Ana Paula Silva de Santana e minha filha Flávia Alessandra Silva de Santana, pelo apoio, incentivo e pela compreensão nos momentos de ausência.

Um agradecimento especial aos professores orientadores, prof. Dr. Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto e prof. Dr. Rafael de Amorim Silva, por me guiarem e proporcionarem todo o conhecimento e orientações necessárias para a realização deste estudo. Os senhores são fantásticos! À coordenação e ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Informática (PPGI), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Muito obrigado pelos ensinamentos e amizades.

A todos os membros e pesquisadores do Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES), por terem me recebido como membro dessa maravilhosa família. À prof^a. Dr^a. Patrícia Espinheira Ospina, pelo suporte na análise estatística, aos meus colegas Ranilson Oscar Araújo Paiva, Diego Dermeval Medeiros da Cunha Matos e Jário José dos Santos Júnior, pela parceria, apoio e incentivo. À equipe do MeuTutor, em especial ao Endhe Elias Soares, Olavo de Holanda Cavalvanti Neto e Thyago Tenório Martins de Oliveira, por fornecerem acesso e suporte no uso da plataforma MeuTutor.

À Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de São Sebastião/AL, em nome da secretária, prof^a. Sandra Maria dos Santos Ribeiro, aos diretores, coordenadores pedagógicos e professores das escolas: E. M. E. Básica José dos Santos Nunes, E. M. E. Básica Prof^a. Maria Queiroz Ferro, E. M. E. Fundamental Padre José dos Santos Mousinho e Escola Municipal de Educação Básica Padre Anchieta, pelo apoio, empenho e dedicação durante a realização do experimento.

*“Não haveria criatividade sem a curiosidade
que nos move e que nos põe pacientemente
impacientes diante do mundo que não fizemos,
acrescentando a ele algo que fazemos”.*

(Paulo Freire)

RESUMO

Recentemente, alguns indicadores educacionais revelaram que uma parcela significativa dos estudantes da educação básica apresenta domínio insuficiente em leitura (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática). Diante disto, nota-se que a educação, equitativa e de qualidade, ainda é um desafio para o Brasil. Entretanto, existe uma grande expectativa de que o acesso às tecnologias de aprendizagem adaptativa e sua adoção na escola seja uma ferramenta potencial para auxiliar o professor e impactar de forma significativa os resultados pedagógicos. Porém, esse tipo de tecnologia têm apresentado alguns problemas, tais como, o uso inadequado, tédio, falta de interesse ou motivação, entre outros fatores e necessita de mais investigações empíricas. Para minimizar esse tipo de comportamento, estudos recentes propõem o uso de elementos de gamificação para aumentar o engajamento e promover a aprendizagem em ambientes educacionais *online*. Neste contexto, esta dissertação tem como objetivo extrair boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente gamificado no Ensino Fundamental. Para tanto, realizou-se um estudo empírico misto com professores e estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa e Matemática. O presente estudo com *design* de experimento controlado foi realizado no município de São Sebastião, localizado na região agreste do Estado de Alagoas, com aplicação de pré-teste e pós-teste, com 191 estudantes e envolveu doze professores de quatro escolas públicas. No grupo experimental, os estudantes e professores utilizaram um STI gamificado (denominado MeuTutor) durante um período de nove meses, enquanto que, os participantes do grupo de controle não utilizaram nenhuma tecnologia adaptativa. Após o término do experimento, foi realizada a análise estatística dos dados através do modelo de regressão beta e análises de diagnóstico para verificar se um determinado modelo é uma representação adequada dos dados. Além disso, foi aplicado o *Framework Analysis* como abordagem de análise qualitativa. O *Framework Analysis* é um processo analítico, com um número distinto de etapas interligado que envolve um processo sistemático de filtragem, mapeamento e classificação do material de acordo com as questões de pesquisa. Os resultados mais relevantes mostram: i) melhoria na aprendizagem dos estudantes com o uso do STI gamificado, no domínio de Língua Portuguesa e Matemática; ii) estudantes do gênero masculino obtiveram um desempenho em Matemática de 18.13% superior aos estudantes do gênero feminino; iii) uso da plataforma MeuTutor pelos estudantes do gênero masculino apresentou um aumento no desempenho de 49.18%, contra 22.14% para os estudantes do gênero feminino no domínio de Língua Portuguesa; iv) os elementos de gamificação “nível” e “troféu” evidenciou um aumento no desempenho dos estudantes, de 2.1% em Língua Portuguesa e 3.0% no domínio de Matemática. Porém, os elementos de gamificação pontos e *ranking* não apresentaram evidências significantes; v) extração das boas e más práticas pedagógicas com o uso de um STI gamificado, no contexto da educação básica. Portanto, podemos concluir que o uso de STI gamificado alinhado aos processos de ensino e de aprendizagem contribui significativamente para melhoria do desempenho dos estudantes da educação básica em domínios específicos do conhecimento.

Palavras-Chave: Sistema Tutor Inteligente. Gamificação. Língua Portuguesa. Matemática. Experimento Controlado. Ensino Fundamental. Boas e Más Práticas Pedagógicas.

ABSTRACT

Recently, some indicators have revealed that a significant part of students from basic education present insufficient domain on reading (Portuguese language) and on problem resolution (Mathematics). Such fact demonstrates that equitable education and of quality still is a challenge to Brazil. However, there is a large expectation from that the access to adaptive learning technologies and their adoption on schools be a potential tool to support teachers and to significantly impact the pedagogical results. This kind of technologies have present some drawbacks such as unsuitable usage, boredom, lack of interest or motivation, among others factors, claiming more empirical investigations. To minimize this kind of behavior, recent studies propose the usage of gamifying elements to increase the commitment and promote the apprenticeship into online educational environments. In this context, this work aims to extract good and bad pedagogical practices from teaching and learning processes using a Gamified Intelligent Tutor System (ITS) in the Elementary School. We performed a mixed empirical study with teachers and students from elementary school, on the domain of Portuguese language and Mathematics. The present study with controlled experimental design was held at the São Sebastião municipality, located on the state of Alagoas, with pre-test and post-test application, with 191 students and 12 teachers of 4 randomly selected public schools. At the experimental group, students and teachers utilized a gamified ITS (called MeuTutor) during nine months, whereas participants of the control group don't utilize adaptive technology. After the end of the experiment, we performed a statistical analysis of the data through beta regression model and diagnosis analysis to check whether a certain model is a suitable representation of the data. Furthermore, we applied the Framework Analysis as a qualitative analysis approach. This framework is an analytical process, with some stages that involve a filtering systematic process, mapping, and material's classification in accordance with the research questions. The results stated: (i) improvement on the apprenticeship of students with the usage of the gamified ITS, on the domain of Portuguese language and Mathematics; (ii) male students obtained a performance on math of 18.13% higher than female students; (iii) usage of the MeuTutor's platform by male students presented a growth of 49.18% against 22.14% for female students on the domain of the Portuguese language; (iv) the elements of gamification "level" and "trophy" indicated a growth in the performance of students of 2.1% on Portuguese language and 3% on the domain of Mathematics. However, the gamification elements "points" and "ranking" don't present significant evidences; (v) extraction of good and bad pedagogical practices with the usage of a gamified ITS, on the context of the basic education. Therefore, we conclude the usage of a gamified ITS aligned to the teaching-learning processes significantly contributes to the improvement of performance of students in specific knowledge domains.

Keywords: Intelligent Tutoring Systems, Gamification. Portuguese Language. Mathematics. Controlled Experiment. Elementary School. Good and Bad Pedagogical Practices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Os impactos da inovação em educação, para a qualidade das escolas públicas brasileiras	23
Figura 2 – Arquitetura de um Sistema Tutor Inteligente	34
Figura 3 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Língua Portuguesa – 5º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015	56
Figura 4 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Matemática – 5º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015	57
Figura 5 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Língua Portuguesa – 9º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015	58
Figura 6 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência – Matemática – 9º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015	59
Figura 7 – Proficiências médias dos estudantes da educação básica em Língua Portuguesa (SAEB – 2005 a 2015).....	60
Figura 8 – Proficiências médias dos estudantes da educação básica em Matemática (SAEB – 2005 a 2015)	60
Figura 9 – Representação de um modelo geral de processo.....	63
Figura 10 – Unidades experimentais selecionadas	66
Figura 11 – Grupo experimental.....	66
Figura 12 – Grupo de controle.....	67
Figura 13 – Modelos de intervenção com o uso do STI gamificado	69
Figura 14 – Visão geral da arquitetura	71
Figura 15 – Linha do Tempo de execução do experimento controlado	73
Figura 16 – Histograma: número de alunos por idade.....	83
Figura 17 – Diagrama de caixa com idade dos estudantes dos grupos de controle e experimental.....	84
Figura 18 – <i>Boxplots</i> com desempenho em Língua Portuguesa e Matemática (Grupo Experimental).....	90
Figura 19 – Desempenho em Língua Portuguesa no pré-teste (Grupo Experimental).....	90
Figura 20 – Desempenho em Língua Portuguesa no pós-teste (Grupo Experimental)	91
Figura 21 – Desempenho em Matemática no pré-teste (Grupo Experimental).....	91
Figura 22 – Desempenho em Matemática no pós-teste (Grupo Experimental)	92

Figura 23 – <i>Boxplots</i> com desempenho em Língua Portuguesa e Matemática (Grupo de Controle e Grupo Experimental).....	94
Figura 24 – Desempenho em Língua Portuguesa (Grupo de Controle)	95
Figura 25 – Desempenho em Matemática (Grupo de Controle)	96
Figura 26 – Desempenho em Língua Portuguesa (Grupo Experimental)	96
Figura 27 – Desempenho em Matemática (Grupo Experimental).....	97
Figura 28 – Histogramas dos elementos de gamificação: nível, pontos, troféus e <i>ranking</i>	99
Figura 29 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Matemática	102
Figura 30 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Língua Portuguesa	102
Figura 31 – Gráfico de resíduos (a) e gráfico de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Língua Portuguesa (gênero masculino)	107
Figura 32 – Gráfico de resíduos (a) e gráfico de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Português (gênero feminino).....	108
Figura 33 – Gráfico de resíduos (a) e de probabilidade normal com envelope simulado (b) do Modelo para desempenho em Língua Portuguesa (grupo experimental)	108
Figura 34 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b) para desempenho em matemática (gênero masculino)	109
Figura 35 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b) para desempenho em matemática (gênero feminino)	110
Figura 36 – Gráfico de resíduos (a) e de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Matemática (grupo experimental)	110
Figura 37 – Boas e más práticas pedagógicas extraídas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado.....	127
Figura 38 – Tela de <i>login</i> da Plataforma MeuTutor	154
Figura 39 – Tela com tutorial da Plataforma MeuTutor.....	156
Figura 40 – Selecionar <i>avatar</i> - primeiro acesso na Plataforma MeuTutor	156
Figura 41 – Painel de controle da Plataforma MeuTutor – perfil do aluno.....	157
Figura 42 – Árvore com conteúdo de língua portuguesa – 9º ano	159
Figura 43 – Recursos	160
Figura 44 – Painel principal da Plataforma MeuTutor – perfil do professor	161
Figura 45 – Perfil da turma na Plataforma MeuTutor – visão do professor.....	162
Figura 46 – Tela criar simulado personalizado no MeuTutor	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distorção idade-série escolar dos alunos do ensino fundamental (geral)	18
Tabela 2 – Metas intermediárias do IDEB (Brasil).....	18
Tabela 3 – Porcentagem de escolas da educação básica com acesso à banda larga	19
Tabela 4 – Número de alunos por computador e porcentagem de escolas da educação básica com computadores disponíveis	20
Tabela 5 – Acesso às TIC e desempenho dos estudantes da educação básica em Língua Portuguesa e Matemática	21
Tabela 6 – Proporção de alunos que aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e Matemática – na Prova Brasil 2015	26
Tabela 7 – Resultados do Brasil no PISA desde 2000.....	26
Tabela 8 – Eficácia dos Sistemas Tutores Inteligentes por condição de comparação	37
Tabela 9 – Médias ponderadas dos efeitos para recursos contextuais	38
Tabela 10 – Comparativo entre os trabalhos relacionados e o presente estudo empírico.....	52
Tabela 11 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Língua Portuguesa do 5º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015	56
Tabela 12 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Matemática do 5º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.....	57
Tabela 13 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Língua Portuguesa do 9º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015	58
Tabela 14 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Matemática do 9º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.....	59
Tabela 15 – Definição dos níveis dos fatores	64
Tabela 16 – Definição formal das hipóteses	64
Tabela 17 – Análise descritiva dos participantes	81
Tabela 18 – Distribuição de frequência pontual com a idade dos estudantes.....	82
Tabela 19 – Sumarização dos dados relativos à variável idade	83
Tabela 20 – Nível socioeconômico das famílias.....	86
Tabela 21 – Descrição das variáveis	86
Tabela 22 – Desempenho dos estudantes (Grupo Experimental)	89
Tabela 23 – Desempenho dos estudantes (Grupo de Controle e Experimental).....	93

Tabela 24 – Grupo de Controle e Experimental – Teste de normalidade Anderson-Darling (p-Valores)	95
Tabela 25 – Desempenho dos estudantes (domínios e elementos de gamificação).....	98
Tabela 26 – Estimativas dos parâmetros e p-Valores para os modelos considerando o grupo TRATAMENTO: Primeira etapa sem a plataforma MeuTutor e segunda etapa com a plataforma MeuTutor.....	101
Tabela 27 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com Pontos.....	104
Tabela 28 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com Nível.....	104
Tabela 29 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com <i>Ranking</i>	105
Tabela 30 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com Pontos.....	105
Tabela 31 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com <i>Ranking</i>	106
Tabela 32 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com Nível.....	106
Tabela 33 – Modelos estimados para desempenho em Língua Portuguesa.....	107
Tabela 34 – Modelos estimados para desempenho em Matemática	109
Tabela 35 – Identificação dos temas	114
Tabela 36 – Constatações extraídas das análises quantitativa e qualitativa.....	116
Tabela 37 – Matriz das práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado	122
Tabela 38 – Métodos quantitativos, qualitativos e mistos	145
Tabela 39 – Estratégias alternativas da investigação	146
Tabela 40 – Elementos de gamificação da Plataforma MeuTutor	160
Tabela 41 – Menus – usuário professor	163

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1	Motivação e Contextualização	16
1.2	Problemática	25
1.3	Objetivos.....	29
1.4	Escopo	30
1.5	Contribuições	31
1.6	Organização da Dissertação.....	31
2.	EMBASAMENTO TEÓRICO	33
2.1	Sistemas Tutores Inteligentes	33
2.2	Gamificação.....	39
2.3	Sistemas Tutores Inteligentes (STI) Gamificados.....	40
2.4	Práticas Pedagógicas com o uso de tecnologia	41
2.5	Modelos de intervenção com o uso da tecnologia	43
3.	TRABALHOS RELACIONADOS	46
3.1	Um estudo empírico comparando gamificação e rede social em ambiente virtual de aprendizagem.....	46
3.2	Eficácia da gamificação no engajamento dos estudantes.....	48
3.3	Avaliação dos efeitos da gamificação em sala de aula: um estudo longitudinal sobre motivação intrínseca, comparação social, satisfação, esforço e desempenho acadêmico	49
3.4	Comparativo entre os trabalhos relacionados	51
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	54
4.1	<i>Design</i> do Experimento	54
4.1.1	Contextualização.....	55
4.1.2	Planejamento do Experimento	61
4.1.2.1	Objetivos do Experimento	61

4.1.2.2	Questões de Pesquisa e Hipóteses	61
4.1.3	Fatores e Variáveis Resposta	63
4.1.3.1	Níveis dos Fatores.....	64
4.1.3.2	Formalização das Hipóteses	64
4.1.4	<i>Design</i> e Execução do Experimento	65
4.1.4.1	Unidades Experimentais	65
4.1.4.2	Instrumentação.....	67
4.1.4.3	Modelos de intervenção com o uso do STI gamificado	68
4.1.4.4	Pré-teste	69
4.1.4.5	Plataforma MeuTutor.....	70
4.1.4.6	Pós-teste.....	72
4.1.4.7	<i>Software R</i>	72
4.1.5	Plano de Execução	73
4.1.5.1	Preparação do Ambiente.....	73
4.1.5.2	Experimento Piloto	74
4.1.5.3	Execução do Experimento	74
4.1.5.4	Coleta dos Dados	75
4.1.5.5	Tratamento dos Dados	75
4.1.5.6	Análise Estatística dos Resultados.....	76
4.1.6	Análise das Ameaças à Validade do Experimento	76
4.2	<i>Framework Analysis</i>	78
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	81
5.1	Análise descritiva dos participantes.....	81
5.2	Descrição das variáveis.....	86
5.3	Verificação das Hipóteses.....	88
5.4	Sumarização e Modelos Propostos	100
5.5	Interpretação dos Modelos.....	111

5.6	Análise Qualitativa	112
5.7	Recomendação de Proposta de Sistemas Tutores Inteligentes Gamificados	132
6.	CONCLUSÃO.....	135
	REFERÊNCIAS.....	137
	APÊNDICES	144
	Apêndice A	145
	Apêndice B.....	150
	Apêndice C	154

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta as boas e más práticas pedagógicas com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, no contexto da educação básica brasileira, extraídas a partir de um estudo empírico misto com estudantes de escolas públicas do ensino fundamental. Além disso, mostra o impacto no desempenho dos estudantes com o uso do STI gamificado, no domínio de língua portuguesa, com ênfase em leitura e interpretação de textos, e matemática, com foco na resolução de problemas. O presente estudo contribui diretamente para comunidade de Informática na Educação e foi realizado em quatro escolas da rede pública de ensino municipal, sendo que, em cada unidade experimental, foram selecionadas duas turmas, uma do 5º ano, série/ano final do ensino fundamental I e outra turma do 9º ano, série/ano final do ensino fundamental II, totalizando assim, oitos turmas selecionadas randomicamente.

Neste capítulo, apresentamos a motivação e contextualização do presente estudo empírico. Em seguida, descrevemos os problemas identificados com base em estudos publicados na literatura nacional e internacional, visando destacar a relevância do problema de pesquisa, posteriormente, mostramos os objetivos, o escopo do presente trabalho, as principais contribuições e por último, relatamos a organização da dissertação.

1.1 Motivação e Contextualização

As preocupações com relação à educação básica no Brasil têm orientado diferentes ações visando avaliar e incrementar a formação dos estudantes, tais como: a organização do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), a realização da Prova Brasil e o Plano Nacional de Educação (PNE) (Tortola; Almeida, 2013). Dentre as ações supracitadas, o PNE, aprovado pela Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, constitui um marco fundamental para as políticas públicas, com vigência entre 2014 e 2024, e define os compromissos colaborativos entre os entes federativos e diversas instituições pelo avanço da educação brasileira (Brasil, 2015). Neste contexto, a educação como direito de todos, consagrada pela Constituição da República Federativa do Brasil e por outros instrumentos legais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (Lei nº: 9.394/96), garante que todos os cidadãos tenham oportunidades de acesso à escola, que concluam os estudos na idade certa e obtenham níveis satisfatórios de aprendizagem (Brasil, 1988). Entretanto, a garantia do direito à educação

requer que ela seja significativa, isto é, dotada da qualidade que transforme a vida dos indivíduos e que esses, por sua vez, sejam capazes de modificar positivamente a sociedade (Brasil, 2015).

Para isso, as 20 metas definidas no PNE objetiva consolidar um sistema educacional capaz de concretizar o direito à educação em sua integralidade, vale destacar a meta de número 2: ***universalizar o ensino fundamental de 9 (nove) anos para toda a população de 6 (seis) a 14 (quatorze) anos e garantir que pelo menos 95% (noventa e cinco por cento) dos alunos concluem essa etapa na idade recomendada, até o último ano de vigência deste PNE*** (Brasil, 2015). Segundo um estudo do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a ampliação do acesso à escola da população de 6 a 14 anos, ocorrido no período entre 2004 e 2013, fez com que esse acesso tenha sido praticamente universalizado, alcançando 98,4% em 2013 (Brasil, 2015). No entanto, é importante salientar que a meta é garantir a inclusão de todos os grupos sociais, principalmente os mais vulneráveis. No relatório, *Educação para todos: o compromisso de Dakar* (UNESCO, 2001), realizado no ano 2000 com a participação de 164 países reunidos em Dakar, Senegal, no Fórum Mundial de Educação, foi lançada uma agenda ambiciosa para alcançar seis objetivos e suas respectivas metas educacionais até o ano de 2015. Dentre os objetivos definidos: garantir que em 2015 todas as crianças, especialmente meninas, crianças em situações difíceis e crianças pertencentes a minorias étnicas, tenham acesso a uma educação primária de boa qualidade, gratuita e obrigatória, e possibilidade de completá-la (UNESCO, 2001; BRASIL, 2014; UNESCO, 2015).

Contudo, observa-se que mesmo o Brasil tendo avançado no que diz respeito ao acesso à educação básica, ainda existe um percentual significativo dos alunos que não concluiu seus estudos na idade certa. Segundo dados do censo 2015 realizado pelo INEP, formatados e disponibilizados pelo portal QEdu¹, no Brasil 15% dos alunos dos anos iniciais, 30% dos alunos dos anos finais e 30% dos alunos do ensino médio da educação básica, da rede pública de ensino, localizadas nas áreas urbanas e rurais, estavam com atraso escolar de 2 anos ou mais. Além disso, no Brasil, 8 de cada 10 alunos concluintes do ensino fundamental não aprenderam o adequado em matemática (QEdu, 2017). Além do Brasil, vale destacar o Estado de Alagoas e o município de São Sebastião, localizado na região agreste e distante a 135 km da capital alagoana (Maceió), local de realização do presente estudo empírico com abordagem de pesquisa mista (Atlas Brasil, 2017). O Estado de Alagoas possui o menor Índice de

¹ Portal QEdu - <http://www.qedu.org.br/>

Desenvolvimento Humano (IDHM), segundo o portal Atlas Brasil² (2017), Alagoas ocupa a 27ª posição entre as 27 unidades federativas brasileiras (IDHM = 0.631), enquanto que o município de São Sebastião/Alagoas possui aproximadamente 32 mil habitantes e ocupa a 5.209ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros (IDHM = 0.549). Com relação à distorção idade-série, observa-se na Tabela 1, a proporção de alunos com atraso escolar de 2 anos ou mais, para todo o ensino básico no Estado de Alagoas e no município de São Sebastião.

Tabela 1 – Distorção idade-série escolar dos alunos do ensino fundamental (geral).

Nível de ensino	Brasil	Alagoas	São Sebastião
Anos iniciais	15%	25%	21%
Anos finais	30%	46%	50%
Ensino médio	30%	43%	47%

Fonte: (Portal QEdu, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

No Estado de Alagoas, 25% dos alunos nos anos iniciais do ensino fundamental, 46% nos anos finais e 43% dos alunos do ensino médio, estavam com 2 anos ou mais de distorção idade-série. Já no município de São Sebastião, localizado na região agreste do Estado de Alagoas, a aproximadamente 135 km de distância da capital alagoana (Maceió), esse número é ainda mais preocupante, 21% dos alunos nos anos iniciais, 50% dos alunos nos anos finais do ensino fundamental e 47% dos alunos do ensino médio, estavam com atraso escolar de 2 anos ou mais.

No entanto, visando contribuir para o desempenho dos alunos e para melhoria da qualidade da educação básica, a meta 7 do PNE, tem como objetivo *fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem de modo a atingir, até 2021, as seguintes médias nacionais para o IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica:*

Tabela 2 – Metas intermediárias do IDEB (Brasil).

<i>Nível de ensino</i>	<i>2015</i>	<i>2017</i>	<i>2019</i>	<i>2021</i>
<i>Anos iniciais do ensino fundamental</i>	<i>5,2</i>	<i>5,5</i>	<i>5,7</i>	<i>6,0</i>
<i>Anos finais do ensino fundamental</i>	<i>4,7</i>	<i>5,0</i>	<i>5,2</i>	<i>5,5</i>
<i>Ensino médio</i>	<i>4,3</i>	<i>4,7</i>	<i>5,0</i>	<i>5,2</i>

Fonte: (Brasil, 2015). Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024: Linha de Base.

² Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - <http://atlasbrasil.org.br/>

Para isso, o Observatório do PNE³ estabelece 13 estratégias para a meta de número 2, das quais destacamos duas, por considerar o uso das tecnologias como estratégias fundamentais para universalização do ensino básico, são elas: **(i) acompanhamento individualizado**, que tem como objetivo criar mecanismos para o acompanhamento individualizado dos alunos do ensino fundamental; e **(ii) tecnologias pedagógicas articuladas**, que visa desenvolver tecnologias pedagógicas que combinem, de maneira articulada, a organização do tempo e das atividades didáticas entre a escola e o ambiente comunitário, considerando as especificidades da educação especial, das escolas do campo e das comunidades indígenas e quilombolas.

Para a meta de número 7 do PNE, que visa a melhoria da qualidade da educação básica, o Observatório do PNE propõe 36 estratégias, dentre elas, temos: **(i) tecnologias educacionais**, que busca incentivar o desenvolvimento, selecionar, certificar e divulgar tecnologias educacionais para a educação infantil, ensino fundamental e o ensino médio, além de incentivar práticas pedagógicas inovadoras que assegurem a melhoria do fluxo escolar e a aprendizagem, [...] bem como o acompanhamento dos resultados nos sistemas de ensino em que forem aplicadas; e **(ii) o acesso à internet e relação computadores/aluno**, que visa universalizar, até o quinto ano de vigência deste PNE, o acesso à rede mundial de computadores em banda larga de alta velocidade [...], promovendo a utilização pedagógica das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC).

Para esta última estratégia, o Observatório do PNE apresenta duas propostas: o aumento no número de escolas com acesso à banda larga e também elevar a relação computador/aluno na rede pública da educação básica. A Tabela 3 mostra os indicadores do Observatório do PNE com o percentual de escolas da educação básica no Brasil, no Estado de Alagoas e no município de São Sebastião, que possui acesso à banda larga.

Tabela 3 – Porcentagem de escolas da educação básica com acesso à banda larga.

Localidade/Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Brasil	17,7%	26,1%	32,5%	37,1%	40,4%	40,7%	42,7%
Alagoas	4,1%	12,8%	20,4%	24,7%	26,2%	28,1%	30,2%
São Sebastião	4,3%	9,8%	18,4%	21,1%	21,1%	21,1%	34,2%

Fonte: (Observatório do PNE, 2016). Tabela elaborada pelo autor.

Na Tabela 3 observa-se que o percentual de escolas da rede pública de ensino básico com acesso à banda larga apresentou um crescimento de 2008 a 2014, de 17,7% para 42,7%

³ Observatório do PNE - <http://www.observatoriodopne.org.br/>

no Brasil, de 4,1% para 30,2% no Estado de Alagoas, e um aumento de 4,3% para 34,2% no município de São Sebastião. Ainda de acordo com os dados do censo de 2013, formatados e disponibilizados pelo Observatório do PNE, no Brasil, 44,3% das escolas de educação básica possuem laboratório de informática. Já no Estado de Alagoas, foram computados 41,7% das escolas, e no município de São Sebastião, 78,9% das escolas da rede pública da educação básica possuem laboratório de informática.

A relação computador/aluno é outro indicador analisado pelo Observatório do PNE, que apesar da estratégia citar a relação computador por aluno, o indicador acompanhado será o inverso, a relação aluno por computador, para facilitar a compreensão. Na Tabela 4, mostra o número de alunos por computador, nas escolas públicas de educação básica no Brasil, no Estado de Alagoas e no município de São Sebastião, de acordo com os dados do censo 2014 do INEP. Além disso, apresenta o percentual de escolas da educação básica com computadores disponíveis para os alunos, com base nos dados do censo 2013 do INEP, elaborado pelo movimento Todos Pela Educação.

Tabela 4 – Número de alunos por computador e porcentagem de escolas da educação básica com computadores disponíveis.

Indicadores	Brasil	Alagoas	São Sebastião
Número de alunos por computador	34,3	46,4	31,2
Porcentagem de escolas da Educação Básica com computador disponível para os alunos	51,9%	50,1%	94,7%

Fonte: (Todos Pela Educação, 2016). Tabela elaborada pelo autor.

Conforme pode ser visto na Tabela 4, o número de alunos por computador no Brasil, corresponde a 34,3, no Estado de Alagoas, esse número aumenta para 46,4 e no município de São Sebastião, 31,2 alunos por computador. Com relação ao percentual de escolas da educação básica com computador disponível para os alunos, no Brasil 51,9% das escolas públicas, no Estado de Alagoas, 50,1% e no município de São Sebastião, 94,7% das escolas públicas de educação básica possuem computadores disponíveis para os alunos.

Percebemos assim que, as TIC estão cada vez mais presentes no cotidiano de centenas de milhares de pessoas em todas as áreas do conhecimento. Na educação básica, segundo o relatório *TIC Educação 2014*, há pelo menos um computador em 98% das escolas públicas, o acesso à internet já corresponde a 92% dessas escolas, 67% declaram ter aprendido a usar o computador e a internet sozinhos e 57% dos professores realizaram curso específico para utilizar o computador e internet no ambiente educacional (CGI.br, 2015). O desenvolvimento

e uso das TIC no contexto educacional tem mostrado resultados positivos na aquisição do conhecimento, na qualificação profissional e no desenvolvimento social e econômico no mundo globalizado.

Segundo um estudo sobre o *Mapa da Exclusão Digital* (Neri, 2003), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), realizado com base nos microdados do SAEB 2001 (Sistema de Avaliação da Educação Básica) a correlação entre desempenho escolar e acesso a computador é positiva em todas as faixas etárias da educação básica e é ainda maior na faixa etária que compreende os alunos de 13 a 18 anos que frequentam a 8ª série (9º ano do ensino fundamental). Na Tabela 5, mostra-se o desempenho dos estudantes da educação básica no domínio de língua portuguesa e matemática.

Tabela 5 – Acesso às TIC e desempenho dos estudantes da educação básica em Língua Portuguesa e Matemática.

Série/Ano	Faixa etária	Língua Portuguesa	Matemática
4ª Série/5º Ano	9 a 14 anos	6,49%	10,95%
8ª Série/9º Ano	13 a 18 anos	13,05%	17,67%
Ensino médio	16 a 21 anos	8,34%	17,07%

Fonte: (Neri, 2003). Tabela elaborada pelo autor.

Na prova de língua portuguesa, observa-se que o fato do aluno possuir computador em casa está relacionado a um desempenho escolar de 6,49% maior do que os alunos que não possuem computador. Na prova de matemática, o desempenho escolar foi 10,95% maior quando comparado com os alunos que não possuem computador em casa, para a performance dos alunos da 4ª série/5º ano do ensino fundamental com idade entre 9 e 14 anos. No entanto, para os alunos com idade entre 13 e 18 anos, que frequentam a 8ª série (9º ano do ensino fundamental) e para os alunos do ensino médio com faixa etária entre 16 a 21 anos, os resultados para o desempenho na prova de língua portuguesa, são: 13,05%, e 8,34%, e na prova de matemática: 17,67% e 17,07%, respectivamente (Neri, 2003).

Contudo, um ponto aberto à crítica neste trabalho é que a análise não leva em consideração a classe socioeconômica do aluno (Dwyer et al., 2007). Para isso, os mesmos pesquisadores recorreram a análises da bibliografia internacional e a uma análise dos resultados do SAEB 2001 (o mesmo usado pelo “Mapa da Exclusão Digital” da FGV) e construíram um indicador de classe socioeconômica para classificar as respostas de cada aluno a respeito das características de seu domicílio. De acordo com Dwyer et al., (2007), os resultados demonstram que para os alunos de todas as séries e para todas as classes sociais o

uso intenso do computador diminui o desempenho escolar. Isto significa dizer que, é fundamental promover o uso do computador no contexto educacional, com tecnologias de ensino e acompanhamento individualizado de forma planejada, de modo que inclua a adaptação pedagógica e curricular para obter melhores resultados na aprendizagem dos estudantes. Além disso, são necessários estudos empíricos para identificar as boas e más práticas pedagógicas com o uso de tecnologias para acompanhamento individualizado do aluno nos processos de ensino-aprendizagem. Isto porque, segundo Dwyer et al., (2007), a ausência de uso é associada a piores resultados do que o uso leve.

Segundo, o relatório *Students, Computers and Learning: Making the Connection 2015*⁴ da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (em inglês, *Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD*), mostrou que os investimentos em tecnologias de informação e comunicação não estão relacionados a um melhor aproveitamento dos alunos em leitura, matemática ou ciência (OECD, 2015). Com base nos dados do PISA (*Programme for International Student Assessment*) de 2012, foi analisado o relacionamento entre desempenho, acesso e uso do computador, além de países, sistemas educacionais, estudantes e escolas. Os resultados mostraram que, nos países onde é menos comum o uso da internet na escola para trabalhos escolares, o desempenho dos estudantes em leitura foi melhor do que nos países onde a utilização das tecnologias é mais frequente. Da mesma forma, a proficiência em matemática tende a ser menor em países onde o percentual de estudantes que usam computadores é maior.

Entretanto, o investimento na formação de professores para o uso das novas tecnologias de informação e comunicação é um dos caminhos sugeridos pela OECD (2015) para melhorar o rendimento dos estudantes. No Brasil, um estudo realizado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Universidade de São Paulo (USP) e pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) sob encomenda da Fundação Victor Civita (FVC) nos anos de 2007, 2008 e 2009 com 400 escolas em 13 capitais brasileiras, teve como objetivo investigar o uso do computador e da Internet nas escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio (Lopes et al., 2010). A pesquisa mostrou que 52% dos professores não tiveram nenhuma preparação para o uso das TIC na graduação, e 18% dos professores afirmaram ter pouca preparação para o uso das tecnologias de informação e comunicação durante a graduação. Ainda, de acordo com os pesquisadores, faz-se necessário o aprofundamento nas formas de observação e análise de como acontecem as interações, as práticas pedagógicas, as

⁴ Em português: Estudantes, Computadores e Aprendizado: Fazendo a Conexão 2015.

novas possibilidades e as relações didático-pedagógicas com a presença das novas tecnologias.

Recentemente, uma pesquisa realizada pela Fundação Lemann, com abrangência nacional, envolvendo 1000 professores de escolas públicas do ensino fundamental I e II, que abordou a visão dos professores sobre educação no Brasil, revelou uma grande preocupação dos docentes com relação à flexibilização do modelo de ensino e aprendizagem atual (Lemann, 2015). De acordo com o estudo, os resultados mostram que: 92% desses professores acreditam no impacto positivo dos materiais didáticos digitais de qualidade, e na formação dos professores para o uso da tecnologia aplicada ao ensino, 85% acreditam nas vantagens de disponibilizar mais e melhores computadores e acesso rápido à internet nas salas de aula e 81% dos professores acreditam nos benefícios de flexibilizar o atual modelo de aulas para permitir a aprendizagem personalizada de cada aluno e o acompanhamento individualizado pelo professor com apoio de tecnologias (Figura 1).

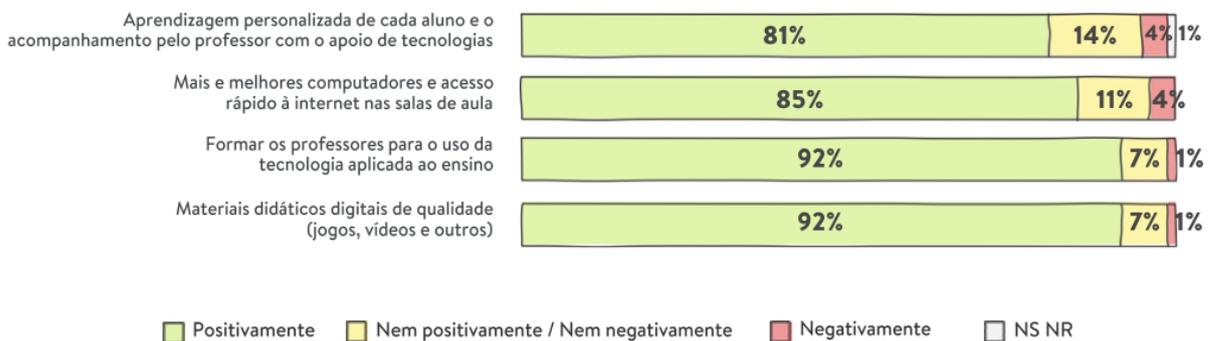


Figura 1 – Os impactos da inovação em educação, para a qualidade das escolas públicas brasileiras.

Fonte: (Fundação Lemann, 2015).

Todavia, a personalização do ensino e o acompanhamento da aprendizagem do aluno pelo professor é um grande desafio, principalmente na educação básica. Isso porque, ensinar um determinado conteúdo de matemática ou língua portuguesa com o auxílio de sistemas computacionais, torna-se um desafio para qualquer docente, tendo em vista a heterogeneidade das turmas, suas características e variações cognitivas dos alunos. Neste contexto, querer generalizar o ensino, observando tais aspectos, é um erro frequente no modelo de ensino em sala de aula tradicional, ao presumir que os alunos aprendem da mesma forma, ritmo e no mesmo tempo. Além disso, a escola padronizada, que ensina e avalia a todos de forma igual e exige resultados previsíveis, ignora que a sociedade do conhecimento é baseada em

competências cognitivas, pessoais e sociais, que não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora (Moran, 2013). Para isto, faz-se necessário um acompanhamento individual do estudante, com base nas suas características cognitivas que envolva a adaptação pedagógica, curricular e de apoio para atender às necessidades e aspirações dos alunos individualmente, independente da capacidade, cultura ou condição social, a fim de cultivar os talentos únicos de cada aluno (Underwood et al, 2009).

Para isso, existem alguns ambientes educacionais baseados na web que tem como propósito oferecer apoio pedagógico nos processos de ensino-aprendizagem *online*, como exemplo, os Sistemas Tutores Inteligentes (STI). Um STI é um sistema de computador que provê instruções personalizadas e *feedback* aos alunos, com pouca intervenção de professores (Cooper et al., 2012). Além disso, permite a todos os estudantes acessarem o mesmo currículo, com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizagem que são adaptadas às suas necessidades. O objetivo desta adaptação é maximizar a satisfação subjetiva do aluno, a velocidade de aprendizagem (eficiência) e os resultados da avaliação (eficácia) (Popescu, 2009).

Contudo, o grande sucesso desses ambientes se deve principalmente ao fato de que eles podem oferecer uma situação de aprendizagem um-aluno-para-um-professor, inferindo as habilidades e conhecimentos dos alunos, dando *feedback* imediato e individualizado a partir da informação inferida e demonstrando a resolução de problemas quando os estudantes encontram dificuldades (Jaques et al., 2012). Na prática, um STI pode ser utilizado no cenário educacional como uma importante ferramenta para complementar o ensino tradicional. Além disso, estudos recentes da literatura internacional apresentam evidências empíricas da eficácia de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) aplicados em vários níveis no contexto educacional (Steenbergen-Hu; Cooper, 2013; VanLehn, 2011; Ma et al., 2014). Neste cenário, podemos citar como exemplo: a Plataforma MeuTutor⁵ que é um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, desenvolvido por MeuTutor Soluções Educacionais, uma *startup* brasileira criada dentro da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) por pesquisadores de várias áreas do conhecimento, tais como: gestão, educação, *marketing*, design e tecnologia. É um ambiente educacional web, proprietário, que oferece suporte ao aluno de forma personalizada, com foco na qualidade do ensino e no desempenho do estudante e acompanhamento pelos professores.

⁵ Desenvolvida pela empresa MeuTutor Soluções Educacionais. < <http://www.meututor.com.br/>>

Uma versão da Plataforma MeuTutor⁶ foi projetada especialmente para atender estudantes da educação básica, mais especificamente para os alunos matriculados nos anos/séries finais do ensino fundamental I e II, ou seja, 5º ano e 9º ano, respectivamente, nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática. A plataforma disponibiliza conteúdos que contemplam as matrizes de referência, das disciplinas de Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos, e Matemática, com ênfase na resolução de problemas (Brasil, 2008).

1.2 Problemática

Inicialmente, observamos o baixo nível de proficiência dos estudantes da educação básica das escolas públicas brasileiras no domínio de Língua Portuguesa com ênfase em leitura e interpretação de textos e em Matemática com foco na resolução de problemas, em exames padronizados de nível nacional e internacional como a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), conhecida popularmente como “Prova Brasil” integrado ao Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (*Programme for International Student Assessment – PISA*) desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A Prova Brasil e o PISA fazem parte de um conjunto de avaliações e exames nacionais e internacionais coordenados pela Diretoria de Avaliação da Educação Básica (DAEB), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), entidade federal pertencente ao Ministério da Educação (MEC).

Neste contexto, de acordo com os resultados da Prova Brasil 2015 realizada pelo INEP/MEC, formatados e disponibilizados pelo portal QEdu, no Brasil, 51% é a proporção de alunos de escolas públicas municipais da educação básica que aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e apenas 39% dos alunos aprenderam o adequado em Matemática, até o 5º ano do ensino fundamental I. Ainda com base nos resultados da Prova Brasil 2015, para os alunos do 9º ano do ensino Fundamental II essa proporção reduz para, 29% em Língua Portuguesa e 13% em Matemática. Na Tabela 6, além do Brasil, apresentamos a proporção de alunos do ensino fundamental I e II, de escolas da rede de ensino pública municipal que aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e Matemática, no Estado de Alagoas e no município de São Sebastião.

⁶ Plataforma MeuTutor. Disponível em: < <http://www.saosebastiao.meututor.com.br/>>

Tabela 6 – Proporção de alunos que aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e Matemática – na Prova Brasil 2015.

	Ensino Fundamental I		Ensino Fundamental II	
	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática
Brasil	51%	39%	29%	13%
Estado de Alagoas	30%	20%	14%	5%
São Sebastião	26%	14%	10%	1%

Fonte: (QEdU, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

No Estado de Alagoas, 30% dos alunos do ensino fundamental I de escolas municipais, aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e 20% em Matemática. No ensino fundamental II, 14% dos alunos aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e 5% em Matemática. Já no município de São Sebastião, 26% dos alunos do ensino fundamental I aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e 14% em Matemática. Enquanto que, 10% dos alunos do ensino fundamental II aprenderam o adequado em Língua Portuguesa e 1% dos alunos aprenderam o adequado em matemática.

Além disso, o desempenho dos estudantes brasileiros no PISA 2015 está abaixo da média dos alunos em países da OCDE em leitura (407 pontos, comparados à média de 493 pontos), matemática (377 pontos, comparados à média de 490 pontos) e em ciências (401 pontos, comparados à média de 493 pontos). A Tabela 7 mostra a pontuação dos estudantes brasileiros nos últimos seis anos.

Tabela 7 – Resultados do Brasil no PISA desde 2000.

Dados	2000	2003	2006	2009	2012	2015
Alunos participantes	4.893	4.452	9.295	20.127	19.204	23.141
Leitura	396	403	393	412	407	407
Matemática		356	370	386	389	377
Ciências			390	405	402	401

Fonte: (INEP, 2017).

De acordo com os resultados do PISA 2015, no Brasil, 56,6% dos estudantes estão abaixo do nível 2 da escala de ciências, patamar que a OCDE estabelece como necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania (OECD, 2016; Brasil, 2016). Entre os estados brasileiros, Alagoas obteve a menor pontuação (360). Ainda de acordo com o relatório, ao avaliar os estudantes brasileiros por nível de proficiência em ciências, observa-se que no estado de Alagoas, 74,9% dos alunos estão abaixo do nível 2 na escala de ciências.

Na avaliação em leitura no PISA 2015, no Brasil, 51,0% dos estudantes brasileiros estão abaixo do nível 2. Entre os Estados da Federação, Alagoas obteve a menor pontuação (362), além disso, na avaliação dos estudantes por nível de proficiência, nota-se que 70,1% dos estudantes alagoanos estão abaixo do nível 2 da escala de leitura (OECD, 2016; Brasil, 2016). Na avaliação em matemática no PISA 2015, os resultados são ainda mais preocupantes. No Brasil, 70,3% dos estudantes estão abaixo do nível 2 da escala de matemática. Com relação às unidades da federação brasileira, mais uma vez o estado de Alagoas obteve a pior pontuação (339) em matemática. Assim, como nos domínios de ciências e leitura, a situação fica mais grave na avaliação por nível de proficiência na área de matemática. Em Alagoas, 83,2% dos estudantes estão abaixo do nível 2 da escala de matemática (OECD, 2016; Brasil, 2016).

Esses indicadores educacionais ressaltam que uma parcela significativa dos estudantes da educação básica no Brasil apresenta domínio insuficiente em Língua Portuguesa e Matemática, áreas essenciais para prosseguir na vida acadêmica, para o exercício da cidadania e sua qualificação para o mercado de trabalho. Assim como estabelecido no artigo 205 da Constituição da República Federativa do Brasil, a educação, direito de todos (Brasil, 1988) e é também a base fundamental para o desenvolvimento social e econômico de uma nação (CGI.br, 2016). Entretanto, a educação, equitativa e de qualidade, segue sendo um desafio para o Brasil. Nesse cenário, professores, gestores públicos e pesquisadores têm uma grande expectativa de que o acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua adoção na escola seja um elemento de grande potencial para impactar de forma significativa os resultados pedagógicos e os processos de ensino e aprendizagem (CGI.br, 2016).

Neste contexto, notamos que existe uma tendência de crescimento no interesse, inserção e uso pedagógico das TIC na educação. A pesquisa *TIC Educação 2015* (CGI.br, 2016) demonstrou que 83% das escolas públicas pesquisadas possuem laboratórios de informática, dentre as quais, 79% têm instalados em laboratórios computadores de mesa. Por outro lado, o estudo revelou que em 40% das escolas que possuem laboratórios de informática também são utilizados computadores portáteis e *tablets* (CGI.br, 2016). No entanto, as políticas públicas de fomento ao uso das TIC na educação no Brasil ainda enfrentam enormes dificuldades para produzirem os resultados esperados pelos gestores públicos e sociedade em geral. Ainda segundo o relatório, mais do que contribuir para universalizar o acesso à educação e melhorar a qualidade do ensino, elas têm como objetivo preparar as crianças e jovens brasileiros para atuarem em uma sociedade em que a informação e conhecimento constituem fontes fundamentais de bem-estar e progresso (CGI.br, 2016). No entanto, os pesquisadores ressaltam que precisamos resolver de forma adequada as questões básicas de

infraestrutura de acesso às TIC na escola e também incentivar entre os professores o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para que possam atuar nesse novo ambiente, o que se estende às questões ligadas ao currículo e às **práticas pedagógicas** (CGI.br, 2016).

Contudo, apesar dos indicadores mostrarem a presença quase universal dos computadores e disponibilidade de acesso à Internet, plataformas e práticas pedagógicas utilizadas pelos professores nas escolas públicas da educação básica no Brasil (Observatório do PNE, 2016; CGI.br, 2015; CGI.br, 2016), tais indicadores dizem pouco sobre a capacidade de integração das TIC às **práticas pedagógicas**, seja pela necessidade de detalhamento da qualidade da infraestrutura disponível, seja pela necessidade de mensuração da distância que existe entre o acesso e o uso efetivo das TIC como ferramenta complementar, para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem (CGI.br, 2015). Além disso, não mostra evidências de uso das **tecnologias educacionais adaptativas** aplicadas como **prática pedagógica para reforçar os processos de ensino e de aprendizagem** em leitura (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática) no contexto da educação básica. Segundo Johnson et al., (2015) as **tecnologias de aprendizagem adaptativa** reflete um movimento em escolas no sentido de personalizar experiências de aprendizagem para cada indivíduo. Essas plataformas podem ser utilizadas pelos os professores como ferramentas de apoio nos processos de ensino e de aprendizagem para auxiliar no desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas dos estudantes, em vários domínios do conhecimento.

Neste contexto, segundo Santana et al., (2016) uma das **tecnologias educacionais** mais promissoras e eficazes de adaptação são os **Sistemas Tutores Inteligentes (STI)**. A aplicação de STI no contexto educacional, sobretudo, na **educação básica**, permite uma maior integração entre alunos e professores, independente da localização geográfica e possibilita ao professor, entre outros benefícios, realizar um acompanhamento individualizado da aprendizagem do estudante. Nesta perspectiva, vários estudos publicados na literatura internacional mostram o impacto positivo do uso de STI em vários níveis e domínios educacionais (Steenbergen-Hu; Cooper, 2014; Steenbergen-Hu; Cooper, 2013; VanLehn, 2011; Ma et al., 2014), entretanto, segundo González et al., (2014) enquanto os STI têm mostrado melhorar o desempenho de aprendizagem dos estudantes, eles ainda têm grandes problemas em sua utilização e necessita de mais investigações empíricas.

Para Andrade et al., (2013) e González et al., (2014) um dos principais problemas encontrados é o uso inadequado desses sistemas por parte dos estudantes, talvez devido ao tédio, falta de interesse ou motivação e monotonia, que entre outros fatores causa

comportamento incorreto do estudante ao interagir com o sistema. Por outro lado, segundo VanLehn (2011 *apud* Andrade et al., 2013) alunos que se sentem motivados, desafiados e intrigados tendem a obter melhores resultados. Diante disso, para minimizar problemas como os citados por (Andrade et al., 2013; González et al., 2014) em ambientes educacionais *online*, vários pesquisadores propõe implementar elementos de gamificação para aumentar o engajamento e promover a aprendizagem dos estudantes (Kapp, 2012; González et al., 2014; Deterding et al., 2011; Simões et al., 2012; Santana et al., 2016). O termo gamificação (do inglês: *gamification*) segundo Kapp (2012) faz referência ao uso de mecânicas, estéticas e pensamento dos jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas.

Entretanto, apesar do crescente interesse da comunidade científica na realização de estudos que apresente o impacto no desempenho de aprendizagem dos estudantes com o uso de tecnologias educacionais, sobretudo, os STI. Ainda assim, existem poucos estudos que apresentam evidências empíricas da aplicação de STI gamificado no contexto da educação básica no Brasil. Além disso, fica evidente a necessidade de extrair boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado, de modo a auxiliar professores e alunos nos processos de ensino-aprendizagem para motivar, engajar e melhorar o desempenho de aprendizagem dos estudantes em leitura e interpretação de textos (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática). Neste caso, faz-se necessário realizar um experimento controlado que apresente evidências empíricas do uso de STI gamificado, em cenário ecológico com estudantes de escolas públicas da educação básica brasileira. Do mesmo modo, o presente estudo empírico com abordagem de pesquisa mista contribui para o desenvolvimento e avaliação que atestam a eficácia desse tipo de ferramenta no contexto educacional.

Objetivos

O objetivo geral do presente estudo é **extrair boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente gamificado no Ensino Fundamental.**

Como **objetivos específicos**, temos:

- ✓ Aplicar um experimento controlado com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado com estudantes de escolas da rede pública do ensino fundamental.
- ✓ Observar as interações dos professores e estudantes da educação básica com o uso da STI gamificado no domínio de Língua Portuguesa e Matemática;
- ✓ Definir modelos de intervenção com o uso de um STI gamificado para extração das boas e más práticas pedagógicas.
- ✓ Desenvolver modelos de regressão beta para estimação do desempenho de aprendizagem dos estudantes dos anos finais do ensino fundamental I e II, em Língua Portuguesa e Matemática, com e sem o uso do STI gamificado.

1.3 Escopo

O presente trabalho tem como foco a extração de boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado no ensino fundamental. Além disso, busca mensurar a aprendizagem dos alunos com e sem o uso da tecnologia de aprendizagem e acompanhamento personalizada e o impacto da Plataforma MeuTutor, na aprendizagem dos estudantes nos anos/séries finais do ensino fundamental I e II, ou seja, 5º ano e 9º ano, respectivamente, no domínio de Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos e Matemática, com ênfase na resolução de problemas.

Para isso, realizou-se um estudo empírico com abordagem de pesquisa de métodos mistos (quantitativa e qualitativa). No experimento controlado com aplicação de pré-teste e pós-teste, participaram 191 estudantes, regularmente matriculados nos anos/séries finais do ensino fundamental I e II, de 4 (quatro) escolas públicas brasileiras, da educação básica, no município de São Sebastião, localizada na região agreste do Estado de Alagoas. As escolas foram selecionadas de forma randômica, e em cada unidade de ensino 2 turmas foram randomicamente selecionadas, sendo uma turma do 5º ano, e outra turma do 9º ano, totalizando assim, 8 turmas, sendo 4 turmas de cada etapa dos anos finais do ensino fundamental I e II.

1.4 Contribuições

O presente estudo contribui diretamente para a comunidade de Informática na Educação. As principais contribuições são:

- Extração das boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado, aplicado em escolas públicas da educação básica no Brasil;
- Recomendação de proposta para construção de STI gamificado;
- Execução do experimento controlado para avaliar o desempenho dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de língua portuguesa e matemática, com o uso de STI gamificado em cenário real;
- Aplicação da abordagem de pesquisa de métodos mistos (quantitativa e qualitativa) na análise dos dados do presente estudo empírico;
- Definição de modelos estatísticos estimados para mensurar as variáveis aleatórias. Visto que no presente estudo experimental, as variáveis aleatórias podem ser relacionadas com base em um modelo matemático.

1.5 Organização da Dissertação

A presente dissertação de mestrado é composta por seis capítulos, estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1. Introdução: Neste capítulo apresentamos a motivação e contextualização, a problemática, objetivos, o escopo do presente estudo empírico e as principais contribuições.

Capítulo 2. Embasamento Teórico: Neste capítulo, apresentamos a fundamentação teórica a respeito de Sistemas Tutores Inteligentes (STI), Gamificação, STI Gamificados, os conceitos fundamentais sobre as práticas pedagógicas com o uso de tecnologia e os modelos de intervenção com o uso de tecnologia no contexto educacional.

Capítulo 3. Trabalhos relacionados: Este capítulo apresenta uma síntese dos trabalhos relacionados, selecionados com base nas pesquisas bibliográficas.

Capítulo 4. Materiais e Métodos: No presente capítulo, apresentamos os materiais e métodos aplicados na execução do experimento controlado.

Capítulo 5. Análise e Discussão dos Resultados: Neste capítulo, apresentamos as análises e discussão dos resultados com base nos métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa.

Capítulo 6. Conclusão: Neste capítulo, apresentamos as considerações finais do presente estudo.

Referências: São apresentadas as referências utilizadas na elaboração da dissertação.

Apêndice. Por último, apresentamos no apêndice os métodos de pesquisa, modelos de regressão e uma breve descrição dos principais recursos e funcionamento da Plataforma MeuTutor.

No próximo capítulo, apresentaremos um embasamento teórico a respeito de Sistemas Tutores Inteligentes (STI), gamificação, STI gamificados, conceitos relacionados à prática pedagógica e os modelos de intervenção com o uso da tecnologia aplicado no contexto educacional.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica. A priori, descreveremos na subseção 2.1, sobre os Sistemas Tutores Inteligentes. Em seguida, 2.2 Gamificação, 2.3 Sistemas Tutores Inteligentes (STI) Gamificados, 2.4 Práticas Pedagógicas com o uso de tecnologia, e por último, abordaremos na subseção 2.5 os modelos de intervenção com o uso da tecnologia no contexto educacional.

2.1 Sistemas Tutores Inteligentes

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são ambientes de aprendizagem assistido por computadores construídos com base em modelos computacionais desenvolvidos nas ciências da aprendizagem, ciências cognitivas, matemática, inteligência artificial e outros campos relevantes (Steenbergen-Hu; Cooper, 2013). Segundo Keles e Keles (2011), STI usa vários recursos tecnológicos para apoiar um processo de ensino e de aprendizagem. Ainda de acordo com os mesmos autores, um STI tem a capacidade de se adaptar, tanto quanto possível, as atividades pedagógicas para atender as necessidades individuais do aluno.

Neste cenário, a aplicação de Sistema Tutor Inteligente (STI) na educação básica permite uma maior integração entre alunos e professores, independente da localização geográfica e possibilita ao professor, entre outros benefícios, realizar um acompanhamento individualizado da aprendizagem do estudante. Cooper et al., (2012) destacam três benefícios relevantes de um STI: (1) provê instrução individualizada que permite a todos os estudantes acessar o mesmo currículo, com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizagem que são adaptadas às suas necessidades; (2) habilita os alunos a alcançar níveis de proficiência semelhantes de forma mais eficiente; e (3) com *design* adequado, um STI pode permitir que os professores concentrem-se em um pequeno subconjunto de alunos que precisam de ajuda extra além da assistência prestada pela instrução STI, e entregando assim um ensino mais eficaz.

De acordo com Woolf (2009) e Sottolare et al., (2014), um STI é construído com base em uma arquitetura composta basicamente por quatro componentes principais: (1) modelo de domínio, (2) modelo do estudante, (3) modelo de tutoria, e (4) modelo de interface do usuário. A Figura 2 representa uma arquitetura clássica.

1. O modelo de domínio contém o conjunto de habilidades, conhecimentos e estratégias do assunto a ser estudado pelo aluno. Este modelo contém o conhecimento especializado esperado, mas também erros e concepções errôneas que os estudantes exibem periodicamente;
2. O modelo do estudante consiste nos estados cognitivos, afetivos, motivacionais, e outros estados psicológicos que evoluem durante o curso de aprendizagem. Assim, o modelo do estudante é visto como uma sobreposição (subconjunto) do modelo de domínio, que muda durante o curso de tutoria;

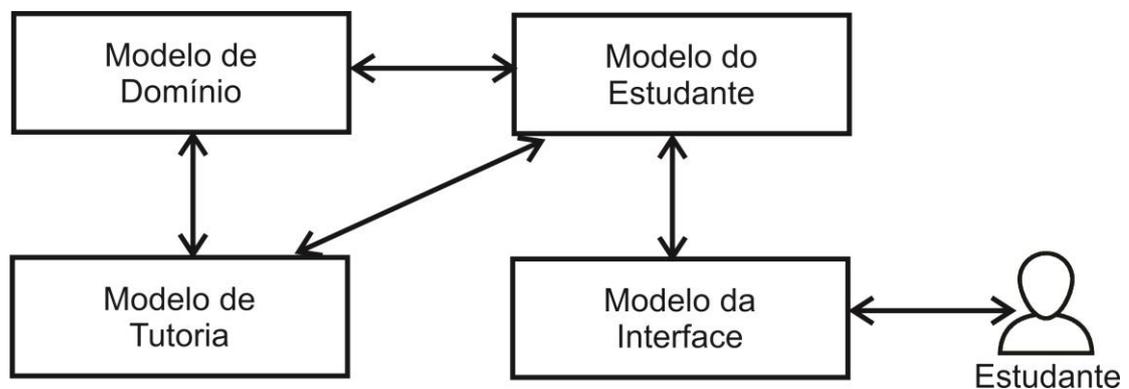


Figura 2 – Arquitetura de um Sistema Tutor Inteligente.

3. O modelo do tutor também conhecido como modelo pedagógico ou modelo instrucional, representa as estratégias instrucionais. Este modelo recebe os modelos de domínio e do estudante como entrada e seleciona estratégias de tutoria, passos e ações nas quais o tutor deve executar ao longo do processo de tutoria;
4. O modelo de interface interpreta as contribuições dos estudantes através de várias mídias de entrada (voz, digitação, cliques) e produz saídas em diferentes mídias (texto, diagrama, animação, agentes).

Baseado nesta arquitetura, os STI são projetados e desenvolvidos com técnicas de Inteligência Artificial (IA), para oferecer instruções e *feedbacks* personalizados aos estudantes considerando o processo de aprendizagem de um determinado domínio (por exemplo: língua portuguesa ou matemática), bem como, apoiar e melhorar as habilidades cognitivas em outras áreas do conhecimento. Para verificar o desempenho de aprendizagem dos estudantes e buscar evidências da eficácia dos STI nos processos de ensino e de aprendizagem, serão apresentados alguns estudos empíricos publicados recentemente na literatura internacional, como os trabalhos de, Steenbergen-Hu e Cooper (2014); Steenbergen-Hu e Cooper (2013); VanLehn

(2011) e Ma et al., (2014), que sugere a importância do uso pedagógico em vários níveis educacionais, conforme descrevemos de forma sucinta nos próximos parágrafos.

Steenbergen-Hu e Cooper (2014), em seu artigo intitulado: *A Meta-Analysis of the Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems on College Students' Academic Learning*, investigaram 39 estudos que avaliam a eficácia de 22 tipos de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) no contexto de ensino superior. Para analisar a eficácia de STI, Steenbergen-Hu e Cooper (2014) agruparam os estudos para verificar se existe diferença quando comparado com outras condições de instruções. Segundo os pesquisadores, os STI tiveram um efeito positivo na aprendizagem de estudantes universitários. No entanto, foram menos eficazes do que tutoria humana, mas eles superaram todos os outros métodos de instrução e atividades de aprendizagem. Na Tabela 8, observa-se as condições de comparação e os modelos de efeito fixo e efeito randômico aplicado no estudo. No modelo de efeito fixo, STI foi mais efetivo do que controle sem tratamento ($g = .90$), aprendizagem autônoma ($g = .82$), leitura de texto impresso ($g = .47$), instrução em sala de aula tradicional ($g = .37$), instrução assistida por computador ($g = .35$) e leitura de materiais computadorizado ($g = .22$), mas não quando comparado a tutoria humana ($g = -.25$). De acordo com os pesquisadores, os resultados foram os mesmos para o modelo de efeito randômico. Com exceção de materiais computadorizados e tutoria humana, todos os tamanhos de efeitos médios foram estatisticamente significativos diferentes de zero em ambos os modelos.

Em outra meta-análise, intitulada: *A Meta-Analysis of the Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems on K-12 Students' Mathematical Learning*, Steenbergen-Hu e Cooper (2013) mostram os estudos empíricos sobre a eficácia de Sistemas Tutores Inteligente (STI) em comparação com a instrução de sala de aula regular na aprendizagem de matemática, com estudantes do ensino primário e secundário. Os pesquisadores buscaram na literatura 26 relatórios no período entre 1997 e 2010. A maioria dos estudos incluídos comparou a eficácia de STI com a instrução em sala de aula regular. Poucos estudos compararam STI com tutoria humana ou práticas de trabalhos para casa. A sumarização das evidências do estudo sugere que, no geral, STI não teve nenhum efeito negativo e possivelmente um impacto positivo muito pequeno na aprendizagem de matemática dos estudantes em relação à instrução em sala de aula regular.

VanLehn (2011) no artigo intitulado: *The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems*, apresenta uma revisão de experimentos comparando a eficácia de tutoria humana, tutoria por computador e não tutoria. O objetivo do estudo é testar a hipótese de granularidade de interação da interface do usuário,

comparando a eficácia dos cinco tipos de tutoria (*no tutoring, answer-based, step-based, substep-based and human*), de modo que há dez possíveis comparações de pares. Para isso, o pesquisador revisou vários estudos, nos quais cada um inclui pelo menos três tipos de tutoria. Como resultado deste trabalho, o pesquisador destaca que sistemas tutores inteligentes são quase tão eficazes quanto tutoria humana.

No trabalho de Ma et al., (2014) intitulado: *Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis*, apresentam uma meta-análise contendo os resultados de aprendizagem de estudantes com o uso de STI. Os pesquisadores realizaram buscas nas maiores bases de dados bibliográficas, 107 tamanhos de efeitos, envolvendo 14.321 participantes foram extraídos e analisados. A Tabela 9 mostra a média ponderada dos tamanhos de efeitos para os recursos contextuais. Esta apresenta os resultados para ambos os modelos de efeitos aleatórios e fixo e inclui o número de participantes (N) em cada categoria, o número de estudos (k), o tamanho do efeito médio ponderado ($g+$) e seu erro padrão (SE), o intervalo de confiança (IC) de 95% em torno da média, e um teste de heterogeneidade (Q). De acordo com os autores do presente estudo, cada tamanho de efeito médio ponderado foi obtido através da ponderação de tamanho de efeitos independentes por variância inversa. O trabalho mostra que a maioria dos estudos foi realizada na América do Norte, seguido pelo continente Europeu, Oceania e Ásia. No entanto, os pesquisadores destacam que a eficácia de STI foi evidente independente da região onde os estudos foram conduzidos. Por último, os resultados mostram que não houve diferença significativa entre aprender com STI e tutoria humana individualizada ou instrução em pequenos grupos.

Tabela 8 – Eficácia dos Sistemas Tutores Inteligentes por condição de comparação.

Condição de comparação	k ^a	Modelo de efeito fixo				Modelo de efeito randômico			
		g	SE	95% IC	p	g	SE	95% IC	p
Comparações originais									
Tutoria humana	3	-.25	.24	[-.72, .22]	.302	-.25	.24	[-.72, .22]	.302
Leitura de materiais computadorizado	6	.22	.12	[-.01, .46]	.064	.25	.17	[-.08, .57]	.138
Instrução assistida por computador	6	.35	.12	[.11, .60]	.004**	.33	.14	[.06, .60]	.015**
Instrução em sala de aula tradicional	16	.37	.07	[.24, .50]	.000***	.38	.09	[.21, .55]	.000***
Leitura de texto impresso	8	.47	.10	[.27, .68]	.000***	.50	.14	[.22, .78]	.000***
Aprendizagem autônoma	5	.82	.19	[.44, 1.20]	.000***	.82	.19	[.44, 1.20]	.000***
Controle sem tratamento	4	.90	.20	[.52, 1.29]	.000***	.90	.20	[.52, 1.29]	.000***
Comparações mais amplas									
Tutoria humana	3	-.25	.24	[-.72, .22]	.302	-.25	.24	[-.72, .22]	.302
Aprendizagem de instruções	36	.37	.05	[.28, .46]	.000***	.37	.06	[.25, .49]	.000***
Aprendizagem autônoma ou controle sem tratamento	9	.86	.14	[.59, 1.13]	.000***	.86	.14	[.59, 1.13]	.000***

Nota: IC = Intervalo de Confiança.

^a As análises foram conduzidas no primeiro conjunto de dados, que incluiu 48 tamanhos de efeito dos 39 estudos. Vale ressaltar que, dentro de cada grupo, todos os tamanhos de efeito eram independentes, porque cada estudo independente contribuiu apenas com um tamanho de efeito para um tipo de condição de comparação.

** p < .01. *** p < .001.

Fonte: (Steenbergen-Hu; Cooper, 2014).

Tabela 9 – Médias ponderadas dos efeitos para recursos contextuais.

			Modelo de efeito aleatório						Modelo de efeito fixo					
			Tamanho do efeito		95% IC		Q _B	p	Tamanho do efeito		95% IC		Q _B	p
Variáveis	N	k	g+	SE	Inferior	Superior			g+	SE	Inferior	Superior		
Cenário							3.30	.07					4.29	.04
Laboratório	1,596	26	0.29*	0.07	0.15	0.43			0.26*	0.05	0.16	0.36		
Sala de aula	12,725	81	0.44*	0.04	0.36	0.52			0.37*	0.02	0.33	0.41		
Continente							3.59	.31					12.80	.01
América do Norte	11,065	75	0.38*	0.04	0.29	0.46			0.33*	0.02	0.29	0.37		
Europa	1,083	18	0.51*	0.10	0.32	0.71			0.55*	0.06	0.43	0.67		
Ásia	962	6	0.67*	0.20	0.28	1.06			0.42*	0.07	0.29	0.55		
Oceania	1,211	8	0.36*	0.07	0.22	0.51			0.38*	0.06	0.27	0.50		
Duração do tratamento							1.43	.49					4.67	.10
Uma hora ou menos	587	9	0.30	0.16	-0.01	0.62			0.18*	0.09	0.02	0.35		
Mais de uma hora	7,589	59	0.39*	0.05	0.30	0.48			0.35*	0.02	0.30	0.40		
Não relatado	6,145	39	0.47*	0.07	0.34	0.60			0.38*	0.03	0.33	0.43		
Duração do estudo							3.78	.15					32.26	<.001
Um mês ou menos	2,044	32	0.34*	0.07	0.22	0.47			0.31*	0.05	0.22	0.40		
Mais de um mês	9,577	53	0.38*	0.05	0.29	0.47			0.31*	0.02	0.27	0.35		
Não relatado	2,700	22	0.57*	0.10	0.37	0.76			0.57*	0.04	0.49	0.66		

Nota: IC = Intervalo de Confiança.

*p <.05.

Fonte: (Ma et al., 2014).

2.2 Gamificação

O termo gamificação (do inglês: *gamification*) é o uso de mecânicas e estratégias de jogos em contextos de não jogos (González et al., 2014). Segundo Zichermann e Cunningham (2011) definem como um processo de pensamento de jogo e mecânica de jogo para engajar os usuários e resolver problemas, ainda de acordo com Kapp (2012), gamificação é o uso de mecânicas, estéticas e pensamentos dos jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas. Neste contexto, sua aplicação em ambiente educacional *online* ou no ensino presencial tem como objetivo motivar, engajar e tornar o ensino mais atrativo e prazeroso para os estudantes atingir seus objetivos. Segundo Deterding et al., (2011), o termo gamificação foi originado na indústria de mídia digital, tendo o primeiro uso documentado no ano de 2008. Sua popularidade efetivamente começou a partir de 2010 (Dyer, 2015), e com isso, uma nova tendência, designada pela gamificação emergiu e atualmente, está sendo amplamente aplicada em vários segmentos, principalmente na educação (Simões et al., 2012).

Segundo Santana et al., (2016), a gamificação faz uso dos elementos presentes nos jogos eletrônicos, tais como recompensas, *feedback*, *rankings*, níveis, troféus e missões. Sua aplicação em contexto educacional pode motivar os alunos a executarem em determinadas tarefas para atingir objetivos particulares. Werbach e Hunter (2012) descrevem estes elementos de jogos como pequenas peças usadas para definir blocos de construção que formam uma experiência de jogo integrada. Segundo os autores, estes elementos são incluídos em três categorias: (1) dinâmica, (2) mecânica, e (3) componentes de jogos.

1. Dinâmica de jogos – são os aspectos de alto nível do sistema gamificado que devem ser considerados e gerenciados, mas que nunca entram diretamente no jogo. Por exemplo, restrições, emoções, narrativa, progressão, relacionamentos e personalização.
2. A mecânica de jogos – está relacionada ao processo básico que dirige ações para frente e gera um engajamento do jogador. Por exemplo, desafios, competição, cooperação, *feedback*, aquisição de recursos, transações, estados de vitórias e perfis.
3. Os componentes de jogos – é uma instanciação específica da mecânica e dinâmica. Alguns exemplos de componentes de jogos são: conquistas, personagens, troféus, coleções, ranking, níveis, pontos, notificações, barra de progresso, missões, bens virtuais, entre outros.

Assim, como já mencionado, a gamificação é um fenômeno emergente, que deriva diretamente da popularização e popularidade dos games, de motivar a ação, resolver

problemas e potencializar aprendizagens nas mais diversas áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos (Fardo, 2013). Com isso, cresce o interesse pelo o desenvolvimento e uso de plataformas de aprendizagem adaptativas gamificadas aplicadas em vários níveis e domínios específicos do contexto educacional. Entretanto, é preciso, ainda, que o professor esteja atualizado e preparado para utilizar corretamente essas tecnologias como ferramenta didática, alinhando as estratégias de ensino para atender o currículo escolar, com o objetivo de elevar os níveis de conhecimentos dos alunos.

Neste cenário, trabalhos empíricos sobre gamificação Hamari et al., (2014) indicam que na maioria dos estudos revisados, a gamificação produz efeitos e benefícios positivos. No entanto, os efeitos são muitos dependentes do contexto no qual a gamificação é aplicada. Neste contexto, (Rowe et al., 2010) destaca que, como descrito no relatório da *National Summit on Educational Games*, ambientes de aprendizagem baseados em jogos proporcionam aos alunos oportunidades para praticar e aperfeiçoar habilidades chaves no pensamento estratégico, análises interpretativas, resolução de problemas, formulação e execução de planos, e adaptação à mudança.

2.3 Sistemas Tutores Inteligentes (STI) Gamificados

Nesta subseção, vamos tratar dos STI gamificados que além de oferecer instrução e *feedback* personalizado ao estudante, provê também recompensas para manter os estudantes motivados e engajados com o objetivo de melhorar o desempenho e aprendizagem em um determinado domínio do conhecimento. Isso porque, segundo González et al., (2014) enquanto os STI têm mostrado melhorar o desempenho e aprendizagem dos estudantes, eles ainda têm grandes problemas em sua utilização e necessita de mais investigações.

De acordo com os mesmos pesquisadores, um dos principais problemas encontrados é o uso inadequado desses sistemas por parte dos estudantes, talvez devido ao tédio, falta de interesse ou motivação e monotonia, que entre outros fatores, causa comportamento incorreto do estudante ao interagir com o sistema. Neste sentido, o uso de elementos de gamificação aplicado em STI justifica-se pelo fato de que, existem alguns fatores comportamentais como desmotivação, falta de interesse ou tédio que interferem diretamente no uso adequado desses sistemas (Andrade et al., 2013).

Ainda de acordo com Beker et al., (2008 *apud* Andrade et al., 2013) estudantes que se sentem ansiosos, chateados ou deprimidos não assimilam as informações corretamente e, por causa disso, acabam apresentando comportamento impróprios que dificultam a aprendizagem. Além disso, podem desencadear uma série de resultados negativos no processo de

aprendizagem, principalmente, em plataforma de ensino-aprendizagem *online*, podendo inclusive levar o estudante a evasão em uma determinada disciplina ou curso. Por outro lado, segundo VanLehn (2011 *apud* Andrade et al., 2013) alunos que se sentem motivados, desafiados e intrigados tendem a obter melhores resultados.

Neste contexto, para minimizar os problemas inerentes à desmotivação e outros fatores comportamentais, conforme citados por Andrade et al., (2013) e González et al., (2014) em ambientes educacionais, torna-se essencialmente importante e necessário propor a aplicação de tecnologias adaptativas, em particular o uso de STI, com técnicas e modelos para potencializar positivamente o estado emocional e cognitivo do aluno no processo de aprendizagem. Uma técnica ainda pouco explorada na educação que tem este objetivo é a gamificação (Andrade et al., 2013).

Muitos estudos tem apresentado a relevância da aplicação dos elementos de gamificação no contexto educacional, como uma técnica para aumentar o engajamento dos alunos e para inovar os processos de ensino-aprendizagem (González et al., 2014; Zichermann; Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Deterding et al., 2011; Hamari et al., 2014). Ainda de acordo com Santana et al., (2016) a educação está sempre em busca de inovação. Algumas delas focam em estimular o interesse do aluno e ampliar as ferramentas educacionais disponíveis para os professores. Uma dessas ferramentas é a técnica de gamificação, que é cada vez mais utilizado em ambientes educacionais *online*.

Contudo, apesar do crescente interesse pela comunidade científica na realização de estudos que mostrem o impacto no desempenho dos estudantes e experiências em ambientes educacionais baseado na *web*, ainda existem poucos estudos que apresentem evidências empíricas, principalmente, com o uso de Sistemas Tutores Inteligentes gamificados aplicados na educação básica no Brasil.

2.4 Práticas Pedagógicas com o uso de tecnologia

Nesta subseção, apresentamos, com base na literatura nacional e internacional, alguns conceitos relacionados à prática pedagógica. A priori, precisamos entender o conceito de prática pedagógica, que de acordo com Machado (2005), a partir de 2002, com a reestruturação das licenciaturas decretada pelo governo federal, a terminologia “prática pedagógica” causou uma grande e salutar polêmica entre os educadores da formação de professores. Isso porque, segundo o autor, os professores viram-se obrigados a dominar tal conceito para delimitar as atividades que seriam validadas nos novos currículos.

Segundo Vieira e Zaidan (2013), a prática pedagógica se dá na relação entre os sujeitos e o conhecimento em contextos formativos. Para Verдум (2013), o significado que a prática pedagógica pode assumir varia, isto é, consiste em algo que não pode ser definido, apenas concebido, mudando conforme os princípios em que estiver baseada a nossa ideia. Ainda de acordo com Madeira et al., (2012), a prática pedagógica é tema recorrente no campo das investigações educacionais, e muito se tem discutido sobre o tema como meio de buscar superação para os problemas decorrentes das esferas sociais. Neste contexto, Caldeira e Zaidan (2010) definem prática pedagógica como uma prática social complexa, que acontece em diferentes espaços/tempos da escola, no cotidiano de professores e alunos nela envolvidos e, de modo especial, na sala de aula, mediada pela interação professor-aluno-conhecimento. Nesse processo de construção de conhecimento, identificar e aplicar as práticas pedagógicas com o uso das novas tecnologias em cenário do mundo real tem sido evidenciado como extremamente importante para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes em todos os níveis educacionais.

Neste trabalho, adotaremos a definição proposta por Vilarinho (2011), de que as práticas pedagógicas com uso das tecnologias de informação e comunicação são ações intencionais propostas pelo professor em situações de ensino e de aprendizagem e que visam o alcance de objetivos educacionais mais adequados. Neste contexto, para que as ações propostas pelo professor com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado possa apresentar resultados positivos, é necessário observar e extrair as melhores práticas alinhadas com os objetivos pedagógicos em determinado domínio do conhecimento.

Para Beker (1994); Bigatel (2004); Coppola (2004); Moersh (2002); (*apud* Ottenbreit-Leftwich et al., 2010) as melhores práticas de tecnologia educacional são geralmente definidas como aquelas que promovem a aprendizagem centrada no aluno. Isso requer uma abordagem que permita o professor incluir no modelo de ensino de aulas expositivas, metodologias de aprendizagem ativa, que considere as características cognitivas de cada estudante e seu ritmo de aprendizagem em um domínio específico de conhecimento, como por exemplo: matemática e língua portuguesa. Para isso, o uso de STI gamificado justifica-se por oferecer instrução personalizada e promover o engajamento de estudantes na resolução de problemas que exige raciocínio criativo e crítico.

Ainda de acordo com Hickey, Moore e Pellegrino (2001); Jonassen (1996); (*apud* Ottenbreit-Leftwich et al., 2010), a aprendizagem centrada no aluno enfatiza experiências autênticas, incentiva a aprendizagem ativa, e resulta na criação de novos produtos. Neste sentido, a Unicef (2007) define boas práticas como um conjunto de procedimentos, atividades,

experiências e ações que apresentam resultados positivos na melhoria da aprendizagem. Por outro lado, podemos caracterizar como más práticas pedagógicas, um conjunto de ferramentas, atividades, procedimentos e técnicas que quando aplicadas de forma inadequada não apresentam resultados satisfatórios na melhoria do desempenho e aprendizagem dos estudantes.

Nesta perspectiva, Ma et al., (2014); Steenbergen-Hu e Cooper (2014) analisaram os efeitos de aprendizagem dos estudantes com diferentes características, incluindo a natureza de intervenção dos STI em vários domínios e níveis educacionais. Neste cenário, as intervenções são práticas identificadas nos estudos empíricos com o uso de STI nas atividades de aprendizagem e categorizadas pelos pesquisadores como: (1) instrução principal (utilizado pelos estudantes como principal meio de instruções para aprender), (2) integração da sala de aula (como parte integrante das instruções em sala de aula regular), (3) complementação das instruções da sala de aula (neste caso, o STI foi utilizado para complementar as instruções em sala de aula, após as aulas regulares), (4) atividade extraclasse (os estudantes utilizaram o STI em laboratório ou para realizar exercícios que normalmente ocorreu durante o período de aula) e (5) atividade para casa (utilizado para realizar parte dos trabalhos de casa).

2.5 Modelos de intervenção com o uso da tecnologia

Estruturalmente, a escola atual não difere daquela do início do século passado. No entanto, os estudantes de hoje não aprendem da mesma forma que os do século anterior (Bacich et al., 2015). Ainda, segundo os mesmos autores, crianças e jovens estão cada vez mais conectados às tecnologias digitais, configurando-se como uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento e que, portanto, requer que transformações aconteçam na escola. Transformações estas que requer da escola atual aplicação de novas metodologias, de modo a flexibilizar o modelo de ensino atual, que permita ao professor utilizar as novas tecnologias de ensino e de aprendizagem personalizadas alinhada com as propostas pedagógicas da escola.

Para Moran (2004), uma das tarefas mais importantes das universidades, escolas e secretarias de educação hoje é planejar e flexibilizar, no currículo de cada curso, o tempo de presença física em sala de aula e o tempo de aprendizagem virtual e como integrar de forma criativa e inovadora esses espaços e tempos. Nesta perspectiva, Bacich et al., (2015) reforça que a integração das tecnologias digitais na educação precisa ser feita de modo criativo e crítico, buscando desenvolver a autonomia e a reflexão dos seus envolvidos, para que eles não sejam apenas receptores de informações. Segundo relato de Moran (2004), uma das

reclamações generalizadas de escolas e universidades é de que os alunos não aguentam mais nossa forma de dar aula.

Os alunos reclamam do tédio de ficar ouvindo um professor falando na frente por horas, da rigidez dos horários, da distância entre o conteúdo das aulas e a vida (Moran, 2004). Neste cenário, precisamos refletir sobre as metodologias atuais e como podemos integrar as novas tecnologias de aprendizagem adaptativas nos processos de ensino e de aprendizagem para motivar e engajar os alunos no desenvolvimento cognitivo. Isso não significa dizer que a tecnologia por si só resolva os problemas educacionais, mas se integrada de forma adequada pode ampliar as possibilidades de interações e aprendizagem significativa do aluno e apoiar a tomada de decisões pelo professor.

De acordo com Bacich et al., (2015) o projeto político-pedagógico da escola que queira abarcar essas questões precisa ponderar como fazer essa integração das tecnologias digitais para que os alunos possam aprender significativamente em um novo ambiente, que agora contempla o presencial e o digital. Segundo Valente (2014), a integração das tecnologias digitais de informação e comunicação nas atividades da sala de aula tem proporcionado o que é conhecido como *blended learning* ou ensino híbrido, sendo que a “sala de aula invertida” (*flipped classroom*) é um das modalidades que têm sido implantadas tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior.

O ensino híbrido (ou *blended learning*), de acordo com Staker e Horn (*apud* Valente, 2014) é um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda os conteúdos e instruções usando recursos *online*, e outros em que o ensino ocorre em uma sala de aula, podendo interagir com outros alunos e com o professor. Para Christensen, Horn e Staker (2013) o modelo híbrido é uma tentativa de entregar “o melhor dos dois mundos”, isto é, as vantagens da aprendizagem *online* combinada com todos os benefícios da sala de aula tradicional. A expressão ensino híbrido está enraizada em uma ideia de educação híbrida, em que não existe uma forma única de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre de diferentes formas, em diferentes espaços (Bacich et al., 2015).

Ainda segundo os mesmos autores, a organização dos modelos de ensino híbrido, elaborado pelos os pesquisadores do *Clayton Christensen Institute*, aborda formas de encaminhamento das aulas em que as tecnologias digitais podem ser inseridas de forma integrada ao currículo e, portanto, não são consideradas como um fim em si mesmas, mas que têm um papel essencial no processo, principalmente em relação à personalização do ensino. Bacich et al., (2015) apresenta as propostas de ensino híbrido, organizado em quatro modelos:

(1) modelo de rotação, (2) modelo *flex*, (3) modelo *à la carte*, e (4) modelo virtual enriquecido.

Segundo Bacich et al., (2015), no modelo de rotação, os estudantes revezam as atividades realizadas de acordo com um horário fixo ou orientação do professor. Nesse modelo o professor pode trabalhar com quatro propostas: (1) rotação por estações, os estudantes são organizados em grupo, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão; (2) laboratório rotacional, onde os estudantes usam o espaço da sala de aula e laboratórios. Assim, o modelo começa com a sala de aula tradicional, em seguida adiciona uma rotação para computador ou laboratório de ensino.

Segundo os mesmos pesquisadores, a proposta é semelhante ao modelo de rotação por estações, em que os alunos fazem essa rotação em sala de aula, porém, no laboratório rotacional, ele devem se dirigir aos laboratórios, onde trabalharão individualmente nos computadores, acompanhados por um professor tutor; (3) sala de aula invertida, nesse modelo, a teoria é estudada em casa, no formato *online*, e o espaço da sala de aula é utilizado para discussões, resolução de atividades, entre outras propostas; e (4) rotação individual, cada aluno tem uma lista das propostas que deve contemplar em sua rotina para cumprir os temas a serem estudados.

No modelo *flex*, os alunos também têm uma lista a ser cumprida, com ênfase no ensino *online*. O ritmo de cada estudante é personalizado, e o professor fica à disposição para esclarecer dúvidas. O modelo *à la carte*, nesse modelo o estudante é responsável pela organização de seus estudos, de acordo com os objetivos gerais a serem atingidos, organizados em parceria com o educador; assim, a aprendizagem, que pode ocorrer no momento e local mais adequados, é personalizada. No modelo virtual enriquecido, trata-se de uma experiência realizada por toda a escola, em que em cada disciplina (exemplo: matemática), os alunos dividem seu tempo entre a aprendizagem *online* e a presencial. Ainda, de acordo com Bacich et al., (2015) destaca que, assim como o modelo *à la carte*, o virtual enriquecido também é considerado disruptivo porque propõe uma organização da escola básica que não é comum no Brasil. No próximo capítulo, apresentaremos os trabalhos relacionados publicados na literatura que abordam a utilização de tecnologia e a avaliação de elementos de gamificação no contexto educacional.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar uma síntese dos trabalhos relacionados. Os critérios utilizados na seleção dos estudos relevantes foram às comparações com avaliações do uso de elementos de gamificação e as boas e más práticas pedagógicas a partir dos processos de ensino e de aprendizagem usando Sistema Tutor Inteligente (STI) no contexto educacional. A princípio, descreveremos na subseção 3.1 um estudo empírico comparando gamificação e rede social em ambiente virtual de aprendizagem; em seguida, abordaremos na subseção 3.2 eficácia da gamificação no engajamento dos estudantes; e por último, na subseção 3.3 avaliação dos efeitos da gamificação em sala de aula: um estudo longitudinal sobre motivação intrínseca, comparação social, satisfação, esforço e desempenho acadêmico.

3.1 Um estudo empírico comparando gamificação e rede social em ambiente virtual de aprendizagem

De-Marcos et al., (2014) apresentam uma avaliação empírica comparando em um ambiente educacional online, três abordagens: (1) gamificada, (2) rede social e (3) tradicional, em um curso de graduação em Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). O curso tem duração de quinze semanas e utiliza uma abordagem de ensino híbrido (*blended learning*), onde os alunos têm três horas de aula por semana e são complementadas com leituras e atividades, que são entregues *online* através de um sistema de gestão de aprendizagem chamado de *BlackBoard*. Cada módulo inclui duas ou três atividades que apresenta aos alunos os principais conceitos de uma maneira prática e, portanto, representam o núcleo da experiência de aprendizagem. A avaliação do desempenho dos alunos no curso incluem quatro trabalhos com o objetivo de avaliar habilidades e competências e um exame final para avaliar o conhecimento que abrange todos os conteúdos.

Neste estudo, os pesquisadores investigam três questões de pesquisa: (1) gamificação e/ou rede social impactam na aprendizagem dos estudantes em um ambiente educacional, (2) gamificação e/ou rede social impactam na taxa de participação e (3) se os estudantes tem uma atitude positiva perante essas ferramentas. Com o objetivo de comparar as duas abordagens: gamificação e rede social, com relação a tradicional, no mesmo ambiente educacional para determinar a sua eficácia em termos de desempenho dos estudantes, níveis de participação, engajamento e atitudes, foi implementado um *plugin* de gamificação e um site de rede social como complementos para a plataforma *e-learning* que permitem aos alunos interagir com

materiais do curso e com outros estudantes dentro do *BlackBoard*. Após isso, foi realizado um quase-experimento com estudantes selecionados e divididos em três grupos: o grupo de controle (sistema tradicional) com 73 estudantes, o grupo experimental (gamificação) composto por 114 estudantes e o grupo experimental (rede social) com 184 estudantes.

Durante a execução do experimento, os materiais e atividades foram entregues a todos os grupos de forma idêntica através da plataforma *e-learning* e durante as aulas. Os alunos dos grupos experimentais podiam também utilizar o curso na plataforma *e-learning* tradicional. Assim, os dados quantitativos sobre o desempenho e participação dos estudantes foram coletados. Foram aplicados um pré-teste e um pós-teste para avaliar e comparar o desempenho dos estudantes. A pontuação foi automaticamente calculada com base na participação das aulas e contribuições para o curso. Todos os resultados foram normalizados para uma escala de 0-100. Os dados de pré-teste e pós-teste foram comparados por meio da análise de testes de variância (ANOVA). Além disso, foi aplicado um questionário atitudinal composto por 10 itens com base em uma escala *likert* de 5 pontos, com os grupos experimentais para coletar dados quantitativos e qualitativos sobre as percepções de ambos os instrumentos experimentais (gamificação e rede social).

Os resultados do pré-teste, a princípio, sugerem que não existem diferenças significativas entre os grupos experimentais e o grupo de controle. No entanto, as análises dos resultados do pós-teste sugeriram que ambos os grupos experimentais superaram o grupo de controle nos quatro trabalhos práticos. Mas, surpreendentemente, os alunos do grupo de controle superaram ambos dos grupos experimentais no exame escrito final. Na avaliação do questionário para medir a satisfação e atitude dos estudantes dos grupos experimentais, foram positivas. Dos 45 estudantes do grupo experimental de gamificação que responderam o questionário, obteve-se uma média de satisfação de 3.64 pontos e, dos 97 estudantes do grupo experimental de rede social, a média de satisfação foi 3.78 pontos.

Contudo, apesar do presente estudo avaliar empiricamente o impacto na aprendizagem, níveis de participação, engajamento e atitudes dos estudantes com o uso de uma plataforma *online*, comparando as abordagens de gamificação e rede social com relação ao tradicional, foi utilizado para isso, um *Learning Management System (LMS)*, que não possui elementos de gamificação e componente de rede social nativo, sendo assim, necessária uma implementação. Além disso, a plataforma não oferece *feedback* imediato, muito menos recomendações de conteúdos de forma automática para reforçar a aprendizagem do estudante com base no nível de dificuldade de cada estudante. Outro ponto observado foi que os participantes não foram selecionados randomicamente, caracterizando assim um quase-

experimento, em um ambiente limitado, o que neste caso, não permite uma generalização dos resultados.

3.2 Eficácia da gamificação no engajamento dos estudantes

No trabalho de Seixas et al., (2016), realizaram uma avaliação da eficácia de plataformas gamificadas como uma estratégia para o engajamento de estudantes do 8º ano do ensino fundamental no Brasil. O presente estudo teve como objetivo avaliar a mecânica de jogos através de gamificação para promover o engajamento de estudantes do ensino fundamental. Para isso, duas plataformas *web* foram utilizadas com o objetivo de recompensar atividades e comportamentos realizados pelos estudantes: *ClassDojo* e *ClassBadges*. O estudo foi executado com dois grupos em uma escola pública com um total de 61 estudantes, com idade entre 13 e 14 anos, de ambos os sexos e o assunto desenvolvido foi desenho geométrico (geometria). As plataformas *ClassDojo* e *ClassBadges* foram selecionadas com base na avaliação de sete critérios: gratuita, customizável, gestão de classe, não há necessidade de criar desafios para usar *badges*, privacidade, diversão e fácil gerenciamento de *Badge*.

O experimento foi realizado em três fases: na fase 1 – identificar os objetivos do assunto; foi selecionado o assunto “Desenho Geométrico”, que tem 4 objetivos principais: objetivos atitudinais, cognitivos, conceituais e instrumentais; na fase 2 – definir a ferramenta de comunicação, o professor utilizou a ferramenta de grupo do *Facebook* com seus estudantes para ampliar a comunicação entre eles; por último, na fase 3 – definição de emblemas (*badges*) e adequação das plataformas para estratégias de ensino, assim, *ClassDojo* foi utilizado para recompensar objetivos atitudinais. A ferramenta gera relatório com todas as interações, o que torna o trabalho do professor mais fácil quando ele precisa avaliar os alunos individualmente, além de atribuir recompensas em tempo real a partir da análise do comportamento na sala de aula. A ferramenta *ClassBadges* teve a finalidade de seguir objetivos instrumentais, cognitivos e conceituais. Na ferramenta, o professor personaliza os emblemas (*badges*) para sua sala de aula, e depois define as atividades para serem realizadas e as estratégias de gamificação.

Os pesquisadores utilizaram diferentes técnicas de pesquisa qualitativa exploratória e métodos quantitativos foram utilizados para a coleta dos dados, tais como: observação, entrevista semiestruturada e questionários. A partir da análise qualitativa das informações observadas com os resultados dos questionários, bem como a entrevista com o professor foram relacionadas com as interações que ocorreram nas plataformas. Os autores optaram por realizar uma análise de *cluster*, que agrupa um conjunto de técnicas de análise multivariada

com o objetivo principal de agregar objetos com base em suas características. Como resultados, os pesquisadores destacam que os estudantes mostraram curiosidade sobre as ferramentas desde o início da investigação, houve também uma maior motivação para ajudar os colegas para receber *badge* como recompensa relacionada ao fato de ter contribuído com o outro. As primeiras evidências mostram que os estudantes pareciam empenhados em fazer suas atividades.

No entanto, eles queriam ser reconhecido por isso, de acordo com um comentário feito por um dos alunos em mídia social. “Aln01 disse em diferentes situações: “eu ajudei a Aln02 e Aln03 sobre as atividades”; “Se você ajudou, ele (professor) disse que eu poderia postar aqui para que ele pudesse dar os pontos em *ClassDojo*”. Quando o professor respondeu sobre sua experiência com as plataformas, ele disse: “eu acredito que ambas as ferramentas nos ajudou a avaliar como o nosso plano de ensino está funcionando na prática, porque se os objetivos do plano são traduzidos nos *badges*, mas não estão sendo pontuado, ele pode mostrar diferença entre prática e planejamento”. No geral, a investigação mostrou que gamificação teve efeitos positivos sobre o envolvimento dos alunos. Aqueles que apresentaram os maiores níveis de engajamento nos indicadores, também foram aqueles com mais *badges* atribuídos pelo professor e, ao contrário, aqueles com índices mais baixos sobre os indicadores foram também os alunos com menos *badges*. Os pesquisadores destacam também que o desempenho do professor foi fundamental para os resultados do estudo.

No entanto, apesar do estudo avaliar a eficácia das plataformas com elementos de gamificação como estratégia para engajamento de estudantes de escola pública do ensino fundamental no Brasil, o experimento foi aplicado com apenas um pequeno grupo de estudantes do 8º ano, do ensino fundamental II, em um único domínio do conhecimento (geometria). Além disso, os pesquisadores não utilizaram um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, para prover *feedback* imediato e tornar o processo de aprendizagem personalizado.

3.3 Avaliação dos efeitos da gamificação em sala de aula: um estudo longitudinal sobre motivação intrínseca, comparação social, satisfação, esforço e desempenho acadêmico

Hanus e Fox (2015) realizaram um estudo longitudinal com o objetivo de testar os efeitos da gamificação aplicada no contexto educacional, em cenário do mundo real. Para isso, os pesquisadores selecionaram estudantes de duas turmas diferentes de um mesmo curso ministrado por um dos autores durante um período de dezesseis semanas. As aulas foram divididas em um currículo gamificado e outro não gamificado. Assim, ambas as turmas

tiveram acesso ao mesmo material de aula, trabalhos, avaliações e aulas. O objetivo dos pesquisadores foi criar um ambiente de aula incorporando elementos de gamificação que a teoria indica que pode ser problemáticos: *leaderboards*, *badges* e *reward system*. O estudo buscou avaliar como esses elementos de gamificação afetam os estudantes em relação a sua satisfação, motivação, prazer, capacidade para aprender e desempenho acadêmico.

Participaram do estudo 71 estudantes, inscritos voluntariamente no curso de comunicação da *Midwestern University*. Uma turma foi selecionada para utilizar o sistema de *badge* (grupo gamificado) e outra turma não teve acesso ao sistema de *badge* (grupo não gamificado). Ambos os grupos obtiveram as mesmas aulas, trabalhos e exames. Os alunos foram convidados a fornecer consentimento para o presente estudo, em seguida, na primeira semana de aula (tempo 0) foi aplicado um *survey* com uma série de medições de traço de personalidades e administrados para assegurar equivalência dos grupos. Após o levantamento inicial, o sistema de *badge* e *leaderbord* foi introduzido. *Survey* subsequentes (tempo 1, tempo 2, e tempo 3) foram distribuídos a cada quatro semana até o final do curso.

Os pesquisadores projetaram e criaram no grupo gamificado, 22 *badges* para engajar estudantes em trabalhos relacionados ao curso dentro e fora da sala de aula. O objetivo era incentivar o engajamento com o material do curso. Por exemplo, para ganhar um *Critical Hit badge* os estudantes precisavam jogar um jogo de vídeo *game*, escrever uma revisão crítica, e compartilhar com a turma. O *Twice the Power badge* era necessário ir para biblioteca e estudar juntos, enquanto que, para os alunos conquistarem o *Bookworm badge* precisavam superar o número mínimo de fontes necessário para um artigo. Outros *badges* foram dados pela qualidade de participação na aula, antecipando as tarefas, não ter erros gramaticais ou de formação em um artigo, e ir para sala de aula vestido como um personagem de vídeo *game*. Além disso, os estudantes também tinham a opção de ganhar moedas.

Para isso, era requerido menos trabalho do que os *badges*, o aluno precisava fazer uma contribuição significativa para discussão em sala de aula ou compartilhar links interessantes ou artigos pertinentes à turma. A princípio, no início do semestre, os estudantes foram convidados a escolher um pseudônimo para mostrar e acompanhar os *badges* no *leaderboard*. Todos os alunos tiveram acesso ao seu progresso e dos outros alunos através do *leaderboard*, onde é possível visualizar o pseudônimo do estudante, totais de moedas, *badges* obtidos, *ranking*, as três primeiras posições conta com os itens ouro, prata ou estrela de bronze, respectivamente, são apresentados na forma de quadros ao lado de seus nomes. A colocação no *ranking* foi determinada pelo número de *badges* conquistados, o total de moedas foi utilizado como requisito de desempate.

Segundo os pesquisadores, os resultados sugerem que algumas mecânicas comuns usadas na gamificação em sala de aula (exemplo, competição, *badges*, e *leaderboards*) podem prejudicar alguns resultados educacionais. O estudo revelou que, embora os estudantes de cada curso tenham começado nos mesmos níveis de motivação intrínseca, satisfação, esforço, comparação social e capacidade para aprender, ao longo do tempo os estudantes do curso gamificado tenderam a diminuir em relação aos alunos do curso não gamificado. Assim, alunos da turma gamificada tendiam a ser menos intrinsecamente motivados no tempo 3, o que causou notas inferiores no exame final.

Os resultados sugerem que no melhor dos casos, a combinação de *leaderboards*, *badges* e mecânica de competição não melhoraram os resultados educacionais e na pior das hipóteses pode prejudicar a motivação, satisfação e capacidade para aprender, mesmo a mecânica de jogos estando alinhada com os objetivos de aprendizagem. Isto sugere que dar recompensas na forma de *badges* e moedas, bem como incentivar a competição e comparação social através de um *leaderboard* digital, prejudica a motivação. Isto indica também que alguns cuidados devem ser tomados quando são utilizados determinados mecânicas de gamificação para contextos educacionais. No entanto, muitas mecânicas de jogos são melhores aplicados através da utilização de um computador ou mundo virtual (por exemplo, *feedback* imediato, planos de aula adaptado para cada aluno).

Neste contexto, apesar do estudo avaliar a eficácia dos elementos de gamificação na sala de aula longitudinalmente utilizando medidas motivacionais, psicológicas e comportamentais. Os pesquisadores não utilizaram um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, apesar de reconhecer que essas mecânicas de jogos são melhores se utilizadas através de tecnologias adaptativas, que provê *feedback* imediato, de modo a tornar o processo de aprendizagem personalizado.

3.4 Comparativo entre os trabalhos relacionados

Esta subseção tem como objetivo apresentar um comparativo entre os trabalhos relacionados com o presente estudo empírico. Para isso, consideramos como critérios: (1) o estudo empírico apresenta um experimento controlado; (2) é um estudo empírico realizado em ambiente ecológico; (3) o estudo empírico apresenta o uso de STI gamificado com estudantes do ensino fundamental; (4) o estudo empírico avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes em ambiente gamificado; (5) o estudo empírico avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental I e II, no domínio de Língua Portuguesa; (6) o estudo empírico avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino

fundamental I e II, no domínio de Matemática; (7) o estudo empírico apresenta as boas práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado; (8) o estudo empírico mostra as más práticas pedagógicas com o uso de um STI gamificado.

Tabela 10 – Comparativo entre os trabalhos relacionados e o presente estudo empírico.

Critérios de comparação	De-Marcos et al., (2014)	Seixas et al., (2016)	Hanus and Fox (2015)	Estudo empírico
(1) É um experimento controlado?	Não	Não	Não	Sim
(2) Foi realizado em ambiente ecológico?	Sim	Sim	Sim	Sim
(3) Apresenta o uso de STI gamificado com estudantes do ensino fundamental?	Não	Não	Não	Sim
(4) Avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes em ambiente gamificado?	Sim	Sim	Sim	Sim
(5) Avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental I e II, no domínio de Língua Portuguesa?	Não	Não	Não	Sim
(6) Avalia o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental I e II, no domínio de Matemática?	Não	Sim*	Não	Sim
(7) Apresenta as boas práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado?	Não	Não	Não	Sim
(8) Mostra as más práticas pedagógicas com o uso de um STI gamificado?	Não	Não	Não	Sim
(9) Foi realizado em escolas públicas brasileiras, com estudantes do ensino fundamental?	Não	Sim	Não	Sim
(10) Aplicou abordagem de pesquisa quantitativa?	Sim	Sim	Sim	Sim
(11) Utilizou abordagem de pesquisa qualitativa?	Sim	Sim	Não	Sim
(12) Compara o desempenho de aprendizagem dos estudantes entre os gêneros masculino e feminino, no domínio de Língua Portuguesa?	Não	Não	Não	Sim
(13) Compara o desempenho de aprendizagem dos estudantes entre os gêneros masculino e feminino, no domínio de Matemática?	Não	Não	Não	Sim
(14) Faz recomendação de proposta de STI gamificado	Não	Não	Não	Sim

Nota: *O estudo avaliou apenas o desempenho dos estudantes do 8º ano (Ensino Fundamental II).

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Além dos tópicos descritos anteriormente, verificou-se: (9) o estudo empírico foi realizado em escolas públicas brasileiras, com estudantes do ensino fundamental; (10) no estudo empírico foi utilizada abordagem de pesquisa quantitativa; (11) no estudo empírico foi utilizado abordagem de pesquisa qualitativa; (12) o estudo empírico compara o desempenho de aprendizagem dos estudantes entre os gêneros masculino e feminino, no domínio de Língua Portuguesa; (13) o estudo empírico compara o desempenho de aprendizagem dos estudantes entre os gêneros masculino e feminino, no domínio de Matemática; e (14) o estudo empírico faz recomendação de proposta de STI gamificado.

Contudo, apesar dos estudos mostrarem evidências empíricas do impacto de aprendizagem com a implementação de elementos de gamificação para motivar e engajar estudantes no processo de aprendizagem, utilizando para isso diferentes abordagens e tecnologias aplicadas em vários níveis no contexto educacional, ainda são poucos utilizados em cenários do mundo real, assim como, relatam De-Marcos et al., (2014), com a implementação de um *plugin* com elementos de gamificação e um site de rede social e por último realizou um experimento com a integração desses componentes com um LMS (*Learning Management System*), em um curso de graduação, no formato híbrido; Seixas et al., (2016), realizou um experimento para avaliar a eficácia de plataformas gamificadas como uma estratégias para o engajamento de estudantes do ensino fundamental no Brasil; e Hanus e Fox (2015), com a incorporação de elementos de gamificação em um ambiente de sala de aula, em cenário do mundo real.

No geral, esses trabalhos não avaliam empiricamente a aprendizagem dos estudantes com e sem o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, no domínio de língua portuguesa e matemática, com estudantes dos anos finais do ensino fundamental I e II, ou seja, 5º ano e 9º ano, respectivamente. Além disso, os presentes estudos não apresentam as boas e más práticas pedagógicas com o uso das tecnologias de ensino e de aprendizagem personalizada, na visão dos professores e estudantes.

E mais, não encontramos estudos empíricos com abordagem de métodos de pesquisa mistos (quantitativo e qualitativo) que apresentem evidências empíricas do impacto na aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, de escolas públicas no Brasil, com o uso de STI gamificado na educação básica, principalmente, no domínio de Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos, e Matemática, com ênfase na resolução de problemas. No próximo capítulo, descreveremos os materiais e métodos utilizados no planejamento e execução do presente estudo empírico.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, descreveremos os materiais e métodos aplicados no planejamento e execução do experimento controlado. A priori, definiremos na subseção 4.1 *design* do experimento. Em seguida, apresentaremos nas subseções 4.1.1 contextualização; 4.1.2 planejamento do experimento; 4.1.3 fatores e variáveis resposta; 4.1.4 *design* e execução do experimento; 4.1.5 plano de execução; 4.1.6 análise das ameaças à validade do experimento; e por último, abordaremos na subseção 4.2 *Framework Analysis* como abordagem de análise de pesquisa qualitativa para extrair as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado. Neste estudo, vale ressaltar que a aplicação da análise qualitativa está incorporada nos métodos quantitativos para compreender melhor o cenário investigado e complementar a abordagem quantitativa.

4.1 *Design* do Experimento

Nesta seção, definiremos o *design* do experimento aplicado no presente estudo e detalharemos o planejamento do experimento. O planejamento experimental, com base na aplicação de métodos e ferramentas estatísticas apropriadas, constitui-se em uma ferramenta fundamental na avaliação dos efeitos ou impacto que as variáveis exercem nas repostas desejadas. Segundo, Neto et al., (2001) a atividade estatística mais importante não é a análise de dados, e sim o planejamento do experimento em que os dados devem ser obtidos. Para isso, de acordo com o mesmo autor, a essência de um bom planejamento consiste em projetar um experimento de forma que ele seja capaz de fornecer exatamente o tipo de informação que procuramos.

Para isso, é essencialmente importante que o pesquisador defina de forma clara e objetiva o que pretende investigar (Neto et al., 2001). Nesta perspectiva, para usar a abordagem estatística na elaboração e análise de um experimento, é necessário que todos os envolvidos no experimento tenham uma ideia clara do que estudar, como os dados serão coletados e como esses dados devem ser analisados (Montgomery, 2013).

Desta forma, sete procedimentos são recomendados por Montgomery (2013) para guiar o pesquisador na elaboração de um experimento, são eles: (1) reconhecimento e relato do problema, nesta etapa, geralmente são definidas as questões específicas que serão investigadas pelo experimento. Segundo o mesmo autor, um relato do problema, muitas vezes contribui substancialmente para uma melhor compreensão do fenômeno em estudo e a

solução do problema; (2) seleção da variável resposta, o pesquisador deve estar certo de que esta variável realmente fornece informações úteis sobre o processo em estudo; (3) escolha dos fatores, níveis e faixas, normalmente, as etapas 2 e 3 são feitas simultaneamente ou em ordem inversa.

Assim, uma vez que o pesquisador selecionou os fatores, ele deve escolher as faixas sobre as quais estes fatores serão variados e os níveis específicos na execução; (4) o *design* do experimento, envolve o tamanho da amostra, a seleção de uma ordem de execução adequada, e determinação ou não de bloqueio ou outras restrições de randomização estão envolvidas; (5) realização do experimento, ao executar o experimento é vital monitorar o processo para garantir que tudo está sendo feito de acordo com o planejado; (6) análise estatística dos dados, nesta etapa, métodos estatísticos devem ser utilizados para analisar os dados; e (7) conclusões e recomendações, uma vez que os dados foram analisados, o pesquisador deve tirar conclusões práticas sobre os resultados e recomendar ações. Com base nessas recomendações, apresentaremos nas próximas subseções detalhes sobre o planejamento e execução do experimento. A priori, apresentaremos uma contextualização do cenário e abordaremos a problemática do presente estudo empírico.

4.1.1 Contextualização

Como discutimos anteriormente na subseção 1.2 (problemática), o desempenho dos estudantes da educação básica, em exames padronizados como a “Prova Brasil” e o PISA, revelou que um número significativo de estudantes não aprenderam o adequado nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, tanto a nível nacional, quanto estadual e municipal. Neste contexto, vale ressaltar que, os resultados da Prova Brasil são apresentados em uma escala de proficiência⁷, composta por níveis progressivos e cumulativos, da menor para a maior proficiência. Isso significa dizer que quando um percentual de estudantes está posicionado em determinado nível da escala, pressupõe-se que, além de terem desenvolvidos as habilidades referentes a este nível, provavelmente também desenvolveram as habilidades referentes aos níveis anteriores. Recentemente, o INEP/MEC divulgou os resultados dos estudantes brasileiros na Prova Brasil 2015. A Figura 3 mostra o percentual dos estudantes do 5º ano do ensino fundamental I por nível de proficiência em Língua Portuguesa, no município de São Sebastião, localizado na região agreste do Estado de Alagoas.

⁷ Proficiência é a capacidade para realizar algo, dominar certo assunto e ter aptidão em determinada área do conhecimento (INEP/MEC).



Figura 3 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Língua Portuguesa – 5º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015.

Fonte: (INEP, 2017).

Análise da distribuição do percentual dos estudantes do 5º ano por níveis da escala de proficiência em Língua Portuguesa revela que um quantitativo considerável de alunos está situado nos níveis mais baixos, ou seja, conforme mostrado no gráfico da Figura 3, 19,98% dos alunos estão no nível 1, 25,43% no nível 2 e 19,80% estão situados no nível 3. Isso indica que esses alunos demonstraram ter um aprendizado menor, considerando-se as competências e habilidades descritas nos níveis da escala de Língua Portuguesa⁸. Na Tabela 11, além de mostrar o percentual dos estudantes do 5º ano do ensino fundamental I por nível de proficiência em Língua Portuguesa, obtido na Prova Brasil 2015, no município de São Sebastião, observa-se também o percentual no Estado de Alagoas e no Brasil.

Tabela 11 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Língua Portuguesa do 5º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.

	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9
São Sebastião	8.00	19.98	25.43	19.80	13.67	6.91	4.39	1.03	0.47	0.33
Alagoas	7.84	18.17	20.94	17.87	15.35	10.17	5.78	2.66	0.80	0.42
Brasil	3.41	9.49	14.75	17.65	18.23	16.17	11.39	5.60	2.19	1.10

Fonte: (INEP, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

Nota-se que, assim como no município de São Sebastião, no Estado de Alagoas a distribuição dos alunos por nível de proficiência em Língua Portuguesa do 5º ano, ficou concentrada nos níveis mais baixos (nível 1 = 18,17%, nível 2 = 20,94%, nível 3 = 17,87% e

⁸ Escalas de Proficiência de Língua Portuguesa e Matemática para o 5º ano e 9º ano do ensino fundamental I e II. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/matrizes-e-escalas>

nível 4 = 15.35%). No Brasil, 14.75% dos estudantes estão no nível 2, 17.65% no nível 3, 18.23% nível 4 e 16.17% no nível 5, respectivamente.

No domínio de Matemática, a distribuição do percentual dos alunos do 5º ano do ensino fundamental I por nível de proficiência, no município de São Sebastião, ficou concentrado entre os níveis 1 e 4, conforme mostra o gráfico da Figura 4.

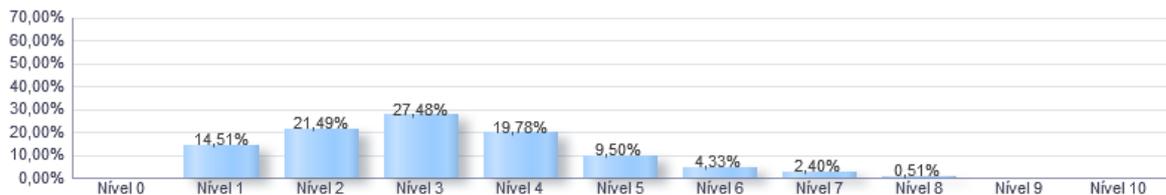


Figura 4 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Matemática – 5º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015.

Fonte: (INEP, 2017).

Observa-se no gráfico da Figura 4, que assim como no domínio de Língua Portuguesa, a distribuição do percentual dos estudantes por nível de proficiência em Matemática do 5º ano, no município de São Sebastião, ficou concentrado nos níveis mais baixos na escola de proficiência (nível 1 = 14.51%, nível 2 = 21.49%, nível 3 = 27.48% e nível 4 = 19.78%). Na Tabela 12, apresentamos um comparativo da distribuição dos alunos por nível de proficiência em Matemática (5º ano do ensino fundamental I), na Prova Brasil 2015, no município de São Sebastião, Estado de Alagoas e no Brasil.

Tabela 12 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Matemática do 5º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.

	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9	Nível 10
São Sebastião	0.00	14.51	21.49	27.48	19.78	9.50	4.33	2.40	0.51	0.00	0.00
Alagoas	0.49	10.73	22.44	23.51	18.26	11.75	7.37	3.46	1.31	0.57	0.19
Brasil	0.23	5.43	13.12	18.93	19.35	16.59	13.00	8.06	3.68	1.18	0.43

Fonte: (INEP, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

Percebe-se que para o domínio de Matemática, a situação não é muito diferente a nível municipal, estadual e nacional. Percebe-se igualmente um quantitativo expressivo dos alunos

do 5º posicionados nos primeiros níveis da escala de proficiência desse domínio na Prova Brasil 2015, conforme mostrado na Tabela 12.

O nível de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental II (9º ano) é ainda mais preocupante em leitura e interpretação de textos (Língua Portuguesa) e em resolução de problemas (Matemática). Conforme podemos observar no gráfico da Figura 5 a distribuição do percentual dos estudantes por nível de proficiência em Língua Portuguesa, no município de São Sebastião, nota-se que a maioria encontra-se nos três primeiros níveis.

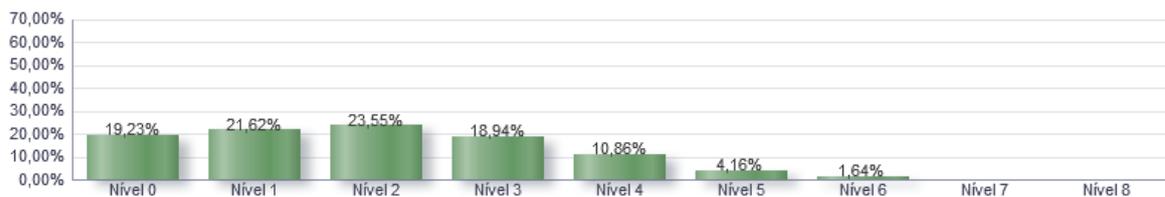


Figura 5 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Língua Portuguesa – 9º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015.

Fonte: (INEP, 2017).

Além do município de São Sebastião, nota-se um cenário semelhante a nível estadual e nacional, conforme mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Língua Portuguesa do 9º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.

	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8
São Sebastião	19.23	21.62	23.55	18.94	10.86	4.16	1.64	0.00	0.00
Alagoas	24.24	18.69	19.74	16.66	11.24	6.21	2.54	0.63	0.05
Brasil	16.74	13.52	17.32	18.53	16.17	11.10	5.01	1.43	0.18

Fonte: (INEP, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

Conforme podemos observar na Tabela 13, a distribuição do percentual dos estudantes do 9º ano por níveis de proficiência da escala de Língua Portuguesa indica que há um número considerável de estudantes cuja proficiência está posicionada nos níveis inferiores da escala. A gravidade da situação pode ser observada também no domínio de Matemática do 9º ano, no município de São Sebastião, conforme mostra o gráfico da Figura 6 um percentual maior nos níveis mais baixa da escala.

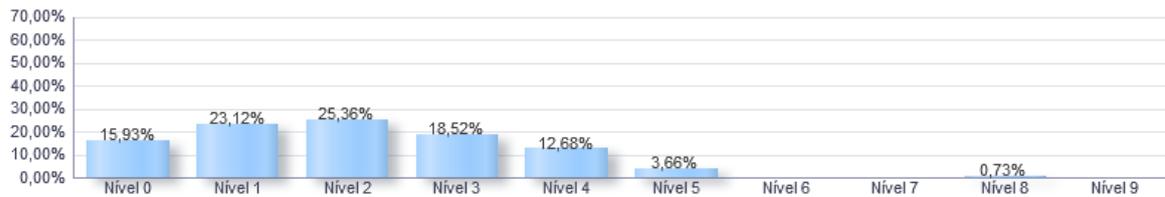


Figura 6 – Percentual dos estudantes por nível de proficiência em Matemática – 9º ano, no município de São Sebastião – Prova Brasil 2015.

Fonte: (INEP, 2017).

Nos cenários estadual e nacional não é muito diferente do que já foi constatado no município de São Sebastião. Conforme podemos observar na Tabela 14, um comparativo com base nos resultados da Prova Brasil 2015 do percentual dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental II por nível de proficiência no domínio de Matemática.

Tabela 14 – Percentual dos alunos por nível de proficiência em Matemática do 9º ano (São Sebastião, Alagoas e Brasil) – Prova Brasil 2015.

	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9
São Sebastião	15.93	23.12	25.36	18.52	12.68	3.66	0.00	0.00	0.73	0.00
Alagoas	19.15	21.56	21.53	17.26	10.80	5.89	2.69	0.85	0.27	0.02
Brasil	12.41	16.48	19.35	18.58	15.01	9.44	5.15	2.41	0.88	0.28

Fonte: (INEP, 2017). Tabela elaborada pelo autor.

Como demonstrado na Tabela 14, existe um quantitativo considerável de estudantes do 9º ano posicionados nos níveis mais baixos da escala de proficiência em Matemática (nível 0, nível 1, nível 2, nível 3 e nível 4) tanto no município de São Sebastião quanto no Estado de Alagoas e no Brasil. Além disso, observa-se nos gráficos das Figuras 7 e 8 uma pequena evolução do Brasil no SAEB no período de 2005 a 2015 no domínio de Língua Portuguesa e Matemática (Brasil, 2016).

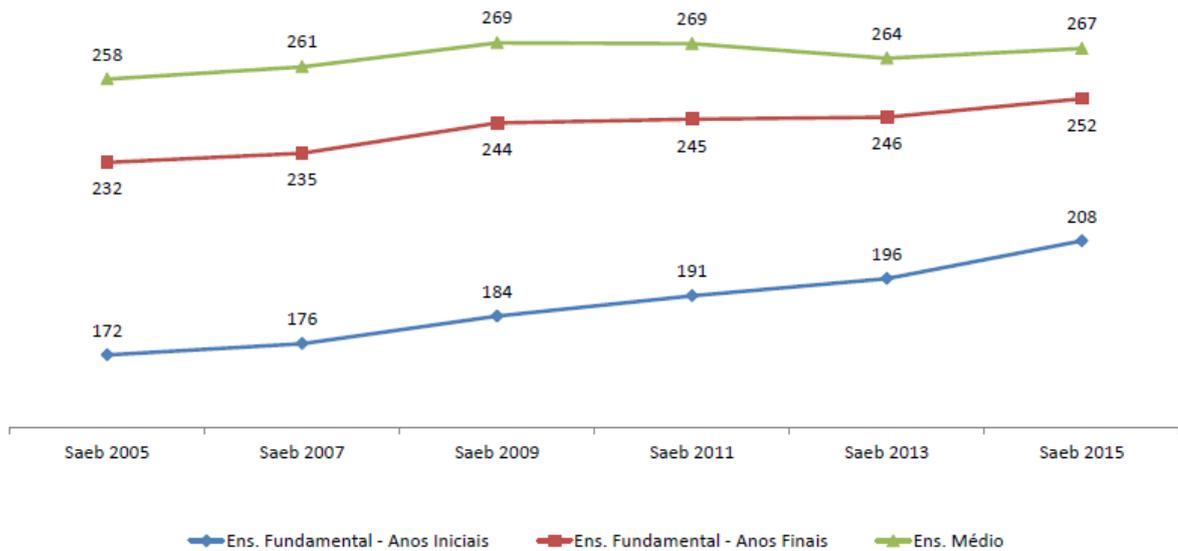


Figura 7 – Proficiências médias dos estudantes da educação básica em Língua Portuguesa (SAEB – 2005 a 2015).

Fonte: (Brasil, 2016).

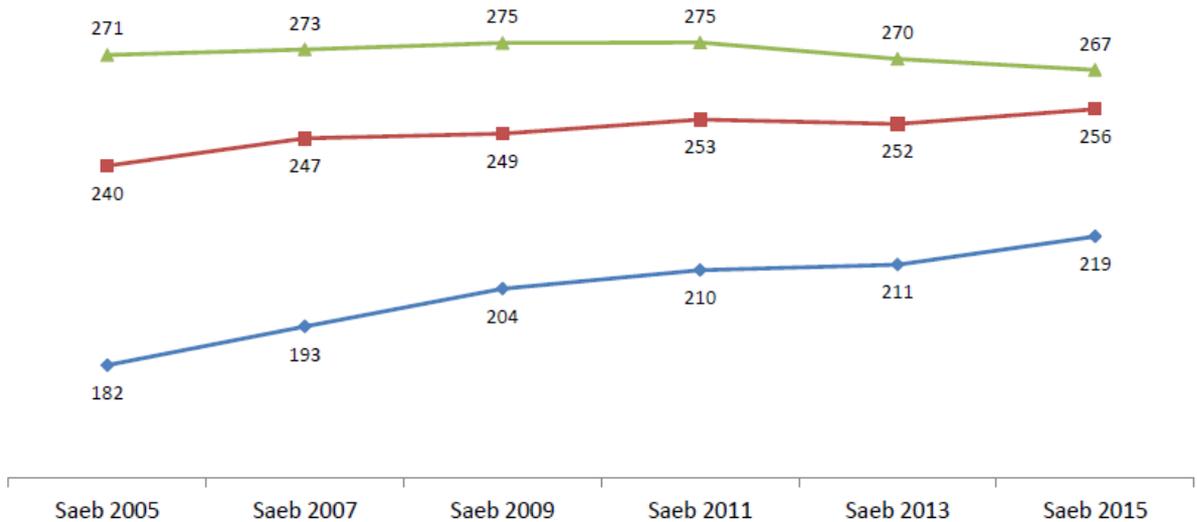


Figura 8 – Proficiências médias dos estudantes da educação básica em Matemática (SAEB – 2005 a 2015).

Fonte: (Brasil, 2016).

Nota-se, que ocorreu na última década uma pequena evolução na proficiência média dos estudantes da educação básica no Brasil, tanto no domínio de Língua Portuguesa quanto em Matemática, conforme mostrado no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB/Prova Brasil). No entanto, como já mencionado, esses indicadores mostram que uma parcela significativa dos estudantes de escolas públicas do ensino fundamental no Brasil

apresenta domínio insuficiente em leitura e interpretação de textos (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática). Entretanto, atores do sistema educacional têm uma grande expectativa de que o acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua adoção na escola seja um elemento de grande potencial para impactar de forma significativa os resultados pedagógicos e os processos de ensino e de aprendizagem (CGI.br, 2016).

4.1.2 Planejamento do Experimento

Nesta subseção, apresentaremos os objetivos, bem como todo o processo de execução do *design* do experimento proposto no presente estudo.

4.1.2.1 Objetivo do Experimento

Este estudo é do tipo experimental e tem como **objetivo geral** extrair as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado no Ensino Fundamental.

4.1.2.2 Questões de Pesquisa e Hipóteses

Diante dos problemas apresentados e dos objetivos do experimento, definimos as seguintes questões de pesquisa e hipóteses:

Questão de Pesquisa 1: Como podemos comparar o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, sem e com o uso da Plataforma MeuTutor?

A questão de pesquisa (QP1) implica nas seguintes hipóteses de pesquisa:

- **H1-0:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa é **igual** após intervenção com uso da Plataforma MeuTutor.
- **H1-1:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa é **diferente** após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor.
- **H2-0:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Matemática é **igual** após intervenção com uso da Plataforma MeuTutor.
- **H2-1:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Matemática é **diferente** após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor.

Questão de Pesquisa 2: Quanto ao desempenho da aprendizagem, de que forma podemos verificar se houve diferença entre os estudantes do ensino fundamental que utilizaram a Plataforma MeuTutor em comparação com os que não utilizaram a plataforma?

A questão de pesquisa (QP2) implica nas seguintes hipóteses de pesquisa:

- **H3-0:** O desempenho de aprendizagem no domínio Língua Portuguesa entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **igual** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H3-1:** O desempenho de aprendizagem no domínio Língua Portuguesa entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **diferente** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H4-0:** O desempenho de aprendizagem no domínio Matemática entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **igual** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H4-1:** O desempenho de aprendizagem no domínio Matemática entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **diferente** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.

Questão de Pesquisa 3: Como podemos avaliar o impacto dos elementos de gamificação presentes na plataforma MeuTutor no desempenho da aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática?

A questão de pesquisa (QP3) implica nas seguintes hipóteses de pesquisa:

- **H5-0:** O elemento de gamificação “troféu” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H5-1:** O elemento de gamificação “troféu” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H6-0:** O elemento de gamificação “*ranking*” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H6-1:** O elemento de gamificação “*ranking*” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H7-0:** O elemento de gamificação “pontos” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.

- **H7-1:** O elemento de gamificação “pontos” presente na plataforma MeuTutor **umenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H8-0:** O elemento de gamificação “nível” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H8-1:** O elemento de gamificação “nível” presente na plataforma MeuTutor **umenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.

No presente estudo, além das questões de pesquisa quantitativa, foi definida a seguinte questão pesquisa de abordagem qualitativa: **Como podemos extrair as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado pelos professores e estudantes do Ensino Fundamental?**

4.1.3 Fatores e Variáveis Resposta

No planejamento de qualquer experimento, precisamos identificar quais são os fatores e a variável resposta de interesse. Segundo Neto et al., (2001) os fatores, em geral, são as variáveis que o pesquisador tem condições de controlar. Enquanto que, a variável resposta é a saída do sistema. Neto et al., (2001), afirma que as respostas são as variáveis do sistema, nas quais estamos interessados, e que serão – ou não – afetadas por modificações provocadas nos fatores. No geral, experimentos são usados para estudar o desempenho de processos e sistemas (Montgomery, 2013), podendo, o processo ou sistema ser representado pelo modelo mostrado na Figura 9.

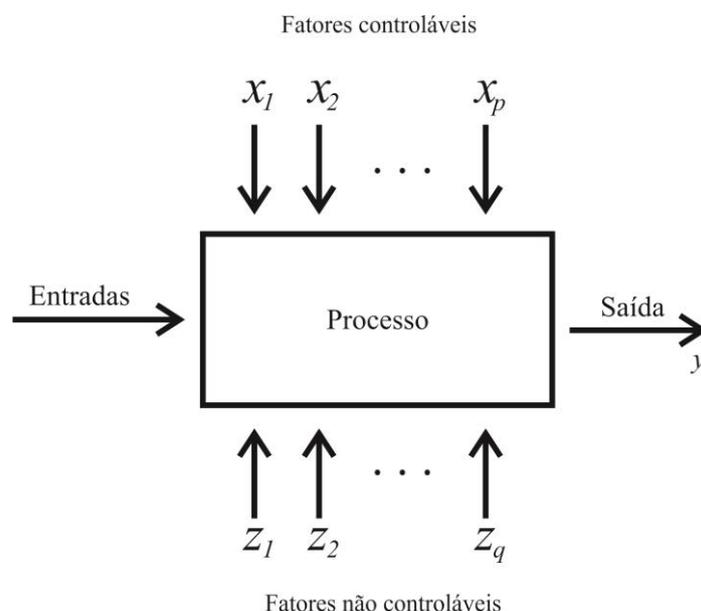


Figura 9 – Representação de um modelo geral de processo.

Fonte: (Montgomery, 2013).

Geralmente, podemos visualizar o processo como uma combinação de operações, máquinas, métodos, pessoas, e outros recursos que transformam entrada em uma saída que tem uma ou mais variáveis de resposta. Ainda, de acordo com Montgomery (2013) as variáveis do processo x_1, x_2, \dots, x_p são controláveis, enquanto que, outras variáveis z_1, z_2, \dots, z_q são variáveis não controláveis (embora possam ser controláveis para fins de um teste).

Como variáveis de resposta ou dependentes, temos:

1. Desempenho em Língua Portuguesa;
2. Desempenho em Matemática;
3. Boas práticas pedagógicas;
4. Más práticas pedagógicas.

4.1.3.1 Níveis dos Fatores

A Tabela 15 mostra os fatores e níveis analisados.

Tabela 15 – Definição dos níveis dos fatores.

Fatores	Níveis	Descrição
Intervenção	Sem acesso a tecnologia Com acesso a tecnologia	Sem o uso da Plataforma MeuTutor (grupo de controle) e com o uso (grupo experimental).
Domínio	Língua Portuguesa Matemática	Disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática do 5º ano e 9º ano, do ensino fundamental I e II.
Avaliação	Pré-teste Pós-teste	Testes compostos com questões de Língua Portuguesa e Matemática para os estudantes do 5º ano e 9º ano.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

4.1.3.2 Formalização das Hipóteses

Apresentamos a definição formal das hipóteses descritas na subseção 4.1.2.2, conforme mostra a Tabela 16.

Tabela 16 – Definição formal das hipóteses.

Hipótese	Hipótese Nula	Hipótese Alternativa
H1	$H1_0: DALP(ANMT) = DALP(APMT)$	$H1_1: DALP(ANMT) \neq DALP(APMT)$
H2	$H2_0: DAMT(ANMT) = DAMT(APMT)$	$H2_1: DAMT(ANMT) \neq DAMT(APMT)$
H3	$H3_0: DALP(SMT) = DALP(CMT)$	$H3_1: DALP(SMT) \neq DALP(CMT)$
H4	$H4_0: DAMT(SMT) = DAMTE(CMT)$	$H4_1: DAMT(SMT) \neq DAMT(CMT)$
H5	$H5_0: DAE(LPMT) = EGT(MT)$	$H5_1: DAE(LPMT) > EGT(MT)$
H6	$H6_0: DAE(LPMT) = EGR(MT)$	$H6_1: DAE(LPMT) > EGR(MT)$
H7	$H7_0: DAE(LPMT) = EGP(MT)$	$H7_1: DAE(LPMT) > EGP(MT)$
H8	$H8_0: DAE(LPMT) = EGN(MT)$	$H8_1: DAE(LPMT) > EGN(MT)$

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Onde:

- ✓ ANMT – Antes da intervenção com o uso da plataforma MeuTutor;
- ✓ APMT – Após a intervenção com o uso da plataforma MeuTutor;
- ✓ SMT – Sem acesso a plataforma MeuTutor;
- ✓ CMT – Com acesso a plataforma MeuTutor;
- ✓ DALP – Desempenho de Aprendizagem dos estudantes no domínio de Língua Portuguesa;
- ✓ DAMT – Desempenho de Aprendizagem dos estudantes no domínio de Matemática;
- ✓ LPMT – Língua Portuguesa e Matemática
- ✓ DAE – Desempenho de Aprendizagem dos Estudantes;
- ✓ EGT – Elementos de Gamificação “Troféu”;
- ✓ EGR – Elementos de Gamificação “Ranking”;
- ✓ EGP – Elementos de Gamificação “Pontos”;
- ✓ EGN – Elementos de Gamificação “Nível”;
- ✓ MT – plataforma MeuTutor.

4.1.4 Design e Execução do Experimento

Um experimento é um processo ou estudo que resulta na coleta de dados através da manipulação de fatores (Handbook, 2013). Ainda de acordo com Montgomery (2013) um experimento pode ser definido como um teste, ou série de testes, em que são feitas mudanças propositalmente para as variáveis de entrada de um processo ou sistema, de modo a observar e identificar as razões das mudanças que podem ser observadas em uma variável resposta. Nesta subseção, apresentaremos os detalhes sobre o planejamento do *design* e execução do experimento.

4.1.4.1 Unidades Experimentais

Visando responder as questões de pesquisa para atingir os objetivos do presente estudo, realizamos um experimento controlado durante o período de abril a dezembro de 2015 (nove meses), com estudantes de 8 (oito) turmas dos anos finais do ensino fundamental I e II, ou seja, 5º ano e 9º ano, respectivamente, selecionadas aleatoriamente em 4 (quatro) escolas da rede de ensino pública municipal de São Sebastião, na região agreste do Estado de Alagoas.



Figura 10 – Unidades experimentais selecionadas.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Na Figura 10 representamos as quatro unidades experimentais autorizadas pela secretaria municipal de educação para realização do presente estudo empírico: (A) Escola Municipal de Educação Básica José dos Santos Nunes, (B) Escola Municipal de Educação Básica Professora Maria Queiroz Ferro, (C) Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre José dos Santos Mousinho e (D) Escola Municipal de Educação Básica Padre Anchieta. As quatro unidades experimentais foram divididas em dois grupos, um grupo experimental e um grupo de controle. Assim, as escolas A e B, foram incluídas no grupo experimental (Figura 11), neste cenário, os professores e estudantes das escolas supracitadas utilizaram a Plataforma MeuTutor – um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, nos processos de ensino e aprendizagem, enquanto que, o grupo de controle foi composto pelas escolas C e D (Figura 12), onde os professores e alunos não tiveram acesso ao STI gamificado.



Figura 11 – Grupo experimental.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.



Figura 12 – Grupo de controle.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Participaram do presente estudo, um total de 191 alunos matriculados na rede pública da educação básica do município de São Sebastião, localizado na região agreste do Estado de Alagoas, aproximadamente 135 km de distância da capital alagoana (Maceió). É importante ressaltar que, em cada unidade experimental foram selecionadas aleatoriamente 2 (duas) turmas, sendo uma turma do 5º ano e outra turma do 9º ano, totalizando assim, 8 turmas. Sendo 4 turmas de cada etapa dos anos finais do ensino fundamental I e II. Com os objetivos de verificar evidências de aprendizagem e extrair boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, mais especificamente em duas áreas do conhecimento: Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos, e Matemática, com ênfase na resolução de problemas. Assim, dos 191 alunos participantes, 104 (54,45%) são do gênero feminino e 87 (45,55%) masculino, com faixa etária entre 9 e 21 anos (média = 13,8 e um desvio padrão = 2,01).

4.1.4.2 Instrumentação

Após a seleção das unidades experimentais e a inclusão das escolas nos grupos de controle e experimental, conforme descrito anteriormente na subseção 4.1.5.1. Definimos os modelos de intervenção com uso do Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, com os estudantes do grupo experimental. Em seguida, aplicamos um pré-teste com o objetivo de diagnosticar as habilidades dos alunos nos domínios de Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos, e Matemática, com ênfase na resolução de problemas, para ambas as turmas e anos/séries dos dois grupos (experimental e controle). Após isso, os alunos e professores do grupo experimental tiveram acesso ao STI gamificado (plataforma

MeuTutor), como ferramenta para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem. Enquanto que, os alunos e professores do grupo de controle, continuaram estudando em sala de aula tradicional, ou seja, sem acesso ao STI gamificado. No final do experimento foi aplicado um pós-teste com ambos os grupos, para verificar o desempenho de aprendizagem dos estudantes em Língua Portuguesa e Matemática. Por último, foi utilizado o *software* R, para realizar análise estatística dos dados. Nas próximas subseções, serão apresentados com mais detalhes os instrumentos utilizados no estudo empírico.

4.1.4.3 Modelos de intervenção com o uso do STI gamificado

Com base na abordagem dos modelos apresentados por Bacich et al., (2015) e descritos no capítulo 2 (subseção 2.5), foram elaborados e propostos aos professores do grupo experimental 3 (três) modelos de intervenção com o uso da tecnologia alinhada aos processos de ensino e de aprendizagem. O termo intervenção, segundo (Soares, 2005) em educação, refere-se à ação em que ensino e aprendizagem estão em processos de inter-relação constante. Assim, a intervenção pedagógica com o uso da tecnologia configura-se uma prática educativa que tem por objetivo contribuir de forma significativa para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem (Bezerra et al., 2015). Ainda segundo os mesmos pesquisadores, através dela são realizadas atividades que buscam dinamizar a prática do professor em sala de aula e ajudar no desenvolvimento da aprendizagem do aluno.

Para isso, os modelos proposto no presente estudo experimental estão organizados de acordo com esquema apresentado na Figura 13, onde o professor com acesso à Plataforma MeuTutor, que, por meio do painel de controle, pode visualizar suas turmas, acompanhar a evolução da aprendizagem e uso efetivo, configurar planos de aulas, criar exercícios e simulados, realizar o acompanhamento individual e da turma por meio de relatórios e gráficos de forma clara e objetiva. Após consultar essas informações, o professor pode definir entre os modelos: (1) integrado à sala de aula, (2) extraclasse, e (3) atividade para casa, o que mais se adapta para utilizar a tecnologia integrada aos processos de ensino e de aprendizagem. O modelo integrado à sala de aula, permite ao professor ministrar sua aula na própria classe utilizando a Plataforma MeuTutor, como ferramenta de apoio nos processos de ensino-aprendizagem.

Neste cenário, os recursos básicos necessários para o desenvolvimento das atividades são: um computador com acesso à internet, projetor multimídia e o professor conectado à plataforma. No modelo extraclasse, o professor desenvolve suas atividades normalmente em sala de aula e nos dias/horários pré-definidos em cronograma os alunos terão aulas no

Laboratório de Informática com acesso aos conteúdos das disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática interagindo na Plataforma MeuTutor. Por fim, o modelo atividade para casa, permite que o professor ministre sua aula normalmente em sala de aula, elabore e disponibilize uma atividade ou simulado na Plataforma MeuTutor para os alunos desenvolverem individualmente como tarefa de casa.

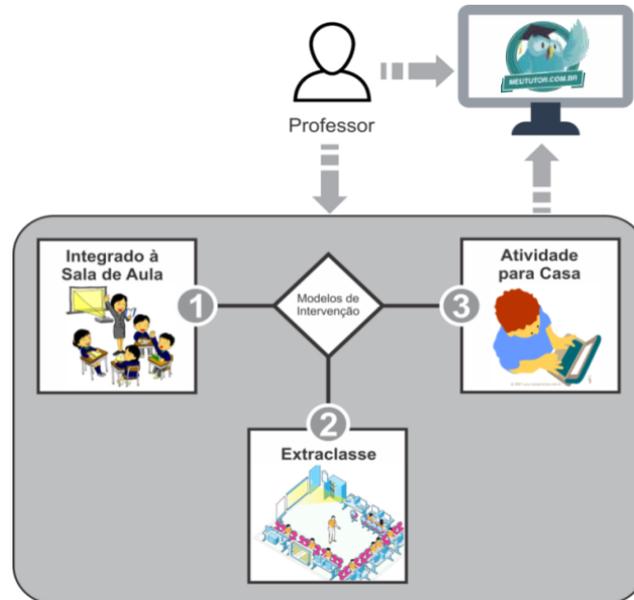


Figura 13 – Modelos de intervenção com o uso do STI gamificado.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

É importante salientar que os assuntos e exercícios disponíveis na plataforma MeuTutor, foram desenvolvidos e estão relacionadas com base nas matrizes de referência e descritores da Prova Brasil (Brasil, 2011; Brasil, 2013) e conforme pode ser observado na Figura 14, independente do modelo de intervenção selecionado pelo professor os alunos tem acesso aos conteúdos na plataforma, a qualquer hora, em qualquer lugar, sendo necessário apenas um computador, *tablet* ou *smartphone* conectado à *internet*.

4.1.4.4 Pré-teste

O pré-teste foi elaborado com base nas matrizes de referência e descritores da Prova Brasil (Brasil, 2011; Brasil, 2013). As matrizes de referência e descritores são elaboradas pelo o Ministério da Educação (MEC) e refere-se às competências mínimas esperadas que o estudante tenha aprendido no que diz respeito ao desenvolvimento cognitivo em língua portuguesa e matemática, em cada etapa do ensino fundamental.

A Prova Brasil é um exame aplicado pelo governo federal a cada 2 anos em todas as escolas públicas brasileiras, com no mínimo, 20 alunos matriculados nas séries/anos avaliados

e faz parte do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), coordenado pelo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), entidade federal pertencente ao MEC. Para os alunos do 5º ano, o caderno de provas foi composto por 4 blocos, sendo 2 blocos com questões de língua portuguesa, e outros 2 blocos contendo questões de matemática, com 11 questões cada bloco, totalizando 44 questões objetivas de múltipla escolha. Para os alunos do 9º ano, o caderno de provas foi composto pelas mesmas disciplinas e quantidades de blocos, no entanto, cada bloco contém 13 questões, totalizando 52 questões objetivas de múltipla escolha, sendo 26 questões de língua portuguesa e outras 26 questões de matemática.

4.1.4.5 Plataforma MeuTutor

A plataforma MeuTutor é um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, desenvolvido pela empresa MeuTutor Soluções Educacionais, uma *startup* brasileira criada dentro da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), por pesquisadores de várias áreas do conhecimento, tais como: gestão, educação, marketing, design e tecnologia. É um ambiente educacional web, proprietário, que oferece suporte ao aluno de forma personalizada, com foco na qualidade do ensino, desempenho do estudante e acompanhamento pelos professores. Uma versão da Plataforma MeuTutor, chamada MeuTutor Prova Brasil, foi projetada especialmente para atender professores e alunos da educação básica, mais especificamente para os alunos matriculados nos anos/séries finais do ensino fundamental I e II, ou seja, 5º ano e 9º ano, respectivamente, no domínio de Língua Portuguesa e Matemática, da rede pública da educação básica brasileira.

A plataforma MeuTutor Prova Brasil, foi desenvolvida como um produto de uma linha de produtos de software semântica, de acordo com Silva et al., (2010 *apud* Holanda, 2014). Nessa perspectiva, segundo Holanda (2014), ela possui uma certa variabilidade no que se refere á implementação de algumas de suas funcionalidades internas. Por exemplo, a plataforma pode detectar que um determinado estudante não está aprendendo ao usar uma estratégia pedagógica baseada em problemas e, então, ela modifica, em tempo de execução, o componente responsável pela estratégia pedagógica para uma abordagem baseada em problemas e vídeo-aulas (Holanda, 2014).

A visão geral da arquitetura do MeuTutor Prova Brasil, segue a mesma arquitetura do MeuTutor-ENEM, outra versão do STI gamificado que tem como objetivo preparar estudantes para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Assim, o MeuTutor foi projeto analisando essa necessidade de variabilidade de algumas de suas funcionalidades. De acordo com Holanda (2014), todo o sistema é baseado em componentes que são unidades de *softwares* que encapsulam uma série de funcionalidades. Na Figura 14, apresentamos uma visão geral da arquitetura.

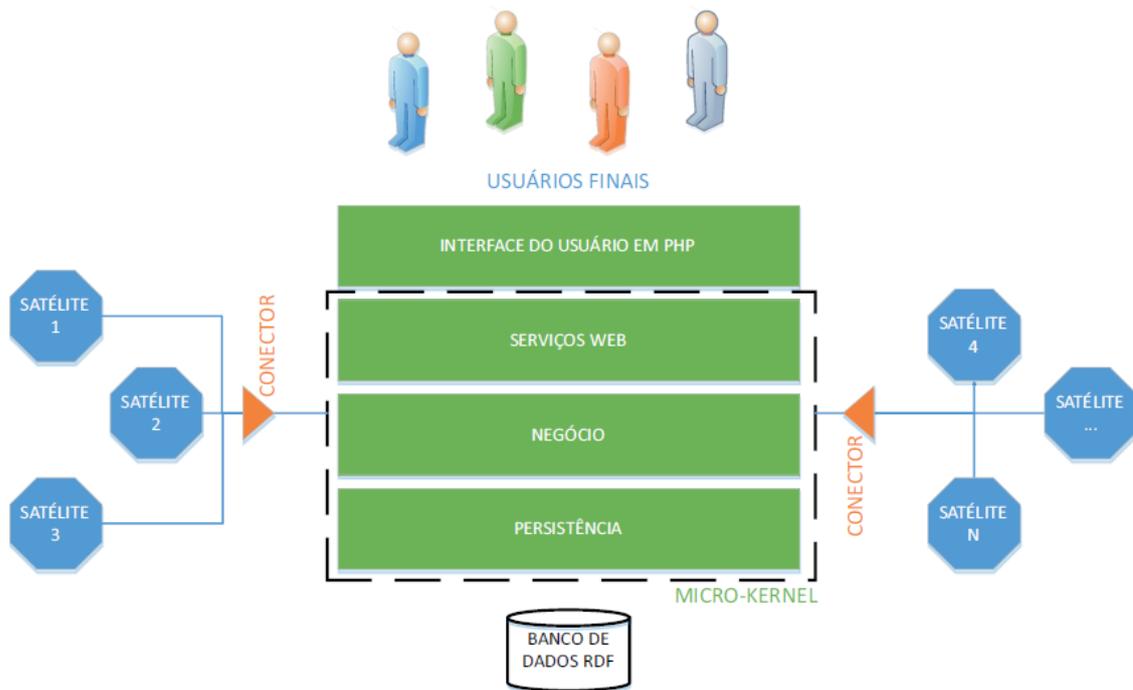


Figura 14 – Visão geral da arquitetura.

Fonte: (Holanda, 2014).

Para tratar a variabilidade da plataforma, utilizou-se o padrão arquitetural *microkernel*, segundo Buschmann; Henney; Schimdt (2007 *apud* Holanda, 2014). Todos os componentes que não possuem variabilidade são colocados dentro do *microkernel* da arquitetura. Esses componentes são chamados de obrigatórios, pois eles estão presentes em qualquer cenário de configuração do MeuTutor (Holanda, 2014).

Ainda segundo o mesmo autor, a variabilidade da arquitetura é feita com o uso dos conectores. Os conectores são responsáveis por chavear qual componente satélite será utilizado pelo *microkernel*. Por exemplo, um estudante visualiza uma questão de múltipla escolha que o sistema recomendou, mas não se adapta a este tipo de problema, neste caso, o

conector responsável pelo componente de problemas pode mudar o satélite, que antes era múltipla escolha, para problemas do tipo verdadeiro ou falso.

Além disso, como podemos observar na arquitetura da Figura 14, além de usar o padrão microkernel, outro padrão arquitetural também é utilizado: o de multicamadas. Holanda (2014) explica que, o próprio microkernel é dividido em três camadas: i) a camada de Serviços *Web*, responsável por agregar todos os serviços web que a plataforma, construída na linguagem Java, disponibiliza; ii) camada de Negócio, na qual se encontram todas as funcionalidades que representam a lógica do sistema. É nesta camada que encontra-se, o modelo de domínio, modelo de tutoria e modelo do estudante, apresentado no capítulo 2, subseção 2.1; e iii) camada de Persistência, responsável pelo acesso e comunicação com o banco de dados RDF. É importante também destacar que a camada de serviços *web* é utilizada pela camada de Interface do Usuário (IU), construída usando a linguagem de programação PHP (*Hypertext Preprocessor*). No Apêndice C, descrevemos os principais recursos e funcionalidades da Plataforma MeuTutor.

4.1.4.6 Pós-teste

Aplicado no final do experimento com todos os participantes do grupo experimental e do grupo controle. O pós-teste foi elaborado com o mesmo número de questões e formato do pré-teste, descrito anteriormente na subseção 4.3.1. Contudo, vale ressaltar que, os cadernos de provas foram compostos a partir de questões extraídas automaticamente da base de dados da Plataforma MeuTutor.

4.1.4.7 Software R

Para análise estatística dos dados, foi utilizado o *software R*⁹. O R é uma linguagem e ambiente para computação estatística e gráficos. O ambiente fornece uma ampla variedade de técnicas estatísticas (modelagem linear e não linear, testes estatísticos clássicos, análise de séries temporais, classificação, agrupamento, entre outras) e oferece gráficos com excelente qualidade. Além disso, é um projeto disponível como *software* livre sob os termos da Licença Pública Geral (*GNU Project*) da Free Software Foundation na forma de código-fonte, ele compila e roda em uma ampla variedade de plataformas UNIX e sistemas similares (incluindo FreeBSD e Linux), Windows e MacOS, e é altamente extensível. No próximo capítulo, serão apresentadas as etapas de execução do experimento e análise dos resultados.

⁹ Software R. Disponível em: <https://www.r-project.org/>

4.1.5 Plano de Execução

A execução do experimento envolveu as seguintes etapas:

1. Preparação do ambiente;
2. Experimento piloto;
3. Execução do experimento;
4. Coleta dos dados;
5. Tratamento dos dados;
6. Análise estatística dos resultados.

Na Figura 15 representamos através de uma linha do tempo as tarefas realizadas em cada uma das etapas definidas no plano de execução do experimento.

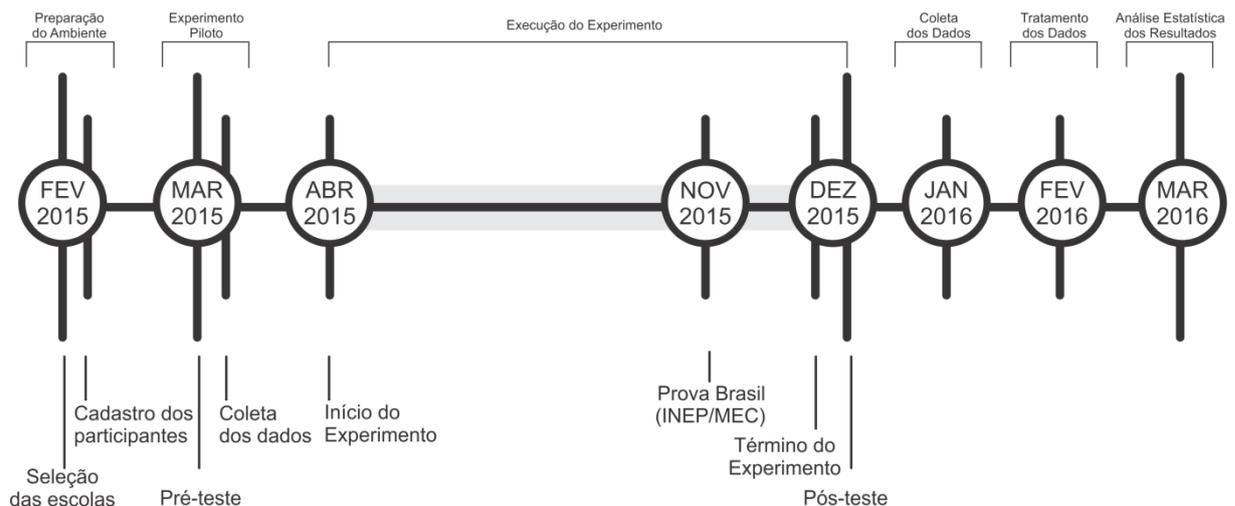


Figura 15 – Linha do tempo de execução do experimento controlado.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

4.1.5.1 Preparação do Ambiente

Nesta primeira etapa (preparação do ambiente) executada no mês de fevereiro de 2015, foram selecionadas 4 (quatro) escolas da rede de ensino pública da educação básica municipal. A seleção das unidades experimentais deu-se a partir de uma reunião realizada com a secretária de educação, coordenadores pedagógicos e técnicos da secretaria municipal de educação, na oportunidade a secretária autorizou a realização do presente estudo empírico nas 4 escolas supracitadas na Figura 10 (subseção 4.1.4.1). Contudo, vale ressaltar que, devido as condições estruturais e tecnológicas (laboratórios de informática e acesso à *Internet*

banda larga) nas 4 unidades experimentais, 2 escolas (grupo experimental) estão localizadas na zona urbana e as outras 2 escolas (grupo de controle) são da zona rural.

Após a escolha das escolas participantes do experimento, foram selecionadas aleatoriamente 2 turmas de cada unidade experimental, sendo uma turma do 5º ano, série final do ensino fundamental I e outra turma do 9º ano, série final do ensino fundamental II. Em seguida, foi realizado o cadastro dos participantes (escolas, alunos e professores) do grupo experimental na plataforma MeuTutor.

4.1.5.2 Experimento Piloto

Nesta etapa, foi executado um experimento piloto. Para isso, a priori, aplicamos no mês de março de 2015 um pré-teste para diagnosticar as habilidades dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa (com ênfase em leitura e interpretação de textos) e Matemática (com foco na resolução de problemas), com todos os estudantes, para ambas os grupos de controle e experimental. Logo após, os alunos e professores do grupo experimental, foram convidados a conhecer a Plataforma MeuTutor no laboratório de informática da própria escola. Na oportunidade os professores e alunos familiarizaram-se com a tecnologia de aprendizagem adaptativa e foi entregue usuário e senha aos participantes para acessar o ambiente educacional *online*. Em seguida, ainda no mês de março, foi executado um experimento piloto, tendo como objetivos verificar as interações dos alunos com o uso da tecnologia de aprendizagem adaptativa e realizar pequenos ajuste na plataforma.

4.1.5.3 Execução do Experimento

Nesta terceira etapa, no mês de abril, iniciou-se o experimento controlado, no que os alunos do grupo de controle continuaram tendo suas aulas normalmente no modelo de ensino tradicional, ou seja, em sala sem o uso da tecnologia de ensino e de aprendizagem adaptativa. Enquanto isso, os professores e alunos do grupo experimental cadastrados na plataforma MeuTutor, passaram a estudar além da sala de aula tradicional, no laboratório de informática e em casa, com o suporte do Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, durante um período de 9 (nove) meses, ou seja, de abril a dezembro de 2015.

Conforme representamos na Figura 15, no mês de novembro de 2015 foi aplicada a Prova Brasil, pelo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC), que tem como missão promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o Sistema Educacional Brasileiro. No mês de dezembro de 2015, ocorreu o término do experimento controlado, juntamente com o encerramento do ano letivo.

Logo após, aplicamos um pós-teste com todas as turmas dos anos finais do ensino fundamental I e II, de ambos os grupos (experimental e controle).

O pós-teste, foi elaborado nos mesmos moldes e quantidades de questões aplicadas no pré-teste, com o objetivo de verificar evidências de melhoria na aprendizagem dos estudantes da educação básica com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado (grupo experimental) comparado com os alunos que não tiveram acesso a tecnologia de ensino-aprendizagem adaptativa (grupo de controle). Nas próximas subseções, apresentamos a coleta e análise dos dados, assim como, discussão dos resultados obtido no presente estudo experimental.

4.1.5.4 Coleta dos Dados

Os dados foram coletados a partir da aplicação de um pré-teste impresso, realizado no mês de março de 2015 e um pós-teste impresso aplicado logo após o término do experimento no mês de dezembro de 2015 para avaliar o conhecimento adquirido nos domínios de língua portuguesa e matemática, com ambas as turmas dos grupos de controle e experimental, contendo 44 questões para os alunos do 5º ano do ensino fundamental I e 52 questões para os alunos do 9º ano do ensino fundamental II, todos os testes foram compostos com questões objetivas de múltipla escolha para ambas as turmas do grupo de controle e experimental.

Em um segundo momentos foram coletados os dados dos alunos do grupo experimental, referente aos elementos de gamificação: nível, pontos, troféus e *ranking*, presentes na Plataforma MeuTutor, e proveniente das interações dos alunos com o Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado. Além disso, foram observados os modelos de intervenção utilizados pelos professores com o uso do STI gamificado nos processos de ensino e de aprendizagem e os dados de um questionário que avalia o nível socioeconômico dos alunos de ambos os grupos.

4.1.5.5 Tratamento dos Dados

Inicialmente, a análise envolveu o tratamento dos dados provenientes da aplicação do pré-teste e pós-teste com os alunos dos grupos de controle e experimental. Nesta etapa, foram analisados os dados e excluídos 63 alunos que ingressaram por meio de transferência e/ou por motivo de evasão escolar durante a execução do experimento nos grupos de controle e experimental após a aplicação do pré-teste. Assim, a amostra final incluiu um total de 191 participantes, sendo distribuídos no grupo de controle ($N=79$) e no grupo experimental ($N=112$).

4.1.5.6 Análise Estatística dos Resultados

Após a coleta e tratamento dos dados, realizamos a análise estatística descritiva, teste da natureza dos dados (paramétricos ou não paramétricos), testes de hipóteses, aplicação de modelos de regressão e análise de diagnósticos (gráficos), utilizando o software R como linguagem e ambiente para computação estatística e para gráficos. No presente estudo, todos os testes foram realizados com nível de confiança de 90% e 95%, considerando um $\alpha = 0.1$ e $\alpha = 0.05$, ou seja, com nível de significância menor ou igual a 10% e 5%, respectivamente.

4.1.6 Análise das Ameaças à Validade do Experimento

Assim como em qualquer experimento, o planejamento foi conduzido para minimizar as possíveis ameaças que comprometam suas conclusões. Contudo, no presente estudo, existem algumas ameaças à validade interna e ameaças à validade externa.

- **Ameaças à Validade Interna**

Segundo Creswell (2010) as ameaças à validade interna são procedimentos, tratamentos ou experiências dos participantes que ameaçam a possibilidade de o pesquisador extrair inferências corretas dos dados sobre a população em um experimento. Neste cenário, como fato que pode representar ameaças à validade interna neste trabalho estão relacionados à:

- ✓ **Seleção:** isso porque selecionamos apenas turmas com estudantes do 5º ano e 9º ano, séries finais do ensino fundamental I e II, no contexto da Prova Brasil. No entanto, para minimizar os efeitos, a seleção das turmas foi realizada aleatoriamente;
- ✓ **Mortalidade:** alguns alunos não responderam o pós-teste por motivos de evasão, transferência escolar ou ausência no dia da aplicação do exame, infelizmente, isso está além da nossa capacidade de controle. Nestes casos, excluímos o registro desses alunos;
- ✓ **Historia:** em alguns momentos durante o período experimental aconteceram alguns eventos, tais como: computadores sem funcionar corretamente no laboratório de informática, por motivo da falta de manutenção preventiva e corretiva, internet lenta e falta de energia elétrica. Sempre que ocorreram eventos dessa natureza, foram informados aos responsáveis para devidas providências;
- ✓ **Maturação:** É possível que tenha ocorrido mudanças no nível de motivação de alguns alunos durante o experimento com o uso do STI gamificado. Para reduzir os efeitos, os

professores utilizaram algumas estratégias para manter a turma engajada no processo de aprendizagem com o uso da tecnologia.

- **Ameaças à Validade de Constructo**

Segundo Creswell (2010) as ameaças à validade de constructo ocorrem quando os pesquisadores usam definições e medidas de variáveis inadequadas. Assim, temos como possíveis ameaças:

- ✓ **Viés mono-operação:** é possível que no presente estudo empírico não seja capturado toda a riqueza do constructo através do *design* experimental;
- ✓ **Adivinhação de hipóteses:** os participantes envolvidos (estudantes e professores) podem influenciar (positivamente ou negativamente) nos resultados do experimento.
- ✓ **Medo de avaliação:** os estudantes foram submetidos a um pré-teste e pós-teste de Língua Portuguesa e Matemática. Devido a isto, alguns estudantes podem apresentar comportamentos diferentes.

- **Ameaças à Validade Externa**

As ameaças à validade externa surgem quando os pesquisadores extraem inferências incorretas dos dados da amostra para outras pessoas, para outros locais e para situações passadas ou futuras (Creswell, 2010). Neste estudo, podemos citar como potenciais ameaças à validade externa:

- ✓ **Interação entre a seleção e o tratamento:** devido às características estritas dos alunos, tais como localidade onde reside (área urbana ou rural) e nível socioeconômico isso pode influenciar nos resultados. Para minimizar os efeitos, os participantes deste estudo, possuem características semelhantes;
- ✓ **Interação entre o local e o tratamento:** tendo em vista que os dados foram coletados a partir de escolas de uma única cidade, assim, para minimizar os efeitos realizamos um experimento randômico.

- **Ameaças à Validade de Conclusão**

Por último, no presente estudo empírico não identificamos ameaças à validade de conclusão estatística, que de acordo com Creswell (2010), surgem quando os pesquisadores extraem inferências inexatas dos dados devido à potência estatística inadequada ou à violação de suposições estatísticas.

4.2 *Framework Analysis*

A aplicação do método de pesquisa qualitativa é de fundamental importância para compreender melhor o cenário investigado e para complementar os resultados apresentados através da abordagem quantitativa. No entanto, vale ressaltar aqui que a análise qualitativa está dentro da abordagem quantitativa. Dessa forma, o presente estudo caracteriza-se como uma abordagem de pesquisa mista. Segundo Creswell (2010), métodos mistos é uma abordagem de investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa. Para isso, foram realizadas anotações durante o período de observação através da abordagem de pesquisa etnográfica aplicada para investigar e extrair as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado no ensino fundamental. Para o tratamento dos dados coletados durante a observação, faz-se necessário o emprego de um método de análise qualitativa dos dados.

Para isso, utilizamos o *Framework Analysis* como abordagem de análise qualitativa. O *Framework Analysis* é um processo analítico, que envolve um número distinto de etapas altamente interligado (Ritchie; Spencer, 1994). Ainda de acordo com os mesmos autores, a abordagem envolve um processo sistemático de filtragem, mapeamento e classificação do material de acordo com as principais questões e temas. Ritchie e Spencer (1994), apresentam e descrevem as cinco etapas fundamentais para análise qualitativa dos dados envolvendo o *Framework*, são elas:

1. Familiarização;
2. Identificação de um *framework* temático;
3. Indexação;
4. *Charting*;
5. Mapeamento e interpretação

Etapa 1: Familiarização

Segundo Ritchie e Spencer (1994), a familiarização envolve a imersão nos dados, como por exemplo, ouvir fitas (gravações), ler transcrições e estudar as notas de observação. Lacey e Luff (2009) resumem a fase de familiarização como a transcrição parcial ou total e leitura dos dados. Ainda de acordo com Ritchie e Spencer (1994), durante essa fase, o pesquisador escuta e lê através do material, listando ideias-chave e temas recorrentes. Neste contexto, realizamos no presente: i) observações *in loco*, ii) anotações de temáticas relevantes, iii) aplicação de um questionário para coletar informações sobre aspectos da vida escolar, do

nível socioeconômico, capital social e cultural dos alunos, e iv) leitura e organização dos temas.

Etapa 2: Identificação de um *framework* temático

Na segunda etapa, a abordagem do *framework* temático foi realizada com base nas anotações dos temas relevantes extraídos durante o período de observações *in loco*. Segundo Ritchie e Spencer (1994), uma vez que o material selecionado foi revisto, o pesquisador retorna para estas anotações e tenta identificar as questões-chave, conceitos e temas.

Etapa 3: Indexação

A terceira etapa do *Framework Analysis*, diz respeito à indexação ou codificação do *framework* temático. Segundo Ritchie e Spencer (1994), a indexação refere-se ao processo pelo qual o *framework* temático ou índice é sistematicamente aplicado para os dados na sua forma textual. Neste contexto, com base nos temas identificados e da extração das práticas, foram criadas categorias para agrupar as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado. A categorização nesta etapa é um procedimento fundamental para agrupar as práticas que apresentam características semelhantes.

Etapa 4: *Charting*

Nesta quarta fase, após a codificação do *framework* temático, construímos uma matriz para sumarizar todas as práticas e categorias identificadas. Nessa fase, segundo Ritchie e Spencer (1994), os dados são levantados do seu contexto original e organizados de acordo com a referência temática apropriada. Ainda de acordo com os mesmos autores, são construídos gráficos com títulos e subtítulos extraídos do *Framework* temático, a partir de questões de pesquisa, ou de acordo com as considerações para melhor apresentar e escrever sobre o estudo.

Etapa 5: Mapeamento e interpretação

Nesta última etapa, após a familiarização, identificação do *framework* temático, codificação e mapeamento das práticas de acordo com as categorias. Descreveremos as características chaves para mapear e interpretar as boas e más práticas pedagógicas extraídas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado. Para isso, provemos explicações a respeito das práticas identificadas, que segundo Ritchie e Spencer

(1994), um objetivo comum na pesquisa qualitativa aplicada é explicar, bem como para esclarecer, atitudes das pessoas, experiências e comportamentos. No próximo capítulo, apresentaremos a análise e discussão dos resultados obtidos a partir do *design* do experimento com aplicação dos métodos estatísticos de análise quantitativa e por último, descreveremos sobre as boas e más práticas pedagógicas com o uso de um STI gamificado, extraídas através do *Framework Analysis* como abordagem de análise qualitativa.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a análise e discussão dos resultados com base nas abordagens de pesquisas quantitativa e qualitativa. A priori, apresentaremos na subseção 5.1 análise estatística descritiva dos participantes, na 5.2 descrição das variáveis, posteriormente, nas subseções 5.3 discutiremos as questões e hipóteses de pesquisa definidas no *design* do experimento, 5.4 sumarização e modelos propostos, 5.5 interpretação dos modelos. E finalmente, na 5.6 análise qualitativa, neste último tópico, descreveremos as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado no contexto da educação básica, extraídas através da abordagem do *Framework Analysis* como método de análise qualitativa.

5.1 Análise descritiva dos participantes

Participaram do experimento controlado 191 estudantes de 4 escolas públicas da educação básica brasileira, localizadas no município de São Sebastião, região agreste do Estado de Alagoas. De cada escola, foram selecionadas aleatoriamente 2 turmas, uma turma do 5º ano (ano final do ensino fundamental I) e outra do 9º ano (ano final do ensino fundamental II), totalizando 8 turmas. As turmas foram divididas em dois grupos, um grupo de controle e um grupo experimental. Cada grupo foi composto por 4 turmas do ensino fundamental I e II (2 duas turmas do 5º ano e outras 2 turmas do 9º ano), conforme mostra a Tabela 17.

Tabela 17 – Análise descritiva dos participantes.

	Grupo de Controle	Grupo Experimental	Total
Unidades experimentais			
Escolas públicas	2	2	4
Anos (turmas)			
5º Ano (Ensino Fundamental I)	2	2	
9º Ano (Ensino Fundamental II)	2	2	
Total de turmas	4	4	8
Gênero			
Feminino	41 (51.9%)	63 (56.25%)	104
Masculino	38 (48.1%)	49 (43.75%)	87
Zona			
Rural	77 (97.47%)	40 (35.71%)	
Urbana	2 (2.53%)	72 (64.29%)	
Total de estudantes (N)	79 (100%)	112 (100%)	191

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Dos 191 estudantes participantes, 104 (54.45%) são do gênero feminino e 87 (45.55%) masculino. Além disso, observa-se na Tabela 17 que a maioria dos estudantes do grupo de controle, 77 (97.47%) reside na zona rural e apenas 2 estudantes (2.53%) na zona urbana. Isso porque as unidades experimentais participantes do grupo de controle estão localizadas na zona rural. Infelizmente, não foi possível utilizar a plataforma MeuTutor nessas escolas devido algumas limitações de infraestrutura tecnológica (laboratórios de informática, computadores funcionando e acesso à *internet* rápida). No grupo experimental, temos: 40 (35.71%) estudantes residentes na zona rural e 72 (64.29%) estudantes na zona urbana. Nota-se que apesar das escolas do grupo experimental encontrar-se situadas na zona urbana, existe um número considerável de estudantes da zona rural. Isso porque a maioria das escolas localizadas na zona rural no município de São Sebastião/AL não oferece o ensino fundamental I e II.

Além disso, na Tabela 18 observa-se a distribuição de frequência pontual com a faixa etária dos estudantes. A distribuição de frequência pontual é semelhante a uma tabela simples, onde mostra os diferentes valores observados da variável, com as frequências absolutas, denotadas por F_i , o índice i corresponde ao número de linhas da tabela.

Tabela 18 – Distribuição de frequência pontual com a idade dos estudantes.

#	Idade	F_i	$f_i\%$	Fa_i	$fa_i\%$
1	9	1	0.52	1	0.52
2	10	14	7.33	15	7.85
3	11	21	11.00	36	18.85
4	12	12	6.28	48	25.13
5	13	9	4.71	57	29.84
6	14	61	31.95	118	61.79
7	15	47	24.61	165	86.40
8	16	15	7.85	180	94.25
9	17	6	3.14	186	97.39
10	18	3	1.57	189	98.96
11	19	1	0.52	190	99.48
12	21	1	0.52	191	100
	Total	191	100		

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Neste caso, observa-se que a variável idade, foi resumida em 12 linhas. Assim, $i = 1, \dots, 12$, e, portanto, tem-se 12 valores observados para as frequências absolutas. Como exemplo, a frequência absoluta (F_i) da linha 6, $F_6 = 61$, ou seja, 61 alunos possui idade igual a 14 anos. A soma de todas as frequências absolutas é igual ao número total de observações da amostra, assim temos 191 estudantes. Na coluna $f_i\%$, temos a frequência relativa em percentual,

definida como: $f_i\% = \frac{F_i}{n} 100$, onde F_i é a frequência relativa dividida por n , que é o tamanho da amostra, multiplicado por 100, assim temos o percentual que pertencem às categorias. Como mostrado na Tabela 18, na linha 6, observa-se que 31.95% dos estudantes tinham 14 anos idade, a sumarização das frequências relativas é igual a 100%. A coluna Fa_i , mostra a frequência absoluta acumulada, obtidas a partir da soma da frequência absoluta do valor observado às frequências absolutas anteriores a este mesmo valor. A frequência acumulada relativa, denotada por $fa_i\%$ e definida como: $fa_i\% = \frac{Fa_i}{n} 100$, que neste caso mostra o percentual de estudantes obtidos da soma da frequência acumulada. Na Figura 16, percebe-se através do histograma a distribuição dos estudantes participantes do experimento por idade.

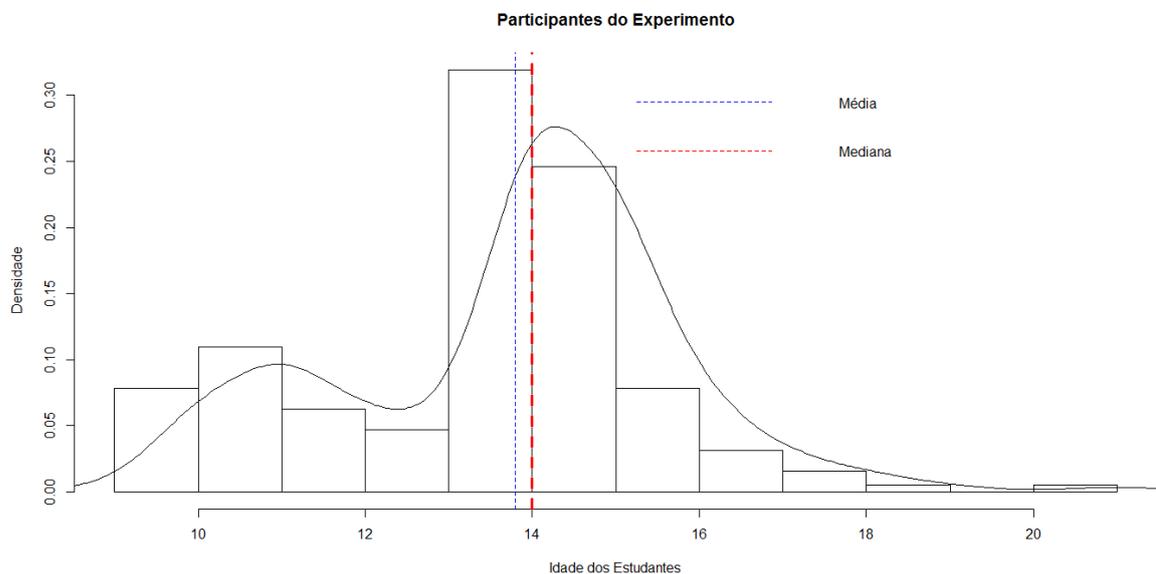


Figura 16 – Histograma: número de alunos por idade.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

No geral, observa-se na Tabela 18 e no gráfico da Figura 16 que no período de realização do estudo a maioria dos estudantes tinha idade entre 14 e 15 anos (média = 13.8, mediana = 14 e um desvio padrão = 2.01). A Tabela 19 mostra as medidas de tendência central da variável idade dos participantes por grupo.

Tabela 19 – Sumarização dos dados relativos à variável idade.

Grupo	N	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo
Experimental	112	9	14	14	14.44	15	21
Controle	79	10	11	13	12.9	15	18

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Observa-se na Figura 17 o diagrama de caixa com as idades dos estudantes do grupo de Controle e do grupo Experimental. Conforme podemos observar, a linha central da caixa indica a mediana do conjunto de dados (GrupoControle = 13, GrupoExperimental = 14). O valor inferior, delimitado pelo quartil inferior Q1 (1º quartil), isso significa dizer que, 25% dos estudantes possuem idade inferior ou igual a Q1, a mediana (Q2) mostra que 50% das observações estão à esquerda e conseqüentemente a sua direita também, e o limite superior (3º quartil), que corresponde a 75% das observações à sua esquerda, para ambos os grupos. Além disso, observa-se que existem alguns valores discrepantes (*outliers*) no grupo experimental.

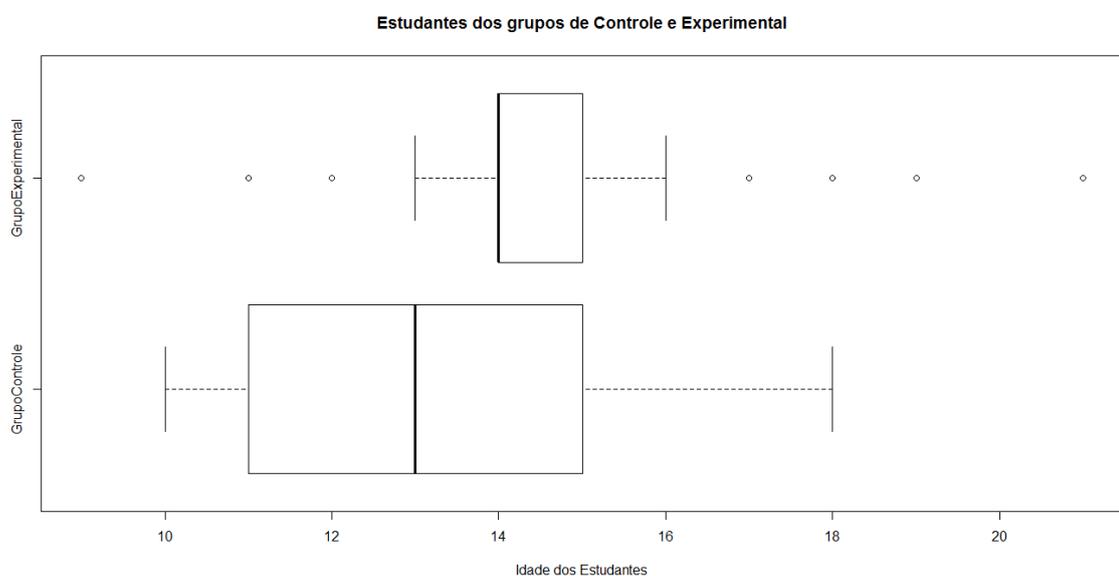


Figura 17 – Diagrama de caixa com idade dos estudantes dos grupos de controle e experimental.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Além disso, foi analisada a variável “INSE” – Indicador de Nível Socioeconômico, construído com base no Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB) da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2015). Segundo Kamakura e Mazzon (2016), essa estratificação socioeconômica tem sido um tema amplamente debatido e utilizado não apenas em marketing, mas em inúmeros outros campos do conhecimento, como medicina, educação, psicologia, desenvolvimento econômico, entre outros. Neste estudo, foi utilizado como referência o CCEB, para verificar o nível socioeconômico das famílias dos estudantes participantes do experimento.

O CCEB é um método que atribui pontos para cada pessoa com base nas características identificadas em seu domicílio, como por exemplo: o número de computadores,

a quantidade de automóveis, o número de banheiros na residência, o grau de instrução do pai, etc. Todas as questões foram extraídas do questionário elaborado pelo MEC, o mesmo aplicado na realização da Prova Brasil, para coletar informações sobre aspectos da vida escolar, do nível socioeconômico, capital social e cultura dos alunos. Neste estudo, as seguintes questões foram analisadas: (1) na sua casa tem banheiro? (2) em sua casa trabalha empregado(a) doméstico(a) pelo menos cinco dias por semana? (3) na sua casa tem carro? (4) na sua casa tem computador? (5) na sua casa tem geladeira? (6) na sua casa tem freezer separado da geladeira? (7) na sua casa tem máquina de lavar roupa (o tanquinho não deve ser considerado)? (8) na sua casa tem videocassete e/ou DVD? Todas as questões são compostas pelas alternativas: 0, 1, 2, 3, 4 ou mais.

As questões e alternativas de respostas correspondem exatamente às perguntas no questionário do CCEB. Outras duas questões consideradas relevantes diz respeito ao grau de instrução do chefe de família, são elas: (9) até que série sua mãe, ou a mulher responsável por você, estudou? E (10) até que série seu pai, ou homem responsável por você estudou? Para cada uma destas duas últimas perguntas, existem as seguintes alternativas:

- A) Nunca estudou.
- B) Não completou a 4ª série/5º ano.
- C) Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano.
- D) Completou a 8ª série/9º ano, mas não completou o Ensino Médio.
- E) Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade.
- F) Completou a Faculdade.
- G) Não sei.

Para estas questões, foram criadas dez variáveis: Banheiro, EmpregadaDomestica, Automovel, Microcomputador, Geladeira, Freezer, MaqLavarRoupa, DVD, GrauEscolaridadeMae, GrauEscolaridadePai. Além disso, foram criadas as variáveis: TotalDePontos, ClasseSocioeconomica, Inse. De acordo com a metodologia, os pontos foram atribuídos a cada resposta para essas variáveis, em um segundo momento, foi sumarizado o total de pontos para cada aluno. Logo após, foram criadas as classes socioeconômica: A = 45 – 100 pontos, B1 = 38 – 44 pontos, B2 = 29 – 37 pontos, C1 = 23 – 28 pontos, C2 = 17 – 22 pontos e D-E = 0 – 16 pontos. Assim, segundo ABEP (2015), as estimativas para a renda média domiciliar para os estratos no CCEB, são: R\$ 20.272,56; R\$ 8.695,88; R\$ 4.427,36; R\$ 2.409,01; R\$ 1.446,24; e R\$ 639,78 respectivamente.

Com base nessas classes a variável “INSE” foi codificada para: INSE1, INSE2, INSE3, INSE4, INSE5. É importante ressaltar que o “INSE5” representa o menor nível socioeconômico. Na Tabela 20, observa-se os níveis socioeconômico das famílias dos estudantes participantes do grupo de controle e experimental.

Tabela 20 – Nível socioeconômico das famílias.

Nível Socioeconômico	Grupo de Controle	Grupo Experimental
INSE1 (R\$ 8.695,88)	1 (1.27%)	0 (0%)
INSE2 (R\$ 4.427,36)	5 (6.33%)	4 (3.57%)
INSE3 (R\$ 2.409,01)	6 (7.59%)	10 (8.93%)
INSE4 (R\$ 1.446,24)	9 (11.39%)	20 (17.86%)
INSE5 (R\$ 639,78)	58 (73.42%)	78 (69.64%)

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

5.2 Descrição das variáveis

Nesta subseção, apresentaremos uma descrição das variáveis utilizadas nos modelos estatísticos estimados da subseção 5.4. Para isso, observa-se na Tabela 21, os nomes das variáveis definidas, uma sucinta descrição e na última coluna, os valores atribuído para cada uma das variáveis.

Tabela 21 – Descrição das variáveis.

Variáveis	Descrição	Valores
id	Uma variável identificadora para os participantes dos grupos de controle e experimental.	De 1 a 191, no total.
Sc1	Variável que representa uma escola do grupo de controle (escola UM).	“Sc1”=1; se o aluno é da escola UM e “Sc1”=0; caso contrário.
Sc2	Essa variável representa a segunda escola do grupo de controle (escola DOIS).	“Sc2”=1; se o aluno é da escola DOIS e “Sc2”=0; caso contrário.
Sc3	Identificadora para uma escola do grupo de experimental (escola TRÊS).	“Sc3”=1; se o aluno é da escola TRÊS e “Sc3”=0; caso contrário.
Sc4	Variável para identificar a segunda escola do grupo de experimental (escola QUATRO).	“Sc4”=1; se o aluno é da escola QUATRO e “Sc4”=0; caso contrário.
Serie	Essa variável identifica o ano/série escolar do estudante (exemplo: 5º ano ou 9º ano).	“Serie”=0; quinto ano e “Serie”=1; nono ano.
IDexp	Essa variável identifica se o aluno faz parte do grupo de controle ou do grupo de tratamento (grupo experimental).	“IDexp”=0; para o grupo de controle e “IDexp”=1; para o grupo de tratamento.
QuesPort	Utilizada para representar o total de questões no teste da disciplina de Língua	“QuesPort”=22; total de questões do 5º ano e

	Portuguesa.	“QuesPort”=26; total de questões do 9º ano.
QuesMat	Essa variável identifica o número total de questões no teste disciplina de Matemática.	“QuesMat” = 22; total de questões do 5º ano e “QuesMat”=26; total de questões do 9º ano.
QuesPortCorrec	Essa variável representa o número total de questões respondidas corretamente no teste da disciplina de Língua Portuguesa.	“QuestPortCorrec”= ao número total de questões corretas.
QuesMatCorrec	Representa o número total de questões respondidas corretamente no teste da disciplina de Matemática	“QuestMatCorrec”= ao número total de questões corretas.
QuesPortInCor	Essa variável representa o número total de questões respondidas incorretamente no teste da disciplina de Língua Portuguesa	“QuesPortInCor”= ao número total de questões erradas.
QuesMatInCorr	Identifica o número total de questões respondidas incorretamente no teste da disciplina de Matemática	“QuesMatInCorr”= ao número total de questões erradas.
IDTeste	Essa variável é utilizada para identifica o tipo do teste para ambas as disciplinas: Língua Portuguesa e Matemática.	“IDTeste”=0; para pré-teste e “IDTeste”=1; pós-teste.
Tecnico	Essa variável identifica se o estudante utilizou ou não a plataforma MeuTutor.	“Tecnico”=0; se não utilizou a tecnologia e “Tecnico”=1 se utilizou a plataforma MeuTutor.
Genero	Identificadora do gênero do aluno(a).	“Genero”=0; se masculino e “Genero”=1; feminino.
Idade	Essa variável mostra a idade do aluno(a).	“Idade”= idade do aluno.
Zona	Essa variável identifica a região (rural ou urbana) de residência do aluno(a).	“Zona”=0; se rural e “Zona”=1; se urbana.
Metodo	Essa variável representa o modelo de intervenção com o uso da tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem.	“Metodo”=0; se não realizou atividade no laboratório de informática e “Metodo”=1; se realizou atividade no laboratório de informática.
Metodo1	Identifica se houve ou não atividade com o uso da plataforma MeuTutor como atividade de casa.	“Metodo1”=0; se não fez atividade em casa e “Metodo1”=1; se fez atividade em casa.
Metodo2	Essa variável identifica se foram desenvolvidas ou não atividades com o uso da plataforma MeuTutor como atividade de casa e no laboratório de informática.	“Metodo2”=0; se não houve atividade em casa e no laboratório de informática e “Metodo2”=1; se aconteceu atividades em casa e no laboratório de informática.
Pc	Identifica o número de computadores no domicilio do aluno(a) de ambos os grupos de controle e experimental.	“Pc”=quantidade de computadores no domicilio.
Inse1	Essa variável representa um Indicador de Nível Socioeconômica do aluno(a) na	“Inse1”=1; o aluno(a) se enquadra na categoria B1.

	categoria B1.	Caso contrário, “Inse”=0.
Inse2	Essa variável representa um Indicador de Nível Socioeconômica do aluno(a) na categoria B2.	“Inse2”=1; o aluno(a) se enquadra na categoria B2. Caso contrário, “Inse”=0.
Inse3	Essa variável representa um Indicador de Nível Socioeconômica do aluno(a) na categoria C1.	“Inse3”=1; o aluno(a) se enquadra na categoria C1. Caso contrário, “Inse”=0.
Inse4	Essa variável representa um Indicador de Nível Socioeconômica do aluno(a) na categoria C2.	“Inse4”=1; o aluno(a) se enquadra na categoria C2. Caso contrário, “Inse”=0.
Inse5	Essa variável representa um Indicador de Nível Socioeconômica do aluno(a) na categoria D-E.	“Inse5”=1; o aluno(a) se enquadra na categoria D-E. Caso contrário, “Inse”=0.
Nivel	Essa variável identifica o nível do aluno na plataforma MeuTutor, em uma escola de 1 a 10.	“Nivel”= ao nível em que o aluno está na Plataforma MeuTutor.
Pontos	Representa a pontuação do aluno(a) do grupo experimental, obtidos durante o período de estudo na Plataforma MeuTutor.	“Pontos”= a pontuação obtida na plataforma MeuTutor.
Trofeus	Essa variável identifica o número total de troféus ganhos pelo aluno(a) do grupo experimental dentro plataforma MeuTutor.	“Trofeus”= aos troféus conquistados na Plataforma MeuTutor.
Ranking	Identifica o <i>ranking</i> do aluno(a) do grupo experimental com o uso da Plataforma MeuTutor.	“Ranking”= a posição do aluno(a) dentro da plataforma MeuTutor.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

5.3 Verificação das Hipóteses

Esta subseção tem como objetivo validar as hipóteses apresentadas no capítulo 4. Para isso, inicialmente, apresenta-se um resumo descrito para cada questão de pesquisa e em seguida, apresentaremos a inferência estatística com base nos modelos estimados e descritos na próxima subseção (5.4 sumarização e modelos propostos).

Questão de pesquisa 1: Como podemos comparar o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, sem e com o uso da Plataforma MeuTutor?

Essa questão de pesquisa visa avaliar o desempenho de aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática do grupo experimental, antes e após a intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor. Para isso, foram criadas as seguintes hipóteses:

- **H1-0:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa é **igual** após intervenção com uso da Plataforma MeuTutor.
- **H1-1:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa é **diferente** após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor.
- **H2-0:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Matemática é **igual** após intervenção com uso da Plataforma MeuTutor.
- **H2-1:** O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Matemática é **diferente** após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor.

Como descrito no capítulo 4, foi aplicado com todos os estudantes participantes do experimento um pré-teste antes de conhecer a plataforma MeuTutor e após um período de nove meses de interação com o STI gamificado (MeuTutor) nos processos de ensino-aprendizagem foi aplicado um pós-teste, ambos os testes foram aplicados no formato impresso e compostos com o mesmo número de questões, com o objetivo de verificar o desempenho de aprendizagem dos estudantes em leitura e interpretação de textos (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática).

Sendo assim, essa questão de pesquisa será respondida com base nas estimativas dos parâmetros e p-Valores dos modelos estatísticos descritos na subseção 5.4. A priori, observa-se na Tabela 22 um resumo dos dados com o desempenho dos estudantes do Ensino Fundamental no pré-teste e pós-teste nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, antes e após a intervenção com o uso da plataforma MeuTutor.

Tabela 22 – Desempenho dos estudantes (Grupo Experimental).

	Grupo Experimental			
	Língua Portuguesa		Matemática	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Mínimo	1	4	1	2
1º quartil	7	9	5	6
Mediana	11	11.50	8.50	9
Média	11.04	12.02	8.48	8.88
3º quartil	14	15	11	11
Máximo	21	21	20	26
Desvio Padrão	4.94	4.44	4.03	3.74

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Observa-se na Tabela 22 que houve melhoria no desempenho da aprendizagem dos estudantes, tanto em Língua Portuguesa quanto em Matemática. A Figura 18 mostra os *boxplots* com os resultados do pré-teste e pós-testes nos domínios avaliados.

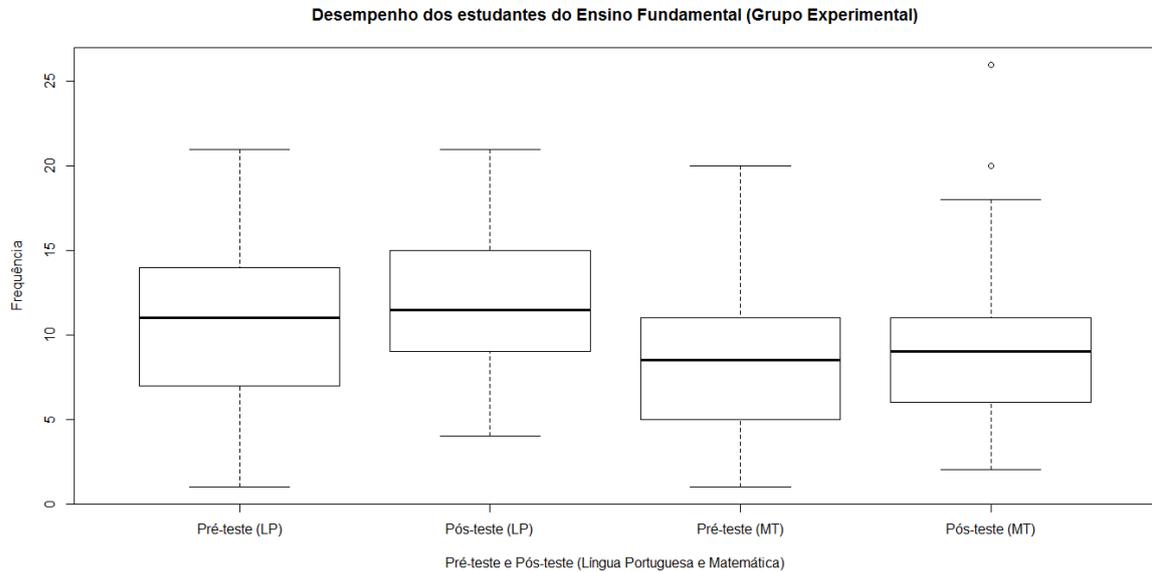


Figura 18 – *Boxplots* com desempenho em Língua Portuguesa e Matemática (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

O histograma da Figura 19 mostra o desempenho dos estudantes do Ensino Fundamental (5º ano e 9º ano) no pré-teste para o domínio de Língua Portuguesa, e na Figura 20 observa-se o desempenho no pós-teste.

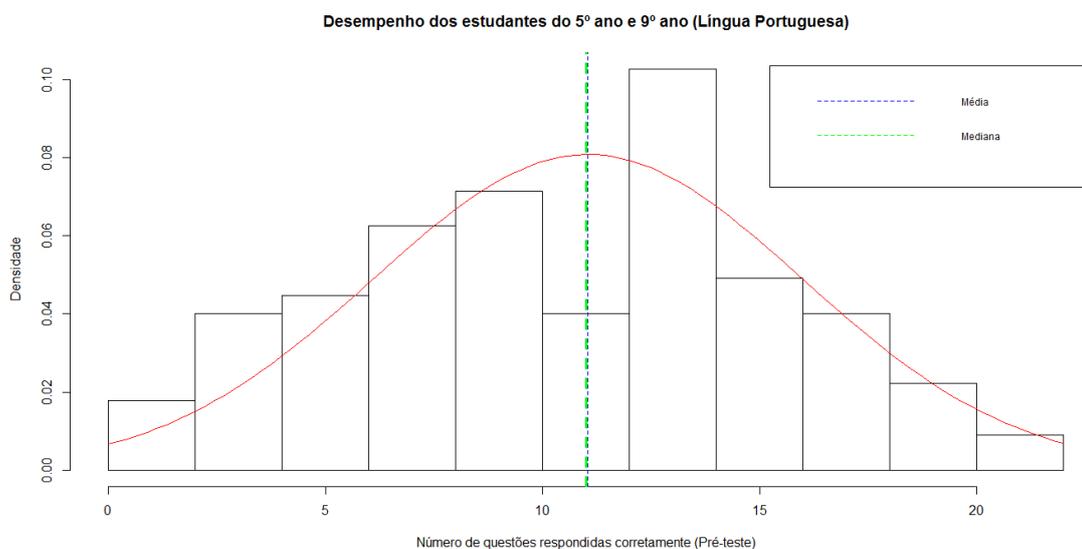


Figura 19 – Desempenho em Língua Portuguesa no pré-teste (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

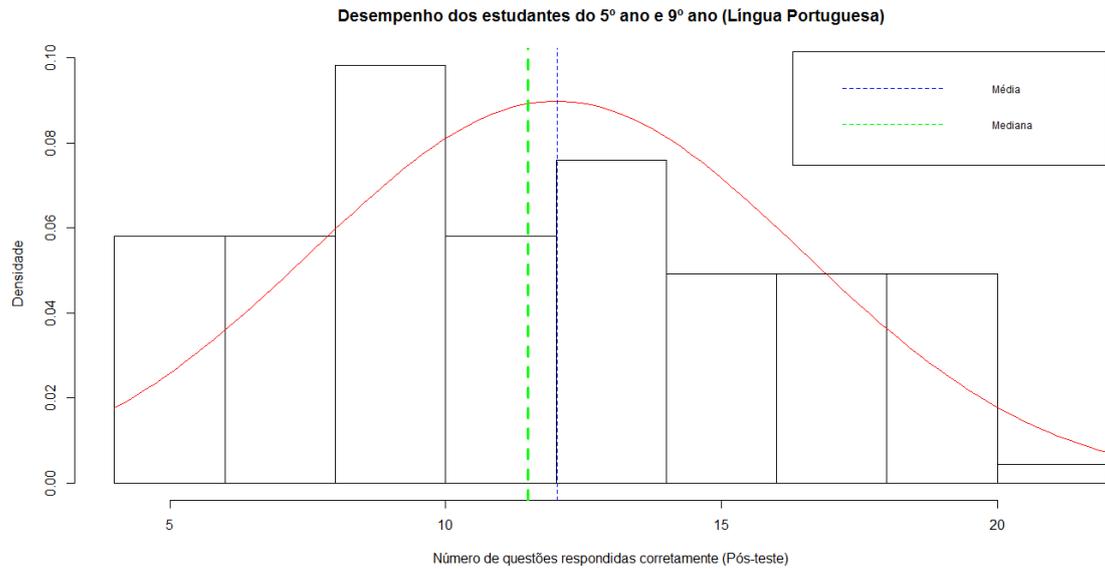


Figura 20 – Desempenho em Língua Portuguesa no pós-teste (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Os próximos histogramas das Figuras 21 e 22 mostram o desempenho dos estudantes no pré-teste e pós-teste no domínio de Matemática (grupo experimental).

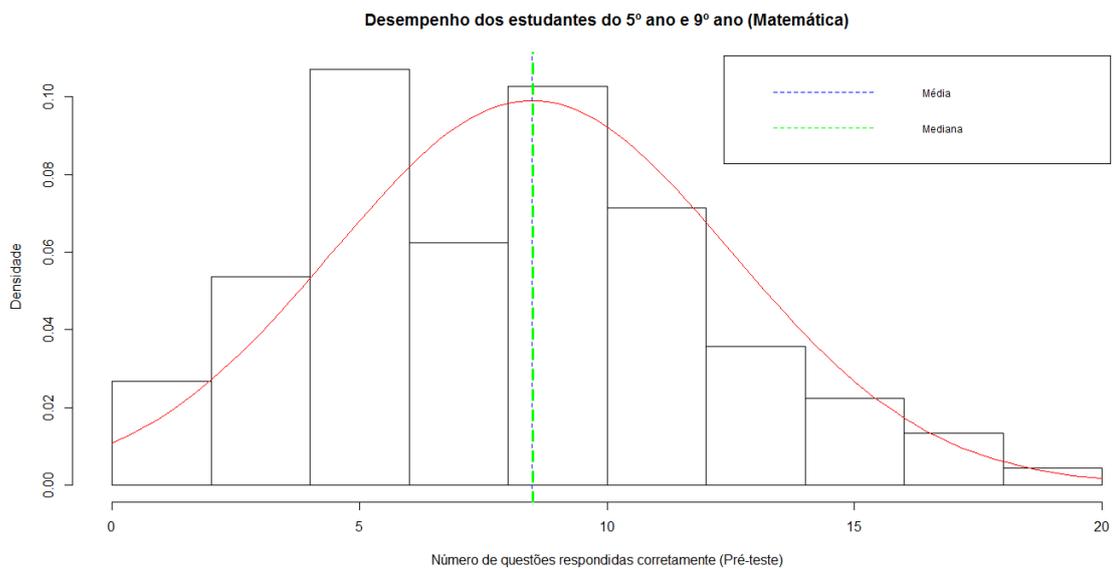


Figura 21 – Desempenho em Matemática no pré-teste (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

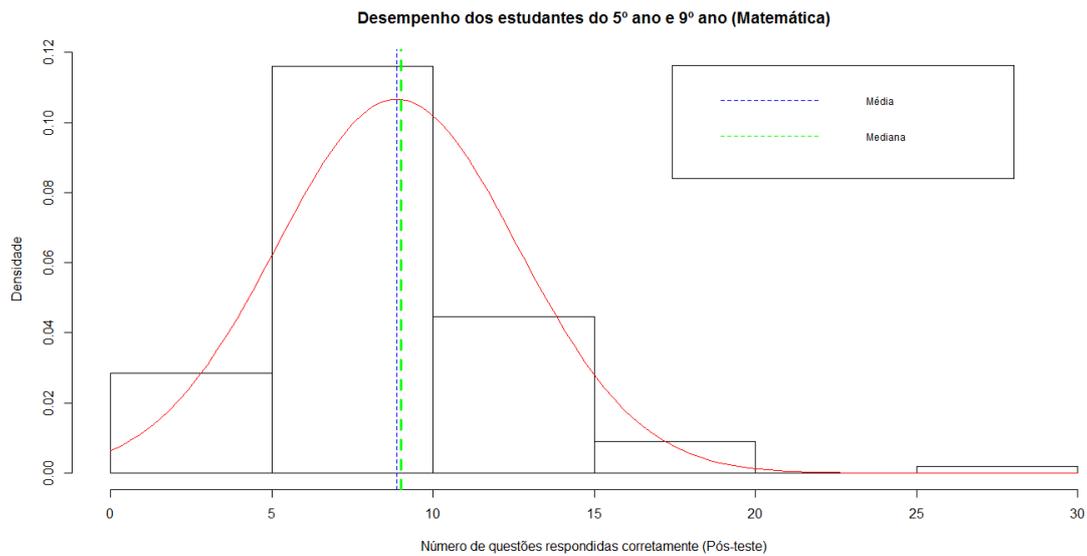


Figura 22 – Desempenho em Matemática no pós-teste (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

No entanto, para confirmar nossas hipóteses foi utilizado modelos de regressão com estimado através do método de verossimilhança e distribuição beta. Diante disso, na Tabela 26 da subseção 5.4, observa-se que para o grupo experimental (TRATAMENTO) o uso da plataforma MeuTutor melhorou o desempenho de aprendizagem dos estudantes do Ensino Fundamental no domínio de Língua Portuguesa (p -Valor = 0.026), com um nível de significância de 5%. Diante disso, rejeitamos a hipótese nula ($H1-0$) e aceitamos a hipótese alternativa ($H1-1$: o desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Língua Portuguesa é diferente após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor). Além disso, os modelos estatísticos estimados apresentaram evidências de melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes em Matemática (p -Valor = 0.007), conforme pode ser observado na Tabela 26 (subseção 5.4), com um nível de 5% de significância, rejeitamos a hipótese nula ($H2-0$) e aceitamos a nossa hipótese alternativa ($H2-1$: O desempenho de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental, no domínio de Matemática é diferente após intervenção com o uso da Plataforma MeuTutor). Além disso, nota-se que a utilização da plataforma MeuTutor aumenta o desempenho de aprendizagem dos estudantes do gênero masculino em 18.13% com relação ao desempenho dos estudantes do gênero feminino. Os gráficos de resíduos e de probabilidade normal com envelope simulado apresentados nas Figuras 29 e 30 da subseção 5.4, evidenciam o quanto estão ajustados os modelos estimados para o desempenho dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática.

Questão de Pesquisa 2: Quanto ao desempenho da aprendizagem, de que forma podemos verificar se houve diferença entre os estudantes do ensino fundamental que utilizaram a Plataforma MeuTutor em comparação com os que não utilizaram a plataforma?

Essa questão de pesquisa visa comparar o desempenho de aprendizagem dos estudantes com o uso da Plataforma MeuTutor (grupo experimental) e sem o uso do STI gamificado (grupo de controle). Para isso, foram criadas as seguintes hipóteses:

- **H3-0:** O desempenho de aprendizagem no domínio de Língua Portuguesa entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **igual** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H3-1:** O desempenho de aprendizagem no domínio Língua Portuguesa entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **diferente** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H4-0:** O desempenho de aprendizagem no domínio de Matemática entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **igual** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.
- **H4-1:** O desempenho de aprendizagem no domínio de Matemática entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é **diferente** ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma.

Para responder essa questão de pesquisa, primeiramente foi sumarizado o número de questões respondidas corretamente no pós-teste (grupo de controle e experimental) nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, para os estudantes do 5º ano e 9º ano do ensino fundamental. Na Tabela 23 observa-se a análise descritiva do desempenho dos estudantes do grupo de controle e experimental.

Tabela 23 – Desempenho dos estudantes (Grupo de Controle e Experimental).

	Grupo de Controle		Grupo Experimental	
	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática
Mínimo	3	3	4	2
1º quartil	9	8	9	6
Mediana	11	10	11.50	9
Média	11.04	9.98	12.02	8.88
3º quartil	13	12	15	11
Máximo	19	20	21	26
Desvio Padrão	3.00	3.74	4.44	3.74

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Percebe-se um aumento no desempenho médio dos estudantes em Língua Portuguesa com o uso da plataforma MeuTutor (**Grupo de Controle:** mediana = 11 e média = 11.04; **Grupo Experimental:** mediana = 11.50 e média = 12.02), enquanto que em Matemática, o desempenho médio ficou muito próximo (**Grupo de Controle:** mediana = 10 e média = 9.98; **Grupo Experimental:** mediana = 9 e média = 8.88). A Figura 23 apresenta graficamente o desempenho dos estudantes entre os grupos e domínios avaliados.

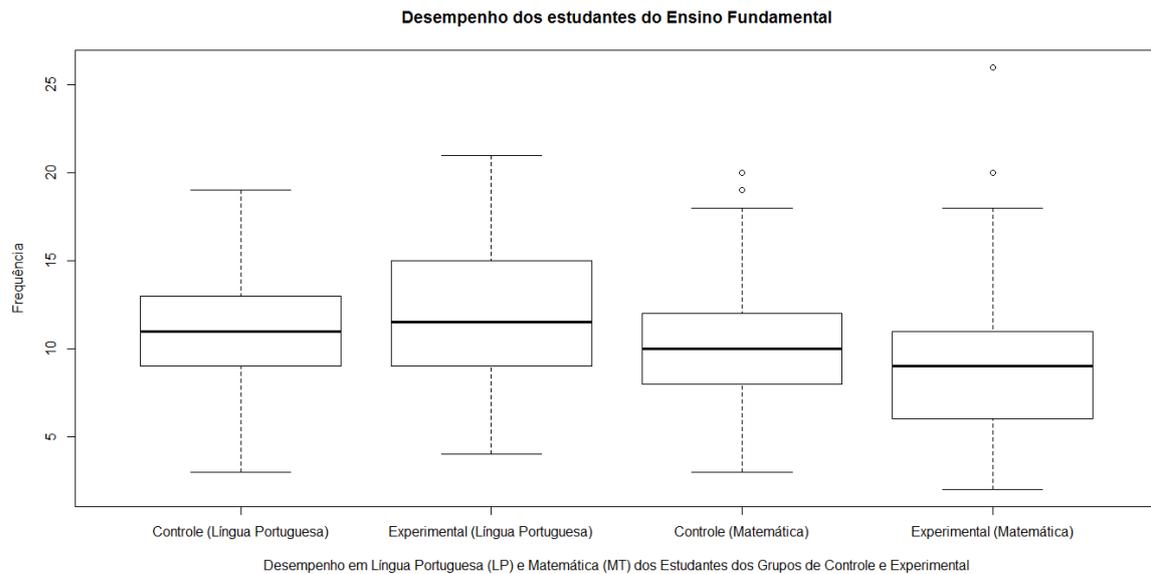


Figura 23 – *Boxplots* com desempenho em Língua Portuguesa e Matemática (Grupo de Controle e Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Contudo, visando conhecer a natureza dos dados aplicou-se um teste de normalidade para verificar se os dados pertencem a uma distribuição normal ou não. Se a distribuição for normal, o teste de hipótese adequado é um teste do tipo paramétrico, caso contrário, deve-se aplicar um teste do tipo não paramétrico. Para isso, foi executado o teste Anderson-Darling (AD). Que segundo Espinheira et al., (2015), seja $F(x) = P(X \leq x)$ a função de distribuição empírica dos dados (EDF, em inglês), podendo ser definida como a função de distribuição acumulada das frequências relativas. O teste AD avalia se $G(x) \approx F(x)$. Vale ressaltar, que o nível de confiança selecionado foi 95%, considerando um $\alpha = 0.05$, ou seja, com um nível de significância de 5%. A Tabela 24 mostra os p-Valores para os grupos de controle e experimental, nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática.

Tabela 24 – Grupo de Controle e Experimental – Teste de normalidade Anderson-Darling (p-Valores).

Variáveis	Grupo de Controle	Grupo Experimental
Língua Portuguesa (LP)	0.1112	0.005319
Matemática (MT)	0.04588	0.0005203

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Percebe-se na Tabela 24, que a maioria dos p-Valores são menores que 0.05, com exceção da variável Língua Portuguesa (p-Valor = 0.1112) do grupo de controle, que apresentou um p-valor maior que 5%. Neste caso, fica evidente que os dados não pertencem a uma distribuição normal. A Figura 24 mostra um histograma com uma curva de normalidade dos dados para o desempenho dos estudantes no domínio de Língua Portuguesa (grupo de controle).

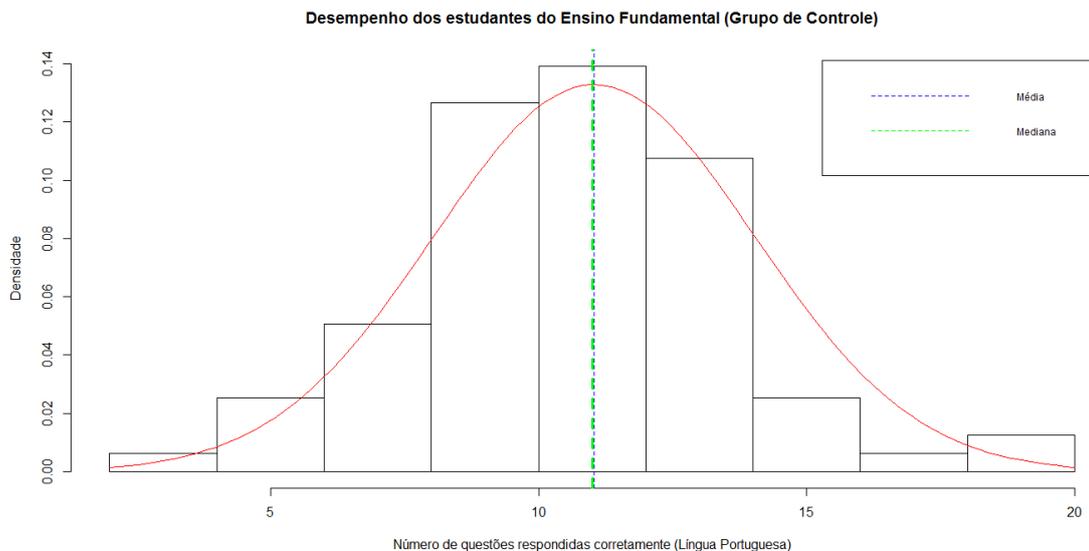


Figura 24 – Desempenho em Língua Portuguesa (Grupo de Controle).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Nota-se no gráfico da Figura 25 uma leve distribuição assimétrica positiva no desempenho dos estudantes em Matemática (Grupo de Controle). Além disso, percebe-se que a cauda à direita é mais alongada que a cauda à esquerda.

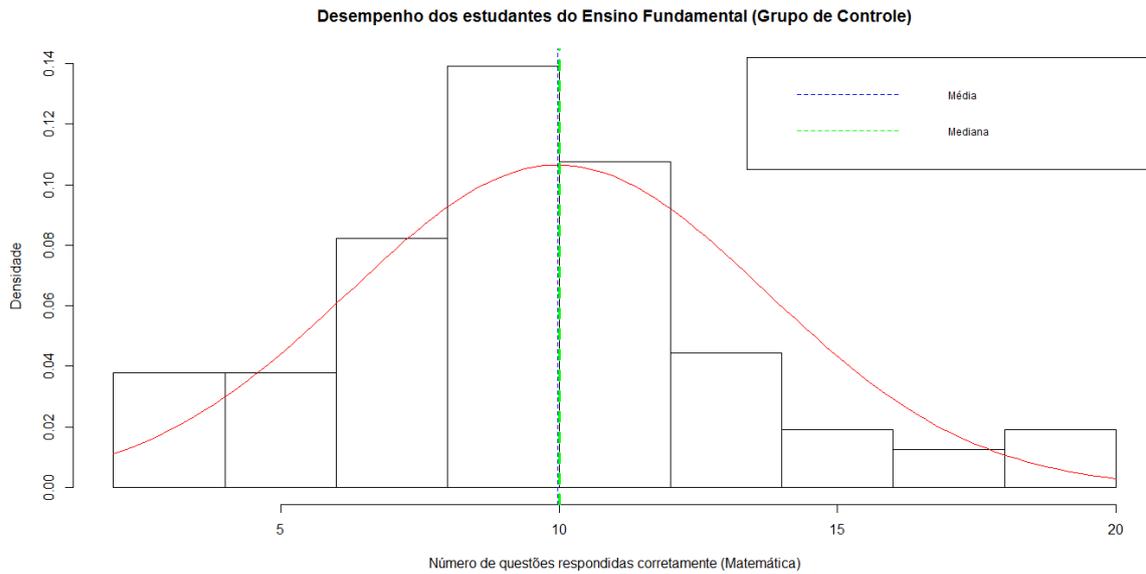


Figura 25 – Desempenho em Matemática (Grupo de Controle).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

No histograma da Figura 26 percebe-se uma pequena distribuição assimétrica positiva no desempenho dos estudantes no domínio de Língua Portuguesa (Grupo Experimental), tendo em vista que a cauda à direita é mais alongada que a cauda à esquerda. Além disso, observa-se que a média é maior que a mediana, pelo o fato de que foi puxada pela cauda maior à direita, conforme pode ser visto no gráfico.

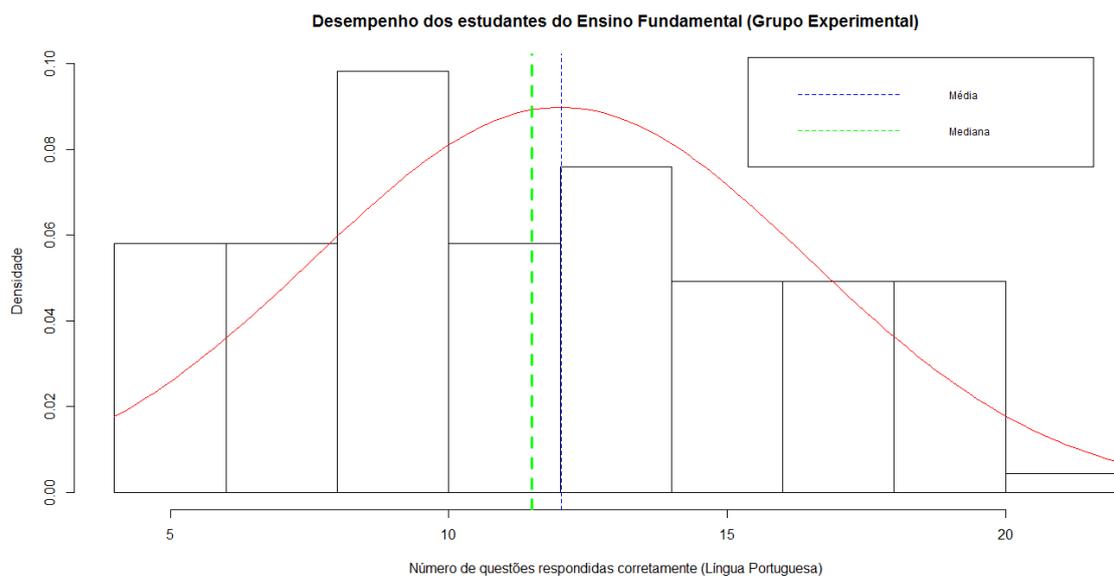


Figura 26 – Desempenho em Língua Portuguesa (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Para o desempenho dos estudantes em Matemática, percebe-se no gráfico da Figura 27 que existe uma distribuição assimétrica positiva maior. Nota-se que a cauda à direita é visivelmente mais alongada que a cauda à esquerda.

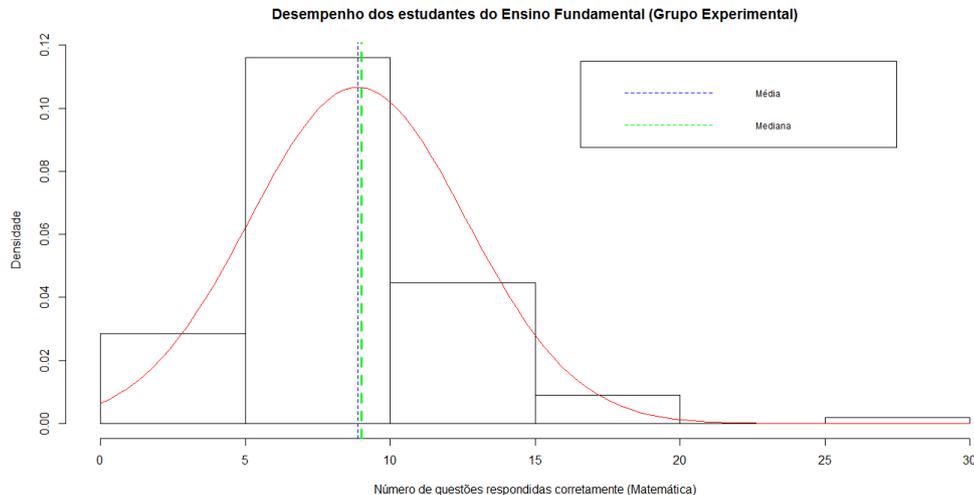


Figura 27 – Desempenho em Matemática (Grupo Experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Diante disso, para validar as hipóteses foi aplicado o teste não paramétrico de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, utilizado para comparar os dois grupos não pareados. Para o desempenho dos estudantes no domínio de Língua Portuguesa, o teste de Wilcoxon mostrou um p-Valor igual a 0.209, neste caso, o valor identificado é superior ao nível de significância de $\alpha = 0.05$. Diante disso, aceitamos a hipótese nula ($H3-0$) de que o desempenho de aprendizagem no domínio de Língua Portuguesa entre os estudantes que não utilizaram a Plataforma MeuTutor é igual ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma MeuTutor. Com relação ao desempenho dos estudantes em Matemática o teste de Wilcoxon apresentou um p-Valor igual a 0.02015, ou seja, um valor inferior a 5%. Neste caso, rejeitamos a hipótese nula ($H4-0$) e aceitamos a hipótese alternativa ($H4-1$: o desempenho de aprendizagem no domínio de Matemática entre os estudantes que utilizaram a Plataforma MeuTutor é diferente ao desempenho dos estudantes que utilizaram a plataforma).

Questão de Pesquisa 3: Como podemos avaliar o impacto dos elementos de gamificação presentes na plataforma MeuTutor no desempenho da aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática?

Essa questão de pesquisa visa analisar o impacto dos elementos de gamificação (troféus, níveis, pontos e *rankings*) presentes na plataforma MeuTutor, no desempenho de

aprendizagem dos estudantes do grupo experimental nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática. Para isso, foram criadas as seguintes hipóteses:

- **H5-0:** O elemento de gamificação “troféu” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H5-1:** O elemento de gamificação “troféu” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H6-0:** O elemento de gamificação “*ranking*” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H6-1:** O elemento de gamificação “*ranking*” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H7-0:** O elemento de gamificação “pontos” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H7-1:** O elemento de gamificação “pontos” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H8-0:** O elemento de gamificação “nível” presente na plataforma MeuTutor **não aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.
- **H8-1:** O elemento de gamificação “nível” presente na plataforma MeuTutor **aumenta** o desempenho de aprendizagem dos estudantes.

Para responder essa questão de pesquisa, inicialmente foi sumarizado o número de questões respondidas corretamente no pós-teste nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática e os elementos de gamificação conquistados pelos estudantes no período de interação com a Plataforma MeuTutor, em seguida, foi aplicado modelo de regressão beta para analisar o impacto de aprendizagem com o uso do STI gamificado. A Tabela 25 mostra um resumo dos dados.

Tabela 25 – Desempenho dos estudantes (domínios e elementos de gamificação).

	Domínios		Elementos de Gamificação			
	Língua Portuguesa	Matemática	Nível	Pontos	Troféus	Ranking
Mínimo	4	2	0	0	0	1
1º quartil	9	6	1	164.2	0	11
Mediana	11.50	9	2	752	3	20
Média	12.02	8.88	2.60	1493.5	2.71	22.43
3º quartil	15	11	3	1862.2	5	32.25
Máximo	21	26	10	14527	6	56
Desvio Padrão	4.44	3.74	2.04	2285.03	2.10	14.67

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Observa-se nos histogramas da Figura 28 que existe uma assimetria na distribuição dos dados referente aos elementos de gamificação “nível”, “pontos”, “troféus” e “ranking”. Neste caso, nota-se graficamente que os dados não são paramétricos. Porém, para validar nossas hipóteses, aplicou-se o modelo de regressão beta, conforme os modelos estatísticos estimados na subseção 5.4. Com base nos modelos estimados, o elemento de gamificação “troféu” apresentou melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes ($p\text{-Valor} \leq 0.1$), tanto em Língua Portuguesa quanto em Matemática, para ambos os gêneros. Entretanto, para os estudantes do gênero masculino o aumento no desempenho em Língua Portuguesa foi de 49.18% e 22.14% para os estudantes do gênero feminino. No domínio de Língua Portuguesa, foi constatado um aumento de 2.1% e em Matemática, 3.0%, a cada troféu conquistado pelo o estudante. Diante disto, rejeitamos a hipótese nula ($H5-0$) e aceitamos a hipótese alternativa ($H5-1$: o elemento de gamificação “troféu” presente na plataforma MeuTutor aumenta o desempenho de aprendizagem dos estudantes).

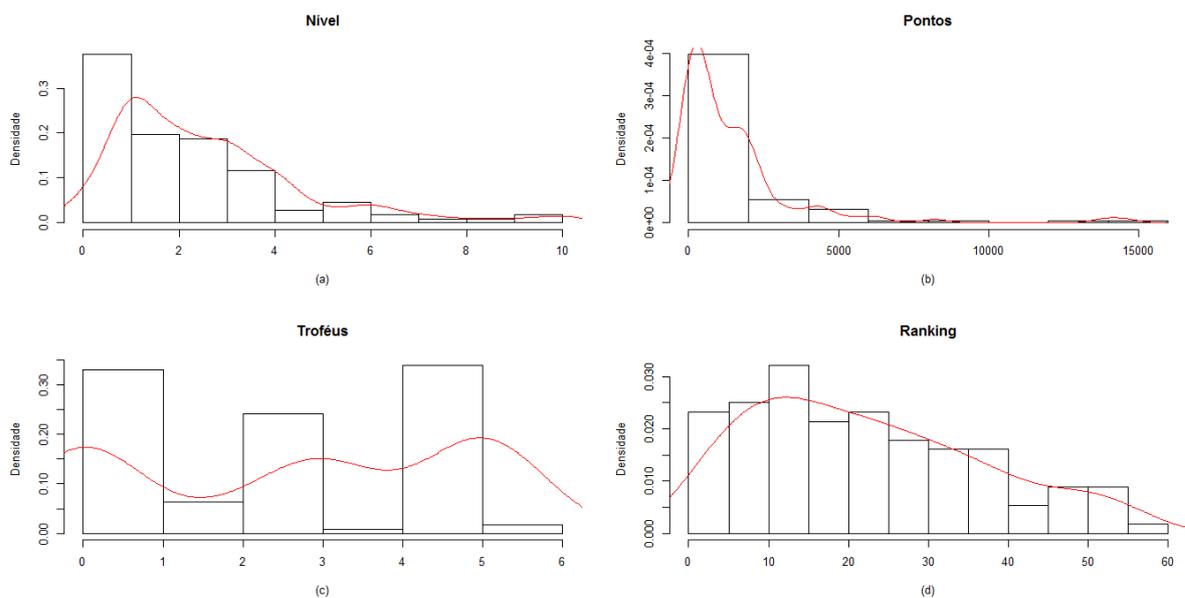


Figura 28 – Histogramas dos elementos de gamificação: nível, pontos, troféus e *ranking*.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Além disso, com um nível de significância de 5%, o elemento de gamificação “*ranking*” não impactou o desempenho de aprendizagem dos estudantes ($p\text{-Valor} = 0.889$), conforme pode ser visto na Tabela 28. Com base nesse resultado, aceitamos a hipótese ($H6-0$: O elemento de gamificação “*ranking*” presente na plataforma MeuTutor não aumenta o desempenho de aprendizagem dos estudantes) e rejeitamos a hipótese alternativa ($H6-1$). Além disso, outro resultado não significativo foi constatado para o elemento de gamificação

“pontos”, com um p -valor = 0.976 não apresentou evidência de melhoria na aprendizagem dos estudantes, conforme mostra a Tabela 27. Diante disto, aceitamos a hipótese nula (H7-0) e rejeitamos a hipótese alternativa (H7-1). Por último, o elemento de gamificação “nível” apresentou evidência de melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes (p -Valor = 0.016). Neste caso, rejeitamos a hipótese nula (H8-0) e aceitamos a hipótese alternativa (H8-1: O elemento de gamificação “nível” presente na plataforma MeuTutor aumenta o desempenho de aprendizagem dos estudantes).

5.4 Sumarização e Modelos Propostos

Esta subseção tem como objetivo apresentar os resultados com base no modelo de regressão beta. A distribuição beta é tipicamente usada para modelar variáveis aleatórias que se distribuem de forma contínua no (0,1), tais como taxas, porcentagens e escores. A densidade beta é flexível podendo assumir diversas formas dependendo da combinação de valores de seus parâmetros. Nesta subseção, descrevemos todos os modelos estimados utilizando a linguagem de programação matricial Ox¹⁰. Na Tabela 26 apresentaremos as estimativas dos parâmetros e p -Valores para os modelos do grupo tratamento. A primeira questão investiga se existem diferenças significativas no desempenho de aprendizagem nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática entre os alunos do ensino fundamental, com e sem o uso da Plataforma MeuTutor.

Conforme podemos analisar as estimativas dos parâmetros e p -Valores para os modelos considerando o grupo TRATAMENTO: primeira etapa sem a plataforma MeuTutor e segunda etapa com a plataforma MeuTutor na Tabela 26. A variável “Tecnico” apresenta um p -Valor = 0.026 para o domínio de Língua Portuguesa, com um nível de 5% de significância. Assim, o resultado apresentado mostra que há evidências de melhoria na aprendizagem com o uso da Plataforma MeuTutor para a disciplina de língua portuguesa.

¹⁰ Ox - disponível em: <http://www.doornik.com>

Tabela 26 – Estimativas dos parâmetros e p-Valores para os modelos considerando o grupo TRATAMENTO: Primeira etapa sem a plataforma MeuTutor e segunda etapa com a plataforma MeuTutor.

Modelos	Matemática						Português					
Parâmetro	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
Descrição	Constante	Técnico	Gênero	Idade	Série	Área	Constante	Técnico	Gênero	Idade	Série	Área
Estimativas	-0.09	0.20	-0.20	-0.06	0.26	0.22	1.22	0.18	0.06	-0.16	0.88	0.28
P-valores	0.810	0.007	0.012	0.008	0.007	0.005	0.005	0.026	0.510	0.000	0.000	0.000

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

É importante notar que, na Tabela 26, quase todas as covariada são significantes ao nível de 5%, a não ser a variável “Gênero” para o modelo de performance em português. Neste caso, podemos dizer que não existe diferença significativa entre os gêneros feminino e masculino quanto ao desempenho em Língua Portuguesa, considerando todo o grupo TRATAMENTO, com e sem plataforma MeuTutor. A variável “Tecnico” da Tabela 26 apresenta um p-Valor = 0.007 para o domínio de Matemática, com nível de 5% de significância. Neste caso, o resultado apresentado mostra evidências de melhoria na aprendizagem com o uso da Plataforma MeuTutor. No entanto, é notável como o desempenho em matemática dos estudantes do gênero masculino é superior ao desempenho do gênero feminino. De fato, a diferença é de $(1 - \exp(-0.20)) \times 100\% = 18.13\%$. Finalmente, os componentes sistemáticos de ambos os modelos podem ser representados pelas expressões matemáticas abaixo:

$$\hat{y}_{mat_i} = \frac{\exp\{-0.21Genero_i - 0.06Idade_i + 0.26Serie_i + 0.22Area_i + 0.20Tecno_i\}}{1 + \exp\{-0.21Genero_i - 0.06Idade_i + 0.26Serie_i + 0.22Area_i + 0.20Tecno_i\}}$$

$$\hat{y}_{port_i} = \frac{\exp\{1.22 - 0.16Idade_i + 0.88Serie_i + 0.28Area_i + 0.18Tecno_i\}}{1 + \exp\{1.22 - 0.16Idade_i + 0.88Serie_i + 0.28Area_i + 0.18Tecno_i\}}$$

Contudo, precisamos testar se os modelos estimados com base nos dados estão adequados. Para isso, podemos verificar com base na análise de resíduos, conforme descrito na análise de diagnóstico (ver Apêndice B). A Figura 29 apresenta o gráfico de resíduos e o gráfico de probabilidade normal com envelope simulado para o modelo de desempenho em

Matemática e na Figura 30 para o modelo de desempenho em Língua Portuguesa do grupo TRATAMENTO (grupo experimental) com e sem o STI gamificado (MeuTutor).

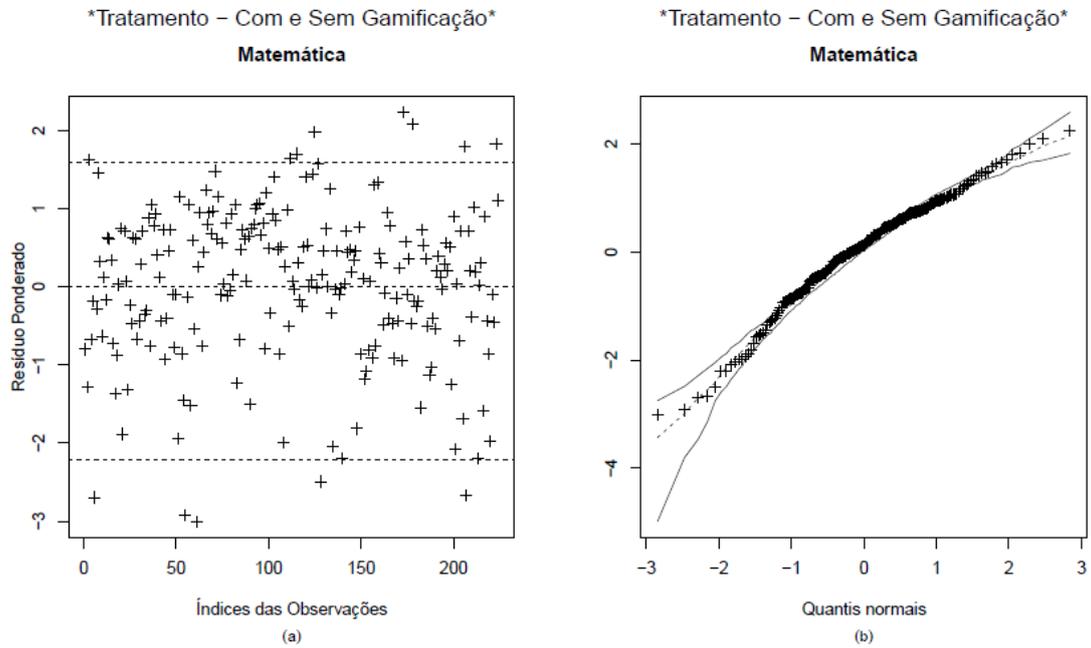


Figura 29 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Matemática.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

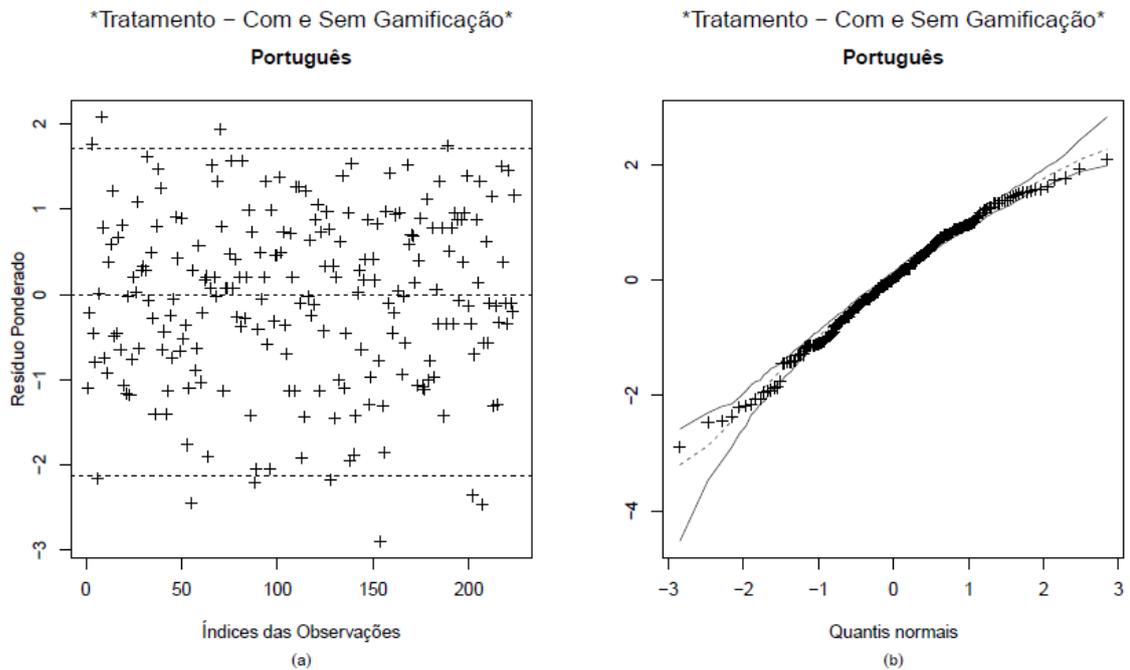


Figura 30 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Língua Portuguesa.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Assim, podemos observar nos gráficos de resíduos (a), das Figuras 29 e 30 que os resíduos estão distribuídos aleatoriamente em torno do zero. Isso mostra que está especificado corretamente. O mesmo pode ser visto no gráfico de probabilidade normal com envelope simulado (b), onde os resíduos estão aleatoriamente distribuídos dentro das bandas do envelope para os modelos de desempenho tanto em Matemática quanto em Língua Portuguesa.

Para o domínio de Língua Portuguesa, a variável “Genero” apresentada na Tabela 26 mostra um p-Valor = 0.510, com nível de 5% de significância. Neste caso, o resultado apresentado mostra evidências de melhoria para ambos os gêneros, no domínio de Língua Portuguesa, com o uso da Plataforma MeuTutor. De fato, com um p-valor = 0.012, os estudantes do gênero masculino obtiveram em Matemática um desempenho superior em 18.13% com relação aos estudantes do gênero feminino. Além disso, podemos observar o impacto dos elementos de gamificação no desempenho dos estudantes com o uso da Plataforma MeuTutor.

Os modelos estatísticos estimados mostram ao nível de 0.1 de significância, que há evidências de melhoria na aprendizagem no domínio de Língua Portuguesa para ambos os gêneros. Para os estudantes do gênero masculino o ganho no desempenho em Língua Portuguesa foi de 49.18% e para o gênero feminino, 22.14%. Além disso, foi constatado que a cada troféu conquistado a mais pelo o estudante, aumenta seu desempenho em 2.1% no domínio de Língua Portuguesa, e 3.0% em Matemática. Enquanto que, conforme mostrado na Tabela 27, com nível de significância de 5%, o elemento de gamificação “pontos” presente na Plataforma MeuTutor não apresentou evidência de melhoria na aprendizagem dos estudantes, com um p-Valor = 0.976. Vale ressaltar que, para o uso dos elementos de gamificação, presente na plataforma MeuTutor, o modelo final é denotado por:

$$\hat{y}_{mat_i} = \frac{\exp\{3.712 + 0.02Nivel_i + 0.102Genero_i + 0.072Idade_i + 0.174Metodo2_i - 1.33\sqrt{QuestMatInCorr_i} - 0.113Inse4_i\}}{1 + \exp\{3.712 + 0.02Nivel_i + 0.102Genero_i + 0.072Idade_i + 0.174Metodo2_i - 1.33\sqrt{QuestMatInCorr_i} - 0.113Inse4_i\}}$$

$$\hat{y}_{port_i} = \frac{\exp\{3.135 + 0.005Nivel_i + 0.046Genero_i + 0.099Idade_i + 0.049Metodo2_i - 1.115\sqrt{QuestPortInCorr_i} - 0.099Inse4_i\}}{1 + \exp\{3.135 + 0.005Nivel_i + 0.046Genero_i + 0.099Idade_i + 0.049Metodo2_i - 1.115\sqrt{QuestPortInCorr_i} - 0.099Inse4_i\}}$$

Na Tabela 27 a única covariada significativa ao nível de 5% do ponto de vista do perfil socioeconômico da família do aluno é “Inse5”, a variável “Zona” não mostrou-se significativa, talvez pela maioria dos alunos pertencerem a área rural e não haver na área

urbana nenhum aluno que se diferenciava tanto do perfil dos alunos da área rural, ao ponto de tornar essa covariada significativa.

Tabela 27 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com Pontos.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	0.379	0.000
Pontos	0.000	0.976
Genero	0.103	0.001
Idade	0.071	0.000
sqrt(QuestMatInCorr)	-1.326	0.000
Metodo2	0.199	0.000
Inse5	0.110	0.001
Zona	-0.008	0.790

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Com relação ao elemento de gamificação “nível”, a análise estatística apresentou evidências de melhoria no desempenho dos estudantes com o uso da plataforma MeuTutor, ao nível de 5% de significância, o resultado mostrou um p-Valor = 0.016, conforme mostrado na Tabela 28. Por último, foi analisado o elemento de gamificação “*ranking*”, conforme mostra a Tabela 29 não impactou no desempenho de aprendizagem dos estudantes com o uso da plataforma MeuTutor, resultando em um p-Valor = 0.889, um valor maior que 5%.

Tabela 28 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com Nível.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	3.475	0.000
Nivel	0.020	0.016
Genero	0.102	0.001
Idade	0.072	0.000
Metodo2	0.174	0.000
sqrt(QuestMatInCorr)	-1.331	0.000
Inse4	-0.113	0.005
Zona	-0.011	0.727

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Quanto à covariada Inse4, observa-se na Tabela 28 que seu coeficiente negativo -0.113 implica que o fato da família do aluno pertencer à classe C2 (CCEB, 2015), em que a renda familiar é uma das mais baixas; pouco menos de mil e quinhentos reais, afeta negativamente seu desempenho em Matemática. De fato, alunos pertencentes a esta classe social tem

desempenho em matemática $(1 - \exp(-0.113)) \times 100\% = 11\%$ inferior que os alunos pertencentes a todas as outras classes sociais com renda familiar superior.

Tabela 29 – Desempenho em Matemática (TRATAMENTO). Modelo com *Ranking*.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	3.523	0.000
Ranking	-0.000	0.889
Genero	0.102	0.001
Idade	0.073	0.000
sqrt(QuestMatInCorr)	-1.365	0.000
Metodo2	0.224	0.000
Inse5	0.094	0.004
Zona	-0.001	0.987

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Nota-se com base nas três tabelas apresentadas que apenas a única covariada relacionada à plataforma MeuTutor que mostrou-se relevante na explicação do desempenho de aprendizagem dos estudantes em Matemática foi “Nível”, fora os modelos que considera “Troféus”, conforme pode ser visto nas Tabelas 33 e 34. Finalmente, tem-se que quanto maior o nível do aluno na plataforma MeuTutor, melhor é o seu desempenho em Matemática (coeficiente positivo).

Para o desempenho em Língua Portuguesa, observa-se nas próximas tabelas as estimativas e *p*-valores para os modelos relacionados aos elementos de gamificação: pontos, *ranking* e nível. A priori, na Tabela 30, mostra o desempenho em Língua Portuguesa para os estudante do grupo experimental, que neste caso, utilizaram a plataforma MeuTutor gamificada.

Tabela 30 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com Pontos.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	3.712	0.000
Pontos	0.000	0.328
Genero	0.056	0.012
Idade	0.041	0.000
Metodo2	0.142	0.000
log(QuestPortInCorr+0.01)	-1.768	0.000
Zona	-0.023	0.316
Inse4	-0.044	0.119

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Na Tabela 31 é apresentado o desempenho de aprendizagem em Língua Portuguesa para os estudantes com o uso da plataforma MeuTutor gamificada para o modelo com *Ranking*.

Tabela 31 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com *Ranking*.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	3.706	0.000
Ranking	-0.000	0.630
Genero	0.059	0.009
Idade	0.042	0.000
Metodo2	0.152	0.000
log(QuestPortInCorr+0.01)	-1.773	0.000
Zona	-0.022	0.337
Inse4	-0.039	0.159

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

A Tabela 32 mostra o desempenho em Língua Portuguesa para os estudantes com o uso da plataforma MeuTutor gamificada para o modelo com *Nível*.

Tabela 32 – Desempenho em Português (TRATAMENTO). Modelo com *Nível*.

Covariadas	Estimativa	p-Valor
Intercepto	3.135	0.000
Nível	0.005	0.053
Genero	0.046	0.005
Idade	0.099	0.000
Metodo2	0.049	0.000
log(QuestPortInCorr+0.01)	-1.115	0.000
Zona	-0.013	0.155
Inse4	-0.099	0.000

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Nas próximas tabelas apresentamos outros seis modelos estimados, os quais consideram apenas covariada que se mostraram significantes pelo menos ao nível de 10%, isto é $p - Valor \leq 0.1$. Com base nestas tabelas notamos que o uso da plataforma MeuTutor, avaliado pelo coeficiente da covariada “Tecno” melhora o desempenho dos alunos em português tanto para os alunos dos gêneros femininos quanto para masculinos.

Tabela 33 – Modelos estimados para desempenho em Língua Portuguesa.

Modelos	Preditor Linear Estimado
	Português
Masculino Geral	$0.40IDTecno - 0.09Idade + 0.31Zona + 0.41Serie + 0.55Metodo2 + 0.21Inse5$
Feminino Geral	$0.22Tecno - 0.07Idade + 0.90Serie + 0.29Area$
MeuTutor Com Gamificação	$3.69 - 0.05Genero - 0.03Idade + 0.02Trofeus + 0.10Metodo2 - 1.72\log(QuestPortInCorr + 0.01)$ (-0.05Genero; $P_{value} = 0.83$) Não significativo.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Para os alunos do sexo masculino o ganho no desempenho de aprendizagem em Língua Portuguesa foi de $(\exp(0.40) - 1.0) \times 100\% = 49.18\%$ e para o gênero feminino, $(\exp(0.20) - 1.0) \times 100\% = 22.14\%$. Conforme podemos observar nas Figuras 31 e 32, os gráficos de resíduos (a) e de probabilidade normal com envelope simulado (b) comprovam que os modelos estão adequados para o desempenho em português com e sem gamificação dos alunos de ambos os gêneros.

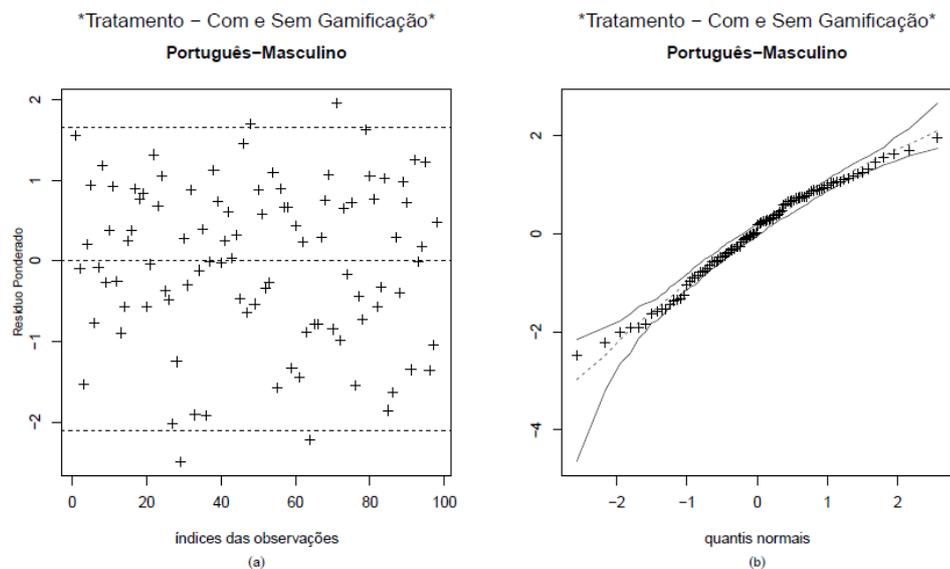


Figura 31 – Gráfico de resíduos (a) e gráfico de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Língua Portuguesa (gênero masculino).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

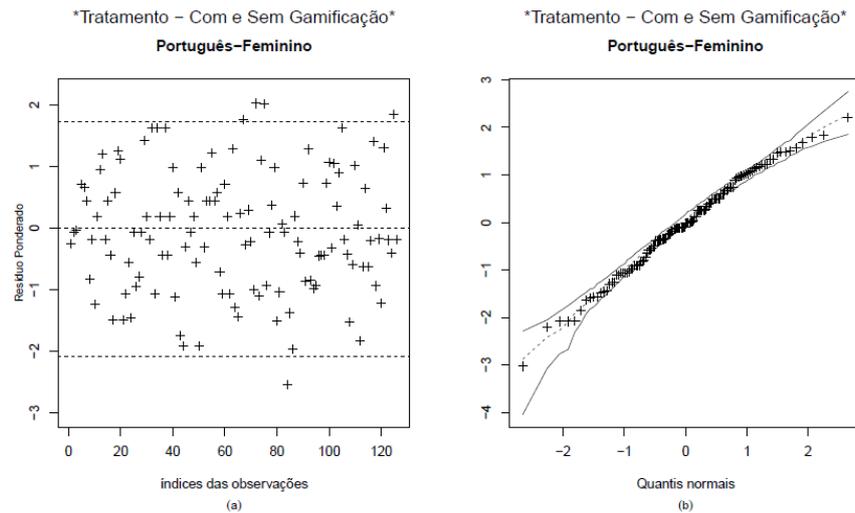


Figura 32 – Gráfico de resíduos (a) e gráfico de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Português (gênero feminino).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Para o caso do uso da gamificação quanto maior a quantidade de troféus melhor o desempenho do aluno, tanto em Matemática quanto em Língua Portuguesa, tal que a cada 1 (um) troféu a mais que o aluno ganha seu desempenho em Língua Portuguesa aumenta em $(\exp(0.020) - 1.0) \times 100\% = 2.1\%$ e em Matemática, 3.0%. A Figura 33 mostra os gráficos de resíduos e de probabilidade normal com envelope simulado para o modelo com gamificação.

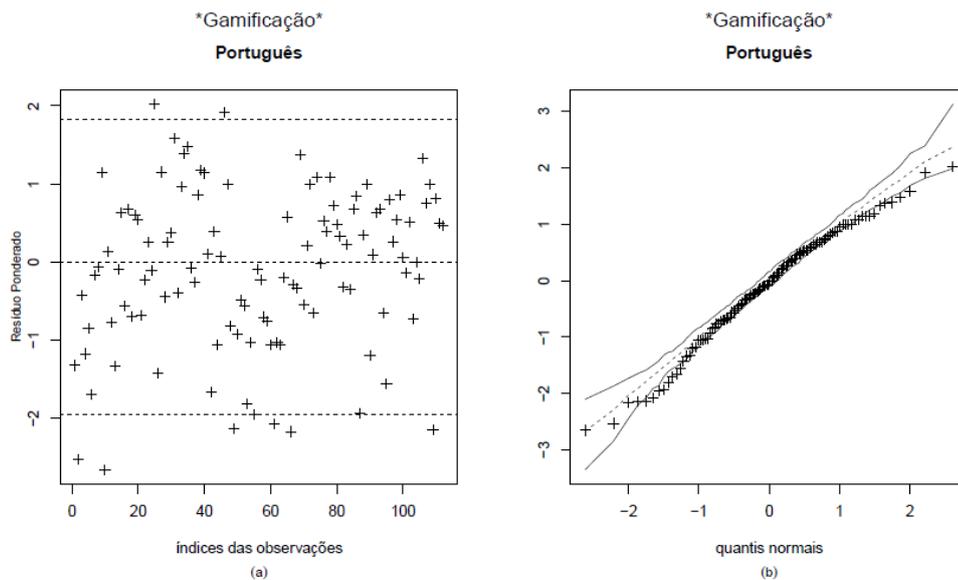


Figura 33 – Gráfico de resíduos (a) e de probabilidade normal com envelope simulado (b) do Modelo para desempenho em Língua Portuguesa (grupo experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Assim como para os outros modelos apresentados anteriormente, observa-se que os resíduos estão distribuídos aleatoriamente em torno do zero e os dados estão adequados, conforme mostra o gráfico de probabilidade normal com envelope simulado, onde os resíduos estão distribuídos dentro das bandas do envelope para o modelo de desempenho em Língua Portuguesa do grupo experimental. Na próxima tabela, são apresentados os modelos estimados para desempenho de aprendizagem no domínio de Matemática.

Tabela 34 – Modelos estimados para desempenho em Matemática.

Modelos	Preditor Linear Estimado
	Matemática
Masculino Geral	$0.22\text{Tecno} - 0.08\text{Idade} + 0.25\text{Serie} + 0.30\text{Inse5}$
Feminino Geral	$0.18\text{Tecno} - 0.06\text{Idade}$
MeuTutor Com Gamificação	$5.1 + 0.02\text{Genero} + 0.03\text{Trofeus} + 0.16\text{Metodo2} - 2.1\log(\text{QuestMatCorrec})$ (0.02Genero; $P_{\text{value}} = 0.70$) Não significativo.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Para o desempenho em Matemática, os modelos estimados foram verificados com base nos gráficos de resíduos versus índices das observações, e conforme podemos ver nos gráficos das Figuras 34 e 35, todos os modelos estão especificados corretamente.

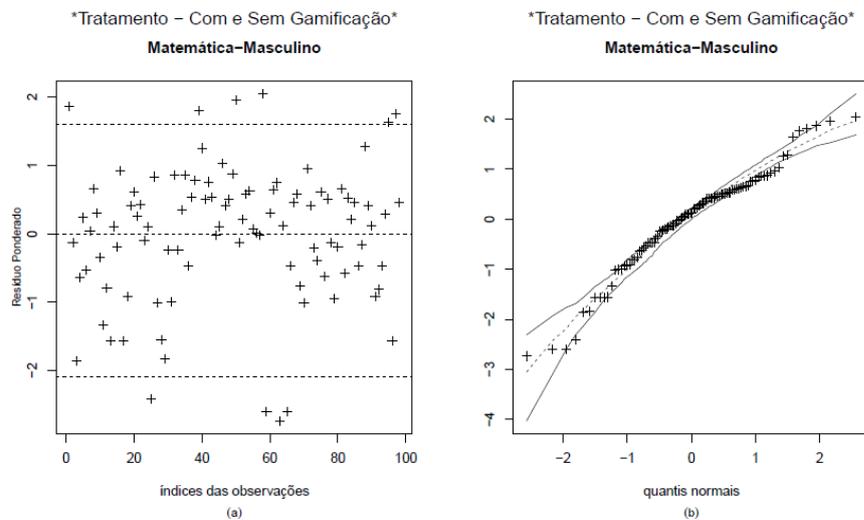


Figura 34 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b) para desempenho em matemática (gênero masculino).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

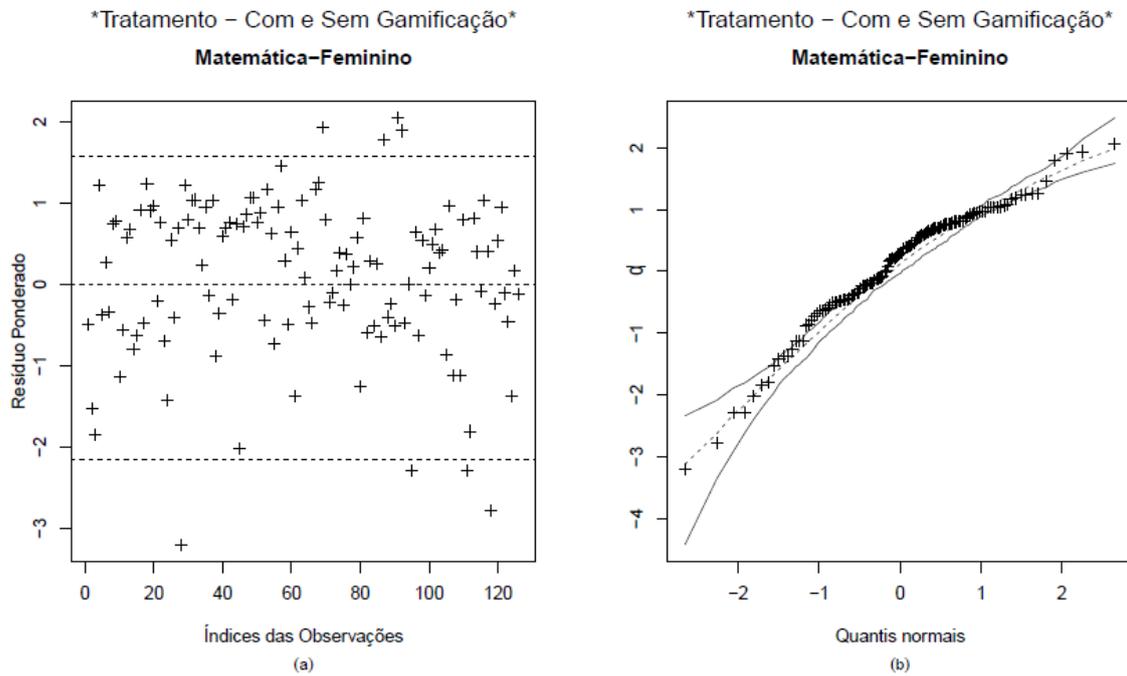


Figura 35 – Gráfico de resíduos (a) e probabilidade normal com envelope simulado (b) para desempenho em matemática (gênero feminino).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

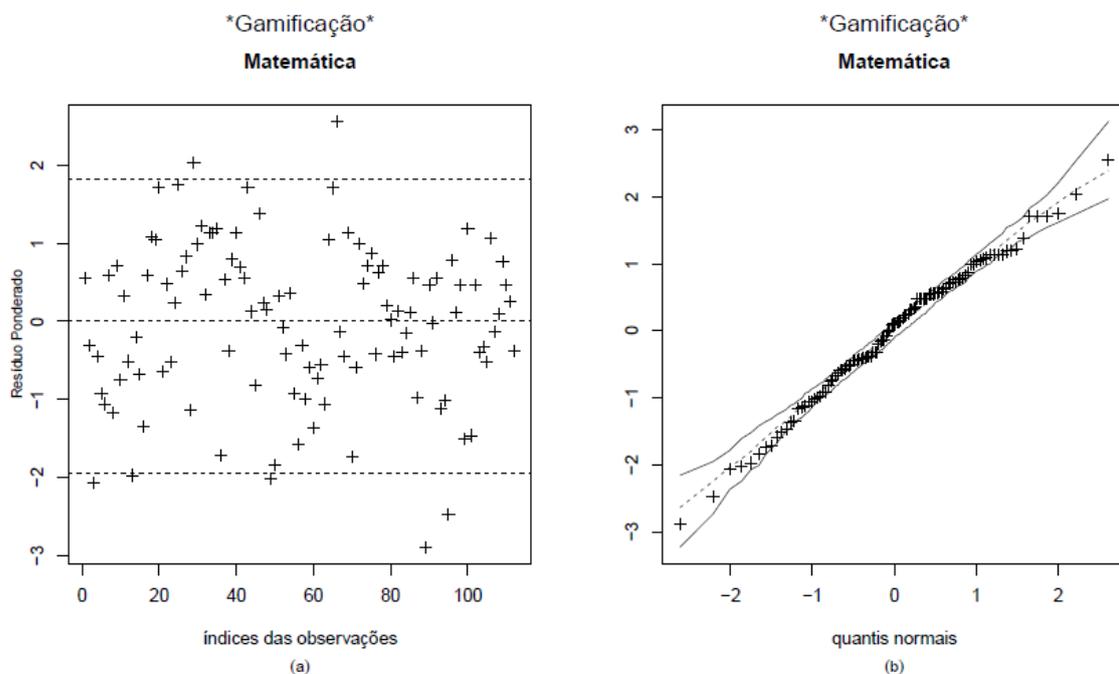


Figura 36 – Gráfico de resíduos (a) e de probabilidade normal com envelope simulado (b). Modelo para desempenho em Matemática (grupo experimental).

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Portanto, verifica-se que os modelos para os gêneros masculino, feminino e do STI gamificado (plataforma MeuTutor), para o desempenho no domínio de Matemática, estão adequados. Nota-se que, em ambos os modelos, os resíduos estão aleatoriamente distribuídos em torno do zero, conforme mostrados nos gráficos de resíduos e distribuídos aleatoriamente dentro das bandas do envelope, conforme apresentados nos gráficos de probabilidade normal com envelope simulado.

5.5 Interpretação dos Modelos

Esta subseção tem como objetivo interpretar os modelos estatísticos estimados na seção anterior. Para isso, observa-se os coeficientes estimados para os modelos sem e com o uso da plataforma MeuTutor na Tabela 26. Vale ressaltar o efeito das covariáveis sobre o desempenho médio no domínio de Língua Portuguesa e Matemática. Assim temos, se a estimativa de um β associado com uma determinada variável é negativa (por exemplo: variável “Idade” $\beta_4 = -0.06$ para o modelo de Matemática e Português $\beta_4 = -0.16$) isso significa que quanto maior for a idade do estudante, menor é o desempenho nos domínios avaliados. De fato, observa-se que temos $(1-\exp(-0.06)) \times 100\% = 5.82\%$ de redução em média no desempenho dos estudantes no domínio de Matemática e $(1-\exp(-0.16)) \times 100\% = 14.79\%$ em Língua Portuguesa, a cada um ano a mais de idade.

Por outro lado, se o β estimado é positivo (por exemplo: na variável “Tecnico” $\beta_2 = 0.20$ para o modelo de Matemática e Português $\beta_2 = 0.18$) evidencia que o uso da plataforma MeuTutor (STI gamificado) aumento o desempenho tanto em Matemática, quanto no domínio de Língua Portuguesa. Assim temos, um aumento no desempenho da aprendizagem dos estudantes com o uso da plataforma MeuTutor, em Matemática de $(\exp(0.20)-1) \times 100\% = 22.14\%$ e $(\exp(0.18)-1) \times 100\% = 19.72\%$ em Língua Portuguesa. De acordo com Espinheira et al., (2015) a aplicação dessa fórmula ocorre porque usamos como função de ligação o logaritmo, então para obter a interpretação das estimativas dos coeficientes da regressão aplicamos a função inversa, neste caso, a exponencial. Se o resultado for menor que “1”, como ocorreu na variável “Idade” do primeiro exemplo, então subtraímos: “1” – (menos) essa exponencial, e depois multiplicamos por 100 para transformar em um percentual. Caso contrário, se o valor for positivo, então aplicamos a exponencial menos “1” e multiplicamos por 100, conforme mostrado no exemplo da variável “Tecnico”. Finalmente, para estimar ou prever novas observações basta aplicar as expressões matemáticas definidas anteriormente (seção 5.4), neste caso, precisa apenas substituir os valores das covariada.

5.6 Análise Qualitativa

Como já mencionado no capítulo 4, a aplicação da análise qualitativa é de fundamental importância para compreender melhor o cenário investigado e para complementar os resultados apresentados através da abordagem quantitativa. Esta subseção tem como objetivo apresentar as boas e más práticas pedagógicas extraídas com o uso de um STI gamificado, no contexto da educação básica, com base nos resultados da análise quantitativa e das anotações realizadas durante o período de observação *in loco* através da abordagem de pesquisa etnográfica. Para o tratamento dos dados coletados durante o experimento, faz-se necessário a aplicação de uma técnica de análise qualitativa dos dados. Neste caso, foi utilizado o *Framework Analysis* como abordagem de análise qualitativa.

Vale ressaltar, que o *Framework Analysis* é um processo analítico, que envolve cinco etapas (1 – familiarização, 2 – identificação de um *framework* temático, 3 – indexação, 4 – *Charting* e 5 – mapeamento e interpretação), conforme já elucidada cada uma das fases anteriormente (capítulo 4). No entanto, a partir desse ponto em diante, apresentaremos os resultados obtidos em cada das etapas do *Framework Analysis*.

Etapa 1: Familiarização

Nesta primeira a fase, a familiarização deu-se a partir da observação *in loco* durante a execução do experimento controlado. Para isso, realizamos um estudo empírico no período de abril a dezembro do ano de 2015, com 4 (quatro) escolas da educação básica, sendo que, em cada escola foram selecionadas randomicamente 2 (duas) turmas. Sendo, uma turma do 5º ano, série final do ensino fundamental I e outra turma do 9º ano, série final do ensino fundamental II, totalizando assim, 8 (oito) turmas, divididas em 2 (dois) grupos, denominados: um grupo de controle (N=79) e outro grupo experimental (N=112).

As 4 (quatro) escolas selecionadas randomicamente foram: (1) Escola Municipal de Educação Básica José dos Santos Nunes, (2) Escola Municipal de Educação Básica Professora Maria Queiroz Ferro, (3) Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre José dos Santos Mousinho, e (4) Escola Municipal de Educação Básica Padre Anchieta. Assim, as escolas 1 e 2, estão localizadas na zona urbana e foram incluídas no grupo experimental. Neste cenário, os professores e alunos das escolas supracitadas utilizaram a Plataforma MeuTutor – um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, nos processos de ensino e aprendizagem, no domínio de Língua Portuguesa, com ênfase em leitura e interpretação de textos, e Matemática, com foco na resolução de problemas.

Enquanto que, o grupo de controle foi composto pelas as escolas 3 e 4, localizadas na zona rural do município de São Sebastião/AL. Neste cenário, os professores e alunos não tiveram acesso ao STI gamificado (MeuTutor), nos processos de ensino-aprendizagem nos domínios especificados durante a realização do estudo empírico. No total, participaram 191 alunos matriculados na rede pública da educação básica, do município de São Sebastião, localizado na região agreste do Estado de Alagoas, aproximadamente 135 km de distância da capital alagoana (Maceió). Desse total, 104 (54,45%) são do gênero feminino e 87 (45,55%) masculino, com faixa etária entre 9 e 21 anos (média = 13,8 e um desvio padrão = 2,01).

Além disso, participaram do experimento 12 (doze) professores da educação básica, da rede de ensino pública municipal. Contudo, é importante ressaltar que no presente estudo, não coletamos dados sobre os professores. No entanto, partimos do pressuposto que cada professor possui formação específica na área e/ou domínio do conhecimento que leciona. Sendo assim, participaram do experimento professores do Ensino Fundamental I e II. No ensino fundamental I, temos 1 (um) professor polivalente para cada ano da educação básica. Neste cenário, participaram 4 (quatro) professores polivalentes do 5º ano, ano final do ensino fundamental I, sendo que, 2 professores, fizeram parte do grupo experimental e outros 2 no grupo de controle, esses professores lecionam todas as disciplinas da matriz curricular. No ensino fundamental II, temos 1 (um) professor para cada domínio do conhecimento (disciplina). Assim, no 9º ano, ano final do ensino fundamental II, participaram 8 (oito) professores, sendo 4 (quatro) professores da disciplina de Língua Portuguesa e 4 (quatro) da disciplina de Matemática.

As escolas participantes do presente estudo empírico, pertencem à rede de ensino público municipal, e oferecem todos os anos do ensino fundamental I e II, ou seja, do 1º ano ao 9º ano. Além disso, todas as escolas possuem laboratórios de informática e conexão com a *Internet*. Porém, devido à falta de manutenção preventiva e corretiva dos computadores do laboratório de informática, constatamos em alguns momentos, dificuldades no uso para fins didáticos-pedagógico com a utilização da plataforma MeuTutor. A baixa velocidade da conexão com *Internet* é outro fator que contribuiu para o uso limitado do STI gamificado nos processos de ensino e de aprendizagem nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, no laboratório de informática. Além disso, as escolas localizadas na zona rural possuem algumas limitações com relação à infraestrutura dos laboratórios de informática e acesso à rede mundial de computadores – a *Internet*, tais como, espaço físico reduzido, computadores com defeitos e baixa velocidade da conexão com *Internet*. Nessas escolas, a utilização dos

computadores e acesso à *Internet*, muitas vezes, ficam limitados apenas aos professores, diretores e pessoal da secretaria.

Etapa 2: Identificação de um *framework* temático

Na segunda etapa, foram identificados conceitos e temas. Os temas identificados no estudo empírico constroem agora a base do *framework* temático e que, posteriormente, serão filtrados e classificados. Na Tabela 35 apresentamos os principais temas identificados. Este *framework* temático será desenvolvido e refinado durante as fases subsequentes, que de acordo com Ritchie e Spencer (1994), para esse refinamento, o pesquisador procura por conceituações que encapsulam e representam a diversidade da experiência, atitude e circunstância.

Tabela 35 – Identificação dos temas.

Temas
1. Uso do STI gamificado pelos alunos
2. Uso do STI gamificado pelos professores
3. Componentes motivacionais
4. Suporte ao processo de ensino e de aprendizagem

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Após a identificação dos temas, aplicou-se um filtro com base nas anotações do presente estudo empírico e da análise quantitativa para extrair dados relevantes dentro de cada temática observada. Os resultados desse filtro podem ser visto na Tabela 36 que mostra em cada temática, um recorte com as constatações extraídas da análise quantitativa e qualitativa. Além disso, a partir dessas constatações, foram extraídas as boas e más práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado aplicado nos processos de ensino e de aprendizagem no contexto do ensino fundamental I e II.

Etapa 3: Indexação

Nesta terceira etapa, é importante destacar que a escolha pelo *Framework Analysis* tem como respaldo a sua importância para analisar valores, crenças, práticas, atitudes e opiniões, através dos dados coletados. A Tabela 37 apresenta as categorias com suas respectivas práticas extraídas a partir das abordagens de análises quantitativa e qualitativa, com foco em cada tema. Assim, com relação à temática de uso do STI gamificado pelos alunos, as categorias “melhor desempenho na aprendizagem (C1)” e “baixo desempenho na

aprendizagem (C2)” agrupa as boas e más práticas relacionadas ao desempenho de aprendizagem dos estudantes nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.

A categoria “interação com os recursos (C3)” está associada ao uso do STI gamificado pelos professores. Enquanto, as categorias “elementos de gamificação (C4)” e “engajamento (C5)” está relacionada aos componentes motivacionais dentro da plataforma na visão dos estudantes. As categorias, “modelos de intervenção (C6)” e “infraestrutura (C7)” agrupam as boas e más práticas relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem com o uso do STI gamificado (MeuTutor).

Tabela 36 – Constatações extraídas das análises quantitativa e qualitativa.

Temas	Constatações		Categorias
	Análise Quantitativa	Análise Qualitativa	
1. Uso de STI gamificado pelos estudantes	<p>1AQ1.1. Ao nível de significância de 5%. Constatamos que não existe diferença significativa entre os gêneros feminino e masculino quanto ao desempenho em Língua Portuguesa ($p\text{-Value} = 0.510$).</p> <p>1AQ1.2. Enquanto que, em Matemática, alunos do gênero masculino obtiveram um desempenho de 18.13% superior aos alunos do gênero feminino ($p\text{-Value} = 0.012$).</p> <p>1AQ1.3. Ao nível de significância de $p\text{-Value} \leq 0.1$, o uso do STI gamificado apresentou evidências de melhoria na aprendizagem em Língua Portuguesa para ambos os gêneros, com aumento de 49.18% para o gênero masculino e 22.14% feminino.</p> <p>1AQ1.4. Para matemática, o desempenho na melhoria da aprendizagem foi de 24.61% para os alunos do gênero masculino e 19.72% para gênero feminino ($p\text{-Value} \leq 0.1$).</p>	<p>1AQL.1. Os alunos do grupo experimental utilizaram o STI gamificado, para estudar os conteúdos das disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, em média 2 (duas) vezes por semana, com duração de 1 (uma) hora/aula cada, no laboratório de informática da própria escola.</p> <p>1AQL.2. No laboratório de informática, observamos que alguns alunos com habilidades já adquiridas em determinados assuntos nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática atuaram como tutores voluntários ajudando outros colegas na resolução de problemas com o uso do STI gamificado.</p> <p>1AQL.3. Em alguns momentos, notamos que, devido à baixa conexão com a <i>Internet</i>, os alunos deixaram de interagir com o STI gamificado no laboratório de informática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor desempenho na aprendizagem (C1). • Baixo desempenho na aprendizagem (C2).

1AQt.5. Com nível de significância de $p - \text{Value} \leq 0.1$. A análise quantitativa constatou um **aumento no desempenho** de 23.37% em **Língua Portuguesa** e 34.99% em **Matemática**, dos alunos do **gênero masculino** onde as famílias tem o menor indicador de nível socioeconômico (INSE5).

1AQt.6. O uso do **STI gamificado** aplicado com estudantes dos anos finais do **ensino fundamental I e II** (5º ano e 9º ano), foi significativa nas disciplinas de **Matemática** ($p\text{-Value} = 0.007$) e **Língua Portuguesa** ($p\text{-Value} = 0.000$).

1AQt.7. A utilização do **STI gamificado** com estudantes das áreas **urbana e rural** mostrou **evidências significantes na aprendizagem** das disciplinas de **Matemática** ($p\text{-Value} = 0.005$) e **Língua Portuguesa** ($p\text{-Value} = 0.000$).

1AQt.8. Com estudantes na faixa etária entre **9 e 21 anos**, o uso do STI gamificado mostrou **evidências significantes na aprendizagem**, tanto na disciplina de **Matemática** ($p\text{-Value} = 0.008$), quanto em **Língua Portuguesa** ($p\text{-Value} = 0.000$).

2AQt.1. Os **professores** interagiram com o **STI gamificado** para **acompanhar** relatórios que mostram os **pontos fortes e fracos** da turma e por aluno, individualmente, para verificar o número de questões respondidas corretas e incorretas.

2. Uso do STI gamificado pelos professores

2AQt.1. A **interação** dos professores com o **STI gamificado** não foi analisado através do método quantitativo.

2AQL.2. O **STI gamificado** foi utilizado pelos **professores** para **configurar planos de aulas** com conteúdos específicos, (questões e vídeos) para **reforçar** a aprendizagem dos estudantes nos domínios de **Língua Portuguesa e Matemática**.

2AQL.3. Os **professores** utilizaram o **STI gamificado** para **elaborar simulados**, como estratégias para **verificar as habilidades cognitivas** dos estudantes nos domínios de **Língua Portuguesa e Matemática**.

2AQL.4. Os **professores** das disciplinas de **Língua Portuguesa e Matemática** fizeram uso do STI gamificado para **criar exercícios** dentro da plataforma adaptativa de forma automática e/ou personalizada com o objetivo de **reforçar a aprendizagem** dos estudantes em determinados assuntos.

2AQL.5. A partir das **interações** com o STI gamificado, os **professores** sugeriram **alterações** na **plataforma adaptativa** para **facilitar** o acompanhamento individual, por aluno e da turma, tais como **exibir** os nomes dos alunos em ordem alfabética, **gerar relatório analítico** da turma e **permitir que o próprio professor possa inserir conteúdos** (questões e vídeos) na plataforma.

Interação com os recursos (C3).

		<p>2AQt.6. Os professores do 9º ano (ensino fundamental II) utilizaram mais o STI gamificado durante o estudo empírico do que os professores do 5º ano (ensino fundamental I), isso porque, muitos alunos do 5º ano, ainda estão em processo de alfabetização e encontram dificuldades nos domínios de Língua Portuguesa (leitura e interpretação de textos) e Matemática (resolução de problemas). Diante disto, notamos falta de engajamento dos professores e alunos do 5º ano, no processo de ensino e de aprendizagem com o uso do STI gamificado.</p>	
<p>3. Componentes motivacionais</p>	<p>3AQt.1. Com um nível de significância de $p - Value \leq 0.1$. A análise mostrou que a cada um 1 troféu conquistado pelo aluno, aumenta o seu desempenho em 2.1% em Língua Portuguesa e 3.0% em Matemática.</p> <p>3AQt.2. Além do elemento de gamificação “troféu”, o “nível” mostrou-se relevante para o desempenho em matemática com $p-Value$ 0.016. A análise constatou que, quanto maior o nível do aluno dentro do STI gamificado, melhor o seu desempenho em Matemática.</p> <p>3AQt.3. Com nível de significância de 5%, foi constatado que o elemento de gamificação “pontos” não mostrou evidências de melhoria na aprendizagem dos estudantes, resultando em um $p-$</p>	<p>3AQt.1. A falta de manutenção preventiva e corretiva dos computadores, o espaço físico e o número reduzido de computadores no laboratório de informática deixaram os alunos entediados e limitou o processo de aprendizagem com o uso do STI gamificado.</p> <p>3AQt.2. Alguns professores promoveram o engajamento dos alunos atribuindo prontos para resolver exercícios e simulados de Língua Portuguesa e Matemática com o uso do STI gamificado.</p> <p>3AQt.3. Em alguns momentos, os estudantes realizaram atividades de Língua Portuguesa e Matemática, em equipe e com ajuda de um tutor voluntário no laboratório de informática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de gamificação (C4). • Engajamento (C5).

	<p>$value = 0.976$.</p> <p>3AQt.4. O elemento de gamificação “<i>ranking</i>” não apresentou melhoria no desempenho dos estudantes, a análise revelou um $p-value = 0.889$.</p>		
4. Suporte ao processo de ensino e de aprendizagem	<p>4AQt.1. Ao nível de significância de $p - Value \leq 0.1$. A aplicação dos modelos de intervenção extraclasse e atividade para casa com o uso do STI gamificado apresentaram evidências de melhoria no desempenho, 10.52% no domínio de Língua Portuguesa, e 17.35% em Matemática.</p>	<p>4AQt.1. A conexão com a <i>Internet</i> dentro da escola foi limitado aos estudantes apenas para acesso no laboratório de informática, em dias e horários previamente agendados pelo professor ou aluno para o uso do STI gamificado nos processos de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.</p> <p>4AQt.2. Em alguns momentos os professores deixaram os alunos interagirem livremente com STI gamificado, ou seja, sem a presença do professor no laboratório de informática. Nestes casos, alguns alunos utilizaram o laboratório para navegar na web e acessar redes sociais.</p> <p>4AQt.3. Durante o estudo empírico, ocorreu indisponibilidade do STI gamificado, devido a problemas técnicos do servidor web, isso impossibilitou o uso e realização de exercícios pelos alunos e o acompanhamento pelos professores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de intervenção (C6). • Infraestrutura (C7).

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Etapa 4: *Charting*

Nesta quarta fase, apresentaremos a extração das categorias e práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado. Para isso, na Tabela 37, construímos uma matriz contendo as práticas pedagógicas e as respectivas categorias. No cabeçalho das colunas, foram adicionadas as categorias, enquanto que, nas linhas da tabela foram inseridas as práticas pedagógicas extraídas com o uso do STI gamificado no contexto da educação básica. Após isso, as práticas foram associadas a uma ou mais categorias, como por exemplo, temos na primeira linha a prática “Aplicar o STI gamificado no processo de ensino e de aprendizagem em Língua Portuguesa e Matemática (BP)” essa prática está associada às categorias “Melhor desempenho na aprendizagem (C1)”, “Elementos de gamificação (C4)” e “Modelos de intervenção (C6)”. Na próxima fase (Etapa 5), explicaremos cada uma das boas e más práticas pedagógicas extraídas com o uso do STI gamificado.

Tabela 37 – Matriz das práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado.

	Melhor desempenho na aprendizagem (C1)	Baixo desempenho na aprendizagem (C2)	Interação com os recursos (C3)	Elementos de Gamificação (C4)	Engajamento (C5)	Modelos de Intervenção (C6)	Infraestrutura (C7)
Aplicar STI gamificado no processo de ensino e aprendizagem em Língua Portuguesa e Matemática (BP).	X			X		X	
Realizar atividade colaborativa com o uso de STI gamificado (BP).	X			X	X	X	
Avaliar o desempenho do estudante exclusivamente com o uso do STI gamificado (MP).			X			X	X
Propor o uso de STI gamificado com o mesmo <i>design</i> de gamificação para estudantes dos gêneros feminino e masculino (MP).		X		X	X		
Utilizar STI gamificado com estudantes do 5º ano ainda em processo de alfabetização (MP).		X	X	X		X	
Configurar planos de aulas para reforçar a aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática (BP).	X		X		X	X	

Elaborar simulados para diagnosticar as habilidades cognitivas dos estudantes (BP).	X		X		X	X	
Criar exercícios de reforço nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática (BP).	X		X		X	X	
Utilizar os recursos do STI gamificado não alinhado com a proposta pedagógica (MP).		X					X
Usar o STI gamificado sem preparar a conectividade da escola (MP).		X					X
Utilizar o elemento de gamificação “troféu” (BP).	X			X	X		
Mostrar o elemento de gamificação “nível” do estudante dentro do STI gamificado (BP).	X			X	X		
Utilizar o elemento de gamificação “pontos” (MP).		X		X			
Mostrar o elemento “ <i>ranking</i> ” dentro do STI gamificado (MP).		X		X			
Realizar exercícios e/ou simulados no laboratório de informática (BP).	X				X	X	
Fazer atividades para casa, com o uso de STI gamificado (BP).	X			X	X	X	

Promover o engajamento dos alunos com o uso do STI gamificado (BP).	X			X	X	X	
Limitar a conexão à <i>Internet</i> dentro da escola para acesso ao STI gamificado (MP).		X					X
Deixar os alunos interagirem livremente com o STI gamificado no laboratório de informática (MP).		X				X	

Nota: BP = Boa prática; MP = Má Prática.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Etapa 5: Mapeamento e interpretação

Nesta quinta e última etapa do *Framework Analysis*, vale ressaltar que os professores utilizaram um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado (denominado MeuTutor), durante um período de 9 (nove) meses, com estudantes do 5º ano e 9º ano, séries/anos finais do ensino fundamental I e II, no domínio de Língua Portuguesa com foco em leitura e interpretação de textos e Matemática com ênfase na resolução de problemas. Neste contexto, conforme mostrado na Tabela 37, foram extraídas com base nas análises quantitativa e qualitativa, 19 práticas pedagógicas com o uso do STI gamificado. Desse total, temos 10 práticas pedagógicas que apresentaram evidências de melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes com o uso de STI gamificado. Neste caso, foram classificadas como “Boas Práticas (BP)” e 9 práticas pedagógicas com o uso do STI gamificado, evidenciaram baixo desempenho na aprendizagem dos estudantes. Diante disto, essas práticas foram classificadas como “Más Práticas (MP)”. Além disso, agrupamos as boas e más práticas pedagógicas com o uso de STI gamificado, em sete categorias: melhor desempenho na aprendizagem (C1), baixo desempenho na aprendizagem (C2), interação com os recursos (C3), elementos de gamificação (C4), engajamento (C5), modelos de intervenção (C6) e infraestrutura (C7). Entretanto, vale ressaltar que uma prática pode está associada a uma ou mais categorias, como mostrado na Tabela 37.

Na categoria C1 foram agrupadas as práticas pedagógicas que apresentaram com base nas análises quantitativa e qualitativa resultados significativos na aprendizagem dos estudantes com o uso do STI gamificado nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática. A categoria C2 mostra as práticas que apresentaram baixo desempenho no processo de aprendizagem dos estudantes do 5º ano e 9º ano, anos finais do ensino fundamental I e II, respectivamente. Na categoria C3, estão associadas às práticas pedagógicas relacionadas às interações dos professores com os recursos disponíveis no STI gamificado, como por exemplo, criação de exercícios, simulados e configuração de planos de aulas dentro da plataforma. A categoria C4 relaciona as práticas pedagógicas referentes aos elementos de gamificação, tais como: *ranking*, pontos, níveis e troféus, presentes no STI gamificado. Na categoria C5 foram agrupadas as práticas relacionadas ao engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem com o uso da plataforma adaptativa. Já na categoria C6 estão agrupadas as práticas pedagógicas relacionadas os modelos de intervenção aplicados durante o processo de ensino e de aprendizagem com o uso do STI gamificado no contexto da educação básica. Enquanto, na categoria C7 agrupamos as práticas pedagógicas relacionadas à infraestrutura disponível nas unidades experimentais. Na Figura 37 representamos as

evidências de boas e más práticas pedagógicas extraídas com o uso de um STI gamificado, aplicado no contexto da educação básica, com professores e alunos do 5º ano e 9º ano do ensino fundamental I e II, respectivamente.

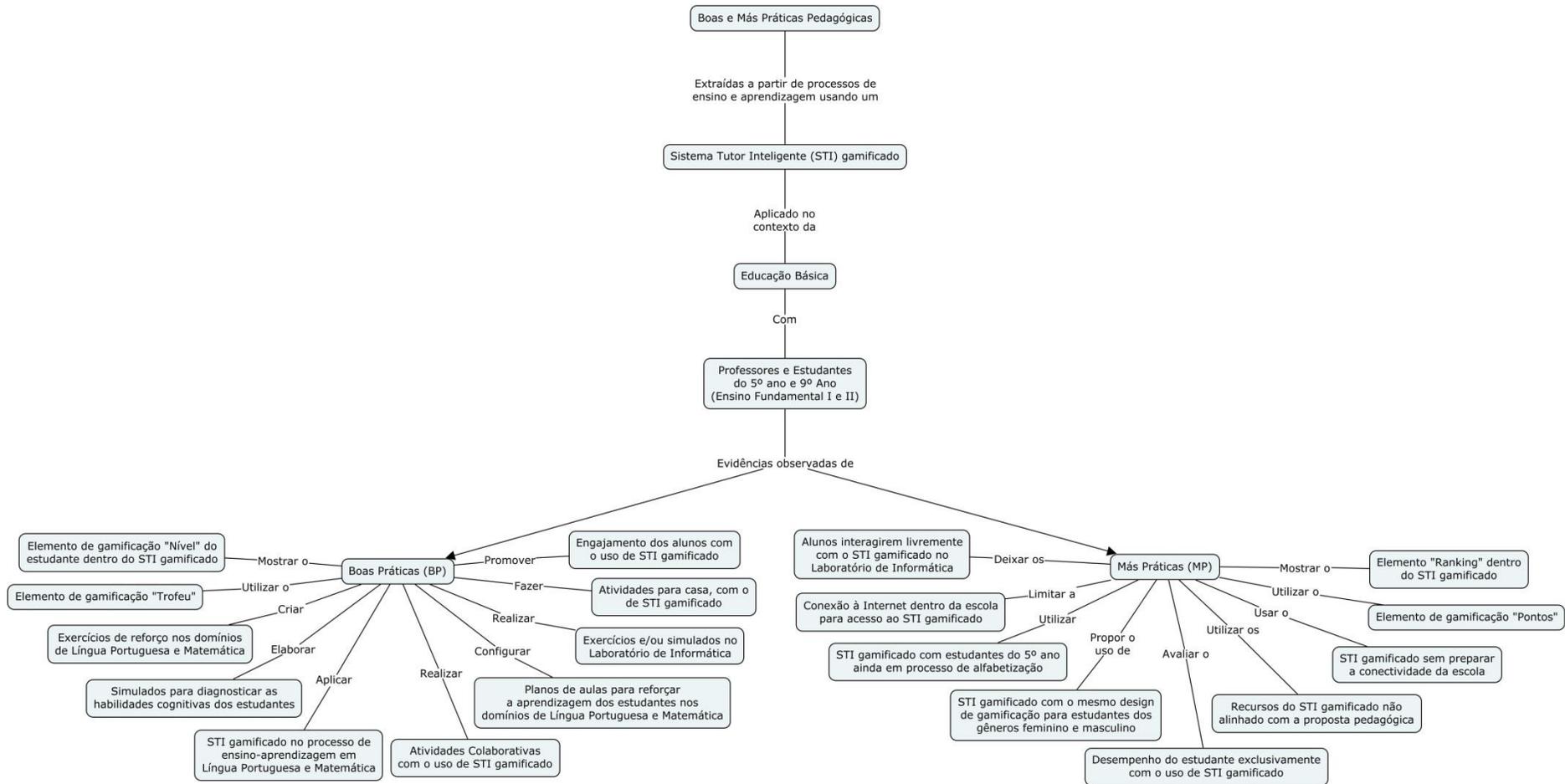


Figura 37 – Boas e más práticas pedagógicas extraídas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado.

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Boas Práticas (BP) pedagógicas com o uso de um STI gamificado

Nos próximos parágrafos, descrevemos as Boas Práticas (BP) pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, extraídas com base nas constatações das análises quantitativa e qualitativa, indexadas na Tabela 37 e representadas na Figura 37.

BP1 – Aplicar STI gamificado no processo de ensino-aprendizagem em Língua Portuguesa e Matemática. Através da análise quantitativa foram constatadas evidências de melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes em Língua Portuguesa e Matemática, conforme indexada na Tabela 36 (1AQ.t.1, 1AQ.t.2, 1AQ.t.3, 1AQ.t.4, 1AQ.t.5, 1AQ.t.6, 1AQ.t.7 e 1AQ.t.8). De fato, o uso do STI gamificado, aplicado no contexto da educação básica, com estudantes de escolas públicas, melhorou o desempenho dos alunos nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, para ambos os gêneros masculino e feminino. Entretanto, a análise quantitativa, evidenciou um melhor desempenho, tanto em Matemática, quanto em Língua Portuguesa, para os estudantes do gênero masculino.

BP2 – Realizar atividade colaborativa com o uso de STI gamificado. Neste cenário, observamos que, no laboratório de informática os estudantes do 9º ano (ensino fundamental II), com habilidades já adquiridas em determinados assuntos nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, atuaram como tutores voluntários auxiliando outros colegas na interpretação e resolução de problemas com o uso da plataforma de aprendizagem adaptativa (1AQL.1 e 1AQL.2). Essa prática tornou-se comum, devido ao número reduzido de computadores por aluno no laboratório de informática. Diante disto, observou-se que muitos estudantes sentiam-se motivados ajudando outros colegas em domínios específicos do conhecimento, e com isso, aumentou o engajamento dos estudantes com pouca experiência do uso da tecnologia educacional.

BP3 – Configurar planos de aulas para reforçar a aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática. Essa prática está relacionada à dedicação dos professores com acesso ao STI gamificado, para configurar planos de aulas alinhados aos conteúdos ministrados em sala de aula tradicional (2AQL.2). Neste cenário, observou-se que os professores incluíram nos planos de aulas, questões e vídeos aulas específicas, visando assim, reforçar os processos de ensino e de aprendizagem dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, com o uso da tecnologia de aprendizagem adaptativa.

BP4 – Elaborar simulados para diagnosticar as habilidades cognitivas dos estudantes. Os professores elaboraram simulados dentro do STI gamificado como estratégias

para verificar as habilidades cognitivas dos estudantes nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática (2AQL.3). Esses simulados foram aplicados com os estudantes do 5º ano e 9º ano, anos finais do ensino fundamental I e II, no laboratório de informática e acompanhado pelos os professores das respectivas disciplinas. Com base no desempenho dos estudantes, os professores definiram estratégias como elaborar planos de aulas e criar exercícios para reforçar a aprendizagem.

BP5 – Criar exercícios de reforço nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática. Diz respeito ao fato dos professores utilizaram o STI gamificado para elaborar exercícios com objetivo de reforçar a aprendizagem dos estudantes em determinados domínios do conhecimento (2AQL.4). Neste contexto, a plataforma permitiu aos docentes criar exercícios de duas formas: automático e personalizado. No modo automático, o professor apenas informa o título, determina a quantidade de questões, seleciona a turma, configura a data de início e término, escolhe os assuntos, e por último, ao clicar no botão salvar, o sistema seleciona a quantidade de questões definidas e gera automaticamente o exercício. Enquanto que, no modo personalizado, o professor, além de configurar título, turma, início e fim, precisa também, selecionar os assuntos e as questões de forma personalizada dentro da plataforma educacional.

BP6 – Utilizar o elemento de gamificação troféu. Relacionada aos elementos de gamificação presente no STI gamificado, a análise quantitativa mostrou que a cada 1 (um) “troféu” conquistado pelo estudante, aumenta o seu desempenho em 2.1% em Língua Portuguesa e 3.0% no domínio de Matemática (3AQt.1). Com base nessas evidências, foi extraída a boa prática “**utilizar o elemento de gamificação troféu**”.

BP7 – Mostrar o elemento de gamificação “nível” do estudante dentro do STI gamificado. O elemento de gamificação “nível” também mostrou-se relevante para o desempenho na aprendizagem dos estudantes com o uso da plataforma no domínio de Matemática. Com um nível de significância de 5% e *p-Value* igual a 0.016 (3AQt.2), a análise quantitativa evidenciou que, quanto maior o “nível” do aluno dentro da plataforma adaptativa, melhor o seu desempenho no domínio de Matemática.

BP8 – Realizar exercícios e/ou simulados no laboratório de informática. Diz respeito ao fato dos estudantes acompanhados de seus respectivos professores realizarem exercícios com o uso do STI gamificado, no laboratório de informática. Neste cenário, os alunos em dias e horários pré-definidos pelos professores responderam questões relacionados aos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, para fixar os conteúdos relevantes através da plataforma de aprendizagem adaptativa. Além disso, observou-se que os professores

interagiram regulamente com o STI gamificado para acompanhar relatórios que apresentam os pontos fortes e fracos da turma e por aluno, individualmente, para verificar o número de questões respondidas corretas e incorretas (2AQL.1).

BP9 – Fazer atividade para casa, com o uso de STI gamificado. Está relacionada ao modelo de intervenção com o uso da tecnologia educacional adaptativa aplicada nos processos de ensino-aprendizagem. Neste contexto, foi observado que durante o período de realização do experimento, os professores elaboraram exercícios para reforçar a aprendizagem dos estudantes em determinados domínios (2AQL.4). Esses exercícios foram propostos pelos professores e resolvidos pelos alunos com o uso do STI gamificado, tanto no laboratório de informática, quanto em casa. Com base na análise quantitativa, evidenciou-se melhoria no desempenho de aprendizagem dos estudantes, com o uso da plataforma para realizar exercícios nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, como atividade de casa (4AQ.1).

BP10 – Promover o engajamento dos alunos com o uso do STI gamificado. Observou-se que alguns professores criaram exercícios e simulados nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática, para os estudantes resolverem com o uso da plataforma de aprendizagem adaptativa. Além disso, para manter os estudantes ainda mais engajados com o uso da tecnologia, os professores atribuíram pontos extras para complementar uma avaliação presencial.

Más Práticas (MP) pedagógicas com o uso de um STI gamificado

Do mesmo modo que foram identificadas as Boas Práticas (BP), as Más Práticas (MP) pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, no contexto da educação básica, foram extraídas com base nas constatações das análises quantitativa e qualitativa, apresentadas na Tabela 36. Descreveremos, a seguir, cada uma das MP.

MP1 – Avaliar o desempenho do estudante exclusivamente com o uso do STI gamificado. Observou-se que, durante a realização do estudo empírico alguns estudantes com habilidades já adquiridas em determinados assuntos, atuaram como tutores voluntários, auxiliando os colegas, no laboratório de informática com o uso do STI gamificado, em leitura e interpretação de textos (Língua Portuguesa) e na resolução de problemas (Matemática), conforme mostrado na Tabela 36 (1AQL.2). Diante disto, percebe-se que ao realizar as atividades em equipe, os estudantes adquirem novas habilidades sociais, além de reforçar a aprendizagem em domínios específicos do conhecimento. Com base nessas evidências,

observa-se que a avaliação exclusiva com o uso da plataforma de aprendizagem adaptativa é limitada no contexto da educação básica.

MP2 – Propor o uso de STI gamificado com o mesmo *design* de gamificação para estudantes dos gêneros feminino e masculino. A análise quantitativa mostrou que os alunos do gênero feminino obtiveram resultados inferiores com relação aos estudantes do gênero masculino, tanto no desempenho de Língua Portuguesa, quanto em Matemática com o uso do STI gamificado, conforme mostrado na Tabela 36 (1AQ.t.2, 1AQ.t.3, 1AQ.t.4). Baseado nessas evidências nota-se que o gênero é um fator que impacta diretamente no *design* de gamificação da plataforma de aprendizagem adaptativa.

MP3 – Utilizar STI gamificado com estudantes do 5º ano ainda em processo de alfabetização. Através da análise quantitativa, foi constatado que os estudantes do 5º ano, do ensino fundamental I, com o uso da plataforma de aprendizagem adaptativa obtiveram um desempenho inferior com relação aos estudantes que não utilizaram a tecnologia. Uma explicação para esse resultado deve-se ao fato de que, os professores do 5º ano, utilizaram menos o STI gamificado. Isso porque, observamos durante a execução do estudo empírico que a maioria dos estudantes ainda estão em fase de alfabetização e encontram muitas dificuldades nos domínios de Língua Portuguesa (leitura e interpretação de textos) e Matemática (resolução de problemas). Neste caso, STI gamificado aplicado no contexto da educação básica, tinha como objetivo reforçar a aprendizagem dos estudantes e não de alfabetizá-los. Diante disto, notamos a falta de engajamento dos professores e alunos do 5º ano no processo de ensino e de aprendizagem com o uso do STI gamificado (2AQI.6).

MP4 – Utilizar os recursos do STI gamificado não alinhado com a proposta pedagógica. É essencial que o professor conheça a tecnologia e seus recursos para alinhar aos processos de ensino e de aprendizagem. Neste cenário, apesar dos professores conhecerem o STI gamificado e os recursos disponíveis no ambiente educacional, observou-se que, alguns professores não utilizaram corretamente, ou seja, faltou explorar mais os recursos, tais como: criar exercícios, simulados, incluir vídeos, nos planos de aulas. Neste caso, devido à falta de planejamento para aplicação de forma adequada da tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem, deixou os estudantes entediados, desmotivados e desengajados para avançar no processo de aprendizagem com o uso da tecnologia de aprendizagem adaptativa.

MP5 – Usar o STI gamificado sem preparar a conectividade da escola. A baixa conexão da *Internet* na escola deixou os professores e alunos entediados. Devido a isso, reduziu a interação com o STI gamificado no laboratório de informática (1AQI.3). Além disso, observou-se o número reduzido de computadores, o espaço físico pequeno com relação

ao número de alunos por turma e a falta de manutenção preventiva e corretiva dos computadores, que de fato, limitou o processo de ensino-aprendizagem com o uso da tecnologia adaptativa, conforme constatado na Tabela 36 (3AQL.1).

MP6 – Utilizar o elemento de gamificação “pontos”. Foi constatado através da análise quantitativa, que o uso do elemento de gamificação “pontos” presente no STI gamificado não apresentou evidências de melhoria na aprendizagem dos estudantes, conforme mostrado na Tabela 36 (3AQt.3).

MP7 – Mostrar o elemento “ranking” dentro do STI gamificado. Através da análise quantitativa, foi constatado que o elemento de gamificação “ranking” presente na plataforma de aprendizagem adaptativa não apresentou melhoria no desempenho dos estudantes.

MP8 – Limitar a conexão à Internet dentro da escola para acesso ao STI gamificado. Na escola, apesar de existir conexão com a Internet através da rede sem fio (*Wi-Fi*), os estudantes não tinham permissão para uso no ambiente escolar. Neste caso, conforme constatado na Tabela 36 (4AQL.1), o acesso a rede mundial de computadores foi limitado para utilização apenas no laboratório de informática, em dias e horários previamente agendados pelo professor ou aluno, para utilizar o STI gamificado nos processos de ensino-aprendizagem, nos domínios de Língua Portuguesa e Matemática.

MP9 – Deixar os alunos interagirem livremente com o STI gamificado no laboratório de informática. Durante a realização do estudo empírico, observou-se que em alguns momentos os professores deixaram os estudantes interagirem livremente com o STI gamificado, ou seja, sem a presença do professor no laboratório de informática. Conforme constatado na Tabela 36 (4AQL.2), isso levou alguns alunos a utilizarem o laboratório para outras finalidades como, navegar na *web*, acessar sites de entretenimento e redes sociais.

5.7 Recomendação de Proposta de Sistemas Tutores Inteligentes Gamificados

Esta subseção tem como objetivo propor recomendação para construção de STI gamificado, com base na extração das boas e más práticas pedagógicas. Para isso, com base nos resultados das análises quantitativa e qualitativa observou-se que os estudantes do gênero masculino obtiveram melhor desempenho do que os estudantes do gênero feminino, tanto no domínio de Língua Portuguesa (leitura e interpretação de textos), quanto em Matemática (resolução de problemas). Diante disto, existem evidências de que o gênero é um fator que impacta diretamente no *design* de gamificação de STI. Neste contexto, recomendamos para a

construção de STI gamificado, como ambiente educacional para promover o engajamento e consequentemente melhorar o desempenho dos estudantes dos gêneros masculino e feminino, incorporar técnicas de inteligência artificial para adaptar o *design* de gamificação com base no gênero do estudante.

Além disso, recomenda-se projetar e desenvolver STI gamificado de modo responsivo, ou seja, que ajuste-se automaticamente a todos os tipos, tamanhos e resoluções de telas dos dispositivos (*smartphones, tablet, notebook, desktop*). Neste cenário, além da arquitetura básica de um STI, que contém: módulo de domínio, responsável pelo o conjunto de habilidades, conhecimentos e estratégias do assunto a ser estudado pelo aluno; módulo do estudante, que armazena as características individuais do estudante, como estado cognitivos, afetivos e motivacionais; o módulo do tutor, que representa as estratégias institucionais; e o módulo de interface, responsável por estabelecer a comunicação entre o estudante e a plataforma, conforme apresentado no capítulo 2. Para um STI gamificado, propomos:

1. **Análise da maturidade tecnológica** – inicialmente, é essencial fazer uma análise da maturidade tecnológica da escola para personalização do STI gamificado considerando as informações de *background* e coletar informações contextuais sobre o perfil do estudante (idade, gênero) a localização do estudante (escola, casa ou fora do ambiente cotidiano), o período de realização das atividades (tempo livre ou no horário de aula), o tipo de dispositivo utilizado na realização das atividades (*smartphones, tablet, notebook, desktop*). Com base nessas informações, o *design* de gamificação do STI será o responsável para adaptar as funcionalidades de interface do usuário para diferentes contextos.
2. **Design de gamificação** – responsável pela personalização em tempo real considerando o perfil do estudante, como por exemplo, o sistema pode personalizar as funcionalidades de interface e gamificação com base no gênero ou idade do estudante, combinando os elementos de jogos (dinâmica, mecânica, e componentes) e assim, fornecer uma experiência mais agradável para o usuário.
3. **Autoria da tutoria e da gamificação** – permite ao professor criar seu próprio conteúdo dentro do STI gamificado (cadastrar questões, inserir vídeos), elaborar exercícios individuais e em grupo. Além disso, o sistema deve permitir ao professor selecionar emblemas e associar um valor personalizado como forma de recompensa visando aumentar o engajamento e motivação dos estudantes dentro do ambiente de aprendizagem adaptativo.

4. ***Learning Analytics*** – módulo de visualização de dados que ofereça ao professor, relatórios para descobrir padrões de aprendizagem individuais e em grupos. Além disso, o professor pode analisar diferentes grupos de estudantes com características semelhantes. Os estudantes também podem visualizar o seu desempenho, por meio de relatórios adaptados ao seu perfil.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo empírico com abordagem de pesquisa mista, com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado aplicado no contexto do ensino fundamental no domínio de Língua Portuguesa com foco em leitura e interpretação de textos e Matemática com ênfase na resolução de problemas. Visando extrair as boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado, foi realizado um estudo durante nove meses com *design* de experimento controlado com aplicação de pré-teste e pós-teste com 191 estudantes e 12 professores do 5º ano e 9º ano, séries/anos finais do ensino fundamental I e II, respectivamente, de quatro escolas públicas, localizadas no município de São Sebastião, região agreste do Estado de Alagoas. Neste período, os estudantes e professores do grupo experimental utilizaram um STI gamificado (chamado MeuTutor), enquanto que, os participantes do grupo de controle não tiveram acesso a nenhuma tecnologia de aprendizagem adaptativa nos processos de ensino e aprendizagem. Por último, os dados foram coletados e analisados através do modelo de regressão beta e análise de diagnóstico para verificar se um determinado modelo é uma representação adequada dos dados. Além disso, realizou-se uma análise qualitativa com aplicação do *Framework Analysis*.

Os resultados mais relevantes mostraram: i) melhoria na aprendizagem dos estudantes com o uso da plataforma MeuTutor, no domínio de Língua Portuguesa e Matemática; ii) estudantes do gênero masculino obtiveram um desempenho em Matemática de 18.13% superior aos estudantes do gênero feminino; iii) em Língua Portuguesa, uso da plataforma MeuTutor pelos estudantes do gênero masculino apresentou um aumento no desempenho de 49.18%, contra 22.14% para os estudantes do gênero feminino; iv) os elementos de gamificação “nível” e “troféu” evidenciou um aumento no desempenho de aprendizagem dos estudantes, de 2.1% em Língua Portuguesa e 3.0% no domínio de Matemática. Porém, os elementos de gamificação pontos e *ranking* não apresentaram evidências significantes.

Por último, foram identificadas 19 boas e más práticas pedagógicas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando um STI gamificado no contexto da educação básica, extraídas com base nas constatações observadas das análises quantitativa e qualitativa e agrupadas em sete categorias: 1) melhor desempenho na aprendizagem (C1), nesta categoria foram agrupadas as boas práticas pedagógicas relacionadas ao uso do STI gamificado pelos estudantes no processo de aprendizagem, nos domínios de Língua de Portuguesa e

Matemática; 2) baixo desempenho na aprendizagem (C2), nesta categoria foram agrupadas as más práticas pedagógicas com o uso do STI gamificado; 3) interação com os recursos (C3), esta categoria agrupa as práticas pedagógicas relacionadas ao uso do STI gamificado pelos professores nos processos de ensino-aprendizagem; 4) elementos de gamificação (C4), nesta categoria estão agrupadas as práticas relacionadas ao uso dos elementos de gamificação presente na plataforma MeuTutor, como componentes motivacionais no processo de aprendizagem com o uso da tecnologia educacional adaptativa; 5) engajamento (C5), nesta categoria estão agrupadas todas as práticas relacionadas ao engajamento dos atores envolvidos nos processos de ensino-aprendizagem; 6) modelos de intervenção (C6), foram agrupadas as práticas relacionadas aos modelos de intervenção: i) integrado à sala de aula; ii) extraclasse e iii) atividade para casa, aplicados como estratégias para apoiar nos processos de ensino-aprendizagem com o uso do STI gamificado; e 7) infraestrutura (C7), mostra as práticas pedagógicas com o uso do STI gamificado relacionada a infraestrutura. Portanto, conclui-se que o uso de STI gamificado alinhado como ferramenta complementar para auxiliar professores e estudantes nos processos de ensino-aprendizagem contribui significativamente para melhoria do desempenho dos estudantes da educação básica em domínios específicos do conhecimento.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar um experimento controlado longitudinal para validar as boas e más práticas pedagógicas extraídas a partir de processos de ensino e de aprendizagem usando STI gamificado com estudantes e professores de escolas públicas da educação básica localizadas geograficamente em regiões diferentes no cenário brasileiro. Além disso, investigar o perfil dos professores da educação básica e qual a sua influência no desempenho dos estudantes com o uso de tecnologia de aprendizagem educacional adaptativa gamificada.

REFERÊNCIAS

ABEP. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa** – ABEP. Critério de Classificação Econômica Brasil, 2015.

ANDRADE, Fernando R. H.; PEDRO, Laís Z.; LOPES, Aparecida M. Z.; BITTENCOURT, Ig I.; ISOTANI, Seiji. Desafio do uso de Gamificação em Sistemas Tutores Inteligentes baseados em Web Semântica. In: Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2013, Maceió. **Anais do CSBC**, 2013. p. 1-10.

ATLAS BRASIL, **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; TREVISANI, Fernando de Mello. (Org.) **Ensino Híbrido: Personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BEZERRA, Francisca Adriana da Silva; SOUZA, Marcos Aurélio da Silva; SILVA, Edivan Santos da. O uso das tecnologias no ensino de geografia: uma intervenção pedagógica. In: **II Congresso Nacional de Educação**, 2015, Campina Grande. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/resumo.php?idtrabalho=144>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

BRASIL. **Brasil no PISA 2015: análise e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros**. OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024: Linha de Base**. – Brasília, DF: INEP, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores**. Brasília: MEC, SEB; INEP, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Prova Brasil: Avaliação do Rendimento Escolar**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP/MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório Educação para Todos no Brasil, 2000-2015**. Brasília: MEC, 2014.

BRASIL. **Sistema de Avaliação da Educação Básica – 2015**. Resultados. INEP/MEC, 2016.

CALDEIRA, Anna M. S.; ZAIDAN, Samira. Prática pedagógica. In: OLIVEIRA, Dalila A.; DUARTE, Adriana C.; VIEIRA Livia Maria F. (Org.). **Dicionário: trabalho, profissão e condição docente**. Belo Horizonte: GESTRADO/FaE/UFMG, 2010.

CGI.br – Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2014**. São Paulo: Comitê Gestor de Internet no Brasil, 2015.

CGI.br – Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2015**. São Paulo: Comitê Gestor de Internet no Brasil, 2016.

CHRISTENSEN, Clayton M.; HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Is K-12 Blended Learning Disruptive?** An introduction to the theory of hybrids. Clayton Christensen Institute, 2013.

COOPER, Stephen; NAM, Yoon Jae; SI, Luo. Initial results of using an intelligent tutoring system with Alice. In: **Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '12)**. ACM, New York, NY, USA, 138-143, 2012.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, Quantitativo e Misto - 3ª ed.** Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, Quantitativo e Misto - 2ª ed.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. **Plano. Pesquisa de Métodos Mistos - 2ª ed.** Porto Alegre: Penso, 2013.

DE-MARCOS, Luis; DOMÍNGUEZ, Adrián; SAENZ-DE-NAVARRETE, Joseba; PAGÉS, Carmen. An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. **Computers & Education**, Volume 75, 2014.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (MindTrek '11)**. ACM, New York, NY, USA, 9-15, 2011.

DWYER, Tom; WAINER, Jacques; DUTRA, Rodrigo Silveira; COVIC, André; Magalhães, Valdo B.; FERREIRA, Luiz Renato Ribeiro; PIMENTA, Valdiney Alves; CLAUDIO, Kleucio. Desvendando Mitos: os computadores e o desempenho no sistema escolar. **Educ. Soc.**, Campinas, 2007.

DYER, Ronald. A Conceptual Framework for Gamification Measurement. In: **T. Reiners, L.C. Wood (eds.)**, Gamification in Education and Business. Springer International Publishing Switzerland, 2015.

ESPINHEIRA, Patrícia L.; FERRARI, Silvia L. P.; CRIBARI-NETO, Francisco. On beta regression residuals. **Journal of Applied Statistics**, 2008, v. 35, n. 4, p. 407-419.

ESPINHEIRA, Patrícia L.; PAIVA, Ranilson; DERMEVAL, Diego; BITTENCOURT, Ig I. Estatística em Informática na Educação. In: IV Jornada de Atualização em Informática na Educação. **Anais do CBIE**, Maceió, 2015.

FARDO, Marcelo Luis. A Gamificação Aplicada em Ambientes de Aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, 2013.

FERRARI, Silvia L. P.; CRIBARI-NETO, Francisco. Beta regression for modelling rates and proportions. **Journal of Applied Statistics**, 2004, v. 31, n. 7, p. 799-815.

FERRARI, Silvia L. P.; ESPINHEIRA, Patrícia L.; CRIBARI-NETO, Francisco. Diagnostic tools in beta regression with varying dispersion. **Statistica Neerlandica**, 2011, v. 65, n. 3, p. 337-351.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2012.

GONZÁLEZ, Carina; MORA, Alberto; TOLEDO, Pedro. Gamification in intelligent tutoring systems. In: **Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14)**. ACM, New York, NY, USA, 221-225, 2014.

HAMARI, Juho; KOIVISTO, Jonna, SARSA, Harri. Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In: **47th Hawaii International Conference on System Science**. IEEE, 2014.

HANDBOOK. NIST/SEMATECH, **e-Handbook of Statistical Methods**, 2013.

HANUS, Michael D.; FOX, Jesse. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. **Computers & Education**, Volume 80, 2015.

HOLANDA, O. C. N. JOINT-DE: **Sistema de Mapeamento Objeto-Ontologia com Suporte a Objetos Desconectados**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas – UFAL, 2014.

INEP, **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira** (INEP/MEC). Disponível em: < <http://inep.gov.br/web/guest/pisa-no-brasil>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

JAQUES, Patrícia A.; NUNES, Maria Augusta S. N.; ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig. Computação Afetiva aplicada à Educação: Dotando Sistemas Tutores Inteligentes de Habilidades Sociais. In: **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**, 2012.

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A. **NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015.

KAMAKURA, Wagner; MAZZON, José Afonso. Critérios de Estratificação e Comparação de Classificadores socioeconômicos no Brasil. **Rev. Adm. Empresa**, 2016.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education.** John Wiley & Sons, 2012.

KELES, Aytürk; KELES, Ali. Intelligent Tutoring Systems – Best practices. In: **Intelligent Tutoring Systems in e-learning environments: design, implementation, and evaluation.** Slavomir Stankov, Vlado Glavinić and Marko Rosić (editors). IGI Global, 2011.

LACEY, A.; LUFF, D. **Qualitative Research Analysis.** The NIHR RDS for the East, 2009.

LEMANN. Fundação Lemann. **Conselho de classe.** Disponível em: < www.fundacaolemann.org.br/wp-content/uploads/2016/06/Conselho-de-classe-2015.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2015.

LOPES, Roseli de Deus; FICHEMAN, Irene Karaguilla; MARTINAZZO, Alexandre Antonio Gonçalves; CORREIA, Ana Grasielle Dionisio; VENÂNCIO, Valkíria; YIN, Ho Tsung; BIAZON, Leandro Coletto. O uso dos computadores e da internet em escolas públicas de capitais brasileiras. **Estudos & Pesquisas Educacionais,** Fundação Victor Civita – São Paulo, 2010.

MA, Wenting; ADESOPE, Olusola O.; NESBIT, John C.; LIU, Qing. Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis. **Journal of Educational Psychology,** 2014.

MACHADO, Virginia. Definições de prática pedagógica e a didática sistêmica: considerações em espiral. **Revista Didática Sistêmica,** 2005.

MADEIRA, Michelande Cardoso; IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo; FRAGAS, Arlete. **Prática pedagógica e cidadania: contradições nas práticas que formam o cidadão.** Realize Editora, Campina Grande, 2012.

Plataforma MeuTutor. Disponível em: < <http://meututor.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

MICHAEL, Angrosino. **Etnografia e observação participante.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments.** John Wiley & Sons, Inc., 2013.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional,** Curitiba, v. 4, n. 12, p. 12-21, 2004.

MORAN, José. **Novos modelos de sala de aula.** 2013.

NERI, Marcelo Côrtes (coordenação). **Mapa da Exclusão Digital.** Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS, 2003.

NETO, Benício de Barros; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria.** Editora da Unicamp. Campinas, SP, 2001.

Observatório do PNE. Disponível em: < <http://www.observatoriodopne.org.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

OECD, PISA 2015 Results (Volume I): **Excellence and Equity in Education**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2016.

OECD, PISA 2015 Results (Volume II): **Policies and Practices for Successful Schools**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2016.

OECD. **Students, Computers and Learning: Making the Connection**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2015.

OTTENBREIT-LEFTWICH, Anne T.; GLAZEWSKI, Krista D.; NEWBY, Timothy J.; ERTMER, Peggy A. Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. **Computers & Education**, Volume 55, Pages 1321-1335, ISSN 0360-1315, 2010.

Ox. Disponível em: <<http://www.doornik.com/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

POPESCU, Elvira. Evaluating the Impact of Adaptation to Learning Styles in a Web-Based Educational System. In: **8th International Conference**, Aachen, Germany, August 19-21, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QEDU, Portal QEdu. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

Ritchie, J.; Spencer, L. Qualitative Data Analysis for Applied Policy Research. In A. Bryman and R. Burgess (Eds). **Analyzing Qualitative Data**, London: Sage, 1994.

ROWE, Jonathan P.; SHORES, Lucy R.; MOTT, Bradford W.; LESTER, James C.. Individual differences in gameplay and learning: a narrative-centered learning perspective. In: **Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG '10)**. ACM, New York, NY, USA, 171-178, 2010.

SANTANA, Sivaldo J.; SOUZA, Hugo A.; FLORENTIN, Victor A. F.; PAIVA, Ranilson; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI, Seiji. A Quantitative Analysis of the Most Relevant Gamification Elements in an Online Learning Environment. In: **Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web (WWW '16 Companion)**. International World Wide Web Conferences Steering Committee, Republic and Canton of Geneva, Switzerland, 911-916, 2016.

Santana, Sivaldo Joaquim de., Paiva, Ranilson., Bittencourt, Ig Ibert, Ospina, Patrícia Espinheira, Silva, Rafael Amorim, Isotani, Seiji. Evaluating the impact of Mars and Venus Effect on the use of an Adaptive Learning Technology for Portuguese and Mathematics. In: **The 16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies - ICALT2016**. Austin: IEEE, 31-35, 2016.

SEIXAS, Luma da Rocha; GOMES, Alex Sandro; FILHO, Ivanildo José de Melo. Effectiveness of gamification in the engagement of students. **Computers in Human Behavior**, Volume 58, 2016.

SIMÕES, Jorge; REDONDO, Rebeca Díaz; VILAS, Ana Fernández. A social gamification framework for a K-6 learning platform. **Computers in Human Behavior**, 2012.

SOARES, Claudia Vivien Carvalho de Oliveira. **As intervenções pedagógicas do professor em ambientes informatizados: uma realidade a ser construída**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2005.

Software R. **The R Project for Statistical Computing**. Disponível em: < <https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

SOTTILARE, Robert A.; GRAESSER, Arthur C.; HU, Xiangen; GOLDBERG, Benjamin J. **Design Recommendations for Intelligent Tutoring System**. U.S. Army Research Laboratory, 2014.

STEENBERGEN-HU, Saiying; COOPER, Harris. A Meta-Analysis of the Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems on College Students' Academic Learning. **Journal of Educational Psychology**, Vol. 106, No. 2, 331–347, 2014.

STEENBERGEN-HU, Saiying; COOPER, Harris. A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. **Journal of Educational Psychology**, Vol 105(4), 970-987, 2013.

Todos Pela Educação. Disponível em: < <http://www.todospelaeducacao.org.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

TORTOLA, Emerson; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. **Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental**, 2013.

UNDERWOOD, Jean; BAGUELY, Thomas; BANYARD, Philip; DILLON, Gayle; FARRINGTON-FLINT, Lee; HAYES, Mary; HICK, Peter; LEGEYT, Gabrielle; MURPHY, Jamie; SELWOOD, Ian; WRIGHT, Madeline. **Personalising Learning**. BECTA, 2009.

UNESCO. **Educação para todos 2000-2015: progressos e desafios**. Relatório conciso, 2015.

UNESCO. **Educação para Todos: o compromisso de Dakar**. – Brasília: UNESCO, CONSED, Ação Educativa, 2001.

UNICEF. **Aprova Brasil: o direito de aprender – boas práticas em escolas públicas avaliadas pela Prova Brasil**. Ministério da Educação; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira; Fundo das Nações Unidas para a Infância. – 2. ed. – Brasília, 2007.

VALENTE, José Armando. Blended Learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**. Editora UFPR, 2014.

VANLEHN, Kurt. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. **Educational Psychologist**, 46:4, 197-221, 2011.

VERDUM, Priscila. Prática Pedagógica: o que é? O que envolve?. **Revista Educação por Escrito** – PUCRS, v.4, n.1, 2013.

VIEIRA, Gláucia Aparecida; ZAIDAN, Samira. **Sobre o conceito de prática pedagógica e o professor de matemática.** Belo Horizonte, 2013.

VILARINHO, Lúcia Regina Goulart. Práticas Pedagógicas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: um desafio da Educação na Cibercultura. In: Helena Amaral da Fontoura e Marco Silva (orgs.). **Práticas Pedagógicas, Linguagem e Mídias: desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas dimensões.** ANPED Nacional, Rio de Janeiro, 2011.

WALLIMAN, Nicholas. **Métodos de pesquisa.** São Paulo: Saraiva, 2015.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. **For the win: How game thinking can revolutionize your business.** Wharton Digital Press, 2012.

WOOLF, Beverly Park. **Building intelligent interactive tutors : student-centered strategies for revolutionizing e-learning.** Morgan Kaufmann, 2009.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. **Gamification by Design.** O'Reilly Media, Inc., 2011.

APÊNDICES

Apêndice A

1. Métodos de Pesquisa

Assim, como na elaboração de qualquer trabalho científico é necessário o emprego de um método para apoiar o pesquisador na realização de um determinado estudo. Para isso, a metodologia é o estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Segundo, Prodanov e Freitas (2013) a metodologia é aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade. Sendo assim, é o conhecimento dos métodos que auxiliam o pesquisador na elaboração do trabalho científico.

Segundo Gil (2012), para que o conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação. Ou, em outras palavras, determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento. Ainda de acordo com o mesmo autor, pode-se definir método como caminho para se chegar a determinado fim. Neste sentido, Walliman (2015) define métodos de pesquisa como sendo técnicas utilizadas para a realização das pesquisas e proporcionam os caminhos possíveis que devem ser delineados pelo pesquisador para coletar, ordenar e analisar informações, de modo a tecer conclusões.

Neste contexto, é importante considerar os métodos de pesquisa específicos que envolvem as forma de coleta, análise e interpretação dos dados. Segundo Creswell (2010), convém considerar toda a série de possibilidades da coleta de dados e organizar esses métodos, por exemplo, por seu grau de natureza predeterminada, seu uso de questionamento fechado *versus* aberto e seu enfoque na análise de dados numéricos *versus* dados não numéricos, conforme mostra a Tabela 38.

Tabela 38 – Métodos quantitativos, qualitativos e mistos.

Métodos quantitativos	Métodos qualitativos	Métodos mistos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Predeterminado; ▪ Questões baseadas no instrumento; ▪ Dados de desempenho, dados de atitudes, dados observacionais e dados de censo; ▪ Análise estatística; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos emergentes; ▪ Perguntas abertas; ▪ Dados de entrevistas, dados de observação, dados de documentos e dados audiovisuais; ▪ Análise de texto e imagem; ▪ Interpretação de temas e de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tanto métodos predeterminados quanto emergentes; ▪ Tanto questões abertas quanto fechadas; ▪ Formas múltiplas de dados baseados em todas as possibilidades;

▪ Interpretação estatística.	padrões.	▪ Análise estatística e de texto; ▪ Por meio da interpretação dos bancos de dados.
------------------------------	----------	---

Fonte: adaptado de Creswell, 2007; 2010.

Neste estudo, utilizamos os métodos de pesquisa quantitativo e qualitativo. Visto que, as duas abordagens são fundamentais, uma vez que a abordagem quantitativa busca indicadores e tendência observáveis e a qualitativa destaca os valores, práticas, crenças e atitudes. Nas próximas subseções serão abordados esses métodos de forma sucinta.

1.1 Quantitativo

O método de pesquisa quantitativo é uma abordagem de pesquisa social que utiliza técnicas estatísticas. Dessa forma, podemos dizer que tal abordagem parte do princípio de que tudo pode ser quantificado. Segundo Walliman (2015) a análise quantitativa lida com dados na forma de números e uso operações matemáticas para investigar suas propriedades. Ainda de acordo com o mesmo autor, alguns dos principais objetivos da análise quantitativa são: medir, fazer comparações, examinar relações, fazer previsões, testar hipóteses, construir conceitos e teorias, explorar, controlar e explicar.

Segundo Creswell (2007) a abordagem quantitativa é aquela em que o investigador usa primeiramente alegações pós-positivistas para desenvolvimento de conhecimento (ou seja, raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas e hipóteses e questões, uso de mensuração e observação e teste de teorias), emprega estratégias de investigação (como experimentos, levantamentos e coleta de dados, instrumentos predeterminados que geram dados estatísticos).

Todavia, é importante salientar que não podemos apenas selecionar um método de pesquisa para conduzir o estudo, é necessário definir, além disso, um tipo de estudo como estratégia de investigação. Para Creswell (2010) as estratégias da investigação são os tipos de projetos ou modelos de métodos qualitativos, quantitativos e mistos que proporcionam uma direção específica aos procedimentos em um projeto de pesquisa. A tabela 39 mostra uma visão geral dessas estratégias.

Tabela 39 – Estratégias alternativas da investigação.

Quantitativa	Qualitativa	Métodos mistos
▪ Projetos experimentais; ▪ Projetos não experimentais,	▪ Pesquisa narrativa; ▪ Fenomenologia;	▪ Sequencial; ▪ Concomitante;

como os levantamento.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etnografias; ▪ Estudos de teoria fundamentada ▪ Estudo de caso. 	▪ Transformativa.
-----------------------	---	-------------------

Fonte: Creswell, 2010.

No presente trabalho, realizamos um estudo do tipo experimental tendo como objetivo principal extrair boas e más práticas pedagógicas com o uso de um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, com estudantes do ensino fundamental I e II. Creswell (2010) explica que a pesquisa experimental busca determinar se um tratamento específico influencia um resultado. Esse impacto é avaliado proporcionando-se um tratamento específico a um grupo e negando a outro, e depois determinando como os dois grupos pontuaram em um resultado.

O objetivo básico de um experimento é testar o impacto de um tratamento (ou uma intervenção) sobre um resultado, controlando todos os outros fatores que poderiam influenciar o resultado (CRESWELL, 2007). Para isso, segundo Walliman (2015) a pesquisa experimental tenta isolar e controlar cada uma das condições relevantes que determinam os eventos investigados para, então, observar os efeitos quando tais condições são manipuladas. Assim, as mudanças são realizadas em uma variável independente e os efeitos de tais mudanças são observados em uma variável dependente, ou seja, causa e efeito.

1.2 Qualitativo

O método de pesquisa qualitativo procura basicamente entender um fenômeno específico em profundidade. Creswell (2010) define pesquisa qualitativa como um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. Nessa abordagem, em vez da aplicação de técnicas estatísticas, regras e outras generalizações, a pesquisa qualitativa trabalha com descrições, interpretações e atribuição de significados, possibilitando assim, investigar práticas, valores, crenças, opiniões e atitudes de indivíduos ou grupos. Assim, a pesquisa qualitativa depende da cuidadosa definição do significado das palavras, do desenvolvimento de conceitos e variáveis, bem como da representação gráfica de suas inter-relações (Walliman, 2015).

As principais características da pesquisa qualitativa, segundo Creswell (2010) são: ambiente natural – os pesquisadores tendem a coletar dados no campo e no local em que os participantes vivenciam a questão ou problema que está sendo estudado; o pesquisador como um instrumento fundamental – responsável pela coleta dados através de exame de documentos, de observação do comportamento ou de entrevista com os participantes;

múltiplas fontes de dados – tais como entrevistas, observações e documentos; análise de dados indutiva – o pesquisador cria seus próprios padrões, categorias e temas; significados dos participantes – o pesquisador mantém um foco na aprendizagem do significado que os participantes dão ao problema ou questão, e não ao significado que os pesquisadores trazem para a pesquisa ou que os autores expressam na literatura.

Além disso, Creswell (2010) descreve outras características presente na abordagem qualitativa, tais como: projeto emergente – isso significa que o plano inicial para a pesquisa não pode ser rigidamente prescrito, e que todas as fases do processo podem mudar ou se deslocar depois que o pesquisador entrar no campo e começar a coletar os dados; lente teórica – frequentemente, usa lentes para enxergar seus estudos, tais como o conceito de cultura, fundamental para etnografia, ou de gênero, racial ou de classe para as orientações teóricas; interpretativo – interpretação do que enxergam, ouvem e entendem; relato holístico – os pesquisadores tenta descrever um quadro complexo do problema ou questão que está sendo estudado.

Além dessas características, existem estratégias de investigação mais específicas conforme apresentadas anteriormente na Tabela 39. Dentre as várias estratégias, utilizamos nesse estudo, além da investigação experimental, a estratégia de investigação etnográfica. A etnografia, de acordo com Creswell (2010), é uma estratégia de investigação em que o pesquisador estuda um grupo cultural intacto em um cenário natural durante um período de tempo prolongado, coletando principalmente dados observacionais e de entrevista. Essa definição de etnografia é reforçada por Michael (2009) ao afirma que é a arte e a ciência de descrever um grupo humano – suas instituições, seus comportamentos interpessoais, suas produções materiais e suas crenças.

1.3 Misto

O método de pesquisa misto é uma abordagem da investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa (Creswell, 2010). Essa combinação ganhou popularidade nas últimas décadas, e com isso, muitos pesquisadores têm utilizados os pontos fortes das abordagens qualitativa e quantitativa. Contudo, existem muitas definições sobre a abordagem de métodos mistos na literatura, Creswell e Clark (2013), resume algumas dessas definições que incorporam vários elementos dos métodos, dos processos de pesquisa, da filosofia e do projeto de pesquisa.

Com isso, Creswell e Clark (2013) apresentam as características essenciais da pesquisa de métodos mistos, onde o pesquisador coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso tanto

os dados qualitativos quanto os quantitativos (tendo por base as questões de pesquisa); mistura (ou integra ou vincula) as duas formas de dados concomitantemente, combinando-os (ou misturando-os) de modo sequencial, fazendo um construir o outro ou incorporando um no outro; dá propriedade a uma ou a ambas as formas de dados (em termos do que a pesquisa enfatiza); usa esses procedimentos em um único estudo ou em múltiplas fases de um programa de estudo; estrutura esses procedimentos de acordo com visões de mundo filosóficas e lentes teóricas; e combina os procedimentos em projetos de pesquisa específicos que direcionam o plano para a condução do estudo.

Apêndice B

1. Modelos de Regressão

Os valores observados em problemas reais podem ser vistos como resultados de um experimento. As variáveis relacionadas com este experimento podem ser relacionadas com base em um modelo matemático. Esse modelo matemático tenta reproduzir o verdadeiro processo gerador dos dados. No entanto, é necessário considerar além da expressão matemática a natureza aleatória dos dados. Essa é a principal característica dos modelos de regressão.

Considere o modelo linear, dado por:

$$y = X\beta + \epsilon =$$

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}}_{(x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_k)} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{pmatrix}.$$

Assim, tem-se que:

- y é um vetor de n observações da variável aleatória resposta ou de interesse;
- X é uma matriz $n \times k$ formada pelas covariadas, em que cada coluna é um conjunto de n observações da covariada $x_t, t = 1, \dots, k$, totalizando k covariadas. É importante salientar que, as covariadas não são variáveis aleatórias;
- Ainda temos β que é um vetor de k parâmetros também fixos e desconhecidos (não são variáveis aleatórias);
- E por último, temos ϵ que é um vetor de n erros aleatórios.

O principal objetivo de um modelo de regressão é explicar o máximo possível o comportamento aleatório da resposta, de tal forma que o não explicado deve estar contido no erro aleatório ϵ . Neste caso, obviamente, o erro deve ser pequeno, tanto que, espera-se que ele seja zero. Isto é, em um modelo de regressão supõe-se que $E(\epsilon) = \mu_\epsilon = 0$.

De onde segue que,

$$E(y) = E(X\beta) + E(\epsilon) \Leftrightarrow E(y) = X\beta \Leftrightarrow \mu = X\beta.$$

Consequentemente, o modelo final é:

$$\mu = X\beta.$$

Assim, tem-se que $E(X\beta) = X\beta$ e

$$\text{var}(y) = \underbrace{\text{var}(X\beta)}_0 + \underbrace{\text{var}(\epsilon)}_{\sigma^2} \Leftrightarrow \text{var}(y) = \sigma^2.$$

Visto que, $\text{var}(\epsilon) = \sigma^2$ e $\text{var}(X\beta) = 0$, variância de uma constante é zero. Assim temos, a representação do modelo considerando a i -ésima observação é dada por:

$$\mu_i = \beta_1 + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Assim, para que o modelo acima seja conhecido é preciso estimar $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Tipicamente isto é realizado usando o método de máxima verossimilhança. Assim, $\hat{\mu}_i$ é obtido quando são obtidos: $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$, tal que $\hat{\mu}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \hat{\beta}_3 x_{i3} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik}$, $i = 1, \dots, n$. Para utilizar o método de máxima verossimilhança é necessário definir o tipo de distribuição de probabilidades que a variável aleatória y segue. Apesar da distribuição normal ser a mais conhecida, nem sempre essa distribuição é adequada para todos as variáveis aleatórias contínuas. Se $y \in (0,1)$ podemos pensar na distribuição beta ou na distribuição simplex. Com o objetivo de viabilizar o uso de outras distribuições além da normal, apresentamos uma expressão mais geral para os modelos lineares:

$$g(\mu_i) = \beta_1 + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \dots + \beta_k x_{ik}$$

Assim, temos:

- $g(\mu_i)$ é uma função de ligação, que conecta a média da variável resposta e o modelo envolvendo as covariadas e os β 's;
- Quando $y_i \sim N(\mu_i, \sigma^2)$, temos que $g(\mu_i) = \mu_i$, ou seja, g é o que chamamos de função identidade. De fato, não houve necessidade de transformar a média.

No modelo normal assim como a resposta que pertence a todos os reais, $y \in (-\infty, +\infty)$, o mesmo ocorre com sua média $\mu \in (-\infty, +\infty) = IR$. E o mesmo deve ocorrer com $\hat{\mu}_i, \hat{\mu}_i \in (-\infty, +\infty) = IR$. Neste caso, da distribuição normal, $\hat{\mu}_i$ pode assumir qualquer valor real e consequentemente, $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$, estão livres para também assumirem quaisquer valores reais. Isto não acontece, por exemplo, se a variável resposta $y \in (0,1)$, $\mu \in (0,1)$ e temos que garantir que $\hat{\mu} \in (0,1)$. Com esta restrição os $\hat{\beta}$'s não estão livres, pois deve ser

garantido que $X\hat{\beta}$ só assuma valores no $(0,1)$. A alternativa é aplicar uma função g em μ_i de forma que $g(\mu_i) \in (-\infty, +\infty) = IR$. Então, os $\hat{\beta}'s$ estão liberados, como veremos abaixo.

1.1 Modelo de regressão beta

A distribuição beta é tipicamente usada para modelar variáveis aleatórias que se distribuem de forma contínua no $(0,1)$, tais como taxas, porcentagens e escores. A densidade beta é flexível podendo assumir diversas formas dependendo da combinação de valores de seus parâmetros. Seja y_1, \dots, y_n uma amostra de valores independentes tal que cada y_i , $i = 1, \dots, n$, segue a distribuição beta com densidade:

$$f(y; \mu_i, \phi_i) = \frac{\Gamma(\phi_i)}{\Gamma(\mu_i\phi_i)\Gamma((1-\mu_i)\phi_i)} y^{\mu_i\phi_i-1} (1-y)^{(1-\mu_i)\phi_i-1}, \quad 0 < y < 1, \quad (1.1)$$

Onde $0 < \mu_i < 1$ e $\phi_i > 0$. Aqui, $E(y_i) = \mu_i$ e $\text{var}(y_i) = (\mu_i(1-\mu_i))/(1+\phi_i)$, tem-se que ϕ representa um parâmetro de precisão, já que quanto maior ϕ menor a variância de y_i , conseqüentemente, ϕ^{-1} é um parâmetro de dispersão; Ferrari e Cribari-Neto (2004) propõem que a média da variável resposta y_i , isto é, μ_i possa ser escrita como:

$$g(\mu_i) = \beta_1 + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Como o objetivo da função de ligação g é permitir que os $\hat{\beta}'s$ possam assumir qualquer valor real e dado que $\mu_i \in (0,1)$, uma função de ligação que conduz essa média a todos os reais é a função de ligação logito, dada por:

$$\mu_i \in (0,1) \leftrightarrow \log \left\{ \frac{\mu_i}{(1-\mu_i)} \right\} \in (-\infty, +\infty) = IR.$$

Assim, como utilizamos um modelo matemático para tentar explicar a média da variável resposta μ_i , que é um parâmetro desconhecido, também é possível e as vezes necessário fazer o mesmo com a variância da resposta, que neste caso implica em modelar o parâmetro ϕ . De fato, é sugerido um modelo para ϕ quando suspeita-se que a dispersão não é constante para os dados, ou que é possível haver grupos com dispersões diferentes. Assim, Ferrari et al., (2011) desenvolvem vários aspectos de um modelo de regressão beta em que:

$$h(\phi_i) = \gamma_1 + \gamma_2 z_{i2} + \gamma_3 z_{i3} + \dots + \gamma_q z_{iq}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Neste caso, como $\phi > 0$ uma função de ligação adequada é $\log(\phi) \in IR$. Note que é necessário estimar os $\beta_t's$ ($t = 1, \dots, k$) e os $\gamma_j's$ ($j = 1, \dots, q$) para que ϕ_i e μ_i sejam

estimados. Isto é feito utilizando o método de máxima verossimilhança (<https://www.ime.usp.br/~giapaula/cursospos.htm>). Pesquisadores podem usar o pacote *betareg* o qual está disponível no *software* estatístico R. Note que, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)^\top$ e $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_q)^\top$ são vetores e $\hat{\beta} = (\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k)^\top$ e $\hat{\gamma} = (\hat{\gamma}_1, \dots, \hat{\gamma}_q)^\top$ são os seus respectivos estimadores de máxima verossimilhança.

1.2 Análise de Diagnóstico

Verificar se um determinado modelo é uma representação adequada dos dados é um passo importante da análise estatística. A construção de um modelo de regressão envolve a definição da distribuição a variável de resposta, a escolha da função de ligação, a escolha das covariáveis. Vários fatores podem levar um modelo ajustado pobre. Por exemplo, a função de ligação inadequada, omissão de covariáveis importantes, a escolha errada da distribuição da variável resposta, pontos influentes, especificação incorreta da variância entre outros fatores. Ou seja, modelos estatísticos estão baseadas em certas suposições. A fim de ter confiança na análise devemos verificar se os pressupostos associados são válidos. Isso pode ser alcançado por meio de análise de diagnóstico. Esses diagnósticos podem ser realizados com base na análise de resíduos.

Assim, a maior parte dos resíduos é baseada nas diferenças entre as respostas observadas (y) e a média estimada ($\hat{\mu}_i$). Por exemplo $r_i = y_i - \hat{\mu}_i$, ou seja, o resíduo é uma medida de discrepância entre os dados reais e o modelo ajustado. Aqui vamos utilizar o resíduo proposto por Espinheira et al., (2008), $r_{p,i}^{\beta\gamma}$ denominado resíduo ponderado e baseado na diferença, veja:

$$(y_i^* - \hat{\mu}_i^*), \text{ em que } y_i^* = \log \left\{ \frac{y_i}{1-y_i} \right\} \text{ e } \mu_i^* = E(y_i^*).$$

Os gráficos de resíduos versus índices das observações ou versus valores preditos ($\hat{\mu}_i$) são os mais básicos. Se um modelo está especificado corretamente, então estes gráficos não deve apresentar nenhuma tendência, os resíduos devem estar aleatoriamente distribuídos em torno do zero. A presença de quaisquer características sistemáticas tipicamente implica uma falha de um ou mais pressupostos do modelo. Outro gráfico de resíduos importante é o gráfico de probabilidade normal com envelope simulado, que pode ser usada mesmo quando as distribuições empíricas dos resíduos não são normais. Se o modelo está adequado aos dados, esperamos que a maioria dos resíduos estejam aleatoriamente distribuídos dentro das bandas do envelope.

Apêndice C

Neste capítulo, apresentaremos uma visão geral da Plataforma MeuTutor – Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, utilizado como objeto de estudo, as árvores de conteúdos, assim como, os elementos de gamificação, e os módulos disponíveis no ambiente educacional nas visões de professor e aluno.

A Plataforma MeuTutor

A plataforma MeuTutor é um ambiente de aprendizagem personalizado online que visa melhorar o desempenho dos alunos, com foco na qualidade de ensino. O sistema ajuda estudantes brasileiros, preparando-os para o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (para estudantes do ensino médio) e para Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC, também denominada “Prova Brasil” (para os alunos do ensino fundamental I e II). A Figura 38 mostra a tela de *login*, a plataforma disponibiliza conteúdo que contempla as matrizes de referências das disciplinas de Língua Portuguesa, com foco em leitura e interpretação de textos e Matemática, com ênfase na resolução de problemas [Brasil, 2011; Brasil, 2013], onde o aluno busca adquirir novos conhecimentos por meio de um ambiente educacional web personalizado, desenvolvido com técnicas de inteligência artificial e elementos de gamificação.

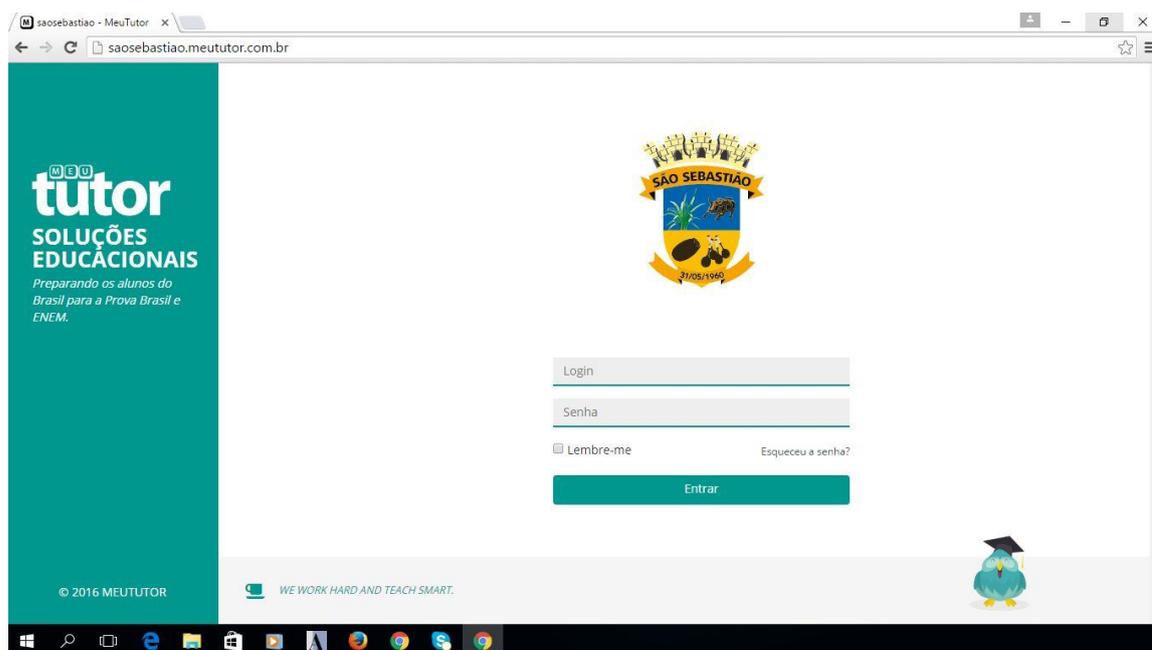


Figura 38 – Tela de *login* da Plataforma MeuTutor.

A plataforma educacional contém os seguintes módulos: (1) módulo do aluno, (2) módulo do professor, (3) módulo do supervisor, e (4) módulo da secretaria. O módulo do aluno possui três características principais: (i) ambiente gamificado; (ii) aprendizagem personalizada; e (iii) experiência social. No que diz respeito ao ambiente gamificado, são utilizados diferentes elementos de jogos, tais como: pontos, troféus, *rankings*, barra de progresso, níveis e *avatars*. Além disso, a aprendizagem personalizada é desenvolvida através de técnicas de inteligência artificial, onde o sistema é capaz de identificar o grau de dificuldade em um determinado assunto, fazendo assim, recomendações de conteúdos para os estudantes poderem superar suas limitações, bem como se adaptar ao ritmo de aprendizagem do aluno. Por último, a experiência social, permite aos estudantes interagirem e compartilharem suas experiências através de *feed* de notícias dentro do próprio ambiente com colegas da mesma turma e por meio das redes sociais, como por exemplo, o *Facebook*.

O módulo professor possui funções de gestão inteligente da aprendizagem para auxiliá-lo na execução de ações pedagógicas. A plataforma MeuTutor, disponibiliza por meio de relatórios e gráficos o desempenho da turma e individualmente, por aluno, diagnósticos automáticos para identificar os pontos fortes e fracos em um determinado domínio ou assunto. Além disso, permite ao professor configurar planos de aulas, criar exercícios e simulados. O módulo do supervisor permite o acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem, através da geração de relatórios inteligentes de forma paramétrica e em tempo real, o gestor escolar pode fazer comparativos entre as turmas e séries/anos, simular o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de cada unidade de ensino e do município, além disso, oferece relatórios gerenciais que o auxiliam no processo de tomada de decisão. E por fim, o módulo da secretária, permite acompanhar e gerenciar as turmas, professores e coordenadores. Nas próximas subseções, apresentamos os detalhes de cada um dos módulos da Plataforma MeuTutor.

Módulo do Aluno

Para acessar a Plataforma MeuTutor, o sistema solicita que o aluno informe o *login* (nome de usuário) e senha, cadastrados previamente no ambiente (Figura 38). Ao entrar na plataforma pela primeira vez, o sistema apresenta um breve tutorial para guiar o aluno no processo de ensino-aprendizagem dentro do ambiente educacional, conforme mostra a Figura 39.

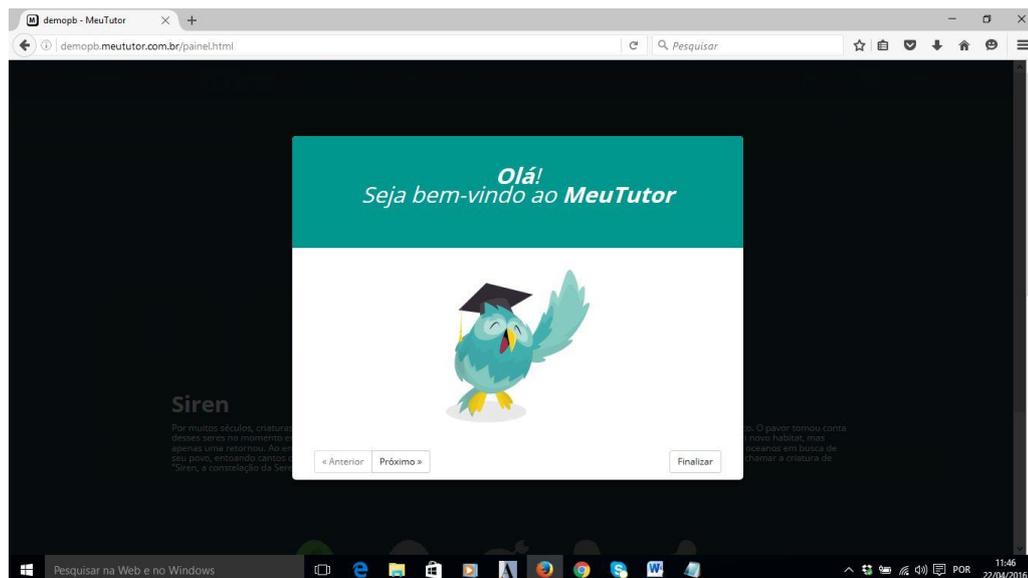


Figura 39 – Tela com tutorial da Plataforma MeuTutor.

Em seguida, o aluno pode selecionar um dos *avatars* que são exibidos na tela com uma descrição e evolução do mesmo à medida que o usuário avançar de nível dentro da plataforma. A Figura 40 mostra o *avatar* “Minotauro” com uma descrição e sua evolução do nível 1 ao nível 10. Após a escolha do *avatar* o sistema mostra a tela principal com os recursos para o usuário aluno. Na Figura 41 são exibidas as funcionalidades disponíveis na Plataforma MeuTutor. Na parte superior da tela principal, o aluno pode visualizar alguns elementos de gamificação presente no sistema, tais como: o *avatar*, selecionado durante o primeiro acesso ao sistema, barra de progresso com os níveis, o número de troféus ganhos e o *ranking* da turma.

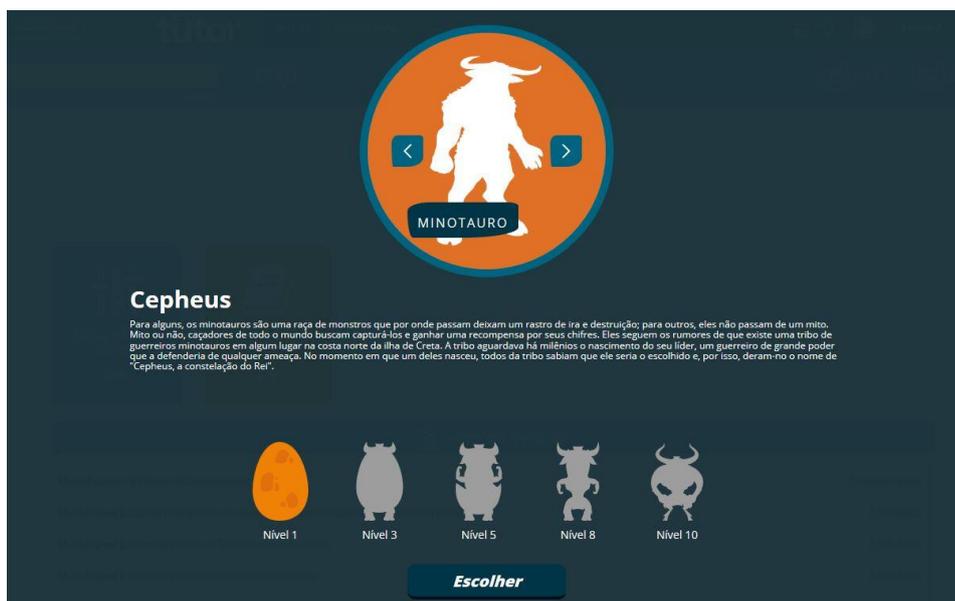


Figura 40 – Selecionar *avatar* - primeiro acesso na Plataforma MeuTutor.

Figura 41 – Painel de controle da Plataforma MeuTutor – perfil do aluno.

Neste cenário, para que o aluno possa avançar de nível, ganhar pontos e conquistar mais troféus, o mesmo terá que acessar constantemente a Plataforma MeuTutor, estudar o material disponível, assistir as vídeos-aulas, resolver os exercícios elaborados pelo professor da disciplina, e participar dos desafios finais propostos e disponíveis ao término de cada ciclo de estudo. Além disso, o sistema exibe no painel principal um *feed* de notícias, que permite ao aluno visualizar o que os colegas de turma estão fazendo e um calendário que mostra os exercícios e simulados cadastrados pelo professor com datas de início e término.

Disciplinas

A plataforma MeuTutor, disponibiliza duas disciplinas: Português e Matemática, com conteúdos específicos do 5º ano e 9º ano, respectivamente. Ao acessar o sistema, o aluno terá acesso às disciplinas com seus respectivos assuntos de acordo com ano/série matriculado e pode escolher qual disciplina quer estudar. Ao selecionar uma determinada disciplina, a plataforma mostra uma árvore com os materiais didáticos disponíveis. A Figura 42 mostra uma árvore com o conteúdo de língua portuguesa do 9º ano, série/ano final do ensino fundamental II, estruturadas em ciclos divididos por assunto para cada disciplina. Os conteúdos foram construídos com base nas matrizes de referências da Prova Brasil, disponibilizadas pelo Ministério da Educação (MEC) [Brasil, 2013].

Árvores de conteúdos

Nesta subseção, apresentaremos uma árvore contendo os conteúdos da disciplina de Língua Portuguesa, do 9º ano, ensino fundamental II. A Figura 42 mostra a árvore com os conteúdos divididos por assunto em ciclos, novos ciclos são liberados automaticamente na medida em os anteriores são concluídos pelo o aluno. O professor, através da sua área restrita pode liberar ou bloquear o acesso a novos conteúdos dentro da plataforma.

Neste cenário, quando o aluno seleciona um ciclo sobre um determinado assunto, o sistema mostra os recursos disponíveis para o assunto selecionado, a Figura 43 apresenta os seguintes recursos: estudar, desafio final, praticar, e recursos opcionais do assunto. Na opção “Estudar”, o aluno terá acesso a questões sobre o assunto selecionado, isso possibilita uma maior reflexão no aprendizado. Após responder todas as questões, o sistema libera o “Desafio Final”, onde o aluno será desafiado para responder um questionário composto de cinco questões. Logo após concluir o “Desafio Final”, a plataforma libera automaticamente na opção “Praticar” questões para que o aluno possa aprofundar-se sobre um determinado conteúdo.

A opção “Vídeos” fica disponível para o aluno a partir do momento em que seleciona um determinado assunto e oferece vídeos-aulas que serve como material de apoio ao processo de aprendizagem e fixação do conteúdo estudado.

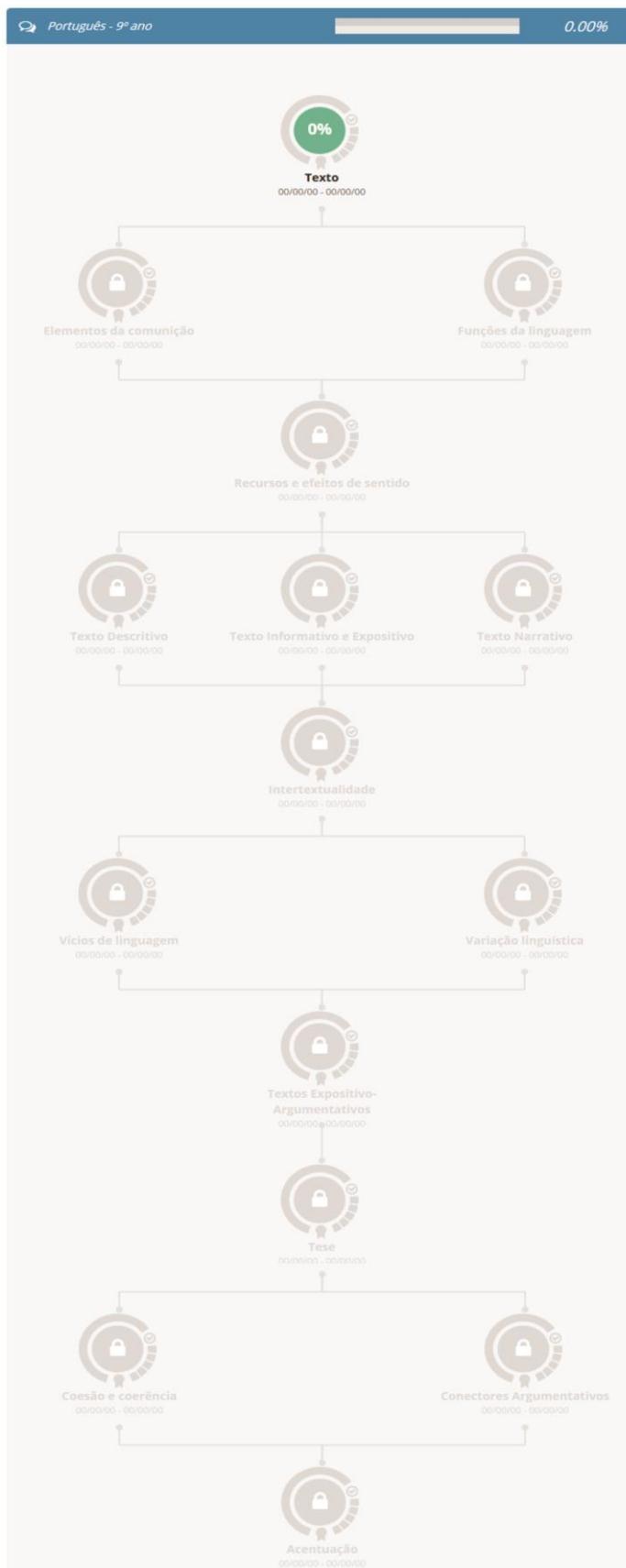


Figura 42 – Árvore com conteúdo de língua portuguesa – 9º ano.

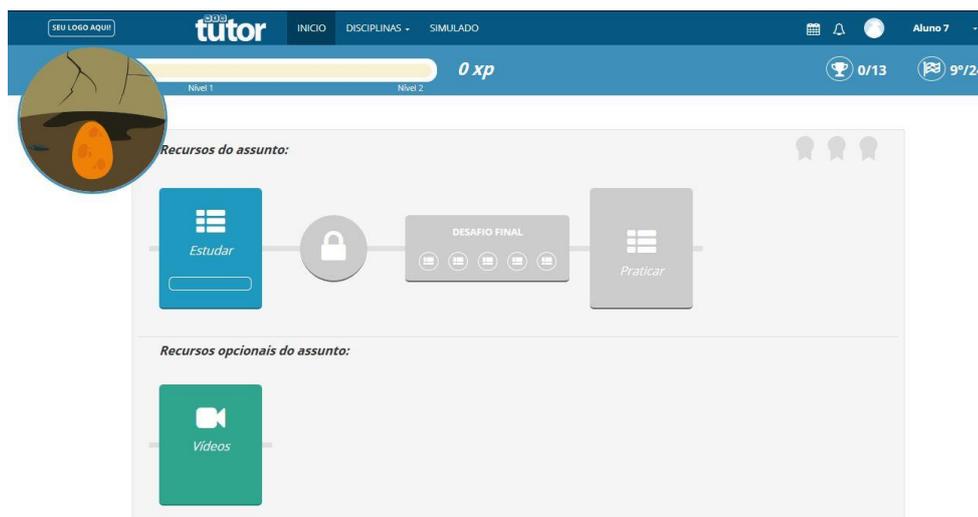


Figura 43 – Recursos.

Elementos de gamificação

A plataforma MeuTutor, usa elementos de gamificação para engajar, motivar e promover uma maior interação entre os alunos [SANTANA et al., 2016]. Na Tabela 40 apresentamos os elementos de gamificação presentes na plataforma MeuTutor.

Tabela 40 – Elementos de gamificação da Plataforma MeuTutor.

Elementos de gamificação	Descrição
Pontos	São os <i>Experience Points (XP)</i> atribuídos pelo o sistema de acordo com as ações do aluno na plataforma (exemplo: responder corretamente uma questão, assistir uma vídeo-aula, completar um desafio, responder um simulado e/ou exercício), são ações desse tipo que gera pontos para o aluno.
Níveis	A plataforma MeuTutor fornece vários níveis dentro de uma disciplina. A princípio, o aluno tem acesso apenas ao primeiro nível “aberto” de um determinado assunto da disciplina, os próximos níveis serão liberados automaticamente à medida que finalizar o nível anterior. No entanto, o professor pode desbloquear um determinado assunto localizado em um nível mais avançado na disciplina e o aluno, por sua vez, pode estudar o conteúdo sem que seja necessário passar pelos níveis anteriores.

<i>Badges</i>	<i>Badges</i> são os troféus, medalhas e <i>avatars</i> fornecidos pela plataforma de acordo com a experiência do aluno. Para isso, o mesmo precisa completar uma atividade proposta, assistir uma vídeo-aula ou avançar de nível.
<i>Ranking</i>	A plataforma MeuTutor, disponibiliza um painel onde o aluno pode visualizar sua posição no <i>ranking</i> em relação aos demais colegas da sua turma, assim como o número de troféus e quantidades de pontos ganhos.
Barra de progresso	A barra de progresso mostra o nível atual, assim como a quantidade de pontos (<i>XP</i>) ganhos, o percentual completado e o número total de pontos que deverá ser conquistado para avançar de nível.
<i>Feedback</i>	Recurso utilizado na realização de uma atividade que provê um retorno (<i>feedback</i>) para cada questão respondida de forma incorreta. Nesse sentido, o sistema fornece para o aluno uma resposta com uma explicação sobre a questão proposta.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Módulo do Professor

Do mesmo modo que o aluno, o professor tem acesso a Plataforma MeuTutor através de um *browser*, informa *login* e senha e ao entrar no ambiente é exibido um painel de controle com as informações sobre as turmas, *feed* de notícias e calendário. A Figura 44 mostra a tela principal no perfil de professor, com acesso aos menus: Painel, Disciplinas, Planos de aula, Conteúdos, Simulados e Exercícios, localizados no lado esquerdo.

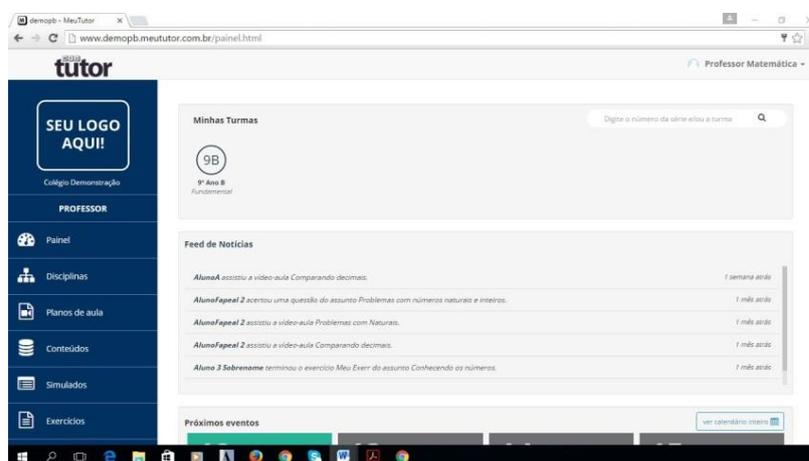


Figura 44 – Painel principal da Plataforma MeuTutor – perfil do professor.

Na parte superior da tela, na opção “Minhas Turmas” são exibidas as turmas que o professor leciona. O professor pode visualizar o perfil da turma, para isso, será necessário apenas selecionar uma determinada turma.

The screenshot displays the 'MeuTutor' interface for a teacher named Monica. The main section is titled 'Perfil Turma' and shows details for '9º Ano A' (9th Grade A) in 'Ensino Fundamental' (Elementary Education). It lists 56 students and two teachers: Monica Lima (Mathematics) and Gilvaná Silva (Portuguese). Below this, there are two charts: 'Evolução de aprendizagem' (Learning Evolution) showing a low percentage of progress, and 'Uso efetivo' (Effective Use) showing a line graph of activity over time. At the bottom, there are two summary cards: '4 Pontos Fortes' (4 Strong Points) and '15 Pontos Fracos' (15 Weak Points). To the right, an 'Exercícios' (Exercises) section shows a score of 6.958334 for 'Exercício 1 - Matemática' with 6 correct answers and 3 errors.

Figura 45 – Perfil da turma na Plataforma MeuTutor – visão do professor.

A Figura 45 mostra a tela com o perfil da turma, o professor pode visualizar os alunos cadastrados na disciplina e simulados. Além disso, são exibidos gráficos com a evolução da aprendizagem, o uso efetivo da plataforma, os pontos fortes e fracos, e os exercícios cadastrados. A plataforma permite o acompanhamento por aluno, individualmente. Para isso, o professor precisa apenas selecionar o aluno para ter acesso às informações como: série, turma, nível, pontos, simulados, a evolução da aprendizagem, o uso efetivo, os exercícios realizados, notas, os pontos fortes e pontos fracos do aluno. Nos menus localizados na lateral esquerda, são apresentadas as funcionalidades:

Tabela 41 – Menus – usuário professor.

Menu	Descrição
Painel	Exibi a página principal onde são apresentadas todas as ferramentas que o usuário professor tem acesso.
Disciplinas	Mostra as disciplinas e permite ao professor visualizar todos os assuntos e recursos disponíveis.
Plano de aula	Permite ao professor visualizar os planos de aulas existentes, editar plano de aula e cadastrar um novo plano de aula.
Conteúdos	O professor pode visualizar as questões e vídeos-aulas disponíveis que podem ser utilizadas para formatar planos de aulas.
Simulados	Através dessa opção o professor pode criar simulados, assim como visualizar, editar simulados existentes e imprimir.
Exercícios	Esse recurso permite ao professor, criar exercícios, visualizar e editar os exercícios cadastrados na plataforma.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Na plataforma, o usuário professor pode criar simulado para avaliar o desempenho individual dos alunos e coletar dados das turmas. Para isso, o sistema disponibiliza duas formas para elaborar um simulado, são elas: automático e personalizado. Na opção automático, o professor precisa apenas informar um título para o simulado, definir a quantidade de questões, selecionar a turma, configurar a data de início e término do simulado e por último, selecionar os assuntos. Enquanto que, na opção personalizada, o professor, além

de configurar título, turma, início e fim, precisa selecionar o assunto e as questões de forma personalizada dentro do ambiente educacional, conforme mostra a Figura 46.

Figura 46 – Tela criar simulado personalizado no MeuTutor.

Módulo do Supervisor

Este módulo permite que o diretor realize o acompanhamento do desempenho da escola com base nas informações do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB. Além disso, permite visualizar informações sobre os professores cadastrados na plataforma, as disciplinas, turmas e séries/anos.

Módulo da Secretária

Neste módulo, a secretária faz o acompanhamento através do painel principal das pendências do coordenador, professor e alunos. Além disso, o sistema permite visualizar as séries, cadastrar turmas, adicionar novos alunos, visualizar os alunos matriculados em uma determinada turma, ver o progresso de cada aluno individualmente, pode também, desvincular um aluno da turma. Assim como, editar turma e bloquear o acesso a plataforma. Por meio do

menu “coordenador”, a secretária pode cadastrar um novo coordenador, bloquear o acesso, editar as informações cadastrais, assim como, vincular o coordenador a uma série e turno.

Através do menu “Professor”, a plataforma permita que a secretária visualize os professores cadastrados, cadastrar um novo professor, bloquear o acesso ao sistema, editar as informações cadastrais do docente, vincular a uma série, disciplina e turno, possibilita também, visualizar as turmas vinculadas e desvincular o professor de uma determinada turma. No menu “Aluno” são exibidos as informações sobre os alunos, além disso, a secretária pode cadastrar um novo aluno, bloquear o acesso, e editar as informações de cadastro do aluno.