

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

KELLY HANNEL

UM MÉTODO E SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA ATINGIR A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Porto Alegre, 2017

KELLY HANNEL

**UM MÉTODO E SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA ATINGIR A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Prof. Dr. José Valdeni de Lima

Coorientador: Prof. Dr. Luís António Arsénio Descalço

Linha de pesquisa:

Ambientes Informatizados e Ensino a Distância

Porto Alegre, 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Hannel, Kelly

Um método e suas práticas pedagógicas para atingir a aprendizagem significativa / Kelly Hannel. -- 2017.

134 f.

Orientador: José Valdeni de Lima.

Coorientador: Luís António Arsénio Descalço.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Informática na Educação. I. de Lima, José Valdeni, orient. II. Descalço, Luís António Arsénio, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitor: Prof^a. Jane Fraga Tutikian

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Celso Giannetti Loureiro Chaves

Diretor do CINTED: Prof. Leandro Krug Wives

Coordenadora do PPGIE: Prof. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
KELLY HANNEL**

Às nove horas do dia doze de junho de dois mil e dezessete, na sala 329 do PPGIE/CINTED, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Alberto Bastos do Canto Filho, José Palazzo Moreira de Oliveira e Maria Paula Lopes dos Reis Carvalho, para a análise da defesa de Tese de Doutorado intitulada *"Um Método e suas Práticas Pedagógicas para Atingir a Aprendizagem Significativa"*, da doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação Kelly Hannel, sob a orientação do Prof. Dr. José Valdeni de Lima e coorientação do Prof. Dr. Luís António Arsénio Descalço.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

Considera a Tese aprovada

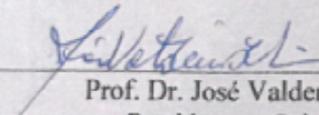
sem alterações;

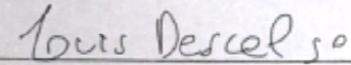
e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;

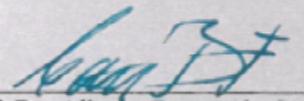
Considera a Tese reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

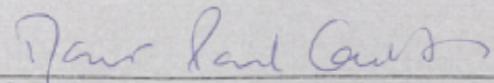
A BANCA RECONHECE A QUALIDADE DO TRABALHO COM
UMA APLICABILIDADE PRÁTICA EM UMA SITUAÇÃO
REAL.


Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Presidente e Orientador


Prof. Dr. Luís António Arsénio Descalço
Coorientador


Prof. Dr. Alberto Bastos do Canto Filho
PPGIE/UFRGS


Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira
INF/UFRGS


Prof.ª Dr.ª Maria Paula Lopes dos Reis Carvalho
Universidade de Aveiro - Portugal

AGRADECIMENTOS

Ainda criança, lembro de meu tio contar que era Doutor em Economia. Eu logo pensei: fácil, também quero ser doutora! Lindo sonho de criança que aos poucos esqueci....mas não é que o destino foi me levando por esse caminho: primeiro a graduação, depois passei no assustador POSCOMP e veio o mestrado! Dois anos puxados!! Após me tornar mestre, larguei a vida acadêmica por 5 anos, pois fui servir ao Exército Brasileiro. Até que algo, ainda incompleto, me chamou de volta aos estudos. Reencontrei meu orientador do mestrado, Prof. Valdeni, e fiz a prova no PPGIE.... Mais 4 anos de estudos, dedicação, medos, muito aprendizado e cá estou: finalizando minha tese! A tese que nem sabia ser necessária quando sonhava em ser doutora igual ao Tio Valdir!

Nessa longa caminhada tenho tanto a agradecer...A Deus, aos meus pais e irmãos e ao amor da minha vida, Lúcio, que apoiou, sofreu e se alegrou ao meu lado em todos os momentos. Ao meu orientador, professor Valdeni, muito obrigada por mais essa oportunidade de aprender. Ao professor Luís, saiba que o senhor foi muito importante e fiquei honrada por teres aceito fazer parte desta empreitada. Aos meus queridos colegas, Rosana, Felipe, Manuel e Maria Angélica obrigada por tornarem os momentos mais alegres e menos difíceis. Não poderia deixar de agradecer ao Exército Brasileiro, por me permitir estudar enquanto cumpria minha missão. Em especial ao Colégio Militar de Porto Alegre na figura do Coronel Ricardo Humberto Heim: obrigada chefe! Não podia deixar de agradecer às minhas parceiras de corrida, em especial a Cristina Kremer, pois sem minhas corridas diárias não teria tido equilíbrio para chegar até aqui! Por fim, agradeço a todos que fizeram parte ou autorizaram dos experimentos no CMPA: Cel Herculano, Cel Rangel, Cel Heim, Cap Alice, Dona Clori, Cap Adriana e Prof. Leiria. À minha querida tia Lúcia e família, obrigada pelo carinho e parceria. Muito obrigada a todos! Serei eternamente grata pela realização deste sonho!

Se eu bem me conheço, esta etapa será mais uma na minha trajetória! Espero que eu possa contribuir com esta tese e que ela ajude a criar novas pesquisas em busca de soluções gratuitas para a educação do nosso país.

RESUMO

As melhorias alcançadas na Educação através do uso das tecnologias de informação e comunicação são inegáveis. Entretanto, os avanços em direção a um ensino personalizado e direcionado às preferências, ao nivelamento (saneamento das dificuldades e pré-requisitos de conteúdo) e aos interesses dos estudantes são pequenos. Desta forma, através da identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como dos conteúdos (conceituais) buscou-se aprimorar o processo de ensino para que cada aluno alcance, a seu modo (de forma personalizada) o aprendizado e possa avançar na disciplina/ano em questão. Como é humanamente impossível um professor conhecer as características e dificuldades de conteúdo de todos os seus alunos, é interessante que o ambiente virtual que apoia o professor possa auxiliar para um atendimento mais personalizado, permitindo que o aluno interaja no seu próprio ritmo de estudo, acesse os conteúdos necessários ou aprofunde-se em algum conteúdo que ele já domine. Esta tese propõe um método de uso das ferramentas disponíveis de ambientes virtuais, principalmente do MOODLE, para alcançar a personalização do ensino e conduzir o aluno em sua própria trajetória individual rumo ao aprendizado significativo, sanando dificuldades de conteúdo. Seguindo o objetivo de melhorar a qualidade do ensino sem necessidade de grande investimento de desenvolvimento de ambiente nem aporte financeiro. Para validar o método foi realizado um projeto piloto mais dois experimentos, todos no Colégio Militar de Porto Alegre que totalizaram a participação de 256 alunos. Os resultados demonstraram a viabilidade do método, medido através da melhora nas notas (análise quantitativa) e da análise qualitativa dos dados e dos questionários (respondidos pelos alunos e professores). Destaca-se como vantagem educacional o desenvolvimento do método que pode ser aplicado a qualquer disciplina ou modelo de ensino e como vantagem computacional o uso do MOODLE para personalizar o ensino.

Palavras-Chave: tecnologia da informação e comunicação, ambiente virtual, conhecimentos prévios, ensino personalizado.

Reaching meaningful learning through a method and its pedagogical practices

ABSTRACT

The use of information and communication technologies made undeniable advances in education. However, advances towards personalized learning and directed to the preferences, the leveling (improvement of difficulties and prerequisites) and to the interests of students are small yet. Thus, it is intended, by identifying the students' prior knowledge and content (conceptual) to improve the process so that each student reach, at their mode (personalized) the learning and make progress in discipline/year in question. We know that is humanly impossible for a teacher to know the characteristics and difficulties of content of all his students. So, the virtual environment that supports the teacher should have the flexibility to customize interactions with each student, which allows the student to interact at his/her own study pace, access the necessary content or deepen in some content that he/she has mastered. This thesis proposes a method for using the available virtual environments tools, especially the MOODLE, to achieve the personalization of teaching and to lead the student in his own individual trajectory toward meaningful learning, healing content difficulties. Following the objective of improving the quality of education without the need for large investment in environmental development or financial contribution. To validate the method was carried out a pilot project plus two experiments, all occurred at Military College of Porto Alegre, with a total of 256 students. The results showed the viability of the method, measured by the improvement in grades (quantitative analysis) and the qualitative analysis of data and questionnaires (answered by students and teachers). It is highlighted as an educational advantage, the development of the method that can be applied to any discipline or teaching model and as computational advantage, the use of MOODLE to customize teaching.

Keywords: information and communication technology, virtual environment, prior knowledge, personalization of education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: Tipos de Ensino Híbrido.	33
Figura 2.2: Variação da aprendizagem memorística até a significativa.	36
Figura 2.3: Distribuição dos estudantes nos três tipos de instrução testados por Bloom, convencional, por maestria e tutorial (individual).	40
Figura 2.4: Questões do jogo ortografando.	45
Figura 2.5: Tela inicial do SIACUA.	48
Figura 2.6: Aprender Funções no SIACUA.	48
Figura 2.7: Praticar no SIACUA.	49
Figura 2.8: Exemplo de videoaula do <i>Khan Academy</i>	51
Figura 2.9: Funcionamento do <i>Geekie Labs</i>	52
Figura 2.10: Questão de matemática na plataforma <i>Geekie Lab</i>	54
Figura 2.11: Curva característica do item.	57
Figura 4.1: Etapas do método desenvolvido.	70
Figura 4.2: Estrutura das atividades no AVA MOODLE.	71
Figura 5.1: Atividade "contação" de história no MOODLE.	76
Figura 5.2: Atividade texto colaborativo no MOODLE.	77
Figura 5.3: Momentos da realização da atividade proposta.	77
Figura 5.4: Atividade de leitura e interpretação e de escrita.	78
Figura 5.5: Atividades do grupo 2.	79
Figura 5.6: Atividade de leitura e interpretação utilizando a ferramenta lição.	79
Figura 5.7: Atividades no laboratório.	90
Figura 5.8: Grafo das trocas de grupos.	94
Figura 5.9: Algumas respostas à pergunta "O que você gostaria que a professora melhorasse para que você use o MOODLE com mais frequência?"	99
Figura 5.10: Conteúdos da turma Garança 2016-MATEMÁTICA.	100
Figura 5.11: Verificação das habilidades por aluno.	101
Figura 5.12: Acompanhamento das recomendações feitas a cada aluno.	101
Figura 5.13: Tela inicial da prova de matemática.	104
Figura 5.14: Exemplo de questão da prova.	105
Figura 5.15: Visão que o aluno tem dos questionários para cada grupo.	106
Figura 5.16: Tela de criação de uma nova questão parametrizada.	107
Figura 5.17: Texto da questão com os parâmetros.	108
Figura 5.18: Possíveis respostas com parâmetros e <i>feedback</i>	108
Figura 5.19: Visão do aluno de uma questão.	109
Figura 5.20: Algumas respostas dadas a questão 2.	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Subsunções utilizados para identificação dos grupos.....	74
Tabela 5.2: Evolução de grupo por aluno.	81
Tabela 5.3: Comparação individual do pré-teste e pós teste.	85
Tabela 5.4: Comparação das médias do pré-teste (AD1) e pós-teste (AD2) entre os grupos.	86
Tabela 5.5: Comparação das medianas no teste de <i>Wilcoxon</i>	87
Tabela 5.6: Comparação da nota do pré-teste.	87
Tabela 5.7: Comparação da nota do pós-teste.	87
Tabela 5.8: evolução de grupo por aluno.....	91
Tabela 5.9: Média e desvio padrão.	93
Tabela 5.10: Análise da mudança de grupo.	95
Tabela 5.11: Mudança de grupo.....	95
Tabela 5.12: Pesquisa sobre o acesso ao MOODLE.....	96
Tabela 5.13: Comparação notas sem e com o uso do <i>Khan Academy</i>	102
Tabela 5.14: Conteúdos abordados.	103
Tabela 5.15: Comparação das notas de pré-teste e pós-teste.....	109
Tabela 5.16: Teste <i>Kruskal-Wallis</i> da nota do pré-teste.....	110
Tabela 5.17: Teste <i>Kruskal-Wallis</i> da nota do pós-teste.....	111
Tabela 5.18: Questionário aplicado aos alunos.....	112
Tabela 5.19: Questionário com respostas aplicado aos professores.	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1: Distribuição dos alunos nos três grupos.....	80
Gráfico 5.2: Alunos do grupo focal que receberam atividades personalizadas.....	80
Gráfico 5.3: Alunos do grupo de controle.	80
Gráfico 5.4: Evolução dos alunos que receberam atividades personalizadas no MOODLE.	83
Gráfico 5.5: Evolução dos alunos do grupo de controle.	84
Gráfico 5.6: Evolução dos alunos do grupo de controle.	88
Gráfico 5.7: Número de alunos em cada grupo após o pré-teste.....	92
Gráfico 5.8: Número de alunos em cada grupo após o pós-teste.....	93
Gráfico 5.9: Comparação do número de alunos em cada grupo após o pré-teste e o pós- teste.....	94
Gráfico 5.10: Resultado da pergunta "O que você mais gosta no MOODLE?".....	97
Gráfico 5.11: Resultado da pergunta: "O que você não gosta no MOODLE?".....	98
Gráfico 5.12: Resultado da pergunta: "Você acessa o MOODLE em casa?".....	98
Gráfico 5.13: Comparação do número de alunos em cada grupo após a prova do PmatE.	106
Gráfico 5.14: Comparações de medianas das notas do pré-teste entre os grupos.	110
Gráfico 5.15: Comparações de medianas das notas do pós-teste entre os grupos.	111
Gráfico 5.16: Respostas do grupo <i>Bhaskara</i> a questão 3.	113
Gráfico 5.17: Respostas do grupo <i>Fibonacci</i> a questão 3.	113
Gráfico 5.18: Respostas do grupo <i>Pitágoras</i> a questão 3.	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Avaliação Diagnóstica
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CATE	<i>Computer Adapt Esstressing</i>
CINTED	Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
CM	Colégios Militares
CMPA	Colégio Militar de Porto Alegre
DEPA	Departamento de Ensino Preparatório e Assistencial
EaD	Educação a Distância
EB	Exército Brasileiro
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GEE	<i>Generalized Estimating Equations</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTR	<i>High Tech Right</i>
ILS	<i>Index of Learning Styles</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEGUA	Matemática Gerador de Exercício
MOOCs	<i>Massive Open Online Courses</i>
MOODLE	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
MOTRAC	Modelo de Trajetórias de Aprendizagem Conceitual
OAs	Objetos de Aprendizagem
OBMEP	Olimpíadas Brasileiras de Matemática
OBF	Olimpíadas Brasileiras de Física
OM	Organização militar
PA	Progressão Aritmética
PDDL	<i>Planning Domain Definition Language</i>
PG	Progressão Geométrica
PPGIE	Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
ROODA	Rede Cooperativa de Aprendizagem
SCMB	Sistema Colégio Militar do Brasil
SIACUA	Sistema Interativo de Aprendizagem por Computador

TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TRI	Teoria de Resposta ao Item
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ULF	<i>Universal Learning Format</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contextualização da pesquisa	19
1.2 Problemática.....	21
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo geral.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
1.4 Justificativa.....	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1. Ensino Personalizado.....	26
2.1.1 Histórico.....	27
2.1.2 Definições.....	28
2.1.3 Exemplos de personalização.....	29
2.2 Ensino Híbrido	31
2.3 Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel.....	34
2.4 Teoria de Bloom	38
2.5 Ambientes virtuais de aprendizagem	40
2.5.1 MOODLE.....	43
2.5.2 PmatE e MEGUA.....	46
2.5.3 Sistema Interativo de Aprendizagem por Computador (SIACUA).....	47
2.5.4 <i>Khan Academy</i>	50
2.5.5 <i>Geekie Labs</i>	51
2.6 Teoria de Resposta ao Item.....	54
3 . TRABALHOS RELACIONADOS.....	58
3.1 <i>MOODLE_LS System</i>	58
3.2 Objetos de aprendizagem multimodais e o ensino de cálculo: uma proposta baseada em análise de erros (Müller, 2015)	59
3.3 <i>Student-oriented planning of e-learning contents for MOODLE</i> (Caputti e Garrido, 2015)	60
3.4 Modelo Bayesiano do Aluno no Cálculo com Várias Variáveis (Fonseca, 2014).....	62
4 . METODOLOGIA.....	64
4.1 Etapas e procedimentos.....	66
4.2 Método desenvolvido.....	69
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
5.1 Projeto Piloto- 2015	73
5.1.1 Descrição de algumas atividades realizadas	75

5.1.1.1 Atividades do grupo 1	77
5.1.1.2 Atividades do grupo 2	78
5.1.1.3 Atividades do grupo 3	79
5.1.2 Resultados e análises do projeto piloto.....	80
5.2 Descrição das atividades no Garança Mirim 2016	88
5.2.1 Atividades realizadas no MOODLE	89
5.2.2 Consideraes e conclusões	90
5.2.3 Atividades realizadas no <i>Khan Academy</i>	99
5.3 Descrio das atividades nas turmas de Matemática Ensino Médio	103
5.3.2 Consideraes e conclusões	109
6. CONSIDERAES FINAIS E ATIVIDADES FUTURAS	116
6.1 Contribuies educacionais	119
6.2 Contribuies computacionais	119
6.3 Limitaes.....	121
6.4 Trabalhos futuros	122
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	124
ANEXO 1- Instrumentalizao da pesquisa bibliográfica.....	129
ANEXO 2- Critérios/descriptores para classificao das questões.	130
ANEXO 3- Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	132

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são importantes no apoio ao desenvolvimento social e cognitivo dos indivíduos. A crescente necessidade de novas habilidades e conhecimentos trazem mudanças na percepção individual de aprendizagem e no sistema educacional como um todo. A mudança tecnológica implica profundas alterações na compreensão dos processos de interação social de aprendizagem e da construção do conhecimento (BARROS, 2011).

A personalização, comunicação e colaboração que são possibilitadas através dos avanços da *Web* tornam-se um espaço de fundamental importância para o desenvolvimento de qualquer indivíduo. A evolução dos ambientes que podem ser utilizados para o ensino também tem acompanhado as melhorias que são trazidas pela *Web*. Tecnologias de salas de telepresença (GRANDI et al., 2013), *mobile learning* (SHARPLES et al., 2005; SEPPÄLÄ, ALAMÄKI, 2003), televisão digital (JANTSCH e LIMA, 2012) e mundos virtuais (WAGNER et al., 2013; NUNES et al. 2016) vêm sendo estudadas para aprimorar e facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, o que se vê na maioria dos ambientes são objetos de aprendizagem (OAs) oferecidos para a turma toda, sem personalização ou direcionamento do aluno.

Bloom (1984) afirma que a personalização do ensino é a diferenciação da instrução e fornecimento de *feedback* corretivo regular, com base nas necessidades de cada aluno. Isto incluiu personalizar tanto o caminho como o ritmo - identificar e abordar falta de conhecimento pré-requisito, e passar mais tempo quando necessário, para garantir que os alunos tenham o domínio de temas alcançados antes de prosseguir.

Abordagens de ensino personalizado podem ser aplicadas em diferentes ambientes, perspectivas e também em vários níveis educacionais, incluindo ensino formal e informal, em ambientes empresariais e para a aprendizagem móvel. O tratamento individualizado das necessidades de aprendizagem pode fazer uso do grande volume de dados que já são armazenados na maioria dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs).

Ambiente Virtual de Aprendizagem é um termo amplo, usado para definir sistemas que organizam e provêm acesso a serviços de aprendizagem online para estudantes, professores e administradores. Estes serviços incluem controle de acesso, conteúdo de aprendizagem, ferramentas de comunicação e organização em grupos (PAULSEN, 2002).

A utilização dos AVAs, como o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE), *Blackboard*, Rede Cooperativa de Aprendizagem (ROODA) e

outros facilitam e aprimoram a Educação a Distância (EaD). Nestes ambientes os professores costumam postar os conteúdos e OAs para a turma toda, e não de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno.

Um OA é definido como qualquer recurso que pode ser (re)utilizada ou referenciada durante o processo de ensino por computador. Os recursos podem ser desde texto ou vídeos até recursos mais complexos com hipertextos (IEEE, 2000). Alguns objetos podem seguir uma metodologia de modelagem e desenvolvimento, por exemplo, o Modelo de Trajetórias de Aprendizagem Conceitual - MOTRAC (CANTO FILHO, 2015).

Em uma turma presencial, desde que o professor não tenha muitos alunos, ele consegue reconhecer as preferências e identificar possíveis deficiências de conteúdos em seus alunos, mesmo que esta não seja uma tarefa fácil. Por exemplo, conteúdos pré-requisitos que o aluno esqueceu, ou mesmo nunca aprendeu.

Agora, ao analisar a realidade das escolas brasileiras, pode-se afirmar que é praticamente impossível um professor identificar deficiências de conteúdo. Isso é confirmado, por Porvir:

Se fôssemos tentar descrever uma sala de aula de ensino fundamental típica no Brasil, ela seria em uma escola pública e urbana, com aulas por 4,5 horas por dia e teria por volta de 25 alunos em cada classe. Se a turma fosse de quinto ano, duas ou três dessas crianças seriam daquelas que sabem tudo de matemática e que pedem novos desafios porque já estão lá na frente enquanto os colegas ainda estão absorvendo os conceitos mais básicos. Oito ou nove delas, por outro lado, estariam entre as que têm tanta dificuldade que precisam de uma atenção especial; neste grupo, é provável que ao menos uma tivesse algum déficit de aprendizagem mais sério. Os 18 ou 19 restantes comporiam um grupo com conhecimentos de um nível que oscila entre o mínimo necessário e o adequado. (2015, p. 1).

Ainda, o mesmo professor tem que atender a várias turmas, aumentando exponencialmente os desafios. Ao se tratar de turmas de ensino totalmente a distância esta identificação é muito mais difícil, e piora em Cursos Online Abertos e Massivos, do inglês *Massive Open Online Course* - MOOCs, onde a quantidade de alunos é da ordem de centenas, milhares e mesmo milhões de alunos (SEED, 2005).

Nesse sentido, a mudança de paradigmas de um ensino tradicional, meramente transmissivo e que trata todos os alunos da mesma maneira precisa mudar. Isso é evidenciado por Porvir que cita:

Existe uma clareza crescente na sociedade, expressa das mais diversas formas, de que a educação precisa mudar. Que temos escolas do século 19, professores do século 20 e alunos do século 21. Que não dá mais para termos um ensino tão padronizado. Que os alunos perdem o interesse e deixam a escola. E que a escola está de costas para o mundo. (2015, p. 1).

Em sua terceira geração, denominada *Web 3.0*, além de englobar todas as características da *Web 2.0*¹, inclui a preocupação com o perfil e interesse do usuário. Intensifica-se, assim, o uso de sistemas de recomendação (SR), de *Web Semântica*, inteligência artificial, personalização e o conceito de computação nas nuvens. Neste último estão incluídas as ferramentas digitais, cujo funcionamento está baseado na *Web*. Embora muitas destas tecnologias não tenham sido criadas com finalidade educacional, têm sido utilizadas pelos docentes de diferentes áreas.

Estas tecnologias podem ser aplicadas à educação e trazem bons resultados. Muitos trabalhos têm abordado diferentes técnicas para amenizar dificuldades de conteúdo dos alunos. Por exemplo, Müller (2015) utiliza a análise de erros para identificar dificuldades de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral e usa estilos de aprendizagem para propor o OA adequado a cada aluno.

Existe ainda, diferentes técnicas de adaptação em sistemas EaD. Pode-se citar os Sistemas Hiperídia Adaptativos que frequentemente realizam a adaptação do conteúdo ou da interface (BRUSILOVSKY, 2016) e também as ferramentas para autoria como o NetCoach² (WEBER, 2001a) e o ELM-ART³ (WEBER, 2001b).

Diversos trabalhos abordam o ensino híbrido e a personalização do ensino como uma forma de amenizar a distância cognitiva que se tem entre os alunos e também diminuir as dificuldades cognitivas. Por exemplo, Porvir (2015), Moran (2015), Horn e Staker (2015), dentre outros.

Na visão de Franco et al. (2006) a construção do conhecimento depende daquilo que o aluno traz consigo e do significado (lógico e intuitivo) que o sujeito deu para aquela realidade com que se defrontou. Isso significa que, se por um lado o conhecimento não está garantido pela transmissão de informações (seja por texto, áudio, vídeo ou outra forma), também não se pode partir do princípio de que a motivação ou disposição para aprender garantem o aprendizado.

Tais ideias vêm ao encontro da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968) que foi utilizada nesta tese no sentido de captar os subsunçores que os alunos já

¹ Disponível em: <<http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>>.

² NetCoach é um sistema de autoria que possibilita a criação de cursos individuais e adaptativos sem conhecimento de programação (WEBER, 2001a, p. 1).

³ ELM-ART é um sistema inteligente e interativo que suporta a programação em LISP. O sistema provê material online em forma de livro interativo. Combina modelo de aluno, suporte adaptativo à navegação, organização de curso e diagnóstico individualizados e suporte baseado em exemplos para a resolução dos exercícios.

absorveram e então fornecer conteúdo mais adequado a cada um. A aprendizagem significativa acontece a partir do crescimento e modificação dos subsunçores, ou seja, a partir de um conceito previamente absorvido pelo aluno o conhecimento pode ser construído, facilitando a compreensão das novas informações (AUSUBEL et al., 1980).

Mesmo que a educação personalizada seja reconhecida como uma opção vantajosa, eficiente e eficaz, não tem sido muito disseminada. Isso se deve a três fatores principais: alto custo de pessoal para tratar com grupos pequenos de alunos; custo do material didático mais diversificado e de qualidade e por fim, impossibilidade de um único professor atender às demandas de diferentes perfis de alunos (KHAN, 2013).

A saída para atingir uma educação personalizada aponta para o uso de tecnologia. Porém, tanto os AVAS como as ferramentas para *Web* demandam muito tempo e dinheiro no seu desenvolvimento, adequação e treinamento (dos professores, tutores e alunos). Tempo e dinheiro que, em especial escolas públicas, não possuem. Nesse sentido, buscar soluções que já estejam em uso no ambiente escolar, que sejam tecnologias gratuitas, que não necessitem de grandes codificações e que possam ser facilmente adaptadas à rotina escolar são a chave para a melhoria necessária no ensino.

A motivação para esta tese surgiu no Sistema Colégio Militar do Brasil (SCMB), especificamente no Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA). Entretanto, o modo como essa abordagem foi delineada pode ser ampliada para utilização em qualquer escola de Ensino Fundamental (EF), Ensino Médio (EM) ou até Ensino Superior, com as devidas modificações. O estudo de caso piloto foi realizado no Projeto Garança Mirim⁴ de 2015, o qual é um projeto institucional do CMPA. O Garança Mirim, visa atenuar as deficiências de conteúdos essenciais aos alunos, dependentes de militares, que irão ingressar no 6º ou 7º anos do EF do SCMB. Os demais experimentos também foram realizados no CMPA, um deles no Garança Mirim de 2016 e outro na disciplina de matemática do 1º ano do EM no ano de 2016.

O objetivo é identificar os subsunçores comuns em grupos de alunos de acordo com suas dificuldades de conteúdos. Esses grupos de alunos realizam atividades no AVA adotado na escola. Através do método desenvolvido o aluno recebe material direcionado às suas dificuldades, aumentando consideravelmente as oportunidades de acerto, o que irá estimular e incentivar o seu prosseguimento nos estudos. Além disso, o ensino personalizado auxilia o trabalho do professor, pois a tarefa de identificar o tempo, as dificuldades e o melhor caminho/trajetória de aprendizado de cada aluno é um processo custoso. Com um ambiente

⁴ O termo Garança é a cor da boina que os alunos utilizam no SCMB, e o termo Mirim foi adotado pelo fato de ainda não serem alunos do sistema.

personalizado, o aluno chegará aos objetivos seguindo o seu ritmo de estudos, em paralelo às atividades de sala de aula.

Segundo Canto Filho et al.:

Trajectoria de Aprendizagem é a sequência de trajetos, onde trajeto é a apropriação de competências através do processo de ensino-aprendizagem tendo como ponto de partida competências ou conceitos previamente conhecidos. (2016, p.3).

É importante salientar, que o objetivo não é substituir o professor em sala de aula e nem atuar de forma disruptiva mudando drasticamente o currículo. É sim, auxiliar o professor, priorizar o maior envolvimento do aluno em seu próprio aprendizado, sanar dificuldades de pré-requisitos de conteúdos existentes e também permitir uma maior inserção da tecnologia em sala de aula.

Ainda, o objetivo não é que os alunos realizem as atividades "sem cobrança". E sim, dar ferramentas que permitam que o aluno percorra uma trajetória menos impositiva, de uma forma mais agradável aos alunos (inclusive com o uso de jogos educacionais) e através do uso da tecnologia. Tem-se como objetivo utilizar esse trabalho na recuperação paralela de conteúdos dos anos regulares, conforme prevê a Lei de Diretrizes e Bases⁵ (LDB). O CMPA já realiza a recuperação paralela, contudo, existe uma grande dificuldade de recuperar conteúdo e, uma das causas, é justamente essa, o oferecimento de aulas e atividades iguais para todos, sem a diferenciação das necessidades dos alunos.

O restante desta tese está organizado como segue: ainda no capítulo 1, é feita uma contextualização do projeto de pesquisa, introduzindo o Sistema Colégio Militar do Brasil. Também é discutida a problemática que gerou este projeto de tese, os objetivos e as justificativas. No capítulo 2 são apresentados os conteúdos que servem de base para o desenvolvimento de projeto como: ensino personalizado, ensino híbrido, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Teoria de Resposta ao Item. No capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados. No capítulo 4 está descrita a metodologia. Já no capítulo 5 são apresentados os resultados e discussões, separadamente de cada um dos três experimentos realizados. E, no capítulo 6, são apresentadas as considerações finais e discussões, bem como os trabalhos futuros vislumbrados a partir desta tese.

⁵ Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lbd.pdf>>.

1.1 Contextualização da pesquisa

A presente pesquisa surgiu de necessidades observadas dentro do SCMB, especificamente no CMPA. Sendo assim, faz-se necessário conhecer a fundamentação que norteia a proposta pedagógica dos treze Colégios Militares (CM) que compõem o SCMB. Os princípios gerais e os preceitos contidos no Regulamento dos Colégios Militares são (R-69):

Os CM são organizações militares (OM) que funcionam como estabelecimentos de ensino (Estb Ens) de educação básica, com a finalidade de atender ao Ensino Preparatório e Assistencial! (art. 2º). (R-69, 2008, p.5).

Faz-se necessário o atendimento das duas vertentes de ensino destacadas - a preparatória e a assistencial - bem como da articulação entre elas, no intuito do melhor cumprimento da missão dos Colégios Militares. A educação assistencial remete a justificativa de criação do SCMB: "a busca do equacionamento das vicissitudes inerentes à profissão militar, das dificuldades impostas à família do militar" (R-69, 2008). Ou seja, o SCMB foi criado para atender os filhos de militares. Muitos militares vivem em locais com poucas condições de estudo e quando são transferidos para guarnições que possuem CMs, ao colocarem seus filhos, estes não conseguem acompanhar o nível e exigências de estudos.

É na articulação eficaz da educação preparatória com a educação assistencial, em um ambiente identificado segundo os valores, costumes e tradição do Exército Brasileiro (EB) e apoiado sobre a hierarquia e a disciplina que estruturam o EB, que os Colégios Militares cumprem sua missão de proporcionar educação básica aos seus alunos.

O ensino do SCMB é considerado de alto nível, sendo que os alunos dos CMs frequentemente ganham prêmios em diversas áreas (como: Olimpíadas Brasileiras de Matemática (OBMEP⁶), Olimpíadas Brasileiras de Física (OBF), Olimpíadas Brasileiras de Astronomia, etc.) e passam nos vestibulares de cursos mais disputados⁷.

Os alunos podem ingressar no SCMB de duas formas: sendo dependente de militar e atendendo os requisitos dispostos no R-69 (2008) ou prestando concurso para o 6º EF e 1º ano do Ensino Médio (EM). Os dependentes de militares realizam uma prova chamada Avaliação Diagnóstica (AD) para que sejam testados os requisitos básicos nas disciplinas de matemática

⁶ Disponível em: <<http://www.cmpa.eb.mil.br/ultimas-noticias/693-na-obmep-2016-os-alunos-do-cmpa-conquistam-30-das-medalhas-de-ouro-gauchas-2>>.

⁷ Disponível em: <<http://www.cmpa.eb.mil.br/ultimas-noticias/422-aprovados-no-vestibular-ufrgs-2017-1-12>>.

e língua portuguesa para verificar se terão condições de acompanhar o ano escolar ou se necessitarão reforço escolar.

Os alunos que entram no SCMB via concurso, por ser concorrido (em 2014 foram 25,38 e em 2016 foram aproximadamente 28 candidatos por vaga) frequentemente passam por uma boa preparação anterior. O que os deixa em condições de acompanhar o nível de ensino da instituição. Entretanto, alunos oriundos de escolas com menor nível de exigência frequentemente enfrentam dificuldades para acompanhar as aulas.

No sentido de minimizar a lacuna de conteúdos, no CMPA foi criado o Projeto Garança Mirim. A Supervisão Escolar do CMPA, através da equipe de pedagogas, realizou análises sobre os resultados das ADs e, posteriormente, sobre o rendimento ao longo do ano, dos alunos (não concursados) que ingressam no CMPA⁸ no 6º ou 7º anos do EF.

Através da análise das ADs verificou-se que um percentual significativo destes alunos dependentes de militares não atinge um desempenho que possibilite a sua continuidade no SCMB. Isto ocorre em virtude da falta de conteúdos pré-requisitos, que são a base para a construção do conhecimento nos demais anos. Levantamentos estatísticos sobre a origem dos alunos dependentes de militares comprovam que 88% são filhos de graduados (soldados, cabos ou sargentos), cujo salário e situação familiar, muitas vezes, impossibilitam que curse as séries iniciais em escolas com maior nível de exigência. Estes alunos, conseqüentemente, têm prejuízo na formação dos pré-requisitos necessários para a continuidade de seus estudos no SCMB.

O ingresso no SCMB ocorre uma vez ao ano e o Garança Mirim está estruturado para atender esta demanda. As aulas começam seis meses antes do ingresso do aluno no SCMB. Criou-se uma turma por turno, conforme disponibilidade dos alunos e familiares. Os encontros ocorrem duas vezes por semana, em turno contrário ao que os alunos estudam regularmente e são ministradas aulas de matemática e português. A cada ano, entram cerca de 60 alunos divididos em manhã e tarde.

Desde 2009 uma professora de currículo ministra as aulas de matemática e português. Os alunos também têm aulas de inglês e informática que são ministradas por professores com formação específica. Além disso, aulas de esgrima, visitas aos laboratórios, depoimentos de alunos dos diversos grêmios, jogos e outras atividades de integração e ambientação também fazem parte da programação. Importante ressaltar que o planejamento das atividades é realizado tendo como base curricular os conteúdos exigidos nas ADs do 6º e do 7º Ano.

⁸ Fonte: documento interno da Supervisão Escolar CMPA.

A coordenação do projeto fica a cargo das pedagogas da Supervisão Escolar. A Seção Psicopedagógica realiza, ao longo do projeto, entrevista com os alunos e, quando necessário, com a família.

1.2 Problemática

Após a análise do ambiente contextualizado, chegou-se ao seguinte problema de pesquisa: **Como personalizar o ensino para conduzir o aluno em sua trajetória pessoal rumo ao aprendizado significativo, sanando dificuldades de conteúdo?**

1.3 Objetivos

Nessa seção são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos para alcançar a personalização do ensino e conduzir o aluno em sua trajetória pessoal rumo ao aprendizado significativo.

1.3.1 Objetivo geral

Personalizar o ensino para conduzir o aluno em sua trajetória pessoal rumo ao aprendizado significativo, sanando dificuldades de conteúdo. Bem como entender as deficiências de pré-requisitos ou conteúdos do aluno para possibilitar o acesso a materiais didáticos, OAs e trajetórias de aprendizagem específicos que sejam adequados ao ritmo individual através da implementação de técnicas de personalização do ensino.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para se chegar ao objetivo geral deste trabalho existem alguns objetivos específicos a serem realizados:

- Identificar, dentro da disciplina ministrada quais os conteúdos e os pré-requisitos necessários e criar uma hierarquia de conceitos;
- Identificar os conteúdos que o aluno domina e deficiências de pré-requisitos através de uma avaliação (pré-teste);
- Comparar o que a disciplina preconiza que o aluno deve aprender com o resultado da avaliação inicial;

- Verificar as possibilidades de personalização em ambientes como MOODLE e *Khan Academy*;
- Viabilizar a personalização no ambiente virtual de aprendizagem escolhido;
- Observar e analisar o envolvimento do aluno após a utilização do ambiente com a personalização.

1.4 Justificativa

Com as mudanças trazidas pelas TICs surge a necessidade de se oferecer um ensino em linha do que o aluno espera da escola, com aquilo que ele vive em seu cotidiano e com o que o mercado exige. Tais mudanças que a inserção da tecnologia trouxe e vem trazendo para a sociedade manifestam importantes caminhos também para a educação (MORAN, 2015, p.31).

Dentre estes novos caminhos para a educação, e pela observação realizada no Garançã Mirim do CMPA surgiu a oportunidade da realização desta tese. No Garançã Mirim a mesma professora de currículo ministra aulas de matemática e português. As aulas são gerais e buscam suprir as carências de conteúdos pré-requisitos essenciais para o ingresso no CMPA. Entretanto, todos os alunos são tratados da mesma forma, sem análise prévia das dificuldades e necessidades. Ou seja, se o aluno tem mais dificuldade em matemática que em português, ele terá que estudar ambas disciplinas no ritmo de todo o grupo. Qualquer dificuldade extra que o aluno apresente, somente será direcionada para estudo extraclasse, caso a professora consiga identificá-la. Como a professora precisa atender um número grande de alunos, e nem sempre consegue identificar e direcionar os alunos, é que procura-se técnicas de personalização para facilitar a identificação de dificuldades de conteúdo, aprimorando assim o processo de ensino.

Essa realidade encontrada no Garançã Mirim não é diferente da grande maioria das escolas públicas no Brasil (PORVIR, 2015). Um único professor para atender grande número de alunos, alunos com dificuldades de pré-requisitos, escolas com poucos recursos financeiros e por isso não podem investir valores altos em desenvolvimento e aquisição de sistemas projetados especificamente para elas.

De acordo com o Plano Nacional de Tecnologias Educacionais dos Estados Unidos da América (USA, 2010) o modelo de sala de aula tradicional, onde um único professor expõe conteúdos a diversos alunos não consegue atender as necessidades individuais de cada

estudante. Além disso, cada aluno possui seu próprio ritmo de aprendizado e em uma sala de aula com trinta alunos não é viável para o professor identificar e adequar a aula ao ritmo de cada um. Afinal, cada indivíduo possui uma história de vida, interesses, competências, ritmo de estudo e habilidades diferentes.

Nesse contexto, o "*2 Sigma Problem*" de Bloom (1984) confirma a teoria de que alunos que aprenderam um tema por meio de tutoria individual, combinados com avaliação formativa regular e instrução corretiva, obtiveram resultados dois desvios-padrão (2 sigma) melhores do que os alunos que receberam instrução em sala de aula convencional. E, para Bloom (1984), o 2 sigma acontece devido à personalização. O grande problema é que a tutoria individualizada é muito cara (VANDERVEEN, 2014).

Nesse sentido é que o ensino personalizado usando TICs se torna importante. Nele, o papel do professor é de criador de caminhos (trajetos), de atividades em grupo e individuais. Passando a ser um gestor e orientador de trajetórias, previsíveis e imprevisíveis. O que a tecnologia traz é uma integração entre o mundo físico e digital, de todos os espaços e tempos. O professor precisa seguir se comunicando com os alunos presencialmente, mas também precisa fazê-lo digitalmente. Sendo que esta mescla é fundamental para abrir a escola para o mundo e também trazer o mundo para a escola (MORAN, 2015).

O ensino personalizado através das TICs pode se valer da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968). Esta teoria preconiza que o aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Quanto maior o número de links feitos, mais consolidado estará o conhecimento. Chegando-se assim a teoria de que quanto mais se sabe, mais se aprende. Ausubel (1968) considera a existência de conhecimentos prévios nos quais o estudante possa ancorar as novas ideias (quantidade e qualidade de subsunçores) como o fator de maior relevância para o aprendizado significativo.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel dentro do contexto apresentado, traz uma mudança não radical de quebra de paradigmas educacionais. Entretanto, mescla estas ideias, trazendo a personalização para tornar o aluno centro do processo de aprendizagem apoiando a construção de novos conceitos com base naquilo que o aluno já conhece. Para que a aprendizagem seja significativa para o aluno é importante promover uma boa relação interpessoal entre o professor facilitador e o aprendiz. Proporcionando, que o aprendiz seja mais responsável pelo seu aprendizado, tenha certo controle sobre seu ritmo, tempo e necessidades pessoais através da personalização do ensino. Mas, não tirando responsabilidades no cumprimento de metas e objetivos cognitivos a serem alcançados.

Aliada a teoria da aprendizagem significativa, pode-se citar a teoria de Rogers (1978) a qual remete para a construção de uma aprendizagem mais significativa para o aprendiz, onde, segundo o autor:

É mais que uma acumulação de fatos, é uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimentos, mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência. (1978, p. 258).

A análise da teoria de Rogers explicita a sua inquietação acerca da metodologia adotada pelas escolas atualmente. As escolas preparam seu currículo preocupadas no que deverão ensinar a seus alunos, quando na verdade a proposta deveria ser outra, ou seja, o objetivo deve ser o desenvolvimento de pessoas plenamente atuantes (ROGERS, 1997).

Essa teoria exige uma mudança no âmbito educacional no sentido de uma educação mais centrada no aluno, levando em conta seu real interesse, seus sentimentos, emoções, e esse objetivo é alcançado mais facilmente quando o professor, na posição de facilitador. Em sua abordagem centrada na pessoa, o professor é um facilitador que instiga o aluno, atiça a sua curiosidade e o desafia a buscar novos conhecimentos (ROGERS, 1978).

A teoria de Rogers, é citada nesse projeto de tese, não no sentido de quebra radical de paradigmas. Em especial, pelo contexto do SCMB, que traz no âmago uma educação de excelência, conforme evidenciado no item 1.1 deste trabalho. Ela é trazida, para apoiar o ensino personalizado à medida que o aluno passa a ser o centro do processo, e as dificuldades deste aluno passam a ser melhor trabalhadas para alcançar um ensino que seja significativo. Assim, relaciona-se com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), pois para fazer ser o ensino ser significativo é preciso analisar aquilo que o aluno já sabe (seus subsunçores) e relacionar com o conteúdo que será apresentado a ele.

Além destes autores, Bloom (1984) realizou observações em 3 grupos diferentes: uma turma de aulas expositivas; um grupo de alunos que estudaram numa sala de aula padrão, de aulas expositivas, mas com abordagem de domínio de conteúdo, assim os alunos só avançavam ao tópico seguinte quando demonstravam ter dominado o anterior; e um grupo de alunos que aprendeu através de instrução um a um, com tutor. No grupo da abordagem de domínio de conteúdo, houve uma melhora de desempenho de um desvio padrão total (um sigma) em relação ao grupo de aulas expositivas regulares, e o grupo de tutoria individual atinge 2 sigma de aproveitamento melhor. Por isso, esse estudo foi chamado de *2 sigma problem*. Não sendo possível prover um tutor para cada aluno, obviamente em função de custos, surge a necessidade de buscar soluções para aproximar da tutoria individual. Uma

solução que se mostra viável é o uso de tecnologia, visto que o computador ou *smartphone* não se cansa de mostrar um vídeo várias vezes, ou mesmo corrigir um questionário quantas vezes forem necessárias.

Um ensino de qualidade deve propiciar que os alunos entendam e sejam capazes de reproduzir aquilo que lhes é ensinado. Nesse sentido, é necessário buscar soluções para que todos, com suas diferenças e dificuldades individuais possam alcançar os pontos ou características cognitivas que se espera de um aluno para aquele ano/série.

E, para atingir um ensino de qualidade, como preconiza o SCMB é preciso buscar técnicas que se aproximem de um ensino de tutoria individual, conforme abordado por Bloom (1984). Em uma sala de aula, cada aluno é único, tem seus interesses e talentos próprios e responde de forma particular a estímulos de aprendizagem. Por isso a importância de respeitar as limitações e os talentos de cada um. Segundo Carrasco (2007), Carrasco (2004) e Gómes (1997) alunos que recebem uma instrução personalizada tendem a apresentar melhores resultados.

Para o aluno, a vantagem da personalização é principalmente a motivação, visto que esta pode substituir a frustração de não aprender no ritmo ditado pelo professor. Além disso, proporciona a maximização do aprendizado no sentido de que o aluno tem a oportunidade de aprender de forma individual, em grupo, com a tecnologia e com uma aproximação efetiva do professor (SCHNEIDER, 2015, p. 71).

É com o objetivo de garantir a excelência de ensino que o SCMB prevê, bem como prover recursos tecnológicos adequados para atingir a maior proximidade da tutoria individual através da personalização que esta tese se enquadra. Lembrando que o principal objetivo na personalização é identificar dificuldades de conteúdo que permitam um atendimento mais individualizado das necessidades de cada aluno. Além disso, por ser este um problema recorrente em muitas escolas, a ideia que nasceu no SCMB poderá ser ampliada adequando-se a particularidades de outros sistemas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A educação em seu sentido mais amplo significa aprender das mais diversas formas, seja no ensino tradicional, seja na EaD. Moran afirma:

Aprendemos mais e melhor quando encontramos significado para aquilo que percebemos, somos e desejamos, quando há alguma lógica nesse caminhar - no meio de inúmeras contradições e incertezas - a qual ilumina nosso passado e presente, bem como orienta nosso futuro. (2015, p. 31).

Instituições mais inovadoras possuem modelos educacionais integrados, sem disciplinas. Organizam o projeto pedagógico a partir de valores, competências amplas, problemas e projetos, sempre mantendo equilíbrio entre aprendizagem individualizada e colaborativa. Inclusive reorganizam espaços físicos e os combinam com os virtuais (GÓMES, 1997; CHRISTENSEN, et al., 2013).

Outras instituições preferem manter o modelo tradicional de disciplinas, mas com um projeto pedagógico que prevê valores e competências amplas mescladas com o ensino personalizado, utilizando a EaD para apoio ao ensino presencial. Esta é a principal ideia do presente trabalho. Ou seja, apoiar o professor utilizando a tecnologia para identificar as deficiências de conteúdos dos alunos e então conduzi-los em sua própria trajetória de aprendizagem. Importante salientar que a EaD, neste trabalho, é utilizada como apoio às aulas presenciais. Belloni (2008) define a EaD como um processo planejado de ensino/aprendizagem que é mediado pelas tecnologias, sendo que os professores e alunos não se encontram fisicamente, estando separados espacial e temporalmente.

Moran (2015) afirma que a mescla entre salas de aula e ambientes virtuais é o que permite abrir a escola para o mundo e também trazer o mundo para as escolas. Visto que a ampla gama de tecnologias da *Web 2.0*, em especial as gratuitas, facilitam a aprendizagem colaborativa e também individualizada.

No sentido de cobrir os conceitos que fazem parte desse trabalho, as subseções seguintes apresentam as teorias que embasaram a metodologia e abordagens adotadas.

2.1. Ensino Personalizado

O ensino personalizado é a adaptação da pedagogia, dos planos de estudo/curriculares e dos ambientes de aprendizagem, sejam eles virtuais ou presenciais, para atender às necessidades individuais dos alunos (PORVIR, 2015, p. 1).

2.1.1 Histórico

O ensino personalizado é definido por diferentes autores em vários períodos da história. Ainda no século XIX, o Plano Dalton fundamenta-se em princípios de atividade, interesse, liberdade e iniciativa do aluno. Sendo que cada aluno pode programar o seu plano de estudos, de forma a atender às suas necessidades, interesses e capacidades. O tempo para realização do plano é previsto de acordo com o nível de dificuldade. Assim, as salas de aula tornam-se salas de estudo e as aulas passam a ser planos de estudos (RANGEL, 2005). Isto serve para promover a independência, a autoconfiança, para melhorar as competências sociais dos alunos e o sentido de responsabilidade para com os outros. Já o Plano *Winnetka* adota como princípio a organização das disciplinas por núcleos temáticos que facilitem a socialização e a criatividade (RANGEL, 2005).

Bloom (1956) afirma que o domínio da aprendizagem é um método de ensino que pressupõe que todas as crianças podem aprender se lhes forem dadas condições de aprendizagem adequadas. Mais especificamente, o domínio da aprendizagem é um método no qual os alunos não prosseguem para um objetivo de aprendizagem subsequente, até que demonstrem proficiência no atual.

Keller e o Sistema Personalizado de Instrução (anos 60) que direciona a instrução com base nas exigências dos estudantes, permitindo que trabalhem em módulos do curso de forma independente. É um método de ensino orientado para o domínio do processo individual. O sistema personalizado de instrução também se encaixa de certa forma no construtivismo social, exigindo que os estudantes trabalhem em equipes de apoio com um supervisor para responder às perguntas sobre os conteúdos estudados (KELLER, 1968).

Historicamente, o termo foi usado num discurso em 2004, no Reino Unido, por David Miliband, Ministro de Estado para o Padrão Escolar no Reino Unido. Miliband (2006, p. 24) afirmou que "o ensino personalizado é a maneira pela qual as nossas melhores escolas talham a educação de forma a garantir que cada aluno atinja o mais elevado nível possível. A nossa missão é fazer dessas práticas universais".

Para tornar o ensino personalizado uma prática universal, Hargreaves (que é o ex-presidente das Comunicações Educacionais Britânicas e Agência de Tecnologia BECTA) promoveu a criação de nove portais (HARGREAVES, 2006). Esses nove portais/passagens eram a voz do aluno: avaliação da aprendizagem; aprender a aprender; novas tecnologias; plano curricular; aconselhamento e orientação, tutoria e formação; desenvolvimento da capacidade de trabalho; e projeção e organização da escola (HARGREAVES, DENNIS, 2009). Leadbeater (2009) é também um arquiteto-chave desta ideia pelo seu trabalho, e

aconselhou Tony Blair sobre a personalização dos serviços públicos no Reino Unido. Para confirmar, Hopkins (2007) considera o ensino personalizado um dos quatro pilares principais dos sistemas de reforma.

A personalização do ensino não é um conceito novo, pois ela "[...] parte do princípio de que as pessoas aprendem de formas diferentes e em ritmos diferentes, com base nos seus conhecimentos prévios, habilidades, interesses e emoções" (PORVIR, 2015, p. 1).

2.1.2 Definições

Segundo Miliband (2006) ensino personalizado demanda que cada aspecto do ensino e suporte seja desenhado de acordo com as necessidades do aluno. Personalizar visa valorizar todo o potencial do aluno, a biografia, as inteligências, as sensibilidades e competências (também as emocionais) que caracteriza cada um como uma pessoa, de forma a alcançar uma forma de excelência cognitiva, através do desenvolvimento de todas as aptidões, capacidades e talentos. Os objetivos de aprendizagem serão depois diferentes para cada aluno, e podem não estar previstos desde o início do processo de aprendizagem. O aluno, orientado pelo professor, é um orientador ativo da experiência e caminho da aprendizagem (HARGREAVES, 2006).

Embora o ensino personalizado possa acontecer em contextos de aprendizagem tradicionais, tais como escolas e faculdades, está presente na aprendizagem que acontece em qualquer lugar, por exemplo, em casa ou na comunidade. Esta aprendizagem “em qualquer lugar, a qualquer hora, de qualquer forma” pode ser vista, à luz das forças da globalização, pela sua influência nesta última tendência da educação, onde tempo, espaço e lugar são experimentados de forma comprimida, experimentando-se assim o fim da distância (RANGEL, 2005).

As TICs podem ser uma poderosa ferramenta para o ensino personalizado, pois permitem aos alunos o acesso à investigação e informação, e fornecem um mecanismo de comunicação, debate, e registro da aprendizagem. No entanto, o ensino personalizado não é exclusivo dos ambientes ou tecnologias digitais (RANGEL, 2005). Além disso, não se pode simplesmente introduzir tecnologias sem pensar nos objetivos e benefícios de seu uso (Schneider, 2015, p.71).

O termo se refere a uma série de estratégias pedagógicas voltadas a promover o desenvolvimento dos estudantes de maneira individualizada, respeitando as limitações e os talentos de cada um. Ele leva em consideração que os alunos aprendem de formas e em ritmos

diferentes, já que também são diversos seus conhecimentos prévios, competências e interesses.

Quando um estudante recebe atenção individualizada de um professor, geralmente, os resultados são melhores. Isto porque este professor ajusta sua explicação de acordo com o aluno, preservando o tempo e as necessidades dele. A abordagem personalizada implica que o aluno tenha atendimento individualizado quando necessitar, mas que também participe de projetos e atividades em grupo quando isto for facilitar o aprendizado (HORN e STAKER, 2015).

O "problema 2 sigma" de Bloom (1984) mostra que estudantes que têm tutoria individualizada apresentam resultados aproximadamente, dois desvios padrões acima da média do grupo de controle. Isso significa que a nota média dos estudantes que tiveram tutoria individualizada, naquele estudo, está acima de cerca de 98% dos estudantes do grupo de controle (HORN e STAKER, 2015).

Já a aprendizagem baseada na competência implica que o aluno tenha domínio sobre determinado conteúdo (posse, aplicação, replicação, etc.) antes de poder passar para o próximo. Quando um aluno passa de um conceito para o outro, sem ter compreendido bem, isto cria lacunas de aprendizagem (HORN e STAKER, 2015).

2.1.3 Exemplos de personalização

Muito se tem falado que os alunos aprendem de formas diferentes (MORAN, 2015). Que o modelo formatado para educação de massa está em xeque. Que os currículos precisam ser reformulados. Que os professores devem entender as demandas específicas dos estudantes. Uma destas mudanças pode vir com a personalização (PORVIR, 2015).

Algumas das escolas aplicam modelos de personalização, estes modelos são variados e podem ter diferentes graus, ou estágios, de personalização. No estágio um, o modelo é centrado no professor, mas o aluno tem voz e pode fazer suas escolhas. No estágio dois, o aluno e o professor são *codesigners* e já no estágio três, a educação é centrada no aluno e o professor é um guia do aprendiz (HORN e STAKER, 2015). Alguns interessantes e reconhecidos modelos são apresentados nos subitens a seguir.

2.1.3.1 *High Tech Right (HTR)*⁹

A HTR é uma rede com 11 escolas dos EUA que aposta em personalização, conexão com o mundo e transparência para levar alunos à universidade. A proposta destas escolas se baseia em quatro pilares que têm sido apontados por especialistas em educação como essenciais para formar alunos para o século XXI: personalização, conexão com o mundo, interesse comum em aprender e professor como designer do aprendizado (GOMES, 2012).

São escolas públicas de administração privada, o que significa que elas são gratuitas para todos os seus cerca de 4.500 alunos. No entanto, a escola vem acumulando bons resultados, por exemplo, em 2011, 100% dos alunos foram aceitos em uma universidade. Ou seja, há mais candidatos do que as escolas são capazes de receber. A solução que a direção encontrou foi fazer um sorteio respeitando um critério que procura atender a todas as áreas da região onde as escolas estão. Garantindo assim que seu corpo de alunos seja bem diverso e integre classes sociais diferentes (GOMES, 2012).

A escola mantém baixa proporção de aluno por professor e a cada aluno é designado um monitor, que se torna responsável por fazer um acompanhamento individualizado de interesses acadêmicos específicos. Com tal integração entre alunos e professores, as partes se sentem corresponsáveis pelo processo de aprendizagem e cumprem o segundo dos pilares da escola: interesse comum em aprender. No mundo virtual, os alunos são estimulados a manterem suas produções em um portfólio digital, acessível a qualquer um. A missão da *HTH Graduate School of Education* é preparar líderes reflexivos, capazes de desenvolver ambientes de aprendizagem inovadores, autênticos e rigorosos.

Sem livros-texto pré-determinados, os professores são os responsáveis por guiar o aluno, o que é o quarto dos pilares da HTH. Em vez de blocos de 50 minutos, as aulas são mais longas, facilitando o desenvolvimento do aprendizado baseado em projetos. E algumas disciplinas são agrupadas reforçando mais um dos pilares da escola, a conexão com o mundo. Por isso, matemática e física costumam ser ensinadas juntas para alunos do ensino médio. Isso também ocorre com a disciplina de humanas, que reúne história, filosofia e língua inglesa. Até fisicamente a escola foi pensada para facilitar os arranjos diferentes das salas de aula tradicionais, com espaços para atividades manuais, para reunião de grupos pequenos, para trabalhos individuais e para apresentações.

⁹ Disponível em: <<http://www.hightechhigh.org/>>.

2.1.3.2 *Khan Academy* nas escolas

Em 2006 a plataforma *Khan Academy* foi criada pelo educador americano Salman Khan. Ela oferece videoaulas e mais de 300 mil exercícios completamente gratuitos que podem ser acessados a qualquer hora do dia. O site oferece ensino personalizado: reconhece quais habilidades o aluno domina e quais ainda precisa praticar.

Em 2014, a *Khan Academy*¹⁰ passou a ser traduzida para o português pela Fundação Lemann¹¹. Que, além da tradução de aulas e exercícios, também oferece um programa gratuito que leva a *Khan Academy* a escolas públicas, formando professores não só para que usem a plataforma em seu dia a dia com seus alunos, mas também para que compartilhem esse conhecimento com outros educadores.

Como já mencionado, é um programa gratuito que oferece capacitação de professores e dá suporte pedagógico para que escolas usem os conteúdos e recursos da *Khan Academy* em aulas de matemática do ensino fundamental. Em contrapartida, os professores devem registrar o desempenho dos alunos ao longo do programa e analisar as estratégias de aprendizado adotadas.

Diversas escolas no Brasil e no mundo têm usado o *Khan Academy* como ferramenta de apoio em aulas presenciais e EaD. Na página da Fundação Lemann⁸ sobre o *Khan Academy* estão disponíveis diversos relatórios atualizados sobre os dados desse programa no Brasil. Em setembro de 2015 o total de alunos que participam do projeto é 79.039 e o número de escolas abrangidas é 315.

2.2 Ensino Híbrido

O ensino híbrido e a aprendizagem baseada em competências, quando implementados em conjunto, se tornam a base para o ensino centrado no aluno (HORN e STAKER, 2015). Essa combinação torna o aluno mais responsável pela sua própria aprendizagem e capaz de se moldar às mudanças constantes observadas na sociedade atual. O grande desafio é implementar a aprendizagem centrada no aluno em larga escala. Visto que, contratar um professor por aluno é impraticável.

O ensino online pode massificar a questão de um professor por aluno. À medida que usa recursos tecnológicos para prover um ensino que atenda às necessidades de ritmo,

¹⁰Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/>>.

¹¹Disponível em: <<http://www.fundacaolemann.org.br/khan-academy/>>.

dificuldades e tempo de cada aluno. Basicamente, o ensino online permite que o aluno avance rapidamente se já tiver assimilado o conteúdo, pare e estude novamente ou mesmo receba reforço naquele conteúdo caso não tenha entendido. Neste sentido os professores passam a ser planejadores, organizadores e mentores do que os alunos precisam estudar para atingir os objetivos. Entretanto, o simples fato de utilizar o ensino online não traz a personalização. É necessário que haja uma mudança de atitude tanto do professor quanto do aluno (HORN e STAKER, 2015).

O papel do professor passa a ser ativo, como um "*designer* de caminhos", de atividades individuais e em grupo. Passa a ser um gestor e orientador de caminhos individuais e coletivos, providenciando uma construção aberta, criativa e empreendedora. Sendo que a tecnologia traz a possibilidade de mesclar todos os espaços e tempos. Não são dois mundos ou espaços, mas sim um espaço estendido compreendido pela sala de aula física e a sala de aula online. Por isso a educação formal passa a ser mais "*blended*"¹², misturada, híbrida. O professor precisa continuar comunicando-se presencialmente com os alunos, mas também precisa fazê-lo digitalmente. O aluno passa a ser produtor de informação, coautor com seus colegas e professores, reelaborando materiais, contando histórias, debatendo ideias em fóruns ou blogs, participando de webconferências (MORAN, 2015).

Para Christensen et al. (2013) o ensino híbrido é um programa de educação formal onde o aluno aprende, pelo menos em parte, de forma online, com algum elemento de controle do estudante em relação ao tempo, lugar, modo ou ritmo de estudo; e pelo menos alguma parte do tempo o aluno recebe instruções fisicamente e de modo supervisionado em sala de aula. Ainda, Christensen et al. definem:

O ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino on-line. O estudante tem algum controle sobre pelo menos um dos seguintes elementos: tempo, lugar, modo e/ou ritmo do estudo. A educação ocorre pelo menos em parte em um espaço físico supervisionado. (2013, p.7).

Já para Horn e Staker (2015) existem três fatores principais que levam os gestores de escolas no mundo todo a buscarem o ensino híbrido. Estes fatores são: desejo de personalização, desejo de acesso e desejo de redução de custos.

Quanto a personalização, os gestores escolares sentem a necessidade de impedir que os alunos com dificuldade fracassem, e também de possibilitar que os mais avançados evoluam rapidamente. Já em relação ao acesso, as escolas sentem a necessidade de oferecer

¹² Termo em inglês que pode ser traduzido como mescla.

uma maior gama de oportunidades de formas de aprendizagem aos alunos. O ensino personalizado e o híbrido têm sido vistos como uma forma de garantir um ensino de melhor qualidade, entretanto, de menor custo que teria um ensino individualizado (Horn e Staker, 2015). Os especialistas dividem os tipos de ensino híbrido em quatro grandes modelos: de rotação, *flex*, "à la carte" e virtual aprimorado, conforme apresentado na Figura 2.1.

Figura 2.1: Tipos de Ensino Híbrido.



Fonte: Christensen et al. (2013, p. 28)

O modelo de rotação é aquele que, dentro de um curso ou disciplina, os alunos se revezam entre atividades pré-determinadas, sendo uma delas necessariamente virtual. Este modelo apresenta quatro subtipos: rotação por estações, laboratório rotacional, sala de aula invertida e rotação individual. Na rotação por estações, diferentes atividades são propostas durante uma aula. A turma é dividida em subgrupos, que se revezam nas tarefas. No laboratório rotacional, o rodízio ocorre entre a sala de aula e um laboratório de informática. A sala de aula invertida é aquele modelo em que o aluno tem o primeiro contato com o conteúdo virtualmente, fora da escola, e depois discute e tira dúvidas em aula. Já no modelo de rotação

individual, cada aluno tem um roteiro individualizado e não participa necessariamente de todas as estações ou modalidades disponíveis (BACICH et al., 2015, p.54-60).

O segundo modelo é o *flex*. Nele, certas disciplinas e cursos têm o ensino *online* como foco principal, mas os estudantes comparecem diariamente à escola ou universidade, com uma agenda flexível a ser cumprida, de acordo com os objetivos previamente estipulados. Aqui há um alto grau de personalização, uma vez que estudantes têm roteiro individual de aprendizagem e não são agrupados por séries. A arquitetura da sala de aula é bem flexível (BACICH et al., 2015, p.54-60).

O terceiro modelo é o "à la carte". Nesse modelo, os alunos fazem cursos inteiros de maneira virtual. Têm um tutor *online* e, ao mesmo tempo, continuam a ter experiências educacionais em escolas tradicionais. Os alunos podem participar das aulas *online* tanto no campus físico como em outros lugares. Esse modelo pode ser aplicado, por exemplo, em uma disciplina avançada de língua estrangeira, em que o professor esteja disponível apenas virtualmente (BACICH et al., 2015, p.54-60).

Já o quarto modelo é chamado de virtual enriquecido ou aprimorado. Trata-se de um modelo que ocorre basicamente *online*, em que encontros presenciais para acompanhamento ocorrem de maneira agendada entre tutores e alunos. Nele raramente alunos e professores se encontrarão todos os dias da semana (BACICH et al., 2015, p.54-60).

Nesta tese, como o foco é o apoio às aulas presenciais, foram testados nos experimentos os modelos da zona híbrida, que são os modelos de rotação por estações, laboratórios rotacionais e sala de aula invertida. Esta escolha se deve ao fato de se encaixar no projeto pedagógico do SCMB. Os efeitos e resultados são apresentados com os experimentos descritos no item 5.

2.3 Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel

De acordo com Ausubel et al. (1980), a aprendizagem significativa resulta na aquisição de novos conceitos, ou ainda, é um processo em que uma nova informação se relaciona com conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura de conhecimento de cada indivíduo. Ainda de acordo com os mesmos autores, um sucinto resumo sobre a psicologia educacional seria (AUSUBEL et al., 1980, p. 137) "O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que sabe e baseie nisso seus ensinamentos."

A ocorrência da aprendizagem significativa implica o crescimento e modificação dos subsunçores. A partir de um conceito que foi previamente incorporado pelo aluno o conhecimento pode ser construído de modo a ancorá-lo a novos conceitos, facilitando a compreensão das novas informações. As ideias novas só passam ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais (AUSUBEL et al., 1980).

Moreira (2006) afirma que a aprendizagem significativa acontece quando o novo conhecimento interage com o prévio. E, neste processo de interação, o novo conhecimento passa a ter significado para o aprendiz. Ainda, o conhecimento prévio também muda, ficando mais rico e elaborado em termos de significado e mais estável. Caso contrário, a aprendizagem se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.

A relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, é a diferença entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Para haver a aprendizagem significativa são necessárias duas condições (MOREIRA):

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, i.e., relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-litera (substantiva); b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária com a sua estrutura cognitiva. (2006, p. 19-20).

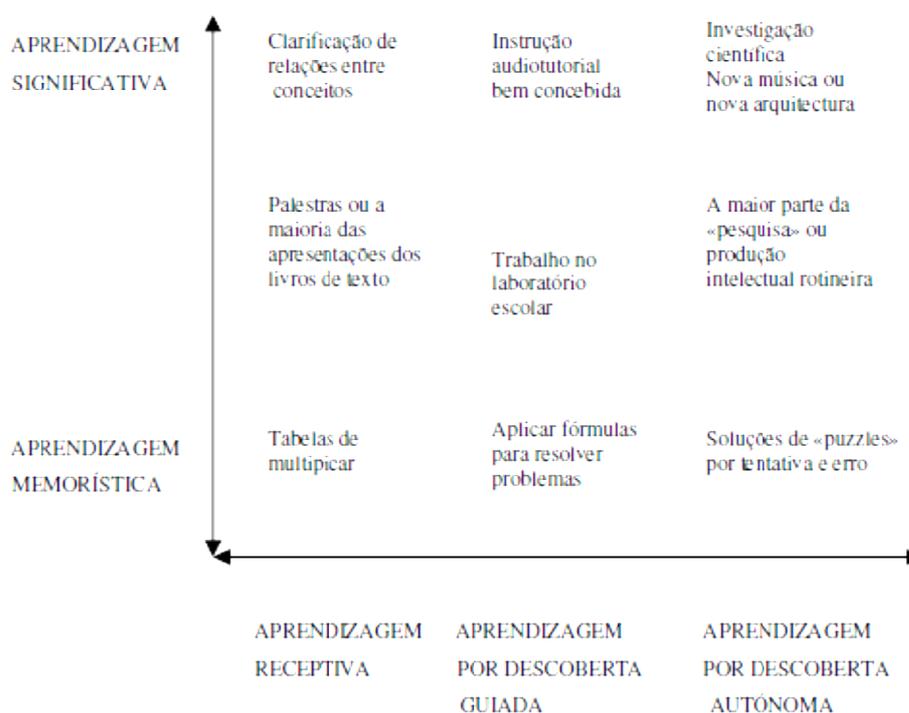
A condição para que o material seja relacionável com a estrutura de conhecimento é que o indivíduo tenha uma experiência de vida, que tenha aprendido significativa ou mecanicamente alguma coisa, que tenha relacionado e assimilado algum conhecimento que teve acesso na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, MASSINI, 2001). Quando se trata da condição b), Moreira e Massini (2001) afirmam que é preciso considerar que mesmo havendo estímulos, se o aprendiz não quiser aprender não aprenderá significativamente.

Como a aprendizagem significativa dependente da existência de subsunçores, caso os alunos não os possuam em sua estrutura cognitiva, devem ser utilizados materiais introdutórios apresentados antes do material em si, que sirvam para atingi-los. Esses materiais introdutórios precisam: identificar e relacionar os conteúdos com os quais os alunos vão tendo contato, com os conceitos pré-estabelecidos e dar uma visão geral do material a ser utilizado para que o aluno se situe (MOREIRA, MASSINI, 2001).

Para que o processo seja facilitado, Ausubel et al. (1980) propõem que devem ser utilizados primeiro os conceitos mais genéricos (ou abrangentes) e, em seguida os mais específicos. Seguindo os processos, denominados por Ausubel et al. (1980) de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Por considerar mais fácil sair do todo e chegar às partes que juntar as partes e chegar ao todo.

A aprendizagem significativa e a mecânica não são necessariamente opostas. Visto que ambas podem ocorrer juntas no mesmo processo de ensino e de aprendizagem. Essa continuidade pode ser observada na Figura 2.2, proposta por Novak (1996). A variação do tipo de aprendizagem está representada desde a “quase memorística até à altamente significativa” e desde a aprendizagem receptiva, onde a informação acabada é apresentada diretamente ao aprendiz, até a aprendizagem por descoberta. A aprendizagem por descoberta é caracterizada pela ação do aprendiz que descobre o novo conhecimento de uma forma guiada ou direcionada pelo professor ou ainda de forma autônoma (NOVAK, 1996, p. 23).

Figura 2.2: Variação da aprendizagem memorística até a significativa.



Fonte: Novak (1996, p.24).

O que vai caracterizar se a atividade que o professor propõe é significativa ou não é a forma como o aprendiz relaciona o novo conceito com o que já possui em sua estrutura cognitiva (NOVAK, 1996). Para que isso ocorra, é preciso conhecer o aluno e propor materiais que possam ser ancorados em seus subsunçores e permitam o aprendizado de novos conceitos.

De acordo com Moreira (2006): “[...] a aprendizagem por descoberta não é, necessariamente, significativa nem a aprendizagem por recepção é, obrigatoriamente, mecânica”. (MOREIRA, 2006, p.17).

Uma maneira de avaliar se a aprendizagem foi ou não significativa, segundo Ausubel, et al. (1980), é propor questões totalmente desconhecidas e que forcem a utilização de todo o conhecimento da estrutura cognitiva relacionada ao tema em questão. Podem também serem apresentados alguns testes de maneira que se envolva uma amplitude de conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz, propor atividades dependentes de outras, solicitar a diferenciação de ideias relacionadas entre si. Com estes testes, muitas vezes é possível verificar o que Ausubel, et al. (1980) chamam de aprendizagem mecânica. Esta seria um tipo de aprendizagem em que as novas informações se relacionam de maneira arbitrária, ficando distribuídas desta forma na estrutura cognitiva do aluno. Mesmo havendo uma dicotomia entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, é importante destacar que essa ideia não deve ser sustentada, uma vez que, a partir de Ausubel, uma aprendizagem mecânica pode se tornar significativa. Mas, caso o aluno não se dispuser a aprender significativamente, sua aprendizagem pode ser somente mecânica (AUSUBEL et al., 1980).

Nesta tese, os conceitos da aprendizagem significativa nortearam o desenvolvimento do método. No SCMB o nível de ensino é considerado elevado, entretanto, o pressuposto assistencial implica em garantir que os estudantes que não tiveram a base de conteúdo necessária, possam lograr êxito e possam continuar no SCMB. Para isso, tratar todos os alunos como se tivessem a base (conhecimentos prévios) ou ficar repetindo os mesmos conteúdos até que todos fiquem no mesmo patamar não é uma opção. Foi necessário criar um método, que atenda a todos, não deixando aqueles que têm a base ficarem desmotivados por ser muito fácil, mas também não deixando os que não possuem a base desistirem ou reprovarem. Nesse sentido, é fundamental conhecer os conceitos que o aluno já sabe (os subsunçores) e instigá-lo a seguir sua própria trajetória em busca do conhecimento.

Uma vantagem da utilização dos conceitos de aprendizagem significativa é tornar o conteúdo mais próximo da realidade cognitiva do aluno. Isto porque, a aprendizagem passa a ser mais significativa ao aluno quando ele é motivado em seu íntimo, encontrando sentido nas atividades propostas ou quando se engajam em projetos criativos e particularmente relevantes (MORAN, 2015).

Como limitação, pode-se citar a necessidade de organização do material e exercícios que serão disponibilizados, frequentemente, de uma forma diferente do tradicional ou daquilo

que o professor tinha como costume. Isso exige que o professor possua interesse em mudar, reorganizar as atividades, preparar novos materiais, etc.

2.4 Teoria de Bloom

O pesquisador educacional Benjamin Bloom, em 1984, expôs o chamado "*2 Sigma Problem*", que pode ser traduzido para português como problema 2 sigma. No estudo de Bloom, alunos que aprenderam um tema por meio de tutoria individual, combinados com avaliação formativa regular e instrução corretiva, obtiveram resultados dois desvios-padrão (2 sigma) melhores do que os alunos que receberam instrução em sala de aula convencional. Em outras palavras, o estudante tutelado teve média de desempenho melhor do que 98 por cento dos estudantes na sala de aula tradicional.

Segundo Bloom (1984), a diferença foi a personalização. Personalização é definido como diferenciação da instrução e fornecimento de *feedback* corretivo regular, com base nas necessidades de cada aluno. Isto incluiu personalizar tanto caminho e ritmo - identificar e abordar falta de conhecimento pré-requisito, e passar mais tempo quando necessário, para garantir que os alunos o domínio de temas alcançados antes de prosseguir.

Em um estudo mais recente, Fryer (2014) na EdLabs de Harvard avaliou o impacto sobre o desempenho dos alunos em cinco práticas pedagógicas implementadas no programa Apollo 20 do Houston DSI¹³, incluindo aulas de tutoria intensiva. Alunos do ensino secundário que receberam tutoria em matemática superaram seus pares nas escolas tradicionais que não receberam tutoria em 0,4 sigma, ou 200 por cento.

O grande problema é que a tutoria individualizada é muito cara. O programa Apollo 20 irá custar 29 milhões de dólares por ano, para ser aplicado em nove escolas (VANDERVEEN, 2014). Nesse caso, segundo Bloom (1984), o desafio é: pesquisadores e professores podem desenvolver condições de ensino-aprendizagem que permitam que a maioria dos estudantes sob a instrução em grupo consigam atingir níveis de realização que (no momento) só podem ser alcançados em boas condições de tutoria individual?

Essencialmente, Bloom pergunta, quais são os principais fatores na tutoria que poderiam ser ampliados em mais modelos de ensino em salas de aula tradicionais a um

¹³ Disponível em: <<http://www.houstonisd.org/apollo20>>.

melhor custo-benefício? Bloom identificou várias, a mais importante das quais foi a aprendizagem por maestria ou do inglês *mastery learning*.

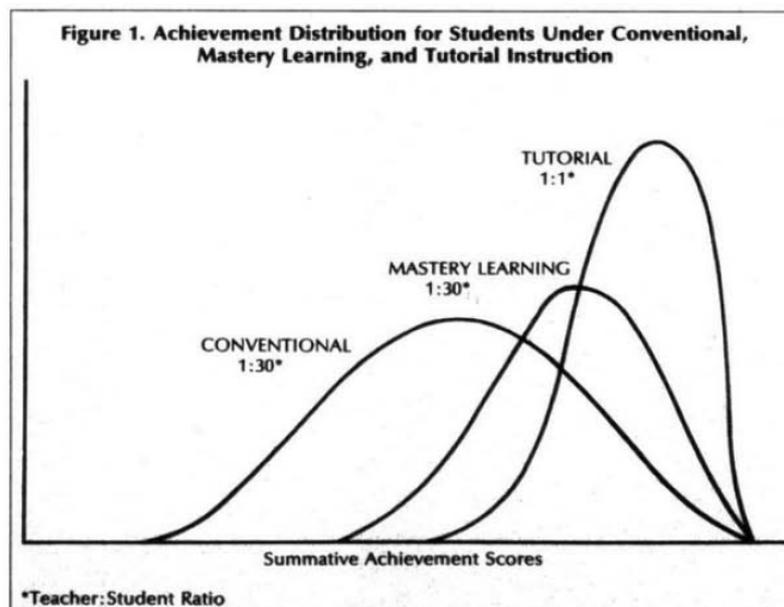
Na aprendizagem por maestria, o professor ensina novamente tópicos que a maioria dos alunos não domina, pequenos grupos de pares-tutor ensinam uns aos outros sobre temas difíceis, e os alunos avaliam individualmente assuntos que perderam. Em suma, a classe ajusta seu ritmo e o caminho para garantir que tópicos fundamentais sejam dominados antes de prosseguir. Como resultado, a aprendizagem através de práticas de sala de aula produziu um ganho de 1 sigma no desempenho dos alunos. Em outras palavras, a média dos estudantes em um ambiente de aprendizagem maestria teve desempenho melhor do que 84 por cento dos estudantes em um ambiente de ensino convencional.

Não satisfeito com 1 sigma, Bloom treinou professores para implementar as seguintes práticas e mediu seus impactos sobre o desempenho do aluno:

- Identificar e resolver lacunas em conhecimentos pré-requisitos antes de iniciar a instrução (a base para a aprendizagem por maestria);
- Ativamente envolver mais alunos no processo de aprendizagem (aumentar a participação);
- Encontrar algo de positivo nas respostas dos alunos (reforço positivo);
- Utilizar controles regulares para a compreensão, para determinar dos alunos compreensão/domínio dos conteúdos (avaliação formativa);
- Prestar esclarecimentos adicionais quando forem necessárias (*feedback* corretivo).

Quando combinado com o compromisso de domínio da aprendizagem (ajustando o ritmo e o caminho para o domínio dos estudantes), essas práticas em grupo de instrução produziram um ganho de 1,7 sigma no desempenho do aluno. Isto significa que a média dos alunos ficou acima de 96 por cento dos estudantes de um ambiente de instrução convencional - e isso sem tutoria. Os três pilares da teoria de Bloom podem ser visualizados na Figura 2.3.

Figura 2.3: Distribuição dos estudantes nos três tipos de instrução testados por Bloom, convencional, por maestria e tutorial (individual).



Fonte: Bloom (1984, p. 2).

Bloom compreendeu que a aprendizagem é uma tarefa cooperativa entre professor e alunos, que é mais eficaz quando um professor especialista faz a diferenciação de instrução e fornece *feedback* corretivo regular, com base nas necessidades de cada aluno. Reconhecendo que a tutoria individualizada é demasiadamente cara para ser utilizada, ele incentivou os professores a adotar estratégias de personalização na sala de aula, aproveitando os recursos de aprendizagem sociais (como pequenos grupos e tutoria entre pares) que estão disponíveis. Estas estratégias aumentaram o interesse dos alunos no assunto, e despertaram um maior desejo de aprender, tornando assim os alunos melhores parceiros na sua própria aprendizagem (BLOOM, 1984).

2.5 Ambientes virtuais de aprendizagem

Ambientes virtuais de aprendizagem são utilizados para construção de aprendizado coletivo, bem como para a troca de informações e experiências sobre determinados assuntos didáticos. Barbosa (2005) apresenta os seguintes objetivos para Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA):

- Apoiar, ampliar e enriquecer os espaços de convivência, privilegiando a atividade do sujeito na construção do conhecimento, a partir de propostas interdisciplinares e transdisciplinares;
- Oportunizar um espaço de desenvolvimento/pesquisa/ação/capacitação de forma sistemática e sistêmica, vivenciando uma aprendizagem que implique em rupturas paradigmáticas;
- Favorecer o acesso às tecnologias educacionais, aos vários agentes sociais, na perspectiva da construção do conhecimento e das competências sociais.

Já em relação ao uso dos AVAs, Barbosa diz que:

[...] na utilização de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), o primeiro e mais importante item a ser analisado é o critério didático-pedagógico do *software*, pois todo e qualquer desenvolvimento de um produto para educação é permeado por uma concepção epistemológica, ou seja, por uma crença de como se dá a aquisição do conhecimento, de como o sujeito aprende. (2005, p. 51).

Os AVAs têm em comum ser um local de encontro (virtual) onde todas as partes interessadas e participantes encontram-se com um objetivo específico: a transmissão do conhecimento e o aprendizado. Estes ambientes são geralmente organizados por turmas e disciplinas e cada aluno está cadastrado em disciplinas e turmas conforme o curso que frequenta e a evolução da aprendizagem, tal como em uma sala de aula tradicional. Na verdade, muitos educadores utilizam o AVA como uma extensão de suas aulas tradicionais. Sendo que o ambiente apoia no sentido de armazenar e difundir o material utilizado em sala de aula, permitir que os alunos realizem chats, tirem dúvidas e se auxiliem através de fóruns, criem *wikis* e façam exercícios propostos pelo professor. Enfim, são mecanismos que permitem alunos e professores trocarem informações, comunicar-se e construir conhecimento.

Os professores podem disponibilizar nos AVAs, diferentes tipos de OA. Os OAs são, de acordo com Meyer (2008), qualquer recurso digital utilizado nos processos de ensino e aprendizagem suportado por TICs. Nesta perspectiva, Papert (1994) define os objetos de aprendizagem como suportes concretos ou “objetos para pensar com” que auxiliam na construção do conhecimento pelo aluno. Através destas abordagens, o aluno desenvolve sua autonomia estimulada pela curiosidade que o impulsiona à pesquisa e ao desenvolvimento de suas habilidades.

Autonomia essa, que permite ao aluno que tem acesso à informação, a possibilidade de construir seu conhecimento. Essa autonomia se dá com planejamento, auxílio e monitoramento do professor. Segundo Schneider:

[...] um ensino personalizado, exige muito mais do estudante, que tem de ter autonomia e responsabilidade a ponto de ir atrás de suas necessidades, curiosidades e interesses. (2015, p. 73).

O AVA que utilizado nesse trabalho é o MOODLE, por já ser uma plataforma adotada pelo CMPA. O *Khan Academy* e o PmatE, também utilizados nesse trabalho, não são considerados AVAs e sim plataformas de apoio ao ensino. Entretanto, independente do ambiente/tecnologia utilizada na EaD esta proposta tem por objetivo identificar recursos de personalização do ensino de acordo com o perfil do aluno. Sendo assim, alguns dos recursos criados para o MOODLE poderão ser aplicados a outras tecnologias. Algumas tecnologias para EaD serão abordadas nesse item, e o MOODLE será melhor abordado no item 2.4.1.

O crescimento do acesso à web usando dispositivos móveis motiva o estudo destes dispositivos com fins educacionais (SHARPLES et al., 2005). Segundo Seppälä e Alamäki (2003) o consenso geral sobre a melhor definição de *mobile learning* é o aprendizado mediado por tecnologias móveis que estão inter-relacionadas com outras ferramentas de aprendizagem.

Outro recurso tecnológico é a televisão digital, que possui grande potencial para utilização na educação. Sua interatividade possibilita ao aluno acesso a material rico e interessante. Acredita-se que esta interatividade aliada à personalização poderá trazer benefício ainda maior aos alunos e professores.

Também existem as salas de telepresença. Segundo Grandi et al. (2013) a telepresença é um processo imersivo e pode ser baseado em diferentes tecnologias como: videoconferência, holografia, robótica, imersão em mundos virtuais, ou mesmo uma combinação destas tecnologias. A sala de telepresença é um local para que o aluno possa assistir às aulas que são dadas remotamente. As instalações físicas, móveis, *hardware* e *software* são adaptáveis para perceber pessoas com necessidades especiais. O sistema identifica a pessoa que entrou na sala e pode ajustar-se de acordo com as preferências da mesma.

Os AVAs tradicionais como MOODLE, *Blackboard*, Teleduc, Eduquito, ROODA são amplamente utilizados na EaD. Normalmente, eles servem para atender todos os alunos da turma da mesma forma. Ou seja, o conteúdo e objetos de aprendizagem são os mesmos para todos os alunos. No geral, não são levadas em consideração informações do perfil ou necessidades especiais do aluno.

Já estão disponíveis *softwares* ou algoritmos de aprendizagem adaptativa, ferramentas para personalizar as necessidades de aprendizado nas salas de aula. As soluções prometem

revolucionar o ensino e engajar os alunos do século XXI. Os *softwares* de aprendizagem adaptativa visam a educação personalizada. Através do uso de algoritmos é possível fazer a personalização em escala, pois os professores não precisam tomar todas as decisões, apenas as mais críticas, ajustando as sugestões que julgarem equivocadas.

As recomendações de conteúdos e caminhos nos ambientes adaptativos são baseadas em informações sobre o perfil do aluno. A forma como o perfil é criado varia de algoritmo para algoritmo. Alguns criam o perfil já no diagnóstico do aluno e este perfil se mantém estático ao longo de toda sua trajetória de aprendizagem. Outros atualizam este perfil a cada interação do aluno com um conteúdo, com o software e com outros estudantes. Existem muitas ferramentas adaptativas, como: *Khan Academy*, *Smart Sparrow*¹⁴, *Geekie Games*¹⁵, *DreamBox Learning*¹⁶, *QMágico*¹⁷ dentre outras, sendo algumas soluções pagas e outras gratuitas.

2.5.1 MOODLE

O MOODLE é sistema de gerenciamento de aprendizagem com importantes características, como adaptabilidade, adaptação, personalizável e extensível. Além de ser um dos mais populares sistemas de gerenciamento de aprendizagem baseado na *web* (GIRAFFA, 2009). Cursos no MOODLE são criados utilizando recursos como fóruns, chats, pesquisas e uma série de questionários. O sistema foi projetado para suportar modernas ações pedagógicas baseadas no construcionismo, focado em promover um ambiente com suporte colaborativo, através da troca de conhecimentos e de ideias (GIRAFFA, 2009).

Esse ambiente é usado por aproximadamente 30 milhões de estudantes, tutores e professores no mundo, bem como é o ambiente virtual de aprendizagem escolhido por centenas de escolas, universidades e empresas (HAUGHEY, MUIRHEAD, 2005).

É utilizado em cursos de modalidade EaD, semipresenciais ou como ferramenta de comunicação, gerenciamento e organização de conteúdo em cursos presenciais. Este AVA possui diversos recursos e permite comunicação síncrona (interação em tempo real) e assíncrona (interação em momentos distintos) entre os participantes (SANTOS, 2011).

¹⁴ Disponível em: <<https://www.smartsparrow.com/>>.

¹⁵ Disponível em: <<https://geekiegames.geekie.com.br/>>.

¹⁶ Disponível em: <<http://www.dreambox.com/>>.

¹⁷ Disponível em: <<http://www.qmagico.com.br/>>.

A partir da versão 2.0, a plataforma MOODLE permite aos professores mais flexibilidade na definição de caminhos de aprendizagem, com atividades condicionais. Estas atividades podem ser disponibilizadas aos alunos de acordo com determinadas condições, como por exemplo, o grau obtido em um ou mais testes, a finalização de determinada atividade, ou uma combinação de condições. Normalmente, estas atividades são utilizadas para sugerir percursos mais adequados aos alunos. Mesmo assim, a tarefa de definir os possíveis caminhos que o aluno vai seguir permanece sob responsabilidade do professor (VAGALE, 2011).

A ferramenta lição, desde que não configurada apenas como páginas expositivas com botões de navegação, é uma boa ferramenta para proporcionar o aprendizado por desempenho, isto é, de acordo com o que o aluno já sabe sobre determinado conteúdo. Ela é uma atividade condicional, na qual o estudante segue na sequência de perguntas de acordo com acertos e erros. Caso acerte a questão, segue por determinada trilha de perguntas, caso erre, segue por outro caminho; podendo inclusive voltar para o início. Tudo depende do mapa que o professor definiu para o aluno.

Outros recursos, como o questionário permitem ao professor criar e configurar questionários que dispõem de questões de diversos tipos, como: múltipla escolha, verdadeiro/falso, associação, ensaio, respostas curtas, respostas embutidas (*cloze*) bem como as questões parametrizadas que são múltipla escolha calculada e o tipo calculada. Estas questões são mantidas em um banco de questões do MOODLE e podem ser reutilizadas em múltiplos questionários dentro de um mesmo curso, ou até mesmo serem compartilhadas com outros cursos. O questionário pode, também, ser configurado para permitir uma ou múltiplas tentativas e o professor pode escolher fornecer *feedback* ou mostrar as respostas corretas.

Em geral, os questionários ajudam a verificar a aprendizagem dos alunos. Para cada questionário é possível ver notas e também relatórios. Relatórios de questionários podem não apenas focar na tentativa individual do estudante a cada questão, mas também realizar uma análise robusta da validade de uma questão por intermédio de respostas dos estudante (HANNEL, et al. 2016).

As questões calculadas são, segundo Pulino Filho (2007), questões que permitem criar valores numéricos individualizados para cada aluno. Assim, são atribuídos valores diferentes para parâmetros de uma mesma expressão, de modo que a questão tenha valores individualizados.

A ferramenta questionário pode ser utilizada inclusive de forma lúdica, por exemplo, o "jogo ortografando" é um jogo educacional onde o estudante tem que selecionar qual é a

grafia correta das palavras. Ele é composto de sete fases e foi implementado usando os questionários com condicional e ativação/desativação de determinados atributos que são fundamentais para dar realismo ao jogo levando o aluno a acreditar que está na frente de um jogo de fases e não de questionários condicionados, conforme pode ser visualizado na Figura 2.4 (DALLACOSTA et al., 2014b).

Figura 2.4: Questões do jogo ortografando.

4 pts
Notas: 20,00

Escolher uma resposta

a. charope

b. xarope

6 pts
Notas: 20,00

Escolher uma resposta

a. consciência

b. consciência

Fonte: Dallacosta et al. (2014b).

O MOODLE permite acesso personalizado dependendo do papel que a pessoa tem, pode ser professor, tutor, monitor, aluno ou mesmo convidado. Cada perfil permite acesso a um tipo diferente de conteúdo. Por exemplo, o professor tem acesso ao resultado que todos o alunos tiveram nas atividades. Já o papel aluno permite ver apenas seus próprios resultados e o papel de convidado tem acesso apenas ao que o professor liberar para ele ver (VAGALE, 2011).

Neste trabalho o MOODLE foi o ambiente utilizado para personalizar as atividades dos alunos. A forma escolhida para a personalização será explicada nos experimentos detalhados na seção 5.

2.5.2 PmatE e MEGUA

O Projeto de Matemática Ensino (PmatE) foi criado na Universidade de Aveiro em 1989. Inicialmente com o principal objetivo de incentivar o gosto e sucesso em matemática, porém, devido ao envolvimento e cooperação de diversas entidades de ensino a nível nacional e internacional tem alargado seus objetivos iniciais. Atualmente, nesse projeto, existem 1490 perguntas parametrizadas disponíveis para a área de matemática. As questões são escolhidas aleatoriamente de um modelo, que se designa por Modelo Gerador de Questões - MGQ. As perguntas são parametrizadas, o que significa que existem parâmetros na questão que são instanciados em tempo de execução pelo computador (FONSECA, 2014).

Na versão de fevereiro de 2017, o PmatE passou a incorporar o *ModelMaker*¹⁸ que é uma ferramenta que permite a um autor que não saiba programar produzir um exercício parametrizado, sem necessidade de ajuda de um programador. Note-se que, antes de existir esta ferramenta, o autor tinha que especificar o exercício e depois pedir à equipe de programação do PmatE para o programar, o que tornava o processo mais lento e mais provável a ocorrência de erros.

O projeto MEGUA (Matemática Gerador de Exercício) foi criado na Universidade de Aveiro em 2012 e tem como função a criação de questões. A maioria delas em linguagem *Hypertext Markup Language* (HTML) com as fórmulas em *LaTeX*¹⁹, as quais são apresentadas no navegador pelo Mathjax²⁰. Usando a linguagem de programação Python²¹ (para a criação de valores) com acesso às bibliotecas do ambiente gráfico de matemática *SageMath*²² e do pacote MEGUA pode-se criar questões de múltipla escolha parametrizadas.

O MEGUA funciona como biblioteca onde são arquivados os diferentes livros (como uma base de dados) que contêm os exercícios criados sobre os diversos assuntos de matemática. Permite que o enunciado de um exercício seja parametrizado, isto é, depois da sua produção os parâmetros podem ser instanciados automaticamente de modo a obter um novo exercício concreto com os parâmetros que representam valores, ou funções, ou figuras concretizados. Isso é uma das grandes vantagens do modelo, em especial para o professor que pode pensar num modelo geral para uma questão em vez de reutilizar as perguntas de exames anteriores fazendo pequenas alterações, o que é uma tarefa repetitiva e demorada. O utilizador

¹⁸ Disponível em: <<http://www.modelmakertools.com/>>.

¹⁹ Disponível em: <<https://www.latex-project.org/>>.

²⁰ Disponível em: <<https://www.mathjax.org/>>.

²¹ Disponível em: <<https://www.python.org/>>.

²² Disponível em: <<http://www.sagemath.org/>>.

pode consultar a sua resolução, repetir o mesmo exercício ou escolher outro aleatoriamente, tendo à sua disposição um índice de tópicos para escolha.

2.5.3 Sistema Interativo de Aprendizagem por Computador (SIACUA)

É um sistema interativo de aprendizagem aberto (o aluno tem acesso ao seu progresso e pode optar sobre o que fazer a seguir estando todo o material disponível). O progresso de cada aluno é calculado fazendo uso de um modelo Bayesiano de utilizador (MILLÁN, 2000). O verdadeiro conhecimento de cada aluno sobre cada conceito é aproximado a partir das probabilidades condicionadas definidas para cada objeto de aprendizagem com base nas evidências que são as respostas do aluno às questões. Embora o sistema seja aberto, o *feedback* é personalizado, dependendo da interação do aluno com o sistema. De forma implícita, a cada aluno é sugerido um caminho diferente com base no seu progresso, pois tendem a escolher os tópicos em que o sistema automaticamente assume existir menos conhecimento.

O sistema permite ao aluno e ao professor diagnosticar os conhecimentos do aluno e a partir deste diagnóstico estabelecer uma sequência de passos eficazes para a sua aprendizagem. Este modelo utiliza evidências binárias, que são o resultado da resposta do aluno a cada questão (correta ou incorreta).

O SIACUA é uma ferramenta web (disponível no endereço <http://siacua.web.ua.pt/>) criada na Universidade de Aveiro e é de utilização livre para alunos e também para professores (sendo necessário pedir autorização para a equipe de desenvolvimento). Ao aluno basta fazer um registo para ter acesso aos conteúdos de todos os cursos existentes, que vão desde disciplinas de matemática do ensino básico ao cálculo com várias variáveis do ensino superior. O aplicativo pode ser utilizado a partir de computadores e dispositivos móveis desde que conectados à Internet. O professor pode ver o progresso de cada aluno e também o progresso médio de cada turma em cada um dos conceitos a ser estudado.

Após o *login* o aluno será direcionado para o curso ao qual foi cadastrado. A Figura 2.5 apresenta a tela as opções dentro do curso de Cálculo III. O aluno poderá escolher entre aprender a disciplina ou praticá-la fazendo exercícios.

Figura 2.5: Tela inicial do SIACUA.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao SIACUA <<http://siacua.web.ua.pt/>>.

Ao escolher aprender, o aluno verá a lista de conteúdos definidos e ao clicar em algum dos assuntos terá acesso a textos ou vídeos definidos pelo professor. Os exercícios que o aluno irá executar são importados das ferramentas PmatE e MEGUA. A Figura 2.6 apresenta os vídeos disponíveis para o aluno ao escolher aprender "Funções".

Figura 2.6: Aprender Funções no SIACUA.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao SIACUA <<http://siacua.web.ua.pt/calculo3/recursos/FuncoesVideos.aspx#sobre>>.

Caso o aluno opte por praticar, ele será guiado a executar exercícios de cada conteúdo da disciplina. A Figura 2.7 apresenta a hierarquia de conteúdos com as respectivas barras de progresso. Cada barra no gráfico representa uma probabilidade, isto é, a crença na rede bayesiana associada ao aluno, correspondente ao respectivo tópico e com base nas evidências fornecidas. Resumidamente, um valor representado por uma barra significa que, com as evidências fornecidas até o momento, a probabilidade de o utilizador entender o tópico é de "X%". Inicialmente, todos os assuntos ficam em 50%, ao passo que os alunos vão acertando as atividades as barras vão se aproximando de 100%, caso errem, as barras vão decrescendo até 0%. Tanto o professor quanto o aluno podem acompanhar o progresso, sendo que cada aluno só conhece o seu próprio progresso (FONSECA, 2014).

Figura 2.7: Praticar no SIACUA.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao ambiente de testes do SIACUA <<http://siacuatest.web.ua.pt/cursoGenerico/cursoGenericoSIACUA.aspx#sobre>>.

Esse sistema tem muitas características para atingir o ensino personalizado que esta tese propõe. Foi criada uma turma para testes e para conhecer melhor o funcionamento do mesmo. Entretanto, a utilização com os alunos não foi executada, pois como citado no item 2.4.2, os professores consideraram que a criação dos exercícios, em quantidade suficiente, necessitaria de muito tempo e precisaria de conhecimentos de programação. Com a implementação do *ModelMaker*, acredita-se que esta barreira será minimizada. Além disso, está em implementação no SIACUA um mecanismo para a recomendação explícita

personalizada o que aproxima ainda mais este ambiente ao que é preconizado nesta tese. Por isso, foi previsto o uso do sistema em trabalhos futuros.

2.5.4 Khan Academy

Salman Khan desenvolveu sua própria plataforma de ensino ao criar, em 2006, a organização sem fins lucrativos denominada *Khan Academy* (KHAN, 2013). Cujas principais missões são "oferecer uma educação gratuita, universal, para todo mundo, em todo lugar" (KHAN, 2013, p. 216).

Esta plataforma abrange diversos conteúdos, com videoaulas e exercícios no qual os estudantes podem receber recomendações e também escolher assuntos de seu interesse. Ainda, o aluno pode aprender de acordo com o seu ritmo de estudo (KHAN, 2013).

Segundo Porvir (2015), trabalho em equipe, colaboração e aprendizado entre pares podem ser vislumbrados nas falas dos alunos (PORVIR):

"Eu já estou craque em multiplicação", comemorou Pedro Guilherme, 8, ao finalizar um desafio de matemática e ganhar mais uma condecoração no ambiente virtual em que estuda matemática. Ao seu lado, a colega Julia Maciel, 8, respirou fundo e lamentou: "E eu não tô entendendo nada de reta numérica". "Quer que eu te ensine?", perguntou o garoto. A menina aceitou a ajuda, compreendeu a lógica, acertou os exercícios e festejou com o amigo: "Bate aqui. Hoje a gente está demais" (2015, p.1).

O sistema funciona com técnicas de gamificação²³, onde a cada desafio ou nível completado, a pontuação dos alunos aumenta e eles podem incrementar seus avatares. É, ainda, um recurso de aprendizagem gratuito personalizado para cada aluno. Cada aluno tem um painel de aprendizado personalizado que lhes permite praticar habilidades com base em suas atribuições e seu nível de conhecimento. Os alunos podem ver como estão se saindo e recebem recompensas divertidas, como pontos e medalhas. Todos trabalham em busca do domínio das habilidades em seu próprio ritmo, assim ninguém fica para trás e ninguém fica entediado.

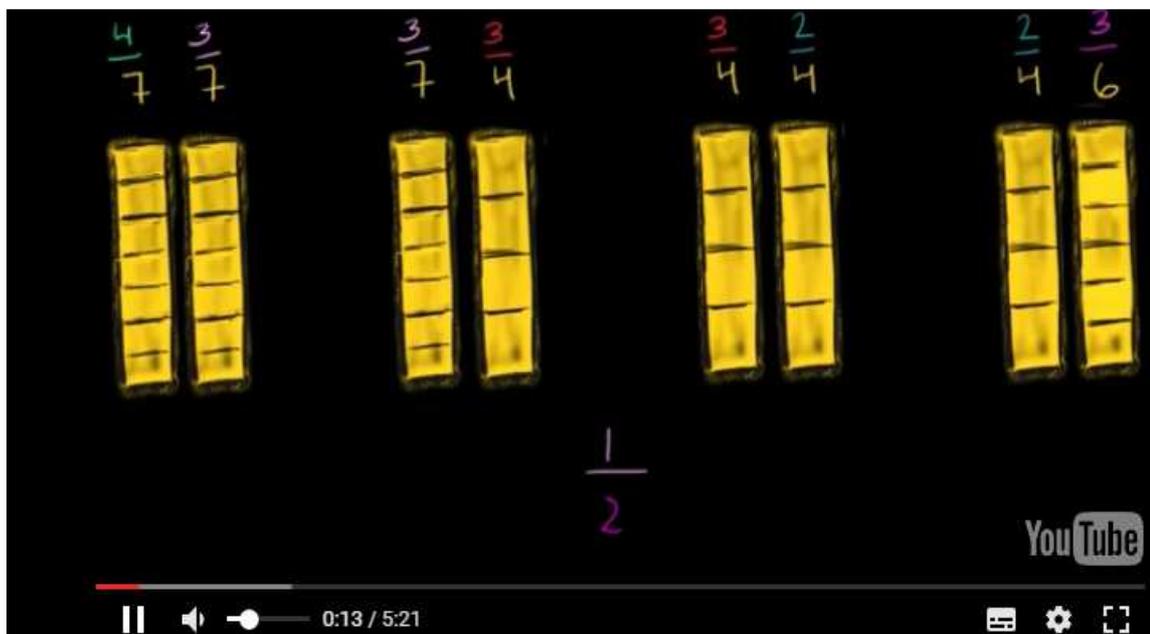
Segundo Menegais (2015), o uso desta plataforma aprimora a prática pedagógica dos professores de matemática, ao quebrar paradigmas de um ensino transmissivo para um ensino em que os conhecimentos prévios dos estudantes possam ser considerados e valorizados.

Khan (2013) atribui o sucesso da plataforma à ausência da figura do professor. As videoaulas são como um quadro negro, onde não existe a imagem do professor, um exemplo

²³ Gamificação é um conceito que deriva diretamente da popularização dos jogos eletrônicos e de suas capacidades de motivar a ação, resolver problemas e potencializar processos de trabalho e processos educativos (ALVES et al., 2014).

pode ser visto na Figura 2.8. As videoaulas são curtas (aproximadamente dez minutos) e de fácil compreensão, pois são próximas da linguagem cotidiana (MENEGAIS, 2015). Os vídeos são licenciados sob *Creative Commons*, o que possibilita fazer modificações e adaptações, porém, não permite uso comercial. Conforme o aluno avança nas explicações, novos conteúdos vão surgindo.

Figura 2.8: Exemplo de videoaula do *Khan Academy*.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao *Khan Academy*

<<https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arith-review-comparing-fractions/v/comparing-fractions-with-greater-than-and-less-than-symbols>>.

2.5.5 Geekie Labs

A plataforma *Geekie Labs* desenvolvida para ensino adaptativo, é um AVA capaz de entregar o conteúdo de forma personalizada aos alunos, com base na análise de interações e informações relevantes geradas por cada usuário na plataforma. Foi criada em 2011, é uma plataforma paga e os valores variam de acordo com o número de alunos atendidos.

Atualmente essa plataforma está disponível apenas para o EM e se baseia na TRI, mesma metodologia de avaliação do ENEM. Um deles é o próprio Simulado ENEM, em que o aluno pode comparar sua nota com a nota de corte dos cursos e faculdades de sua escolha, além de receber informações detalhadas sobre os conhecimentos e as habilidades que precisa estudar mais.

A Figura 2.9 apresenta brevemente o funcionamento do *Geekie Labs*. É realizado um teste inicial baseado no TRI e a plataforma, baseando-se nas respostas dadas, prepara um plano de estudos individual. A partir deste plano de estudos as aulas são disponibilizadas. Todas as interações são armazenadas e à medida que o aluno avança o sistema vai se ajustando às suas necessidades. No final do ano um novo teste é realizado para verificar a evolução do aluno.

Figura 2.9: Funcionamento do *Geekie Labs*.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso à página de Educação do Estado de São Paulo <<http://www.educacao.sp.gov.br/geekie>>.

Os testes no modelo do ENEM são adaptativos e somativos baseados no TRI. Com o TRI é possível colocar as questões, mesmo de provas diferentes e feitas em dias diferentes, em um mesmo parâmetro. A teoria é que os alunos realizam diversos simulados e provas durante os anos, mas não sabem exatamente em que ponto eles estão, o que falta para que eles possam atingir o objetivo de entrar na faculdade ou curso desejado. Existem dois aspectos da personalização nesta ideia. O primeiro é o *Computer Adapt Esstressing* (CATE) personalizar questões para conseguir identificar qual o nível de proficiência de cada pessoa em cada matéria. O segundo aspecto é que o TRI permite comparar o resultado dos simulados feitos

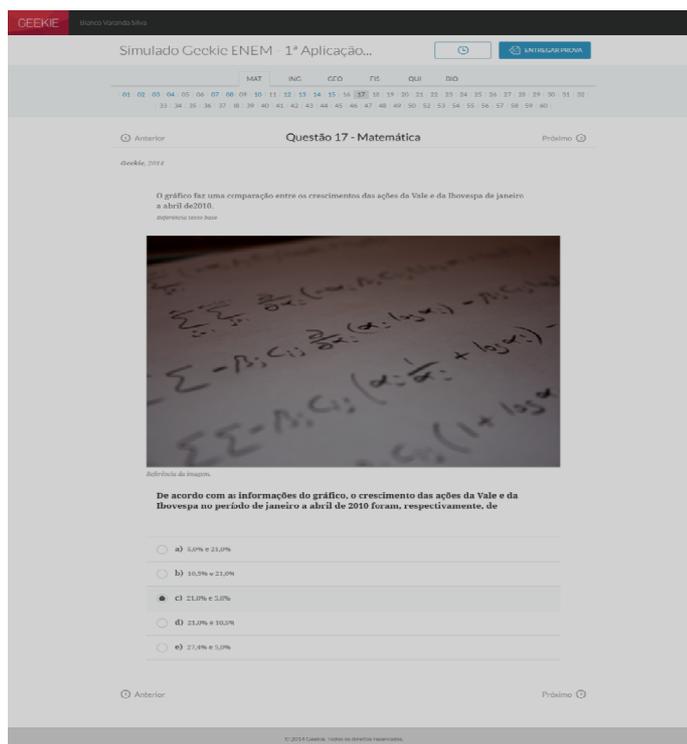
pelo aluno com os resultados históricos do ENEM, e então consegue precisar com um grau elevado de acerto, em qual instituição e cursos aquele aluno conseguiria entrar com aquela nota. Além disso, dentro da matriz de competências do ENEM para o curso ou instituição de ensino que o aluno deseja entrar, o que ele deve estudar para atingir seu objetivo.

Além dos testes somativos, a plataforma também possui testes adaptativos e formativos. Tem-se o diagnóstico de qual o problema e o que a pessoa teria que focar. Com a plataforma é possível personalizar para cada um. Seja de acordo com o tipo de mídia utilizado (texto, vídeo), nível de dificuldade, plano de ensino (sequência, intensidade e forma dos conteúdos que dependem da carreira escolhida e do tempo que a pessoa tem para se dedicar aos estudos). Outro ponto é que os caminhos de sequência de estudo não necessariamente são iguais para cada pessoa. Por exemplo, uma pessoa que tem dificuldade em entender frações dificilmente conseguirá entender e reproduzir corretamente os conceitos de porcentagem. Não significa necessariamente que a pessoa não saiba porcentagem, e sim que ela não aprendeu o pré-requisito fração. Na estrutura atual de ensino, a solução seria pagar um professor particular que conseguisse identificar e sanar essa dificuldade.

As questões são elaboradas por elaboradores de itens (questões). A Figura 2.10 traz uma visualização de questão de matemática na plataforma. Todos os itens passam por avaliação conceitual e pedagógica de uma equipe de avaliação. Depois de aprovados, os itens são pré-testados para que sejam analisados como eles respondem aos parâmetros da TRI que é o que garante que nossa plataforma seja adaptativa e apenas os itens que respondem bem a estes critérios sejam utilizados no *Geekie* Teste. Ou seja, as questões e conteúdos abordados são elaborados de acordo com os critérios e conteúdos do ENEM.

Por ser uma ferramenta gerada com fins lucrativos, não foram encontradas publicações de como o sistema foi construído, somente é divulgada a ideia de personalizar o ensino.

Figura 2.10: Questão de matemática na plataforma *Geekie Lab*.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao Geekie <<http://www.geekie.com.br/>>.

2.6 Teoria de Resposta ao Item

A teoria da resposta ao item (TRI), é a metodologia de avaliação usada pelo Ministério da Educação no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Esta metodologia não contabiliza apenas o número total de acertos no teste. De acordo com o método, o item é a unidade básica de análise. O desempenho em um teste pode ser explicado pela habilidade do avaliado e pelas características das questões (itens).

O TRI propõe modelos para os traços latentes, ou seja, características do indivíduo que não podem ser observadas diretamente. Esse tipo de variável deve ser inferida a partir da observação de variáveis secundárias que estejam relacionadas a ela. O que esta metodologia sugere são formas de representar a relação entre a probabilidade de um indivíduo dar uma certa resposta a um item e seus traços latentes, proficiências ou habilidades na área de conhecimento avaliada (ANDRADE et al., 2000).

De acordo com Andrade et al. (2000) uma das vantagens da TRI sobre a teoria clássica é que ela permite a comparação entre populações, desde que submetidas a provas que tenham alguns itens comuns, ou ainda, a comparação entre indivíduos da mesma população que

tenham sido submetidos a provas totalmente diferentes. Isto porque uma das principais características da TRI é que ela tem como elementos centrais os itens, e não a prova como um todo. Assim, várias questões de interesse prático na área da Educação podem ser respondidas. É possível por exemplo, avaliar o desenvolvimento de uma determinada série de um ano para outro ou comparar o desempenho entre escolas públicas e privadas.

A TRI qualifica o item de acordo com três parâmetros (MEC, 2011):

- Poder de discriminação, que é a capacidade de um item distinguir os estudantes que têm a proficiência requisitada daqueles que não a têm;
- Grau de dificuldade;
- Possibilidade de acerto ao acaso.

Essas características permitem estimar a habilidade de um candidato avaliado e de garantir que essas habilidades, medidas a partir de um conjunto de itens, sejam comparadas com outro conjunto na mesma escala, ainda que eles não sejam os mesmos e que haja quantidades diferentes de itens usados para o cálculo (MEC, 2011).

Com a TRI, não é possível comparar o número de acertos em uma área do conhecimento com o de outra. Pela teoria, o número de questões por nível de dificuldade em cada prova e as demais características dessas questões afetam o resultado. Dessa forma, acertar 40 itens em uma área não significa, necessariamente, ter uma proficiência maior do que em outra, cujo número de acertos tenha sido 35. Além disso, por serem áreas do conhecimento distintas, não é possível fazer uma relação direta entre as escalas de proficiência (MEC, 2011).

A TRI pressupõe que um candidato com um certo nível de proficiência tende a acertar os itens de nível de dificuldade menor que o de sua proficiência e errar aqueles com nível de dificuldade maior. Ou seja, o padrão de resposta do participante é considerado no cálculo do desempenho. Entre as vantagens metodológicas da TRI está a possibilidade de elaboração de provas diferentes para o mesmo exame. Essas provas podem ser aplicadas em qualquer período do ano com grau de dificuldade semelhante e permitem a comparabilidade no tempo (MEC, 2011).

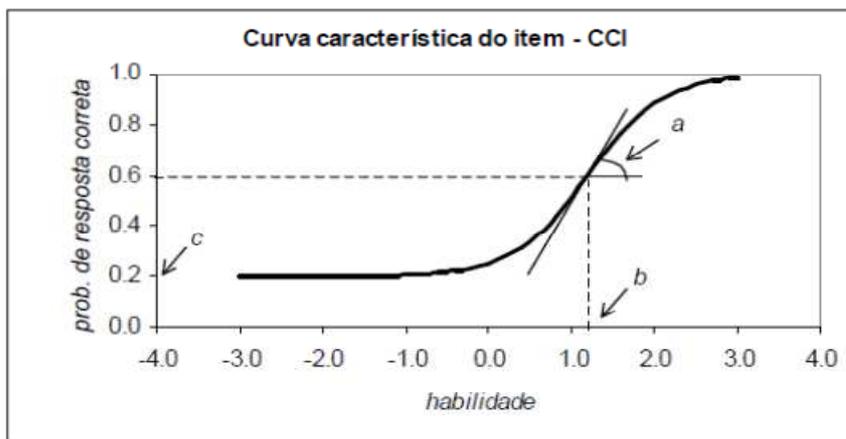
Outra característica da TRI é não ter um limite inferior ou superior padrão entre as áreas de conhecimento. Isso significa que as proficiências dos participantes não variam entre zero e mil. Os valores máximos e mínimos de cada prova dependerão das características dos itens selecionados. No Enem, somente a prova de redação tem esses valores pré-estabelecidos, uma vez que a correção não é feita com base na TRI (MEC, 2011).

A TRI trata o problema da estimação da habilidade e conhecimento de um examinado de forma essencialmente diferente: o enfoque das análises desvincula-se das provas e concentra-se nos itens; se na teoria clássica as estatísticas dos itens dependem da população dos alunos testados e da prova à qual os itens pertencem. Na TRI cria-se o conceito de que os parâmetros dos itens, obtidos no processo estatístico de "calibração" dos parâmetros de dificuldade, discriminação e acerto casual dos itens são características próprias dos mesmos (MEC, 2011).

Uma característica fundamental para a viabilidade de comparação da habilidade e conhecimento de alunos testados submetidos a provas diferentes é que a TRI modela a probabilidade de acerto a um item, chamada de curva característica do item, através de uma função não linear do conhecimento dos alunos testados. Essa característica da modelagem da TRI é que possibilita comparar o conhecimento dos alunos testados submetidos a provas diferentes sendo necessário apenas que as provas meçam as mesmas características. Além disso, essa propriedade é importante para sistemas de avaliações. Onde é possível submeter uma grande quantidade de tópicos de uma matéria em sala de aula (obter um painel geral sobre o ensino de vários tópicos) com os alunos respondendo apenas um conjunto pequeno dos itens utilizados na avaliação, para não tornar as provas extensas (ANDRADE et al., 2000).

A modelagem mais moderna para a TRI utiliza a estatística Bayesiana. Nessa modelagem, a probabilidade de acerto de um item é condicionada à habilidade e conhecimento do examinando. A curva que modela a probabilidade de acerto de um item é uma função crescente na ordenada da habilidade e conhecimento; o gráfico que tem a probabilidade condicional de acerto de um item no eixo y e a habilidade de conhecimento no eixo x é conhecido como curva característica do item, conforme apresentado na Figura 2.11.

Figura 2.11: Curva característica do item.



Fonte: Andrade et al. (2000, p. 11).

Os conceitos e a abordagem definidas na TRI foram úteis no desenvolvimento desta tese, principalmente por servir como base na busca de garantir que o aluno realmente sabe determinado assunto através da representação dos itens das avaliações propostas. O uso da TRI pode acelerar o processo de descoberta daquilo que o aluno realmente sabe. Caso ele já domine determinado conteúdo, não é necessário que fique fazendo questões desse conteúdo. Através das ferramentas estudadas, pode-se verificar que a TRI é uma excelente forma para atingir a personalização dentro do método desenvolvido. Como trabalho futuro, será necessário incorporar os cálculos matemáticos ao método desenvolvido.

3 . TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção aborda o estado da arte em relação a personalização do ensino. O foco se concentra em trabalhos que busquem identificar dificuldades de pré-requisitos de conteúdo que os alunos possam ter e direcionem eles para sua própria trajetória rumo ao aprendizado. Para cada trabalho correlato, buscou-se salientar as diferenças em relação à presente tese.

3.1 MOODLE_LS System

A personalização neste sistema é obtida pela combinação do MOODLE e do *LS_Plan*. Esta união deu origem ao MOODLE_LS. O *LS_Plan* foi totalmente integrado ao MOODLE através da implementação de um novo módulo. "O suporte ao professor acontece na forma de uma sequência de conteúdos disponibilizadas ao estudante" (LIMONGELLI et al., 2009, p. 203). Ferramentas específicas auxiliam o professor a usar metadados para gerenciar o material e prover uma sequência automatizada do conteúdo para cada aluno. Algumas características foram adicionadas aos módulos do MOODLE para que os cursos possam ser adaptativos. Por exemplo:

- Módulo de apoio ao professor: este módulo habilita o professor a associar OA com a informação requerida pelo motor de personalização, tal processo é transparente ao usuário (LIMONGELLI et al., 2011, p. 54).
- Teste de estilos de aprendizagem: provê um link para o teste de Felder-Soloman²⁴ que determina o estilo de aprendizagem do aluno. Uma vez que o aluno completa o teste, os resultados são importados para o MOODLE e podem ser visualizados pelo aluno (LIMONGELLI et al., 2011, p. 54).

O motor de personalização *LS_Plan* adapta dinamicamente o curso às necessidades do estudante. O *LS_Plan* adota uma abordagem em 3 passos: a) modela o estudante de acordo com o conhecimento e estilo de aprendizagem; b) produz um curso personalizado e; 3) vai adaptando o curso, de acordo com o progresso e dificuldades do aprendiz (LIMONGELLI et al., 2011, p. 52).

A modelagem do conhecimento do aluno sobre os tópicos do curso é inicialmente retirada de um pré-teste. Os estilos de aprendizagem são obtidos pelo teste Felder-Silverman em quatro dimensões: ativo/reflexivo, sensitivo/intuitivo, visual/verbal e sequencial/global. As preferências são computadas de acordo com uma escala que varia de -11 a 11, onde -11

²⁴ Disponível em: <<https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>>.

significa que o aluno não pertence àquele estilo e 11 significa que se encaixa perfeitamente àquele estilo e os valores intermediários são a variação de quanto se encaixa (LIMONGELLI et al., 2011, p. 52).

Para a personalização, o professor precisa definir os metadados que representam cada OA, além disso, precisa definir os metadados que representam o curso em questão. O aluno é acompanhado de acordo com a interação com o sistema e tem seu modelo ajustado de acordo com estas observações. O material mais apropriado para cada aluno é definido pelo seu estilo de aprendizagem.

O foco é adequar os OAs que o aluno irá receber com o estilo de aprendizagem dele. O professor cria um mapa com os pré-requisitos de cada curso e também um mapa da adequação de cada OAs aos pré-requisitos. Essa categorização é o que faz com que o sistema possa adequar o assunto ao OAs e então confronte com o estilo de aprendizagem do aluno. Após isso, o professor monta o curso para cada aluno. Não foram encontradas publicações posteriores que apresentem os detalhes de implementação do MOODLE_LS, nem dos resultados encontrados.

3.2 Objetos de aprendizagem multimodais e o ensino de cálculo: uma proposta baseada em análise de erros (Müller, 2015)

A Tese intitulada: "Objetos de aprendizagem multimodais e o ensino de cálculo: uma proposta baseada em análise de erros" (MÜLLER, 2015) visa identificar os erros mais comuns que dificultam a aprendizagem de cálculo e tratar essas dificuldades através de objetos multimodais disponibilizados no ambiente MOODLE, de acordo com os estilos de aprendizagem.

Foram feitos testes em turmas de cálculo visando identificar os erros cometidos pelos estudantes. Os erros mais comuns encontrados diziam respeito à matemática básica, pré-requisito para a aprendizagem de Cálculo. Por exemplo, pode-se citar a aplicação da propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição. Foi também aplicado um teste de estilos, que serviu para guiar a construção de um OA sobre a propriedade distributiva.

No MOODLE os alunos responderam a um questionário para identificação dos erros mais comuns. Estes alunos foram divididos em grupos, de acordo com os tipos de erros e estilos de aprendizagem e para cada grupo, foram selecionados OAs. Os alunos participaram de fóruns sobre os assuntos que mais erraram e posteriormente responderam a um novo

questionário para comparar os resultados. A autora afirma que a partir da análise estatística, houve uma melhora substancial no desempenho dos grupos.

No trabalho de Hannel et al. (2016) que usa a análise de erros, estilos de aprendizagem e o MOODLE para personalizar o ensino foram identificados e abordados alguns dos recursos que o Moodle tem e que podem auxiliar o educador a personalizar as trajetórias de aprendizagem. Esse trabalho propõe-se o uso de um teste de estilos de aprendizagem, denominado teste ILS (*Index of Learning Styles*) e a metodologia análise de erros no MOODLE para direcionamento de atividades por grupos de alunos.

Segundo Müller (2015) a análise de erros foi utilizada em seu trabalho como uma técnica e coleta de dados seguindo "três fases para a análise de conteúdo: pré-análise, exploração do conteúdo e tratamento dos resultados" (p. 52).

O teste ILS é formado por 44 perguntas com duas alternativas de resposta. A partir das respostas é possível conhecer as preferências de aprendizagem dos estudantes. Sobre a análise de erros, pode-se dizer que é uma metodologia de ensino baseada na observação das dificuldades dos alunos, quase sempre, com testes previamente aplicados. A partir de um agrupamento dos tipos de erros cometidos, é possível buscar as causas dos problemas e criar estratégias para saná-los. "Ou seja, a estratégia envolve conhecer aquilo que o aluno já sabe e aquilo que ele ainda precisa aprender ou reforçar" (HANNEL et al., 2016, p. 12)

Em resumo, a tese de Müller (2015) e o capítulo de livro de Hannel et al. (2016) são base e se relacionam com a presente tese. Também são analisados os erros cometidos pelos alunos, e também é utilizado o MOODLE para testar, realizar intervenções e sugerir objetos de aprendizagem mais adequados para o grupo de alunos que apresentarem as mesmas dificuldades. Entretanto, aqui não é utilizado o teste ILS e o método descrito é genérico, não sendo observada apenas a disciplina de matemática. Esta tese prevê que com o desenvolvimento do método proposto, é possível identificar dificuldades recorrentes em qualquer disciplina e propor atividades personalizadas que possam ser executadas para saná-las.

3.3 *Student-oriented planning of e-learning contents for MOODLE* (Caputti e Garrido, 2015)

No artigo intitulado "*Student-oriented planning of e-learning contents for MOODLE*" (Caputti e Garrido, 2015) os autores apresentam um modo de automaticamente planejar

conteúdos para cada estudante de acordo com o *background* e objetivos de aprendizagem usando o MOODLE.

O objetivo é integrar técnica de planejamento inteligente, a *Planning Domain Definition Language* (PDDL), ao MOODLE, fazendo poucas mudanças para criar caminhos personalizados em tempo real para as características específicas de cada estudante em relação a determinado conteúdo. Sendo esta uma forma de diminuir o *gap* entre o modelo do curso criado no MOODLE e o modelo planejado para suportar conteúdos personalizados.

O processo consiste em seis etapas, a saber: 1- mapear os módulos do MOODLE e entender as relações entre eles; 2- construir um curso com os recursos do MOODLE; 3- transformar as atividades do curso em ações do domínio PDDL; 4- transformar o estado inicial e metas dos alunos em problemas PDDL; 5- usar domínio e problema PDDL para planejar e definir caminhos de aprendizagem para o aluno; 6- monitorar as atividades do aluno e todas as mudanças que ocorrem, caso necessário replanejar os caminhos.

Como o MOODLE não foi desenvolvido para suportar personalização, para alcançar isso foi criada uma lição inicial (chamada L0) onde os alunos respondem questões sobre a disciplina e sobre suas metas de aprendizagem. Ainda usando a ferramenta lição, os autores foram criando lições dependentes das anteriores, de modo que o aluno só passa para a próxima após acertar a anterior. Para poder criar o caminho personalizado são considerados as informações do curso e de cada estudante. As informações do curso são traduzidas em ações PDDL e as metas de cada estudante são traduzidas em problemas PDDL. Sendo assim, para gerar o caminho corretamente, é necessário estruturar o curso apropriadamente, estabelecendo relacionamentos.

Realizaram dois experimentos. Um quantitativo que provou que o planejador SGPlan (<http://www.sgplan.com>) criou o planejamento adequado para até 500 alunos. E outro qualitativo, que focou na avaliação da qualidade dos caminhos planejados onde fizeram um questionário com dez professores e dez alunos. Os alunos disseram que os caminhos foram realmente orientados às suas necessidades. Já os professores afirmaram não ser possível provar isso. Ainda afirmam terem que fazer muitas mudanças no planejamento do curso para se adequar a proposta.

Uma das grandes dificuldades encontradas é que a estrutura do MOODLE não permite criar relações complexas entre as atividades e o perfil do estudante. Para cada estudante que se planejar o caminho, é preciso organizar um grupo, mesmo que de 1 aluno para que esse caminho seja colocado usando a ferramenta lição. Isso demanda um trabalho muito grande para o professor, ficando praticamente inviável de ser feito manualmente.

3.4 Modelo Bayesiano do Aluno no Cálculo com Várias Variáveis (Fonseca, 2014)

O trabalho "Modelo Bayesiano do Aluno no Cálculo com Várias Variáveis" (Fonseca, 2014) apresenta a aplicação de um modelo Bayesiano do aluno para apoio ao ensino, através de um estudo do uso das ferramentas PmatE, MEGUA e SIACUA. O estudo traz o exemplo de uso e aplicação para a avaliação dos conhecimentos dos alunos na disciplina de Cálculo III, ilustrando a funcionalidade do sistema. O SIACUA fornece informações, em termos probabilísticos, sobre conhecimento do aluno nos conteúdos do programa da disciplina.

Uma rede Bayesiana modela uma situação real com o enfoque de reter as informações que lhe são submetidas através de evidências. Uma das principais funções é obter estimativas de probabilidades de eventos relacionados com os dados, à medida que novas informações ou evidências são encontradas. Sendo assim, a principal inferência probabilística é o cálculo da distribuição de probabilidades a posteriori para um conjunto de variáveis de consulta (nível de conhecimento dos conceitos pelos alunos) dadas as evidências (respostas dadas às questões usando o SIACUA).

A autora cita que a principal vantagem em usar redes bayesianas é relacionada a sua capacidade de obter informações implícitas de informações explícitas, declaradas num grafo. Ainda, segundo Fonseca:

O objetivo é inferir o estado cognitivo do aluno, a partir dos dados coletados, diagnosticar o seu estado no processo de aprendizagem. O que por vezes não é tarefa trivial, uma vez que os dados são incompletos, pois há imensos fatores (variáveis) externos que não é possível ter em conta no diagnóstico, por exemplo, a ajuda de outra pessoa, as características do meio onde é acedida a aplicação, o estado do aluno, etc. Este é um passo difícil de implementar em sistemas de aprendizagem interativa. No entanto, este aplicativo fornece uma maneira muito simples de, apresentando questões ao aluno, ele obter algum *feedback*. O estudante sabe imediatamente se a sua resposta está certa ou errada, pode ver a solução detalhada e tem informações sobre o seu progresso geral no curso, dado pelas barras de progresso. (2014, p. 81-82).

O sistema implementa um modelo que faz uso de conceitos da TRI. Sendo as probabilidades condicionadas calculadas a partir de um pequeno conjunto de parâmetros especificados para cada item (*slip*, *guess*, discriminação, dificuldade, conceitos e respectivos pesos) utilizando-se para esse cálculo uma função de TRI. Está em implementação um mecanismo que permite estabelecer relações de pré-requisito entre os conceitos de modo a que, em caso de falta de bases lecionadas em disciplinas anteriores, o sistema permita ir para outros cursos ou sugerir textos de complemento, guiando automaticamente o utilizador.

Foi realizado um questionário com os utilizadores para verificar o que eles acharam da ferramenta SIACUA. A autora verificou que a maioria dos alunos considera muito importante a disponibilização da resolução detalhada das questões (recurso do MEGUA).

O uso destes sistemas é regulamentar na Universidade de Aveiro e os resultados que têm sido apresentados (MILLÁN et al., 2013 e DESCALÇO et al., 2015) demonstram as vantagens da utilização. Estes sistemas podem ser utilizados como parte do processo de personalização do ensino proposto nesta tese, necessitando a formalização de um acordo de cooperação. Isto porque, nos experimentos desta tese, os sistemas PmatE, MEGUA e SIACUA foram utilizados diretamente nos servidores da Universidade de Aveiro. Porém, para difundir o uso no CMPA ou mesmo no SCMB, será importante a instalação em servidores locais (questões legais de segurança da informação do Exército Brasileiro).

Como trabalhos futuros é prevista a ampla utilização desses ambientes, principalmente após a implementação do *ModelMaker*, que reduz o tempo necessário para a criação do banco de questões das disciplinas aqui ministradas. Nesse caso, o SIACUA pode ser usado como uma ferramenta para complementar a realização de atividades, que é o objetivo para o qual foi criado, inclusive com possibilidade de estudo de associação ao AVA MOODLE (ou outro que se deseje utilizar).

4 . METODOLOGIA

Esta pesquisa está enquadrada na abordagem quali-quantitativa. Segundo Giddens (2012) “a pesquisa pode ser feita pelo método misto quantitativo e qualitativo de modo a obter uma compreensão e explicação mais ampla do tema estudado”. Entretanto, nenhuma das duas abordagens sozinha é suficiente, isso pode ser confirmado pelo trecho “é boa no sentido de ser suficiente para a compreensão completa (de uma) realidade” (MINAYO e SANCHES, 1993, p. 32).

Inicialmente foi realizada a coleta de dados e análise qualitativa e, posteriormente, foi realizada a coleta e análise de dados quantitativos e a interpretação de toda a análise. Os experimentos foram divididos em três etapas, a saber: projeto piloto, projeto Garança Mirim 2016 e Matemática 1º ano.

A pesquisa quantitativa é baseada na medida (normalmente numérica) de poucas variáveis objetivas, com ênfase na comparação de resultados e no uso intensivo de técnicas estatísticas (WAINER, 2007). Visto que a maioria dos dados obtidos irão ser observados por meio deste método de pesquisa, sua utilização tem papel fundamental na análise dos resultados, tendo como suporte o uso da pesquisa qualitativa.

A pesquisa quantitativa foi baseada na modalidade quase-experimental²⁵. Sendo que os métodos quase-experimentais flexibilizam as condições impostas pelas distribuições de probabilidade e inferências estatísticas para a população, impostas pelos modelos de investigação experimental puros, transferindo o centro de atenção de “causa-efeito” da prioridade temporal para a associação entre variáveis.

Segundo Gil (2002) de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Em suma, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Neste caso, quando os objetos em estudo são entidades físicas (como porções de líquidos, bactérias ou animais) não se identificam grandes limitações quanto à possibilidade de experimentação. Entretanto, quando se trata de experimentar com objetos sociais, ou seja, com pessoas, grupos ou instituições, aparecem limitações evidentes, como considerações éticas e humanas.

²⁵ Amostra não tão rígida quanto na pesquisa experimental (GIL, 2002).

A pesquisa experimental não precisa necessariamente ser realizada em laboratório, pode ser desenvolvida em qualquer lugar, desde que apresente as seguintes propriedades conforme Gil:

- a) manipulação: o pesquisador precisa fazer alguma coisa para manipular pelo menos uma das características dos elementos estudados;
- b) controle: o pesquisador precisa introduzir um ou mais controles na situação experimental, sobretudo criando um grupo de controle;
- c) distribuição aleatória: a designação dos elementos para participar dos grupos experimentais e de controle deve ser feita aleatoriamente. (2002, p. 48).

No caso do presente trabalho, foi tido o criterioso cuidado com as características de manipulação, controle e distribuição aleatória no grupo focal e de controle (no caso do projeto piloto, nos demais não teve grupo de controle) que caracterizariam uma pesquisa experimental. Entretanto, por aplicar pré-teste e pós-teste a um único grupo, o qual foi subdividido após a aplicação do pré-teste este trabalho se enquadra em quase-experimental.

Já a pesquisa qualitativa baseia-se na observação cuidadosa dos ambientes onde o sistema está sendo usado ou onde será usado, do entendimento das várias perspectivas dos usuários ou potenciais usuários do sistema, etc. (WAINER, 2007). Justifica-se a pesquisa qualitativa nesta tese pela extração de dados descritos por meio dos conhecimentos externados pelos discentes no envolvimento com as atividades propostas no ambiente virtual. E, pelas perspectivas dos docentes extraídas nos questionários aplicados após o contato com os ambientes virtuais. Dentre as técnicas possíveis de serem realizadas na pesquisa qualitativa, será utilizado o método estudo de caso exploratório e descritivo.

Para o estudo de caso exploratório e descritivo foram definidos três grupos de alunos, os alunos do Projeto Garança Mirim de 2015, os alunos do Projeto Garança Mirim de 2016 e os alunos de matemática do 1º ano do EM, todos do CMPA. O estudo de caso consiste na utilização de um ou mais métodos qualitativos de coleta de informação e não segue uma linha rígida de investigação. Caracteriza-se por descrever um evento ou caso de uma forma longitudinal. O estudo de caso consiste geralmente no estudo aprofundado de uma unidade individual, tal como: uma pessoa, um grupo de pessoas, uma instituição, um evento cultural, etc. (YIN, 1993).

Todo o experimento foi construído visando a personalização do ensino para tentar alcançar maior aproximação de um ensino com tutoria, que segundo Bloom (1984), seria a forma com melhor aproveitamento por parte do aluno. Também, Franco et al. (2006) confirmam que a construção do conhecimento depende daquilo que o aluno traz consigo e do

significado que o sujeito deu para aquela realidade com que se defrontou. Esse melhor aproveitamento leva a uma aprendizagem mais significativa.

A aprendizagem mais personalizada, para ser significativa ao aluno é a aproximação da tutoria. Entretanto, como não é possível prover de um professor por aluno, este trabalho busca tirar melhor proveito da organização e planejamento de uma disciplina em ambientes virtuais de aprendizagem para personalizar o ensino e assim aproximar-se do supracitado "melhor aproveitamento do ensino" por parte do aluno.

Importante salientar que a definição adotada aqui foi a de Bloom (1984): personalização é definido como diferenciação da instrução e fornecimento de *feedback* corretivo regular, com base nas necessidades de cada aluno. Isto incluiu personalizar tanto caminho e ritmo - identificar e abordar falta de conhecimento pré-requisito, e passar mais tempo quando necessário, para garantir que os alunos tenham o domínio de temas alcançados antes de prosseguir.

4.1 Etapas e procedimentos

Para a completa realização desse trabalho foram realizadas algumas etapas que são apresentadas a seguir:

- Revisão bibliográfica e análise das produções acadêmicas relativas a personalização do ensino (técnicas, metodologias, onde tem sido aplicada, como aplicar, exemplos, etc.). Essa etapa foi desenvolvida ao longo do projeto, porém, a ênfase maior ocorreu nos momentos iniciais a cada etapa dos procedimento com a finalidade de construir um corpus teórico e metodológico consistente. Para instrumentalizar esta busca foi desenvolvida uma tabela contendo as principais pontos chaves para esta tese. Tal instrumento é apresentado no Anexo 1. Com essa tabela, foram realizadas comparações das abordagens existentes para auxiliar na justificativa das inovações da presente tese.
- Implementações e testes: foram desenvolvidas estratégias para personalização de conteúdos inicialmente da disciplina de português e depois de matemática. Segundo Gil (2007) o planejamento da pesquisa experimental implica o desenvolvimento de seis passos muito importantes que são descritos detalhadamente nos subitens a seguir.

- Formulação do problema: ensino personalizado pode conduzir o aluno em sua trajetória pessoal rumo ao aprendizado, sanando dificuldades de conteúdo pré-existentes?
- Construção das hipóteses: H1- os alunos do ensino tradicional possuem os mesmos resultados dos alunos que recebem atividades personalizadas; H2- os alunos do ensino tradicional possuem resultados inferiores aos alunos que recebem atividades personalizadas.
- Operacionalização das variáveis: com base nas hipóteses formuladas foi identificada uma única variável que é: receber atividades personalizadas. Esta variável, no caso deste trabalho, pode assumir dois valores que são sim ou não. O valor "sim", significa que o aluno recebeu atividades personalizadas e "não" significa que não recebeu estas atividades.
- Definição do plano experimental: o plano experimental foi dividido em 3 subplanos: o plano do projeto piloto de 2015, o plano do Garança Mirim de 2016 e o plano da matemática 1º ano 2016. Em todos os planos realizou-se um pré-teste separando em três grupos. A divisão dos grupos ocorreu de acordo com os subsunçores definidos para cada experimento e separados em grupos. O Grupo 1 era o mais básico, o Grupo 2 o intermediário e o Grupo 3 o avançado. Após a separação em grupos, aplicou-se as atividades de personalização e realizou-se um pós-teste para verificar se essas atividades surtiram o efeito desejado. No projeto piloto, realizou-se a separação, dentro de cada um dos grupos, em controle e experimental, para verificar a viabilidade das ideias. Nos demais experimentos todos os alunos fizeram parte do grupo experimental e receberam atividades personalizadas.
- Determinação dos sujeitos: o grupo de alunos do experimento foi composto de alunos do Projeto Garança Mirim (45 em 2015 e 41 em 2016) e também nas turmas de Matemática do 1º ano do EM (6 turmas que totalizam 170 alunos), ambas do CMPA. Os experimentos totalizaram a participação de 256 alunos. Os alunos que fazem parte do Garança Mirim têm entre 10 e 12 anos, são oriundos de diferentes escolas públicas ou privadas e são necessariamente filhos de militares que possuem direito garantido pelo R-69 (2008) a frequentar um dos CMs. Já os alunos que cursam o 1º ano do EM possuem 15 ou 16 anos,

como no ano de 2015 não abriram vagas no concurso de admissão para o 1º ano EM, todos os alunos cursavam o EF no SCMB (qualquer um dos 13 colégios).

- Determinação do ambiente: os alunos que participam do Garança Mirim são atendidos em uma sala de aula no CMPA por uma professora de currículo que ministra aulas de Língua Portuguesa e Matemática. Além das aulas presenciais em sala de aula tradicional, os alunos utilizaram os laboratórios de informática. Onde, todos tiveram algumas aulas básicas de informática e foram apresentados ao ambiente virtual MOODLE e também ao *Khan Academy*. Os alunos tiveram acesso a atividades personalizadas no MOODLE. Já os alunos das turmas de matemática tiveram acesso ao MOODLE e ao PmatE, sendo que as atividades foram realizadas no laboratório de matemática. O MOODLE foi definido como ferramenta por já ser adotado na escola, por já haver investimento em treinamento dos professores (DALLACOSTA et al., 2014a) e por já ser aceito, usado e difundido, tanto entre docentes quanto entre discentes.

- Coleta de dados: deve ser dividida em três etapas, a saber: pré-teste (só não foi realizado no experimento do *Khan Academy*), atividades nos ambientes e pós-teste. Os dados dos pré-testes e pós-testes foram tabulados para comparação e análise estatística servindo para a análise quantitativa. Já os dados obtidos da interação dos alunos com os ambientes, bem como os questionários aplicados aos alunos e aos professores serviram para a análise qualitativa. Para os experimentos Garança Mirim 2015 e Garança Mirim 2016 tanto o pré-teste quanto o pós-teste foram compostos de 20 questões de Língua Portuguesa e uma redação (texto narrativo) e elaborados de acordo com subsunçores que são esperados que os alunos saibam para ingressar no 6º ano do EF. Foram exportadas do MOODLE e do *Khan Academy* todas as interações com esses ambientes, em uma planilha Excel, para a análise e interpretação dos resultados. Já para o experimento matemática do 1º ano tanto o pré-teste quanto o pós-teste foram elaborados com 15 questões que abrangiam os conteúdos de Progressão Aritmética (PA) e Progressão Geométrica (PG). Também foi realizada a exportação das interações com MOODLE e do PmatE, em uma planilha Excel, para a análise e interpretação dos resultados. Os questionários de todos os experimentos foram realizados no MOODLE. Os dados coletados dos ambientes são: quais atividades realizou, quais questões acertou ou errou, quantas vezes acessou o ambiente e quanto tempo ficou conectado.

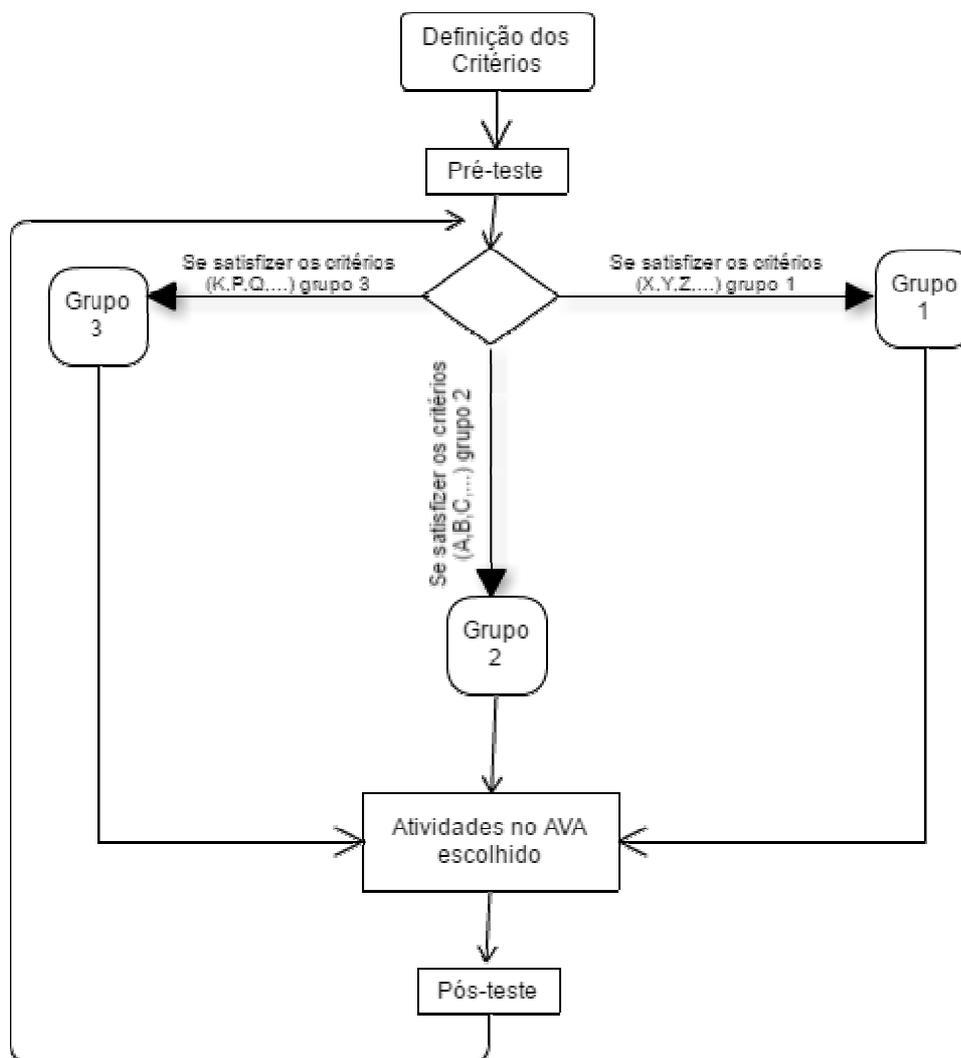
- Análise e interpretação dos dados: após o pré-teste, os dados coletados foram utilizados para a separação dos alunos em grupos. Cada um destes grupos recebeu atividades personalizadas de acordo com as dificuldades apresentadas e estes dados serviram para verificar a validade e amplitude das atividades propostas. Já o pós-teste, por seguir os mesmos critérios do pré-teste, serviu para corroborar a ideia da hipótese H2.
- Apresentação das conclusões: os dados coletados e tabulados foram plotados graficamente para facilitar a interpretação. Além disso, as conclusões também são apresentadas através da análise estatística. A análise estatística foi baseada nos testes não paramétricos: *Wilcoxon*, *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis*.
 - De acordo com Siegel e Castellan (2006): o teste não paramétrico de *Wilcoxon* é utilizado para comparar se as medidas de posição de duas amostras são iguais e é utilizado quando se tem amostras que são dependentes (ou seja, grupos relacionados). O teste de *Mann-Whitney* é aplicado quando dois grupos independentes são comparados. Por fim, o teste de *Kruskal-Wallis* é usado quando é necessário comparar três grupos independentes.

4.2 Método desenvolvido

O esquema apresentado na Figura 4.1 traz as etapas do método proposto, testado e confirmado nesta tese. O método inclui a preparação dos conceitos ou descritores da disciplina (subsunçores), realização de um pré-teste baseado nos conceitos levantados, realização da separação em grupos, preparação das atividades de acordo com cada grupo no ambiente escolhido e a realização de um pós-teste. Após o pós-teste, o aluno pode ser recolocado em outro grupo, caso tenha evoluído. Caso o aluno não tenha evoluído, serve de alerta ao professor para, no caso dos Colégios Militares, encaminhar o referido aluno para o apoio pedagógico ou propor soluções que minimizem o risco de reprovação.

A separação dos subsunçores ou critérios, deve ser realizada previamente pelo professor da disciplina. O qual, por sua experiência na área em questão, poderá criar uma hierarquia de conceitos e saber quais são os mais fáceis e mais difíceis, bem como quais são os pré-requisitos necessários para aprender cada um deles.

Figura 4.1: Etapas do método desenvolvido.



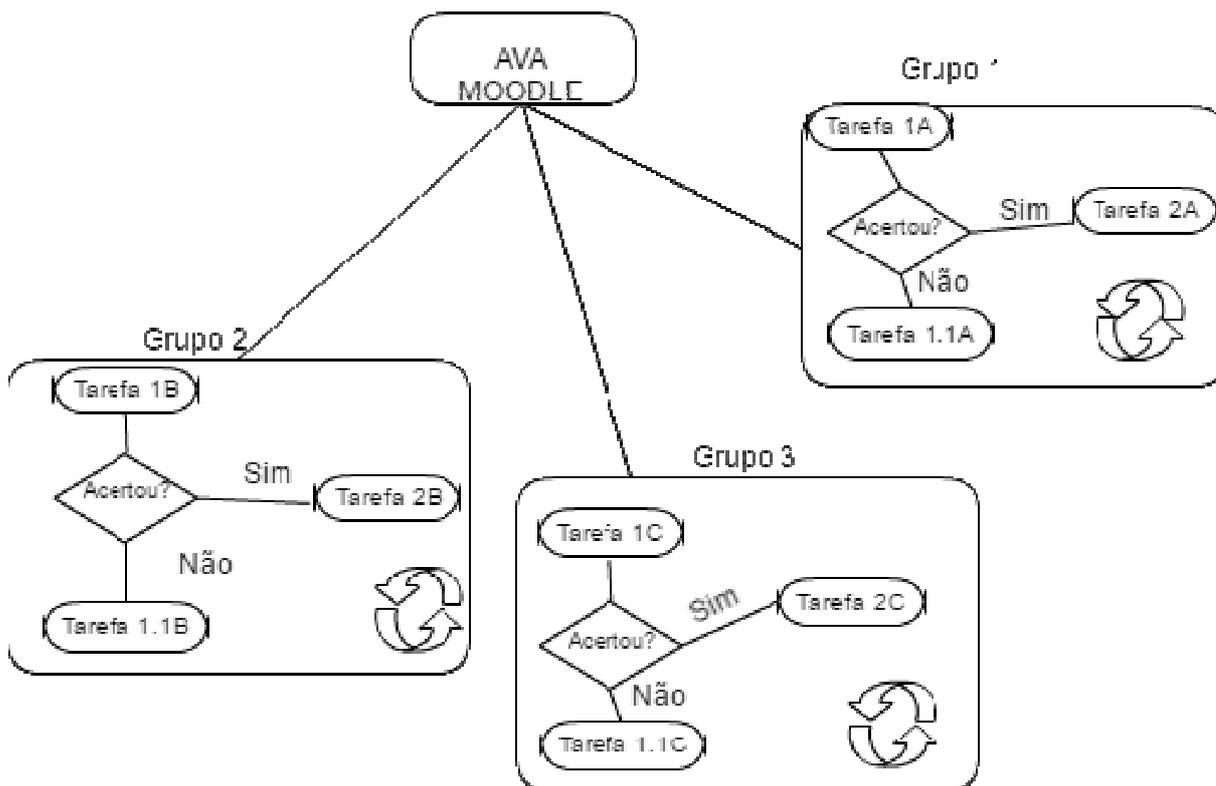
Fonte: elaborada pela autora.

As informações das atividades que o aluno vai realizando servem para a adequação das atividades que cada aluno deverá executar. À medida que o aluno vai acertando as tarefas o nível de dificuldade vai aumentando, e quando o aluno erra, ele tem a possibilidade de tentar com uma atividade mais simples ou que possua um estímulo diferente.

Por exemplo, no caso do AVA MOODLE, isto pode ser feito com o uso da ferramenta lição, conforme apresentado na Figura 4.2. Nela, o aluno A errou a "Tarefa 1A" que era ler um texto e marcar quais as palavras eram proparoxítonas. Na "Tarefa 1.1A" será apresentado um vídeo explicando os conceitos de palavras proparoxítonas e depois solicitado que o aluno reescreva os conceitos que aprendeu. Esses alunos, mesmo estando dentro do mesmo grupo, com as mesmas atividades, seguem suas próprias trajetórias dependendo dos seus acertos e erros.

Essa organização dos conteúdos no AVA dependerá de como o professor estruturou os conteúdos a ensinar e quais são os pré-requisitos para o conteúdo em questão. Essa é uma tarefa de planejamento e é a etapa que demandará mais tempo e atenção do professor. Uma vez estruturado este conteúdo, o professor poderá reusar as lições criadas em outras turmas.

Figura 4.2: Estrutura das atividades no AVA MOODLE.



Fonte: elaborada pela autora.

A definição e hierarquização dos subsunçores é de suma importância para o processo, isto porque os grupos são separados de acordo com esses subsunçores. Além disso, as atividades propostas aos alunos também seguem os subsunçores definidos. Por exemplo, no caso da disciplina de Língua Portuguesa para o projeto Garança Mirim os subsunçores são apresentados na Tabela 5.1.

No caso do SIACUA, o professor determina previamente a hierarquia de conceitos que recebem um valor inicial de 50%, conforme o aluno vai praticando no ambiente, esse valor pode baixar ou subir. Já no caso do *Khan Academy*, o professor predetermina os subsunçores que devem ser abordados, o ambiente vai direcionando a partir da realização das atividades propostas- também, das mais simples para as mais complexas- e o professor vai acompanhando o desenvolvimento dos alunos e sugerindo correções de trajetória de

aprendizagem. Essas correções podem ser a indicação de vídeos da plataforma, de atividades ou mesmo de outros conteúdos que o aluno precise dominar.

A efetividade da utilização do método foi alcançada através de ações de suporte técnico aos professores, treinamento nos ambientes e devido a gestão do colégio apoiar o uso. O suporte técnico na escola é fornecido por um professor, com formação na área de informática, que presta auxílio para criação dos cursos no MOODLE. O treinamento dos professores vem sendo executado em um projeto de formação continuada, desde 2012 (DALLACOSTA et al., 2014a). Em relação aos fatores que alavancaram o uso do MOODLE na escola, Dallacosta, et al. afirmam que:

Os cursos de capacitação oferecidos pelo próprio estabelecimento de ensino e a disponibilidade de ter um profissional em tempo integral na escola para tirar dúvidas e ajudar na implantação de atividades foram, na opinião do público que respondeu ao questionário, as molas propulsoras do projeto. (2014a, p.7).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados dos experimentos realizados em turmas do EF no Projeto Garança Mirim (em 2015 com 45 alunos e em 2016 com 41 alunos) e também nas turmas de Matemática do 1º ano do EM (com 170 alunos), ambas do CMPA. Os experimentos totalizaram a participação de 256 alunos.

A descrição dos experimentos foi feita em três etapas, a saber: definição e metodologia do experimento, descrição das principais atividades realizadas pelos alunos no ambiente e análise dos resultados utilizando gráficos e técnicas estatísticas que variaram de acordo com as amostras. Para melhor entendimento de cada um dos experimentos realizados, dividiu-se em três seções: 5.1 que aborda o projeto piloto que ocorreu no Garança Mirim de 2015; a 5.2 que descreve o projeto com o Garança Mirim em 2016 e a 5.3 que descreve o projeto com a disciplina de matemática do 1º ano do EM, também em 2016.

5.1 Projeto Piloto- 2015

O projeto piloto incluiu um pré-teste (foi utilizada a AD do ano de 2013), atividades personalizadas para cada grupo (que eram feitas em casa ou na escola), pequenos testes formativos realizados em todos os encontros e um pós-teste (outra AD). Foram realizados 8 encontros presenciais, de outubro a dezembro de 2015 e as atividades foram realizadas no MOODLE com supervisão e orientações da professora presencial e de uma pedagoga.

No projeto piloto foram implementados conceitos de ensino híbrido, ao passo que os alunos tiveram atividades em que os desenvolviam como grupo, aplicando técnicas de aprendizado por maestria, alunos executando rotação em sala de aula, sala de aula invertida, etc. Por exemplo, o exercício de redação colaborativa, explicado no item 5.1.1. Também fizeram atividades em sala onde enquanto um grupo trabalhava no computador preparando uma apresentação, outro trabalhava lendo um livro e outro fazia colagens e trabalhos manuais. Todos em perfeita harmonia e a professora atendendo as necessidades individuais em tempo hábil. Foi realizada uma tabulação inicial dos subsunçores (apresentados na Tabela 5.1) e os alunos foram encaixados em grupos que mais se adequaram ao seu perfil.

Para o projeto piloto foi escolhida a disciplina de Língua Portuguesa. Esta escolha foi feita pela Supervisão Escolar do CMPA, quando identificou que a interpretação de textos é

um problema que afeta os alunos no entendimento das questões de quaisquer outras disciplinas.

Para o pré-teste, que permitiu identificar o perfil inicial dos estudantes, foi criado um curso no MOODLE e desenvolvida uma atividade questionário com as questões da AD de 2013. Esta atividade consistiu de 20 questões de múltipla escolha, de respostas simples e de uma redação (esta feita fora do Moodle). Os resultados foram tabulados, com o auxílio de uma pedagoga do CMPA, de acordo com alguns subsunçores definidos pela DEPA no momento da construção da AD. Tais subsunçores foram definidos para identificar pré-requisitos básicos que são esperados de um aluno que entra no SCMB. Eles são apresentados, detalhadamente, no Anexo 2.

A divisão dos grupos ocorreu de acordo com os subsunçores apresentados na Tabela 5.1. Dos 45 alunos que fizeram o pré-teste, 12 tinham características do Grupo 1, 18 se encaixavam no Grupo 2 e 15 no Grupo 3. O Grupo 1 era o mais básico, o Grupo 2 o intermediário e o Grupo 3 o avançado. Os alunos foram separados aleatoriamente para fazer parte do grupo focal ou de controle, para ter-se assim, o mesmo número de alunos nesses grupos (controle e focal). Ou seja, dos 12 alunos que poderiam se encaixar no Grupo 1, somente 6 receberam atividades personalizadas através do MOODLE. Importante dizer que, tanto grupo de controle quanto o grupo focal tiveram aulas regulares com a professora e acessaram o MOODLE, a diferença é que os alunos do grupo focal tinham atividades personalizadas e os do grupo de controle não tinham.

Tabela 5.1: Subsunçores utilizados para identificação dos grupos.

GRUPOS	SUBSUNÇORES
GRUPO 1 12 alunos	Localizar informações explícitas em um texto.
	Inferir o sentido de uma palavra a partir do contexto em que foi empregada.
	Inferir o sentido de uma expressão a partir do contexto em que foi empregada.
GRUPO 2 18 alunos	Inferir uma informação implícita em um texto.
	Identificar os elementos de um texto (narrador /foco narrativo).
	Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinho, foto, etc.).
GRUPO 3 15 alunos	Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.
	Estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto.
	Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.
	Reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.

Fonte: HANNEL et al. (2016, p. 5).

Após o pré-teste e separação dos grupos, os alunos foram informados que receberiam atividades personalizadas e que haviam sido separados em grupos. Entretanto, não foram informados que estes grupos representavam níveis de aprendizagem, evitando assim que fossem criados “rótulos” e/ou os alunos pudessem ser estigmatizados pelos próprios colegas.

Com os grupos formados, os alunos e os respectivos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, que é apresentado no Anexo 3. O modelo do termo é fornecido pelo PPGIE e a adequação ao presente projeto foi feita pela autora que teve auxílio de duas pedagogas do CMPA.

A versão do MOODLE utilizada no CMPA em 2015 foi a 2.8.1. Nesta versão não foi possível separar os alunos em grupos e apresentar as atividades separadamente dentro de um mesmo curso. Portanto, foram criados 3 cursos chamados de Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. Em cada curso foram cadastrados os alunos que receberiam as atividades personalizadas da cor correspondente.

As aulas foram divididas em blocos, cada um com duração de uma ou duas semanas, dependendo da dificuldade do conteúdo e do ritmo de cada aluno. Eles não foram cobrados por tempo, e sim por executar a tarefa. Havendo assim uma personalização do ritmo do aluno.

O pós-teste é a AD que os alunos fizeram para definir a entrada deles no SCMB. Esta AD também foi composta de 20 questões de múltipla escolha e uma redação e foi realizada em papel e aplicado simultaneamente em todos os CMs. Os subsunçores para a avaliação foram os mesmos aplicados no pré-teste (ver Anexo 2).

5.1.1 Descrição de algumas atividades realizadas

Algumas atividades foram realizadas para todos os grupos, por exemplo: "contação de histórias" e a "escrita colaborativa". Na atividade de "contação de histórias" os alunos sentaram em círculo e cada um teve dois minutos para contar a história de algum livro que tenha lido. Depois de dois minutos, os colegas poderiam comentar ou fazer perguntas rapidamente. Esta atividade foi uma preparação para que eles se sentissem mais à vontade com o grupo e participassem ativamente da próxima atividade que foi de escrita colaborativa. A Figura 5.1 apresenta o lembrete colocado no MOODLE sobre a atividade.

Figura 5.1: Atividade "contação" de história no MOODLE.

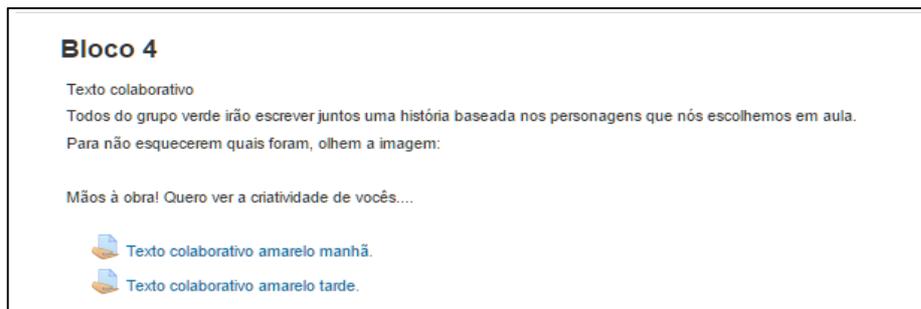


Fonte: capturada pela autora, a partir a partir do MOODLE <
<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

A receptividade desta atividade foi muito boa, somente um aluno se recusou a contar a sua história. Ao final da atividade, os alunos foram incentivados a deixar um comentário sobre o que acharam. Alguns comentários dos alunos foram: "adorei profe! Gosto quando me deixam falar na aula."; "Meus colegas também leram o mesmo livro e foi fácil"; "Fiquei nervosa, mas depois gostei"; "Só consegui contar de um livro, mas podemos fazer de novo?". Estes comentários demonstram a viabilidade das aulas híbridas, onde o aluno tem atividades dentro e fora da sala de aula. Além disso, demonstra que os alunos necessitam compartilhar seu conhecimento e isso ajuda a evoluir em sala de aula.

Na atividade de escrita colaborativa foram apresentados quatro painéis, cada um com imagens de um assunto: crianças, esportes, comida e animais. Cada um dos três grupos precisava escolher um assunto e então criar uma narrativa sobre o tema. Eles precisavam criar o texto e colocar o mesmo na atividade do MOODLE, a Figura 5.2 mostra a atividade do grupo 2, o mesmo foi feito para os grupos 1 e 3. Importante notar que a professora havia previamente explicado em sala de aula o que é uma narrativa, quais são os elementos e como fazê-la.

Figura 5.2: Atividade texto colaborativo no MOODLE.



Fonte: capturada pela autora, a partir do MOODLE < <http://moodle.cmpa.tche.br>>.

Esta atividade, mais uma vez demonstrou as habilidades de trabalho em grupo, onde alguns alunos que se destacam por serem menos tímidos, conseguem influenciar os outros e estes começam a participar ativamente. Outro ponto positivo é que as dificuldades de escrita vão sendo sanadas entre eles. O professor passa a atender cada pequeno grupo e sanar as questões que os alunos não conseguem sozinhos. Além disso, o papel de professor passa a ser de mediador. A Figura 5.3 mostra os alunos em momentos desta atividade. As fotos foram modificadas para não apresentar o rosto dos alunos.

Figura 5.3: Momentos da realização da atividade proposta.



Fonte: elaborada pela autora.

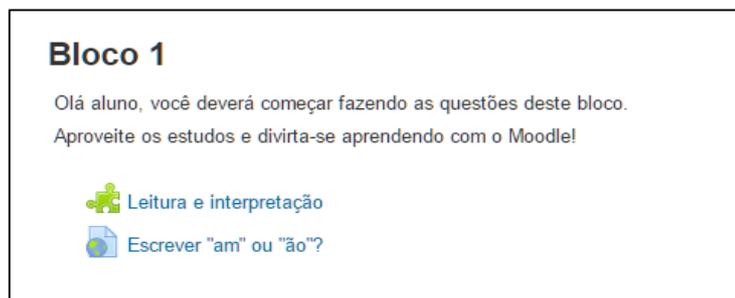
Como também foram realizadas atividades diferentes para cada grupo, elas serão apresentadas respectivamente nos itens 5.1.1.1, 5.1.1.2 e 5.1.1.3.

5.1.1.1 Atividades do grupo 1

Para o grupo 1 foram trabalhados os seguintes critérios: localizar informações explícitas em um texto; inferir o sentido de uma palavra a partir do contexto em que foi

empregada; inferir o sentido de uma expressão a partir do contexto em que foi empregada (previamente descritos na Tabela 5.1). A Figura 5.4 mostra um bloco de atividades proposto para ser realizado em uma aula.

Figura 5.4: Atividade de leitura e interpretação e de escrita.



Fonte: capturada pela autora, a partir do MOODLE < <http://moodle.cmpa.tche.br>>.

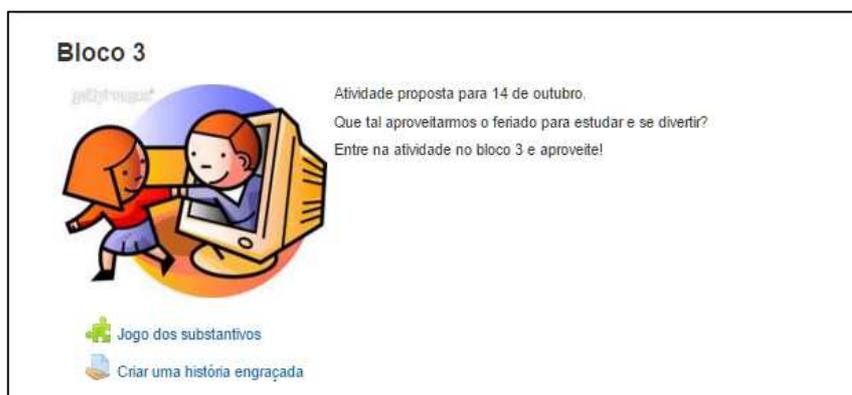
5.1.1.2 Atividades do grupo 2

No grupo 2 foram trabalhados os seguintes critérios (conforme descrito previamente na Tabela 5.1): inferir uma informação implícita em um texto; identificar os elementos de um texto (narrador /foco narrativo); interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinho, foto, etc.); identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.

A Figura 5.5 mostra uma das atividades proposta para este grupo. O "Jogo dos Substantivos" é uma atividade externa que foi encontrada no site "Só português"²⁶. Este jogo tem o objetivo de testar o conhecimento dos alunos a respeito das classes de substantivos. Já a atividade "Criar uma História Engraçada" deveria ser feita com acesso a um site (<http://guida.querido.net/jogos/historia.htm>) criar a história seguindo as orientações, salvar o arquivo e enviar através do MOODLE. Todas as instruções de como proceder para realizar o envio estavam descritas na atividade.

²⁶ Disponível em: <<http://www.soportugues.com.br/secoes/jogos/jogo.php?jogo=2>>

Figura 5.5: Atividades do grupo 2.



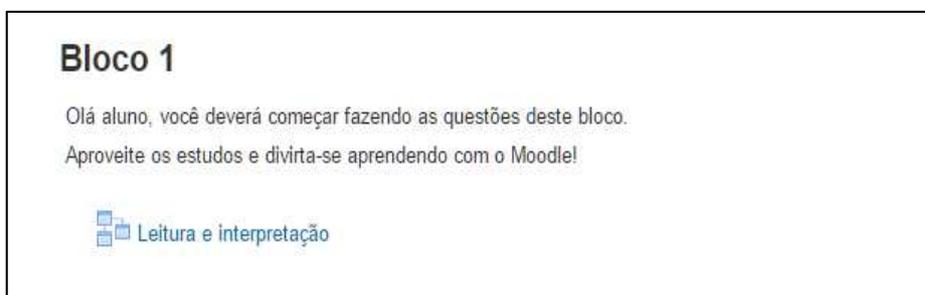
Fonte: capturada pela autora, a partir do MOODLE < <http://moodle.cmpa.tche.br>>..

5.1.1.3 Atividades do grupo 3

Já no grupo 3 foram trabalhados os seguintes critérios (conforme descrito previamente na Tabela 5.1): estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto; estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto; reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.

Para atender as necessidades deste grupo, foram desenvolvidos exercícios que privilegiassem a interpretação de textos. Entretanto, não foram passados textos de forma convencional, e sim foram organizados textos e questões com diferentes níveis de dificuldade utilizando a ferramenta lição do MOODLE. A Figura 5.6 mostra um dos blocos do grupo 3 com uma lição.

Figura 5.6: Atividade de leitura e interpretação utilizando a ferramenta lição.

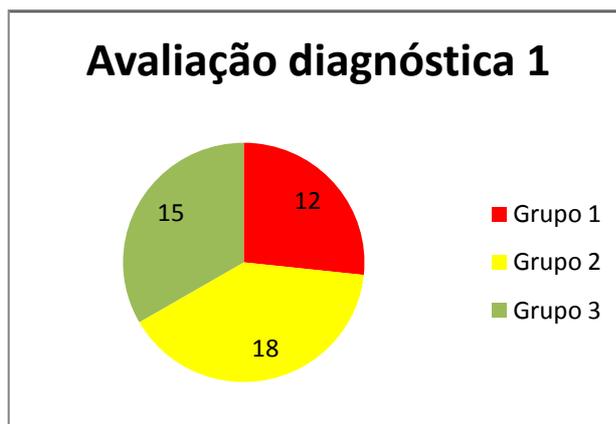


Fonte: capturada pela autora, a partir do MOODLE < <http://moodle.cmpa.tche.br>>..

5.1.2 Resultados e análises do projeto piloto

A distribuição dos alunos, após a realização do pré-teste, nos grupos 1, 2 e 3 pode ser observada no Gráfico 5.1. Esta distribuição representa o número de alunos que se encaixaram nas características descritas em cada um dos três grupos.

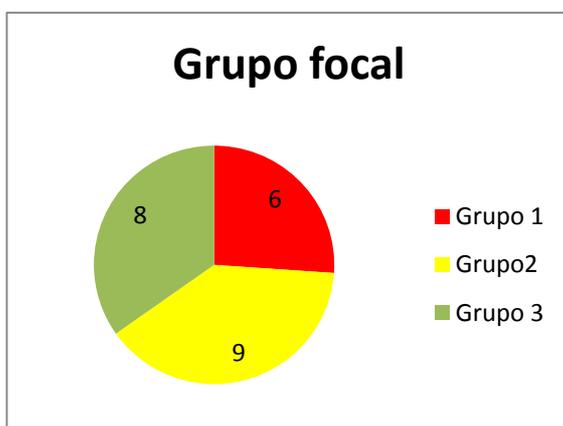
Gráfico 5.1: Distribuição dos alunos nos três grupos.



Fonte: elaborado pela autora.

A distribuição dos alunos no grupo focal e no grupo de controle pode ser vista nos Gráficos 5.2 e 5.3. Importante salientar que esta distribuição foi feita de modo aleatório, isto é, após a separação dentro dos grupos, foram separados em focal e controle sem nenhum requisito. Sendo assim, no grupo 1, seis alunos participaram do projeto e outros seis ficaram no grupo de controle.

Gráfico 5.2: Alunos do grupo focal que receberam atividades personalizadas.



Fonte: elaborado pela autora.

Gráfico 5.3: Alunos do grupo de controle.



Fonte: elaborado pela autora.

A Tabela 5.2 apresenta uma comparação dos resultados de cada um dos alunos, antes e depois da aplicação das técnicas de personalização. Nesta tabela a coluna pré-teste mostra em qual grupo o aluno foi colocado após os resultados da prova teórica e da análise da redação escrita pelos alunos. Já a coluna pós-teste apresenta em qual grupo o aluno foi enquadrado após a realização do pós-teste (prova teórica e da análise da redação) e também se o aluno cumpriu ou não as atividades propostas no MOODLE. A coluna denominada grupo diz se o aluno fazia parte do grupo focal e por isso recebia atividades personalizadas ou se fazia parte do grupo de controle. Dois alunos têm na coluna pós-teste a indicação "transferido de CM", por não terem feito essa prova.

No caso das provas e das redações, os subsunçores que os alunos têm dificuldades, e que foram utilizados para definir em qual grupo iriam se enquadrar são os descritores D1 a D25. Estes, são os subsunçores identificados pela DEPA (os quais estão descritos no Anexo 2).

Um importante critério para identificar se o aluno teve uma real evolução de aprendizado, é o fato dele deixar de errar os critérios do seu grupo e assim poder trocar de grupo, para um que possua características mais avançadas.

Tabela 5.2: Evolução de grupo por aluno.

Comparação da mudança de grupo			
Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Grupo
1	Grupo 1	Grupo 2	Projeto
2	Grupo 1	Grupo 2	Projeto
3	Grupo 1	Grupo 2	Projeto
4	Grupo 2	Transferido de CM	Controle
5	Grupo 1	Grupo 2	Controle
6	Grupo 2	Grupo 2	Controle
7	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
8	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
9	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
10	Grupo 2	Transferido de CM	Controle
11	Grupo 2	Grupo 2	Controle
12	Grupo 3	Grupo 3	Controle
13	Grupo 1	Grupo 2	Projeto
14	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
15	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
16	Grupo 1	Grupo 1	Controle
17	Grupo 1	Grupo 2	Controle

18	Grupo 2	Grupo 2	Projeto
19	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
20	Grupo 1	Grupo 2	Projeto
21	Grupo 2	Grupo 2	Projeto
22	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
23	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
24	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
25	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
26	Grupo 2	Grupo 3	Projeto
27	Grupo 2	Grupo 2	Controle
28	Grupo 1	Grupo 3	Projeto
29	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
30	Grupo 2	Grupo 2	Controle
31	Grupo 2	Grupo 2	Controle
32	Grupo 2	Grupo 2	Controle
33	Grupo 2	Grupo 2	Controle
34	Grupo 2	Grupo 2	Controle
35	Grupo 2	Grupo 2	Controle
36	Grupo 3	Grupo 2	Controle
37	Grupo 2	Grupo 3	Controle
38	Grupo 2	Grupo 2	Controle
39	Grupo 2	Grupo 2	Controle
40	Grupo 2	Grupo 1	Controle
41	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
42	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
43	Grupo 3	Grupo 3	Projeto
44	Grupo 3	Grupo 3	Controle
45	Grupo 3	Grupo 3	Controle

Fonte: elabora pela autora.

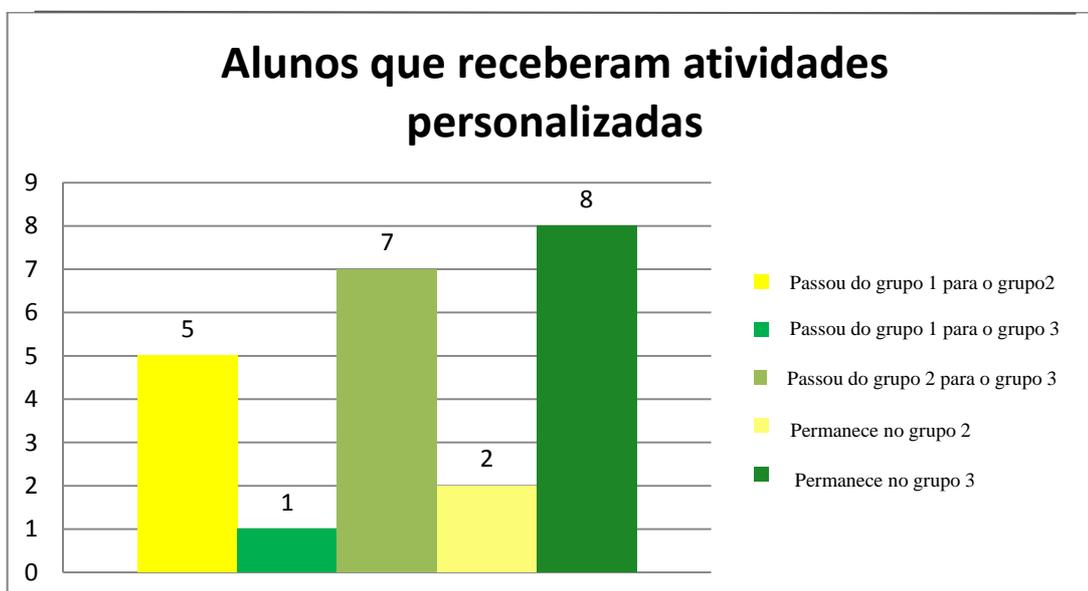
Uma análise da Tabela 5.2 permite observar que para os alunos que receberam atividades personalizadas (grupo focal) no MOODLE:

- 5 alunos que eram do grupo 1 passaram para o grupo 2;
- 1 aluno do grupo 1 passou para o 3, ou seja, pulou o grupo 2, representando uma grande evolução.
- 7 alunos que inicialmente estavam no grupo 2 passaram para o 3;
- 2 alunos eram do grupo 2 e continuaram a cometer os mesmos tipos de erros, e por este motivo permaneceram no grupo 2, e nestes casos, deveriam receber um atendimento mais profundo para identificar os motivos deste resultado.

- 8 alunos que eram do grupo 3 após a AD1 evoluíram e não necessitariam mais das atividades que foram propostas. Neste caso, poderiam evoluir ainda mais nos mesmos conceitos ou passar a estudar outros assuntos mais avançados. Dependeria da técnica utilizada.

O Gráfico 5.4 apresenta a análise da Tabela 5.2. A evolução dos alunos que participaram do projeto apresentou resultados positivos. Isto porque 21 alunos evoluíram e apenas 2 mantiveram o mesmo grupo. Isto significa que 91,3% dos alunos que participaram do projeto evoluíram.

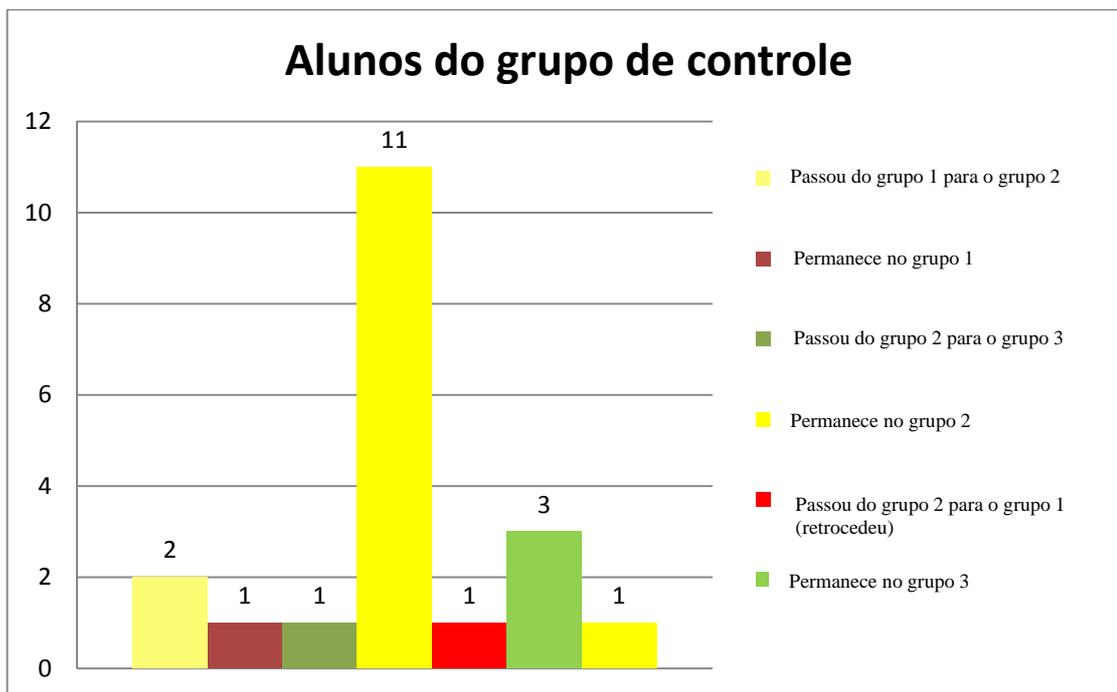
Gráfico 5.4: Evolução dos alunos que receberam atividades personalizadas no MOODLE.



Fonte: elaborado pela autora.

Já a análise da Tabela 5.2 para os alunos que fizeram parte do grupo de controle apresentou resultados opostos ao grupo do projeto, conforme pode ser visualizado no Gráfico 5.5.

Gráfico 5.5: Evolução dos alunos do grupo de controle.



Fonte: elaborado pela autora.

Do Gráfico 5.5 é possível extrair as seguintes características:

- 2 alunos que eram do grupo 1 passaram para o grupo 2;
- 1 aluno do grupo 1 permaneceu no grupo 1;
- 1 aluno que era do grupo 2 passou para o grupo 3;
- 11 alunos que eram do grupo 2, permaneceram no grupo 2;
- 1 aluno que era do grupo 2, retrocedeu para o grupo 1;
- 3 alunos que eram do grupo 3 evoluíram;
- 1 aluno que era do grupo 3 retrocedeu para o grupo 2.

Destes resultados é possível verificar que 6 alunos evoluíram, 12 alunos permaneceram no grupo que estavam e 2 retrocederam de grupo. O que representa, respectivamente, 30%, 60% e 10%. Quando comparado aos resultados do grupo que recebeu atividades personalizadas, estes resultados são significativamente piores. Isto porque, enquanto 91,3% dos alunos que participaram do projeto evoluíram o grupo de controle somente 30% dos alunos tiveram evolução.

O objetivo que se desejava alcançar com o experimento era a melhoria nos níveis de aprendizado por parte dos alunos que receberam atividades personalizadas. A comparação

entre os resultados obtidos no pós-teste foi utilizada para medir se este objetivo foi alcançado.

Além das características analisadas, para confirmar os resultados obtidos foi realizada uma observação das notas obtidas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste. A nota de cada aluno foi composta pelo número de acertos que ele obteve nestes testes. A Tabela 5.3 apresenta a comparação das notas dos alunos, independente do grupo que participou.

Tabela 5.3: Comparação individual do pré-teste e pós teste.

Comparação das notas das ADs		
Aluno	Nota AD1	Nota AD2
1	2,67	6
2	2,67	6,6
3	3,33	9,3
4	4,00	TRANSFERIDO DE CM
5	4,00	6,6
6	4,67	6
7	4,67	6,6
8	4,67	6,6
9	4,67	8
10	4,67	TRANSFERIDO DE CM
11	4,67	5,3
12	5,33	6,6
13	5,33	6,6
14	5,33	9,3
15	5,33	8,66
16	5,33	8
17	6,00	8
18	6,00	6,6
19	6,00	9,3
20	6,00	9,3
21	6,00	6,6
22	6,00	6
23	6,00	6,6
24	6,00	6
25	6,00	8,66
26	6,00	9,3
27	6,00	7,3
28	6,00	10
29	6,00	9,3
30	6,67	6,6
31	6,67	8
32	6,67	6

33	6,67	8,6
34	6,67	8,6
35	6,67	8
36	6,67	6
37	6,67	9,3
38	6,67	8
39	6,67	7,3
40	7,33	8,6
41	7,33	8,6
42	7,33	10
43	8,00	9,3
44	8,00	6
45	9,33	9,3

Fonte: elaborada pela autora.

A Tabela 5.3 demonstra que quando considerado apenas o critério nota da prova, os alunos obtiveram os seguintes resultados: 36 melhoraram de nota, o que equivale a 83,72%; 4 alunos mantiveram a nota, isto é 9,3%; e, 3 alunos diminuíram a nota, o que equivale a 6,98%. Então, quando se trata apenas da nota da prova, a maioria dos alunos melhorou. A Tabela 5.4 apresenta os dados considerando apenas a nota (média aritmética simples) da prova realizada.

Tabela 5.4: Comparação das médias do pré-teste (AD1) e pós-teste (AD2) entre os grupos.

Grupo	Média pré-teste	Média pós-teste	Diferença
Personalizado	5,54	7,97	2,43
Controle	6,18	7,41	1,22

Fonte: elaborada pela autora.

Além das comparações e análises descritas, foi realizada a análise estatística utilizando os testes não paramétricos de *Wilcoxon* e *Mann-Whitney*. De acordo com Siegel e Castellan (2006) o teste não paramétrico de *Wilcoxon* é utilizado para comparar se as medidas de posição de duas amostras são iguais para os casos em que as amostras são dependentes (isto é, os grupos são relacionados). Neste experimento, as amostras são dependentes, pois tratam do mesmo grupo de alunos. As medidas utilizadas são as medianas²⁷ das notas do pré-teste e pós-

²⁷ A mediana pode dar uma ideia melhor que a média, por não permitir distorção de valores tão altos ou tão baixos.

teste. Foi considerado um nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). Nesse caso sempre que o p-valor for menor que 0,05 o resultado é estatisticamente significativo ($p\text{-valor}<0,05$).

O teste de *Wilcoxon* foi usado para comparar medianas de amostras pareadas, ou seja, entre pré-teste (AD1) e pós-teste (AD2) os resultados são apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Comparação das medianas no teste de *Wilcoxon*.

Grupo	Mediana		p-valor
	Pré-teste	Pós-teste	
Controle	6,67	7,65	0,005
Projeto	6,00	8,60	<0,001

Fonte: elaborada pela autora.

Já o teste de *Mann-Whitney* é aplicado quando estão em comparação dois grupos independentes. Foi utilizado esse teste para comparar as notas do pré-teste e do pós-teste, separadamente, dentro do grupo de controle e também dentro do personalizado. Essa comparação no pré-teste é apresentada na Tabela 5.6 e para o pós-teste é apresentado na Tabela 5.7.

Tabela 5.6: Comparação da nota do pré-teste.

Grupo	Mediana	p-valor
Controle	6,67	<0,001
Projeto	6,00	

Fonte: elaborada pela autora.

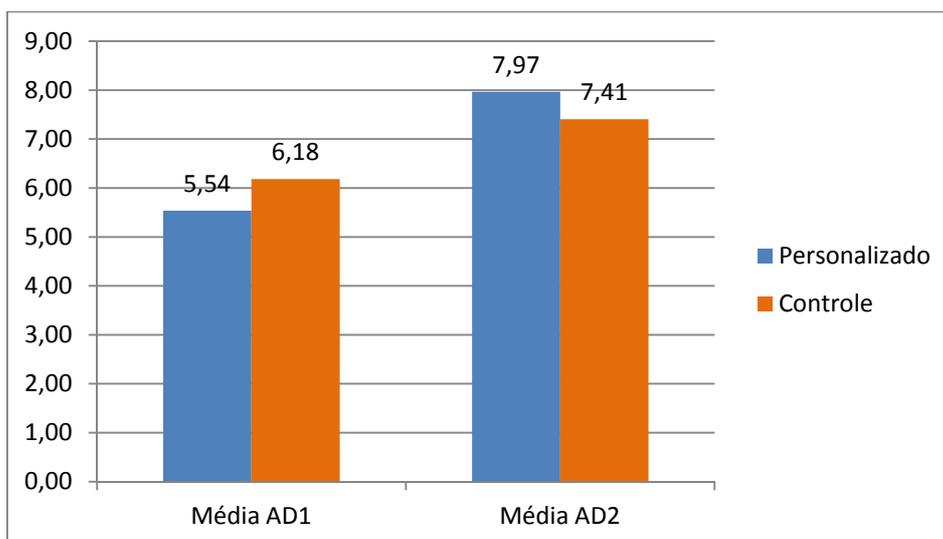
Tabela 5.7: Comparação da nota do pós-teste.

Grupo	Mediana	p-valor
Controle	7,65	0,069
Projeto	8,60	

Fonte: elaborada pela autora.

O p-valor obtido na Tabela 5.6 indica que no pré-teste houve significância da diferença das medianas das notas dos grupos. Já o p-valor maior que 0,05 da Tabela 5.7 indica não ser possível afirmar a significância estatística da diferença da mediana. Mesmo assim, ao analisar a nota média dos grupos e o crescimento ocorrido entre o pré-teste e o pós-teste e sua magnitude (apresentados na Tabela 5.5) é possível observar a maior evolução do grupo que recebeu aulas personalizadas. Tal constatação é pode ser visualizada no Gráfico 5.6.

Gráfico 5.6: Evolução dos alunos do grupo de controle.



Fonte: elaborado pela autora.

Os resultados obtidos com a comparação dos critérios utilizados demonstraram que:

- Dos alunos que participaram do projeto: 21 alunos evoluíram; 2 mantiveram as mesmas dificuldades e nenhum piorou de rendimento. Ou seja, 91% dos alunos tiveram uma diminuição considerável nas dificuldades apresentadas;
- Dos alunos do grupo de controle: 6 alunos evoluíram; 12 alunos continuaram apresentando as mesmas dificuldades; 2 alunos tiveram uma piora nas dificuldades apresentadas. Ou seja, 30% dos alunos apresentaram evolução.

Essa evolução apresentada, alertou para a importância de trocar o aluno de grupo à medida que ele for evoluindo. Sendo assim, no Garança Mirim 2016 (apresentado no item 5.2) foi realizada a troca de grupos.

Enfatiza-se que o projeto piloto foi realizado para demonstrar a hipótese de que os alunos conseguiriam atingir melhores resultados quando participaram de um ensino voltado às suas necessidades particulares. Considerando os avanços encontrados no projeto piloto é que o método foi detalhado e replicado em outras turmas, descritas nos itens 5.2 e 5.3.

5.2 Descrição das atividades no Garança Mirim 2016

Nos mesmos moldes do projeto piloto de 2015, foram realizadas atividades no Garança Mirim 2016. As atividades foram realizadas no período de agosto a dezembro de

2016. A grande diferença é que todos os alunos participaram das atividades personalizadas (não foi criado grupo de controle) e também foi utilizado o ambiente *Khan Academy* para atividades de matemática. A grande quantidade de materiais disponíveis no *Khan Academy* e os conceitos disponíveis (com os mesmos subsunçores do ano em questão) foram os motivadores para a utilização deste ambiente e não do MOODLE para a disciplina de matemática. Além disso, não havia tempo hábil e nem professor de matemática disponível para auxiliar na criação de materiais e exercícios para serem disponibilizados no MOODLE de forma personalizada. Participaram quarenta e dois alunos, entretanto, um foi transferido para outro colégio e não realizou o pós-teste.

5.2.1 Atividades realizadas no MOODLE

Para as atividades no MOODLE foi adotada a disciplina de Língua Portuguesa. Após realizarem o pré-teste os alunos foram divididos em três grupos, a saber: Grupo 1 com onze alunos, Grupo 2 com dezenove alunos e Grupo 3 também com onze alunos, de acordo com os subsunçores já apresentados na Tabela 5.1.

Depois de efetuadas as correções que impediam a criação de grupos dentro de um mesmo curso na versão 2.8.1 do MOODLE foi desta vez possível criar um curso chamado "Garança Mirim 2016" e dentro dele três grupos: Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. Em cada grupo foram cadastrados os alunos que receberiam as atividades personalizadas do grupo correspondente, sendo que os alunos só podem acessar as atividades do grupo ao qual são cadastrados.

Nessa edição do projeto, os alunos que iam apresentando evolução e iam finalizando as atividades dentro do seu grupo, iam sendo trocados de grupo. Aqueles que não conseguiam evoluir, recebiam atenção especial da professora presencial que, com auxílio dos relatórios do MOODLE, conseguia detectar as dificuldades e auxiliar individualmente. Com ações como esta, é que se percebem os efeitos da personalização do ensino. O professor consegue atuar pontualmente nas dificuldades. Ele consegue atender pequenos grupos ou individualmente os alunos. Isto é, o AVA permite flexibilidade ao fornecer atividades diferentes aos grupos e os alertas gerados na análise dos relatórios do ambiente permitem uma atuação pontual do professor. A Figura 5.7 mostra um momento dos alunos no laboratório acessando o MOODLE e trocando experiências com os colegas. A imagem foi alterada para não mostrar o rosto dos alunos.

Figura 5.7: Atividades no laboratório.



Fonte: elaborada pela autora.

Os tipos de atividades criados para cada grupo foram os mesmos descritos no item 5.1.1. Inclusive as atividades foram importadas para o novo curso criado e separadas entre os grupos. Também foram criados dois questionários, um sobre o MOODLE e outro sobre o *Khan Academy*, ambos foram feitos com a ferramenta "Enquete" do MOODLE.

5.2.2 Considerações e conclusões

A Tabela 5.8 apresenta as notas de cada aluno, tanto no pré-teste quanto no pós-teste e o respectivo grupo. Além disso, apresenta-se uma coluna com a análise qualitativa referente às mudanças observadas no desempenho dos alunos. Por exemplo, o aluno 17 teve nota 5,33 no pré-teste e foi colocado no Grupo 1, já no pós-teste o aluno tirou nota 8, e passou para o Grupo 3. Na análise qualitativa verificou-se que o aluno 17 melhorou consideravelmente a pontuação, a interpretação e a ortografia. Essas considerações foram possíveis em função da análise da redação desse aluno. Já o aluno 19, baixou de nota no pós-teste, entretanto, foi verificado que ele não fez as atividades propostas para o grupo em que ele estava. E o aluno 21, baixou de nota e retrocedeu para o Grupo 2. Isso ocorreu devido a ele ter apresentado erros no pós-teste que são subsunçores pertencentes ao grupo 2, embora tenha melhorado na redação.

Tabela 5.8: evolução de grupo por aluno.

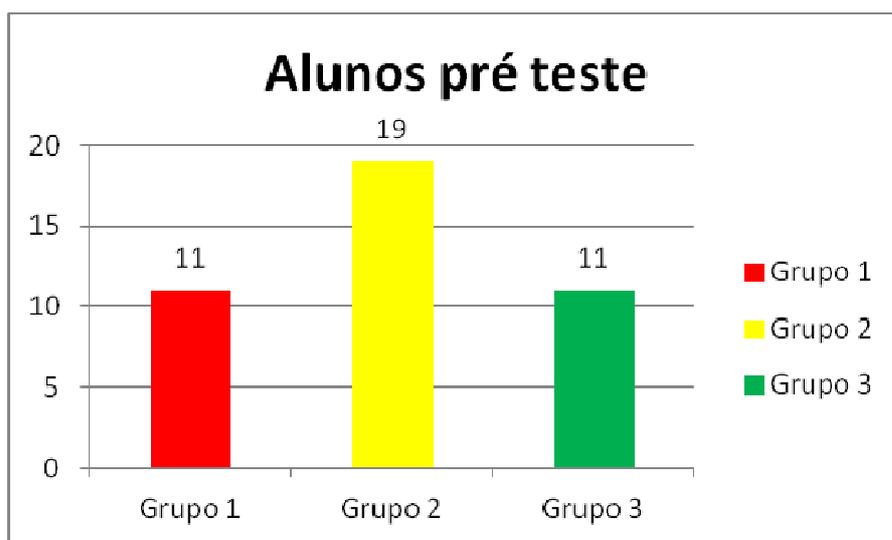
Aluno	Notas pré-teste	Grupo pré-teste	Notas pós-teste	Grupo pós-teste	Observação
1	3,33	1	*	*	* Transferido de CM
2	4	2	7,33	2	Diminuiu os erros de ortografia e acentuação mas não o suficiente para trocar de grupo.
3	7,33	2	6,25	2	Manteve erros de pontuação
4	4,66	1	7,33	2	Melhorou pontuação e interpretação
5	6,66	2	8	3	Melhorou pontuação e interpretação
6	5,33	1	6,66	2	Melhorou pontuação e interpretação
7	5,33	1	8	3	Melhorou pontuação e interpretação
8	4,66	1	6,66	2	Diminuiu os erros de ortografia e acentuação.
9	8,66	3	8	3	Ainda apresenta problemas de acentuação
10	6,66	2	8	3	Melhorou pontuação e interpretação
11	7,33	3	9,3	3	Melhorou pontuação e interpretação
12	4,66	2	6,66	2	Manteve erros de pontuação
13	6	2	7,33	2	Manteve erros de pontuação
14	6,66	3	8,66	3	Melhorou pontuação e interpretação
15	7,33	3	8,66	3	Melhorou pontuação e interpretação
16	6,66	2	8	3	Melhorou interpretação
17	5,33	1	8	3	Melhorou muito pontuação, interpretação e ortografia
18	8,66	3	8	3	Manteve erros de pontuação
19	4,66	1	2,66	1	Não realizou as atividades do Moodle
20	8	3	7,33	3	Apresentou erros de interpretação
21	8,66	3	6,66	2	Diminuiu a nota, mas melhorou na redação
22	6,66	2	7,33	2	Manteve erros de pontuação
23	6	2	8	3	Melhorou muito pontuação, interpretação e ortografia
24	4,66	1	7,33	2	Diminuiu os erros de ortografia e acentuação
25	5,33	2	8	3	Melhorou pontuação e interpretação
26	5,33	2	6,66	2	Diminuiu os erros de ortografia e acentuação mas não o suficiente para trocar de grupo
27	7,33	3	8	3	Melhorou
28	6,66	2	8	3	Manteve alguns erros de ortografia
29	5,33	2	8	3	Apresenta alguns erros de pontuação
30	6	2	8,66	3	Apresenta alguns erros de pontuação
31	6,66	3	7,33	3	Manteve alguns erros de ortografia
32	6	2	8,66	3	Melhorou
33	4,66	1	7,33	2	Manteve erros de acentuação e ortografia mas melhorou
34	8	2	7,33	2	Manteve erros de pontuação, acentuação e ortografia
35	8,66	3	6,66	3	Melhorou
36	6	1	7,33	2	Manteve erros de ortografia mas melhorou
37	6,66	2	8,66	3	Apresenta alguns erros de pontuação ainda

38	6	2	6,66	2	Manteve erros de acentuação e ortografia mas melhorou
39	8	3	7,33	3	Apresenta alguns erros de interpretação.
40	4,66	1	6	2	Manteve erros de acentuação e ortografia mas melhorou
41	6,66	2	6,66	2	Diminuiu os erros de ortografia e acentuação mas não o suficiente para trocar de grupo
42	2,66	1	4,66	1	Manteve o grupo 1 mas melhorou em ortografia, acentuação e pontuação

Fonte: elaborada pela autora.

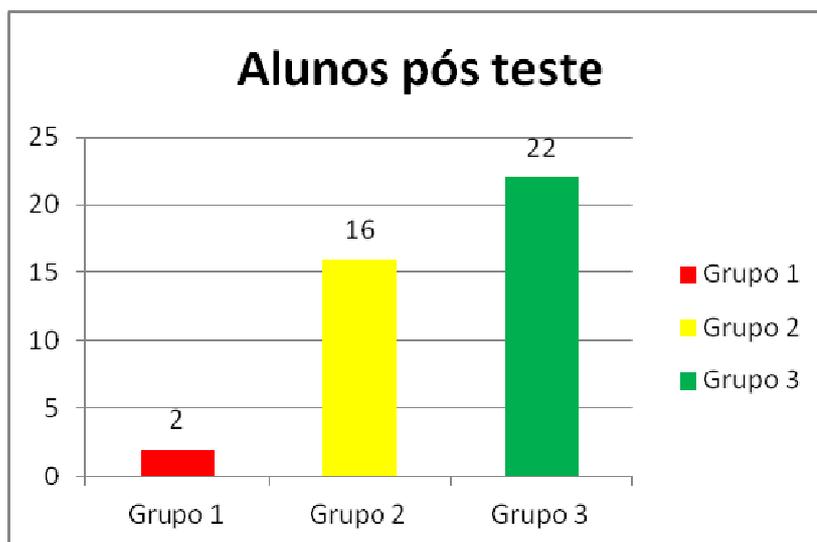
Com os dados contidos na Tabela 5.8 obtêm-se os Gráficos 5.7 e 5.8, respectivamente com o número de alunos o pré-teste e no pós-teste. Lembrando que foram considerados 41 alunos, em virtude de um deles não ter realizado o pós-teste.

Gráfico 5.7: Número de alunos em cada grupo após o pré-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

Gráfico 5.8: Número de alunos em cada grupo após o pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

A Tabela 5.9 apresenta a média e o desvio padrão dos pré-teste e pós-teste. A média das notas do pré-teste foi menor em 1,14439 que a do pós-teste. O desvio padrão baixo indica que a dispersão é pequena. Mesmo se tratando da média, onde as notas muito altas ou muito baixas podem causar distorções dos resultados, percebe-se que, no geral, as notas no pós-teste foram mais altas. Esse fato dá indícios de que a metodologia aplicada foi válida.

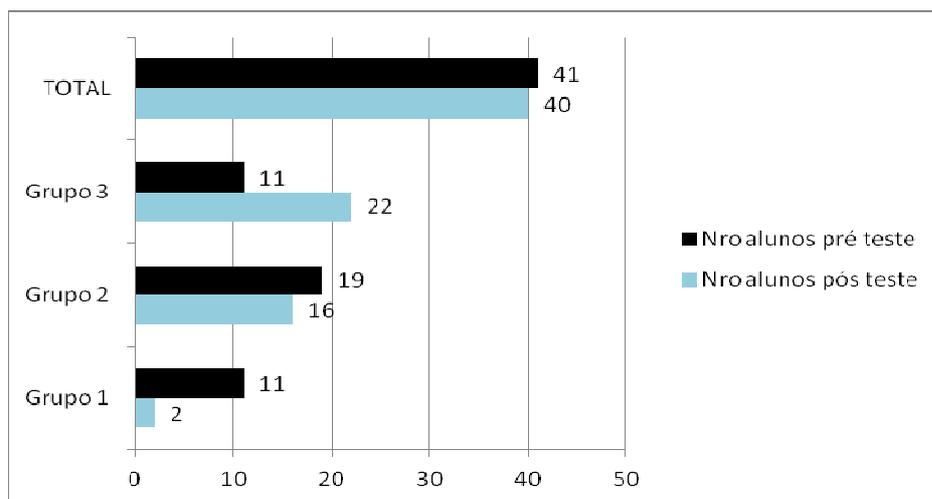
Tabela 5.9: Média e desvio padrão.

Avaliação	Média	Desvio padrão
Pré-teste	6,223415	1,411294813
Pós-teste	7,367805	1,156696832

Fonte: elaborada pela autora.

Já o Gráfico 5.9 apresenta a comparação entre o número de alunos em cada um dos grupos após o pré-teste e o pós-teste. No pré-teste haviam 11 alunos classificados no Grupo 1, que é o mais básico. Após a realização das atividades e do pós-teste, somente dois alunos foram classificados nesse grupo. Já no Grupo 2, no pré-teste eram 19 alunos e após o pós-teste passaram a ser 16. Desses, sete alunos eram do Grupo 1 e passaram para o Grupo 2 e oito alunos permaneceram no Grupo 2. Por fim, no Grupo 3 eram 11 alunos após o pré-teste e passaram a ser 22 alunos.

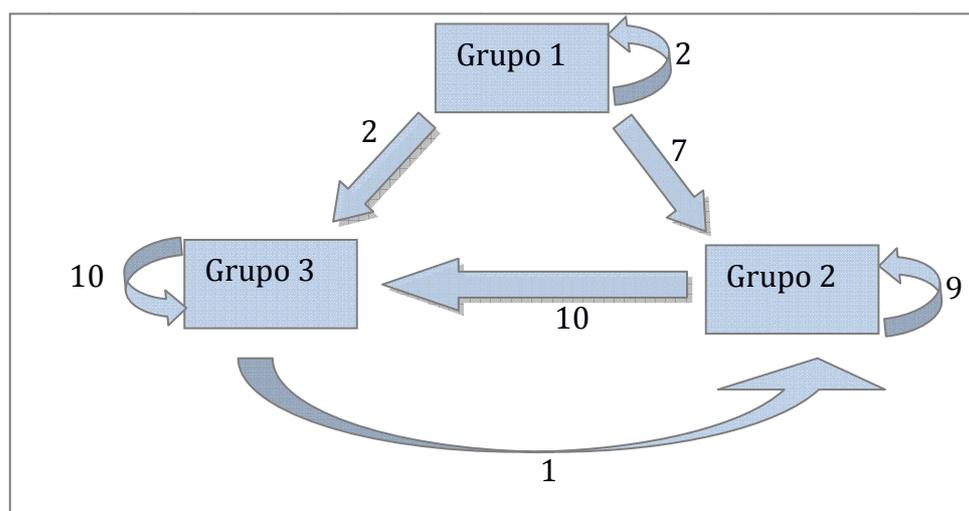
Gráfico 5.9: Comparação do número de alunos em cada grupo após o pré-teste e o pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

As trocas de grupo podem ser visualizadas no grafo da Figura 5.8. Onde, inicialmente no Grupo 1 havia onze alunos, destes sete passaram para o Grupo 2, dois permaneceram no Grupo 1 e dois passaram para o Grupo 3. Já no Grupo 2 começaram 19 alunos, nove mantiveram o grupo, dez passaram para o Grupo 3 e nenhum retrocedeu para o Grupo 1. Por fim, no Grupo 3, dez alunos mantiveram e um retrocedeu para o Grupo 2.

Figura 5.8: Grafo das trocas de grupos.



Fonte: elaborada pela autora.

Essas mudanças de grupo apresentadas na Figura 5.8 foram analisadas estatisticamente para verificar se foram significativas. A Tabela 5.10 apresenta o resultado destas mudanças de

grupo utilizando o teste de *Wilcoxon*. Nela, apresenta-se o grupo do pré-teste e do pós-teste, o "n" representa o número de alunos, a mediana das notas pré e pós e o p-valor (0,05 é a medida de significância). Pela Tabela 5.10 pode-se observar que somente duas trocas marcadas com o símbolo * tiveram significância estatística, do Grupo 1 para o Grupo 2 e do Grupo 2 para o Grupo 3.

Tabela 5.10: Análise da mudança de grupo.

Grupo Pré-teste	Grupo Pós-teste	n	Mediana		p-valor
			Pré-teste	Pós-teste	
1	1	2	3,66	3,66	-
1	2	7	4,66	7,33	0,017*
1	3	2	5,33	8,00	0,157
2	2	9	6,00	6,66	0,106
2	3	10	6,33	8,00	0,005*
3	2	1	8,66	6,66	0,317
3	3	10	7,67	8,00	0,538

Fonte: elaborada pela autora.

Já a Tabela 5.11 apresenta o resultado do teste de *Wilcoxon* para encontrar a significância ou não da mudança de grupo, analisando os alunos que avançaram de grupo, permaneceram no grupo ou retrocederam, sem importar de qual faziam parte. Nesse teste, o único que teve valor estatístico significativo foi dos alunos que avançaram (p-valor < 0,05). Como o número de alunos que retrocedeu é $n = 1$ esse resultado era esperado para uma amostra tão pequena. Já para o caso dos alunos que permaneceram no mesmo grupo, como $n = 21$ que é uma quantidade considerável na amostra, a explicação para a não significância estatística é a diferença da mediana da nota é 0,67.

Tabela 5.11: Mudança de grupo.

Grupo	n	Mediana		p-valor
		Pré-teste	Pós-teste	
Avançou	19	5,33	8,00	<0,001
Permaneceu	21	6,66	7,33	0,159
Retrocedeu	1	8,66	6,66	0,317

Fonte: elaborada pela autora.

Foi realizada uma pesquisa de opinião, utilizando a ferramenta enquete do MOODLE que trouxe as questões (todas obrigatórias) e possíveis respostas conforme apresentado na Tabela 5.12.

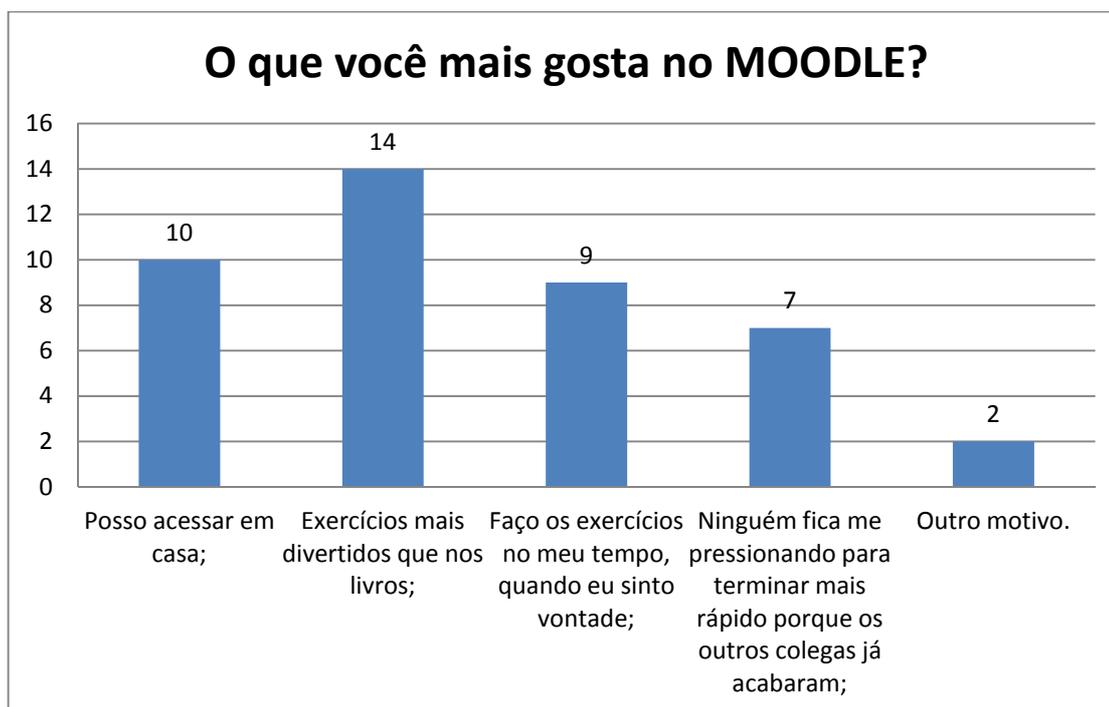
Tabela 5.12: Pesquisa sobre o acesso ao MOODLE.

Pergunta	Respostas possíveis
O que você mais gosta no MOODLE?	<input type="checkbox"/> Posso acessar em casa; <input type="checkbox"/> Exercícios mais divertidos que nos livros; <input type="checkbox"/> Faço os exercícios no meu tempo, quando eu sinto vontade; <input type="checkbox"/> Ninguém fica me pressionando para terminar mais rápido porque os outros colegas já acabaram; <input type="checkbox"/> Outro motivo.
O que você não gosta no MOODLE?	<input type="checkbox"/> Alguns exercícios não funcionam; <input type="checkbox"/> Esqueço de acessar se a professora não me pede; <input type="checkbox"/> É chato e sem graça; <input type="checkbox"/> Não me ajuda a estudar; <input type="checkbox"/> Não há nada que não goste
Você acessa o MOODLE em casa?	<input type="checkbox"/> Sim, pelo menos 1 vez por semana; <input type="checkbox"/> Sim, várias vezes na semana; <input type="checkbox"/> Sim, mas poucas vezes; <input type="checkbox"/> Não acesso
O que você gostaria que a professora melhorasse para que você use o MOODLE com mais frequência?	* Questão dissertativa.

Fonte: elaborada pela autora.

Os resultados da pesquisa foram tabulados e são apresentados nos Gráficos 5.10, 5.11 e 5.12, nessa pesquisa foram considerados os 42 alunos respondentes. No Gráfico 5.10 que apresenta o resultado da pergunta "O que você mais gosta no MOODLE?" 33,3% dos alunos responderam que: "Exercícios mais divertidos que nos livros". Isso se justifica pois foram criadas atividades no MOODLE com atividades lúdicas como o jogo ortografando (DALLACOSTA et al., 2014b).

Gráfico 5.10: Resultado da pergunta "O que você mais gosta no MOODLE?".

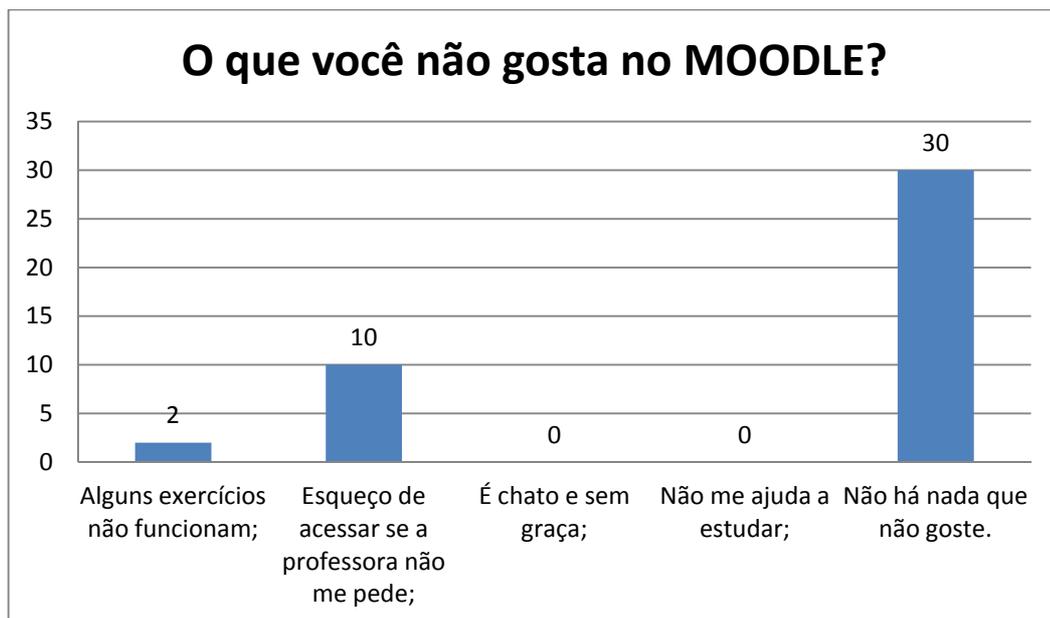


Fonte: elaborado pela autora.

No Gráfico 5.11 são apresentados os resultados da pergunta "O que você não gosta no MOODLE?". Nele 71,4% (30 alunos) dos alunos responderam que não há nada que não gostem no MOODLE. 23,8% disseram que esquecem de acessar se a professora não os lembrar. Isso demonstra que os alunos ainda não desenvolveram autonomia. Segundo Porvir (2015) as escolas que se propõem a oferecer um ensino mais personalizado precisam trabalhar o desenvolvimento de indivíduos autônomos sendo que a autonomia é estimulada em atividades como: o aluno elabora seus planos individuais de aprendizado, o aluno pode fazer algumas escolhas ao longo de sua trajetória escolar. Por fim, 4,7% disseram que alguns exercícios não funcionam e nenhum aluno respondeu ser chato nem não ajudar a estudar. Os exercícios que não funcionaram foram verificados e se tratavam de atividades externas, a maioria desenvolvida para funcionar com o *Adobe Flash Player*²⁸, importadas para o MOODLE e que geravam erro no navegador *Google Chrome*. Após atualização do *Flash Player* as atividades voltaram a funcionar.

²⁸ Disponível em: <<http://www.adobe.com/br/products/flashplayer.html>>.

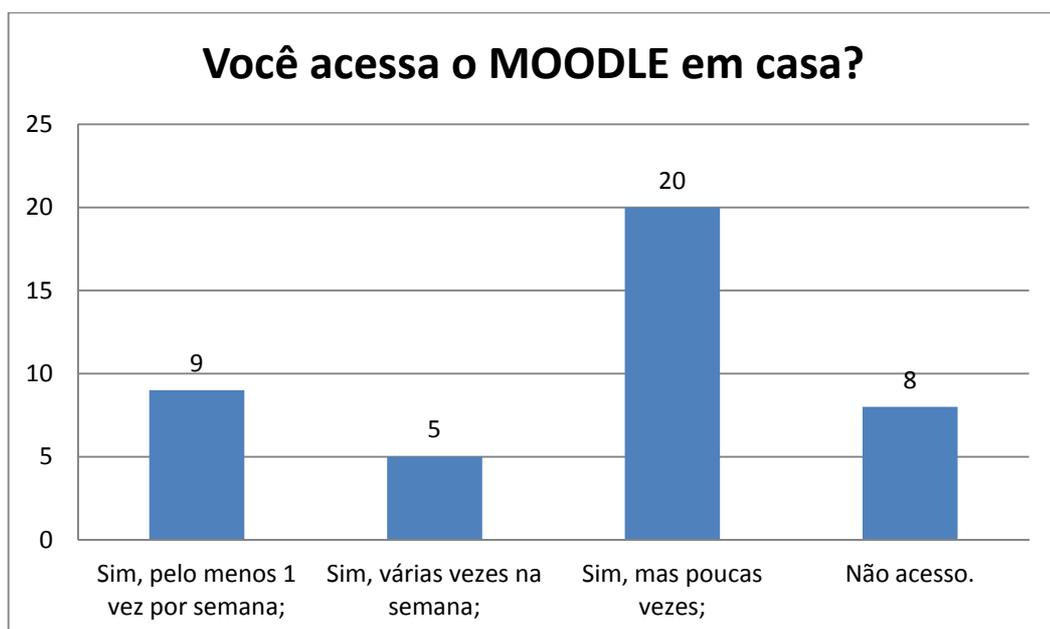
Gráfico 5.11: Resultado da pergunta: "O que você não gosta no MOODLE?".



Fonte: elaborado pela autora.

No Gráfico 5.11 são apresentados os resultados da pergunta "Você acessa o MOODLE em casa?". Os 8 alunos que disseram não acessar (corresponde a 19%) foram questionados sobre o motivo de não o fazer. Cinco disseram que não possuem computador em casa e que pelo celular ficava ruim de acessar. Os outros três disseram que esquecem de acessar.

Gráfico 5.12: Resultado da pergunta: "Você acessa o MOODLE em casa?".



Fonte: elaborado pela autora.

Em relação a pergunta descritiva "O que você gostaria que a professora melhorasse para que você use o MOODLE com mais frequência?" foram selecionadas algumas das respostas que são apresentadas na Figura 5.9. Essas respostas foram transcritas do questionário por evidenciarem alguns fatores importantes como: os alunos gostam de aprender com os vídeos postados; gostam também de tirar dúvidas com a professora e também gostam das recompensas, que no MOODLE são os *badges*. Eles não gostam de ter o conhecimento testado nos questionários, mas esta é uma atividade necessária para que o professor possa acompanhar a evolução do aluno. Sem a realização de atividades de avaliação, seja por meio de questionários, autoavaliação, provas e testes é impraticável mensurar se o aluno domina determinado subsunçor.

Figura 5.9: Algumas respostas à pergunta "O que você gostaria que a professora melhorasse para que você use o MOODLE com mais frequência?".

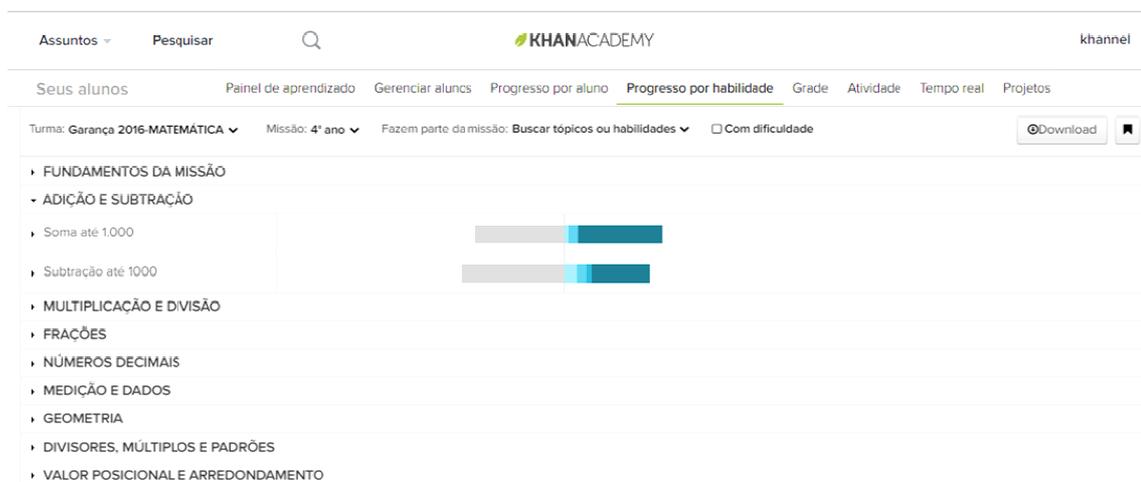
- 1- "Mais vídeos e menos questionários."
- 2- "Mais tempo em sala de aula para usar o MOODLE. Gosto mais quando a professora ajuda."
- 3- "Mais jogos e desafios porque gosto das medalhas"

Fonte: elaborada pela autora.

5.2.3 Atividades realizadas no *Khan Academy*

O *Khan Academy* foi inserido como uma ferramenta de apoio às aulas presenciais de matemática da turma do Projeto Garança Mirim no ano de 2016. Foi criada a turma chamada "Garança 2016-MATEMÁTICA" e todos os alunos foram cadastrados para participar. Os conteúdos abordados foram definidos de acordo com os subsunçores necessários para a disciplina de matemática da série em questão. Dentre os cursos do *Khan Academy*, foi definido o curso 4º ano que foi o curso com mais conteúdos que satisfazem os subsunçores. A Figura 5.10 apresenta a tela onde o professor tem acesso aos conteúdos abordados. Dentro de cada conteúdo pode-se visualizar os sub-conteúdos, por exemplo: "Adição e Subtração" tem dois sub-conteúdos: "Soma até 1000" e "Subtração até 1000".

Figura 5.10: Conteúdos da turma Garança 2016-MATEMÁTICA.

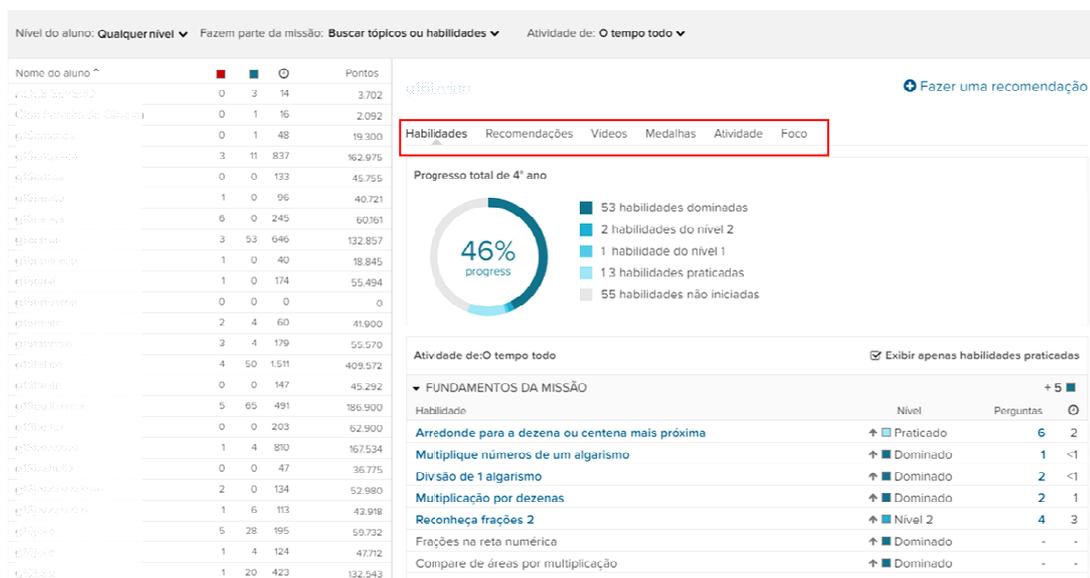


Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao *Khan Academy*

<<https://pt.khanacademy.org>>.

Na Figura 5.11 é possível verificar as informações de progresso de cada aluno. Os nomes dos alunos foram apagados da imagem propositadamente. O retângulo em vermelho apresenta as informações disponíveis ao professor. O professor pode visualizar as habilidades que o aluno já desenvolveu, ver as recomendações feitas para cada aluno (Figura 5.12), inclusive saber se o aluno praticou essa recomendação ou não. Também é possível saber quais os vídeos que o aluno assistiu, as medalhas que ganhou, as atividades que realizou e um gráfico de pizza que apresenta o foco de cada aluno. Essa visualização é importante para o professor e auxilia para que sejam realizadas recomendações de conteúdo e direcionamento da trajetória do aluno. Os conteúdos iam sendo recomendados à medida que o aluno ia evoluindo ou apresentava dificuldades.

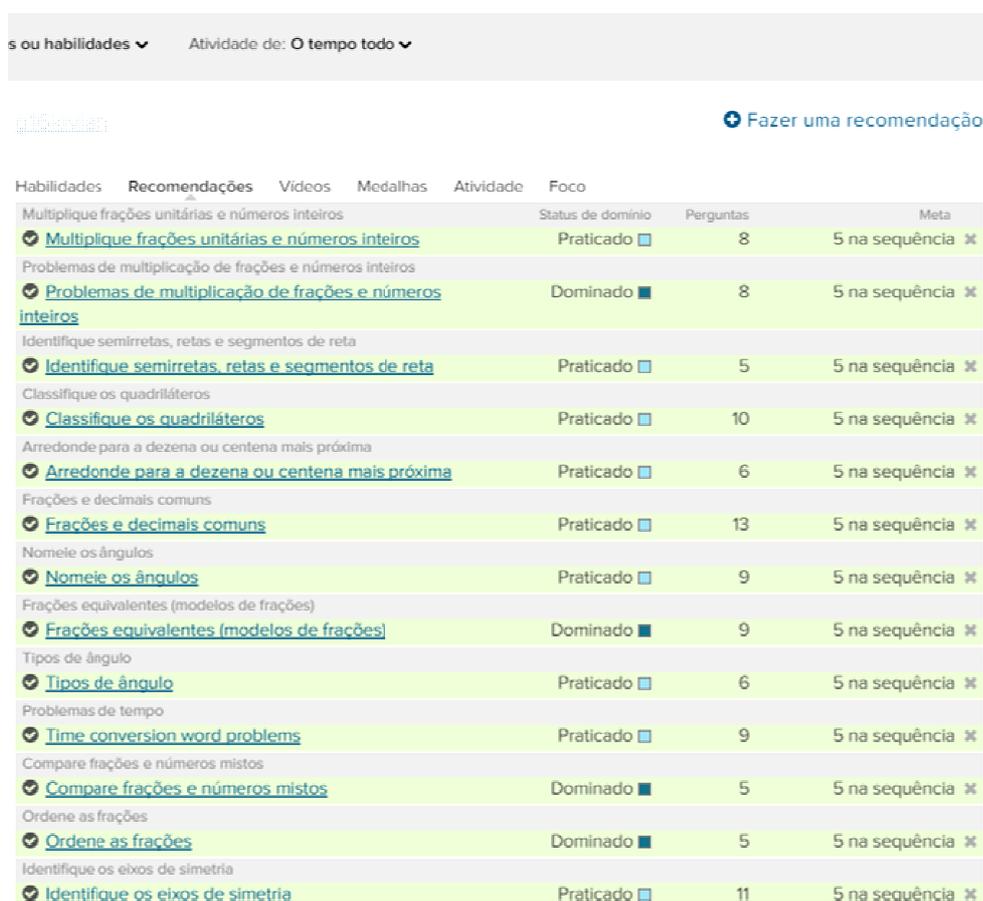
Figura 5.11: Verificação das habilidades por aluno.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao *Khan Academy*

<<https://pt.khanacademy.org>>.

Figura 5.12: Acompanhamento das recomendações feitas a cada aluno.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao *Khan Academy*

<<https://pt.khanacademy.org>>.

Além dos conteúdos definidos pelo professor, o aluno pode criar projetos pessoais e descobrir outros conteúdos dentro da ferramenta. Os alunos foram incentivados a realizar uma missão inicial no *Khan Academy*, a qual tinha o objetivo de identificar os conteúdos que o aluno já domina ou não. E depois participar das atividades da turma criada. Além das motivações que a ferramenta trás para que o aluno pratique, como pontuação e medalhas, foi estabelecida uma competição semanal para a turma. Nessa competição, o aluno que tivesse mais acessos e maior pontuação ganhava brindes como: agendas, *squeezes* e cadernos.

Os dados sobre o uso do *Khan Academy* foram quali-quantitativos. Os dados qualitativos foram colhidos das conversas com os alunos e com a professora. Os alunos relataram que gostaram muito dos vídeos, mais ainda das medalhas que ganhavam. Complementaram que "fica muito mais fácil aprender assim, pois no *Khan Academy* se você errar, ele te indica um vídeo pra você entender o assunto". Segundo a professora, os conceitos de gamificação que existem na ferramenta são bem explorados, motivadores e fazem parte da abordagem de ensino híbrido.

Os dados quantitativos são as notas de um pós-teste realizado em 2015, quando o *Khan Academy* não era adotado, comparadas às notas do pós-teste de 2016. As características dos pós-testes foram as mesmas, assim como também foram iguais as condições de tempo, número de questões e nível de dificuldade. Foram comparadas a nota média e a mediana do ano de 2015 dos 45 alunos que participaram do Garança Mirim de 2015 com 40 alunos que participaram do Garança Mirim de 2016. A Tabela 5.13 apresenta a comparação destas notas. Essa comparação, com as notas de 2016 maiores, juntamente com os relatos dos alunos indica que o uso do *Khan Academy* trouxe benefícios aos alunos.

Tabela 5.13: Comparação notas sem e com o uso do *Khan Academy*.

Medida	2015	2016
Média	44,88	54,79974
Mediana	46,66	58,33

Fonte: elaborada pela autora.

Justifica-se que segundo Moran (2015, p. 33) quando os alunos são motivados e acham sentido nas atividades propostas a aprendizagem é mais significativa. Esta foi uma iniciativa inicial para o uso dessa ferramenta, a qual já é adotada por outros professores, principalmente nas séries iniciais, 6º e 7º anos. E, como trabalhos futuros cita-se a análise aprofundada da utilização da ferramenta com os alunos.

5.3 Descrição das atividades nas turmas de Matemática Ensino Médio

Para essa disciplina a proposta foi de ampliar o uso do método em turmas de EM, para comprovar os benefícios. Primeiramente foram identificados os conteúdos a serem trabalhados e a hierarquia deles. Os conteúdos foram PA e PG. A estratégia adotada foi utilizar o PmatE para a realização do teste inicial que verificou em qual grupo o aluno se encaixa. Posteriormente, foi aplicado um pré-teste presencial, seguido de atividades realizadas no MOODLE e um pós-teste, também presencial e com o mesmo nível de dificuldade do pré-teste.

Para utilizar o PmatE no teste inicial, os conteúdos receberam um peso. Esses conteúdos são apresentados na Tabela 5.14. A definição de pesos é importante nesse ambiente para que os conteúdos tenham uma hierarquia que reflita o tempo necessário e dificuldade para cada um dos tópicos contidos no curso. Os quais vão ser usados para a propagação do conhecimento pelo curso, através da rede bayesiana, e possibilitará o compartilhamento e reuso.

Na Tabela 5.14 o conteúdo geral "Matemática 1º ano" recebe peso 1, cada sub-conteúdo hierarquicamente inferior, no caso "Progressão Geométrica" e "Progressão Aritmética" recebem peso 0,5 (que somados correspondem ao peso do item hierarquicamente superior). Cada subitem de "Progressão Geométrica" terá um peso que, somando todos, tem que dar o valor 1 também.

Tabela 5.14: Conteúdos abordados.

Identificador	Peso
Matemática 1º ano	1
Progressão Aritmética	0,5
Termo Geral da PA	0,3
Propriedades da PA	0,2
Soma dos primeiros termos da PA	0,3
Interpolação Aritmética	0,2
Progressão Geométrica	0,5
Termo Geral da PG	0,3
Propriedades da PG	0,2
Interpolação Geométrica	0,2
Soma dos primeiros termos da PG	0,1
Soma dos infinitos termos da PG	0,2

Fonte: elaborada pela autora.

Foram criadas duas provas no PmatE com questões do mesmo nível de dificuldade e dos mesmos assuntos. Além disso, como o sistema utiliza questões parametrizadas, são feitas diversas combinações de valores na questão. Assim, os alunos fazem provas diferentes, o que dificulta a troca de respostas, embora as questões sejam de igual nível de dificuldade.

Foi realizado o cadastro dos 170 alunos no sistema. Eles receberam usuário e senha. Além disso, o sistema prevê uma senha fornecida ao professor para que seja digitada somente no momento da realização da prova. Essa senha não foi distribuída aos alunos e dura 24 horas, depois ela é automaticamente modificada.

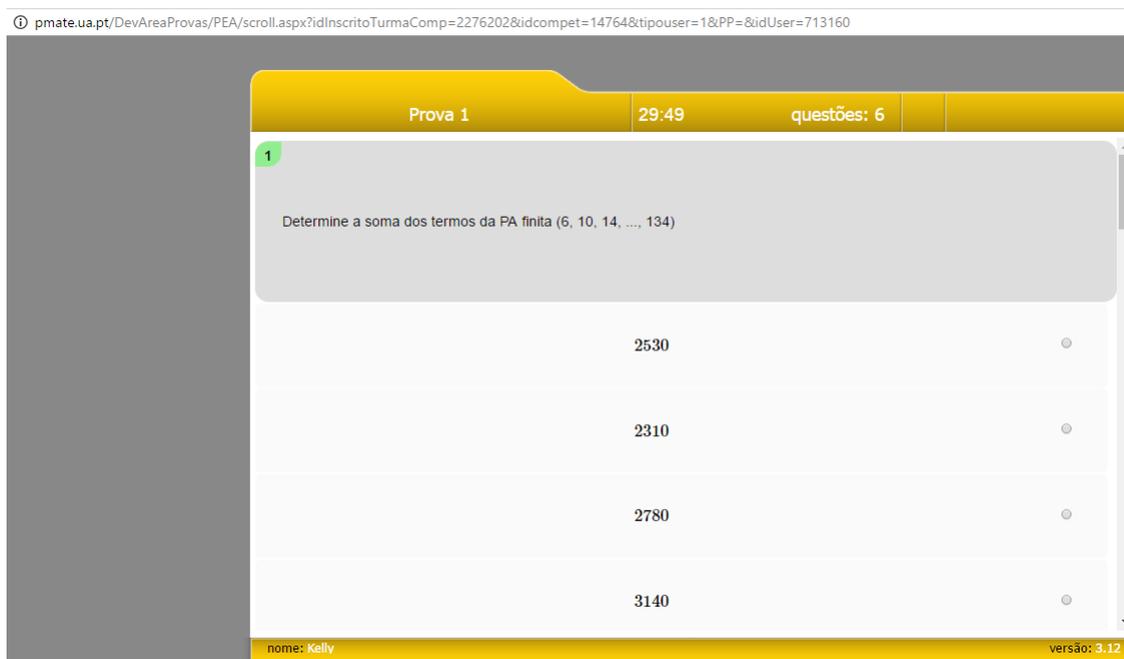
Os alunos foram levados ao laboratório de informática, realizaram o acesso inicial e o professor selecionou uma das provas disponíveis e colocou a senha diária. A Figura 5.13 apresenta a tela inicial da prova, que checa os requisitos do navegador. Já a Figura 5.14 apresenta a primeira questão de múltipla escolha com o tempo que o aluno teria para fazer a prova (cronômetro decrescente), conforme ela foi previamente configurada.

Figura 5.13: Tela inicial da prova de matemática.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao PmatE <pmate.ua.pt>.

Figura 5.14: Exemplo de questão da prova.



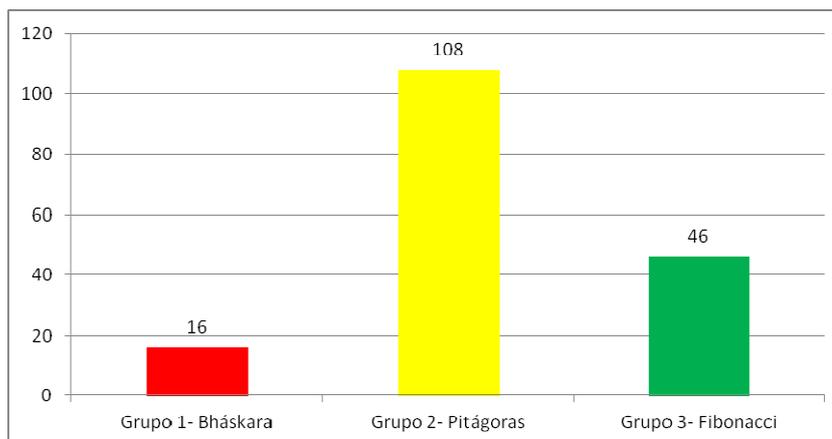
Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao PmatE <pmat.e.ua.pt>.

Essa prova realizada no PmatE foi utilizada para identificar os conceitos e assuntos que os alunos apresentavam maior dificuldade. Algumas vantagens dessa ferramenta são: grande número de questões na base de dados que podem ser reaproveitadas; flexibilidade para a criação das questões, como as questões são parametrizadas que possuem diversas combinações sendo diferentes para os alunos. Ou seja, os alunos que fizeram a Prova 1 tinham valores diferentes nos parâmetros de cada questão, o que obriga o aluno a realizar os cálculos, não podendo copiar do colega ao lado.

Até final de 2016, a criação de questões implicava no conhecimento de *LaTeX*, e da linguagem de programação *Python* para a criação das questões (conforme descrito no item 2.4.2). Como a ferramenta foi utilizada em 2016, os professores da disciplina não conseguiram, eles mesmos fazer o lançamento das questões. Julgaram muito difícil e, inclusive, queriam desistir do uso da ferramenta por essa razão. Na nova versão, de fevereiro de 2017, a ferramenta passou a ter o *ModelMaker* associado facilitando a criação de questões parametrizadas.

Os resultados das provas no PmatE foram mapeados e os alunos divididos em grupos, identificados como *Bhaskara*, *Pitágoras* e *Fibonacci*, respectivamente Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3 do método descrito no item 4.2. O Gráfico 5.13 apresenta o número de alunos em cada um dos grupos.

Gráfico 5.13: Comparação do número de alunos em cada grupo após a prova do PmatE.



Fonte: elaborado pela autora.

Após a separação dos alunos em grupos, as atividades subsequentes foram desenvolvidas no MOODLE e seguiram método definido, sendo que as questões apresentadas iam aumentando de dificuldade conforme o aluno evoluía. A Figura 5.15 apresenta os grupos que foram criados, e o requisito implementado nos questionários de cada grupo, em que os alunos só poderiam fazer os exercícios do grupo ao qual pertenciam.

Figura 5.15: Visão que o aluno tem dos questionários para cada grupo.

Tópico 2

PROGRESSÕES



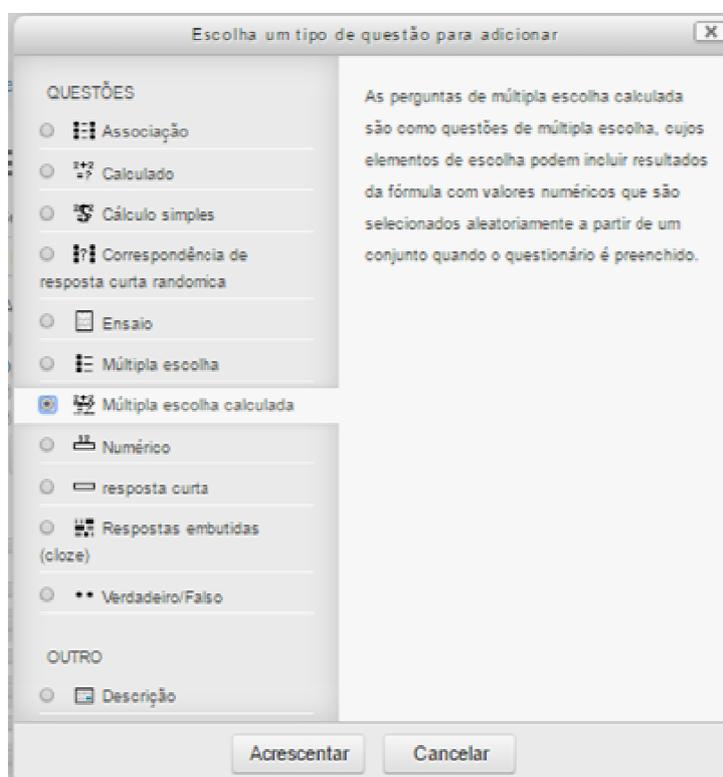
- Enquete sobre as atividades de PA
- Exercícios grupo Bhaskara
Não disponível, a não ser que: Você faz parte de BHÁSKARA
- Exercícios do grupo Pitágoras
Não disponível, a não ser que: Você faz parte de PITÁGORAS
- Exercícios do grupo Fibonacci
Não disponível, a não ser que: Você faz parte de FIBONACCI

Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao MOODLE <<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

Além da prova realizada no PmatE, na semana seguinte foi realizado um pré-teste, com as mesmas características e nível de questões que posteriormente foram aplicados no pós-teste. As atividades no MOODLE duraram aproximadamente um mês e depois foi realizado o pós-teste.

Foram utilizadas a ferramenta lição e as questões parametrizadas do MOODLE para a criação das atividades. O uso da ferramenta lição foi previamente explicado na seção 4.2. As questões parametrizadas são criadas no banco de questões utilizando a opção "múltipla escolha calculada" apresentada na Figura 5.16.

Figura 5.16: Tela de criação de uma nova questão parametrizada.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao MOODLE <<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

Já as Figuras 5.17, 5.18 e 5.19 apresentam, respectivamente, o texto da questão, duas das possíveis respostas e a questão como aparece para o aluno. A primeira resposta foi configurada como correta e o aluno receberá a *feedback* positivo assim que enviar a resposta. Caso selecione a resposta incorreta ele receberá como *feedback* um vídeo selecionado pelo professor para que ele assista mais sobre o conteúdo e entenda o assunto. Na Figura 5.17 aparecem os parâmetros {a} e {b} que na Figura 5.19 aparecem substituídos pelos números 13 e 73. Esta parametrização é definida pelo professor no momento da criação da questão.

Figura 5.17: Texto da questão com os parâmetros.

Categoria atual: Padrão para Matemática - 1º ano (49) ✖ Usar essa categoria
 Gravar na categoria: Padrão para Matemática - 1º ano (49) ▼
 Atualizar a categoria
 Curingas compartilhados
 Nome memorizado da pergunta: REC PA 1
 Nome da pergunta: REC PA 1
 Texto da questão:

 Determine a razão de uma PA em que o 3º e o 8º termos são, respectivamente, (a) e (b).
 Marcação padrão: 1

Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao MOODLE <<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

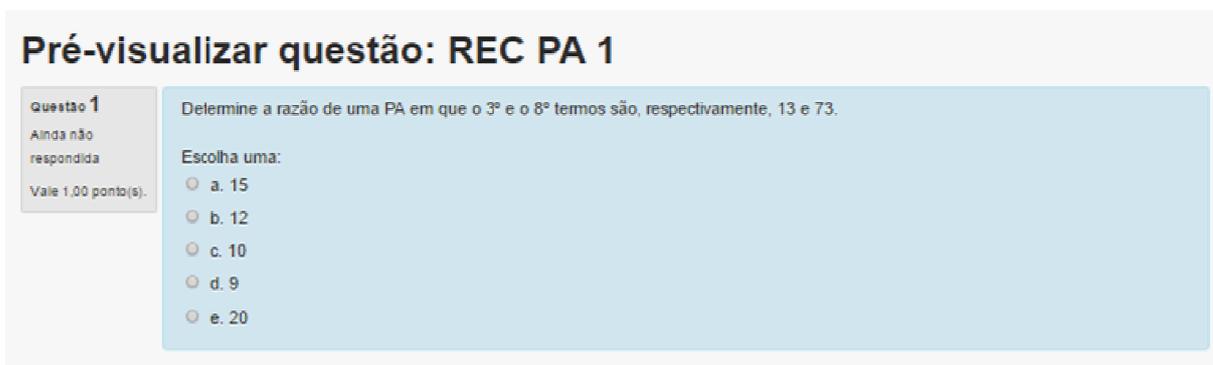
Figura 5.18: Possíveis respostas com parâmetros e *feedback*.

Escolha 1: $\{=(b)-(a)/5\}$ Nota: 100%
 Resposta exibir: 0 Formato: decimais
 Feedback: Parabéns! Sua resposta está correta!

Escolha 2: $\{=(b)-(a)/4\}$ Nota: Nenhum
 Resposta exibir: 0 Formato: decimais
 Feedback: Sugiro que você assista ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Bj8Rjpxp88> para tentar entender melhor esta questão!

Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao MOODLE <<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

Figura 5.19: Visão do aluno de uma questão.



Fonte: capturada pela autora, a partir do acesso ao MOODLE <<http://moodle.cmpa.tche.br>>.

Após as atividades no MOODLE os alunos fizeram o pós-teste, de modo similar ao pré-teste. Os resultados obtidos da comparação dos testes são apresentados no item 5.3.2.

5.3.2 Considerações e conclusões

Os resultados obtidos dão indícios de que a abordagem adotada faz diferença na aprendizagem dos alunos. A análise estatística foi utilizada para confirmar a constatação. A Tabela 5.15 apresenta a comparação das notas dos pré-teste e pós-teste. Foi utilizado o teste de Wilcoxon para comparar medianas de amostras pareadas, ou seja, pré-teste e pós-teste de amostra dependente. Foi considerado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) que indica que sempre que o p-valor for menor que 0,05 o resultado é estatisticamente significativo ($p - \text{valor} < 0,05$).

Tabela 5.15: Comparação das notas de pré-teste e pós-teste.

Grupo	Mediana		p-valor
	Pré-teste	Pós-teste	
<i>Bhaskara</i>	2,90	4,95	0,004
<i>Pitágoras</i>	5,00	6,55	<0,001
<i>Fibonacci</i>	8,15	9,10	0,114

Fonte: elaborada pela autora.

Observa-se que o p-valor nos grupos *Bhaskara* e *Pitágoras* foi menor que 0,05, o que garante que a diferença das notas de pré-teste e pós-teste foi significativa. Já para o grupo *Fibonacci* não houve significância nessa diferença. Entretanto, para o grupo *Fibonacci* esta significância baixa já podia ser esperada, visto que as notas iniciais dos alunos já eram altas.

Também foi realizada a comparação da nota mediana dos pré-teste e pós-teste ao longo dos grupos. Foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, pois neste caso estão sendo comparados três grupos independentes. Neste teste também é utilizado o valor da mediana e o fato do resultado dar a mesma letra indica a não significância estatística na comparação das medianas. A Tabela 5.16 apresenta essa comparação.

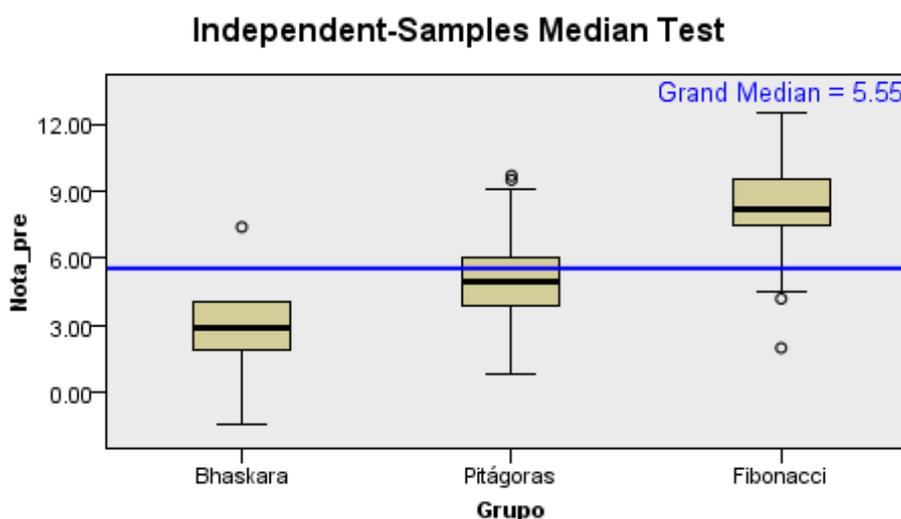
Tabela 5.16: Teste *Kruskal-Wallis* da nota do pré-teste.

Grupo	Mediana	Resultado
<i>Fibonacci</i>	8,15	a
<i>Pitágoras</i>	5,00	b
<i>Bhaskara</i>	2,90	c

Fonte: elaborada pela autora.

Como as letras do resultado foram diferentes para o pré-teste, existe significância estatística. O Gráfico 5.14 apresenta a comparação das medianas das notas do pré-teste. O dado "*Gran Median* = 5.55" significa que a mediana dos dados gerais foi 5.55 e é representado pela linha que corta o gráfico na horizontal. Os círculos acima ou abaixo da *Gran Median* representam *outliers* que são pontos fora da curva (notas muito altas ou muito baixas). O fato das medianas não se cruzarem indica que a segregação dos grupos, em termos de notas, foi bem feita.

Gráfico 5.14: Comparações de medianas das notas do pré-teste entre os grupos.



Fonte: elaborado pela autora.

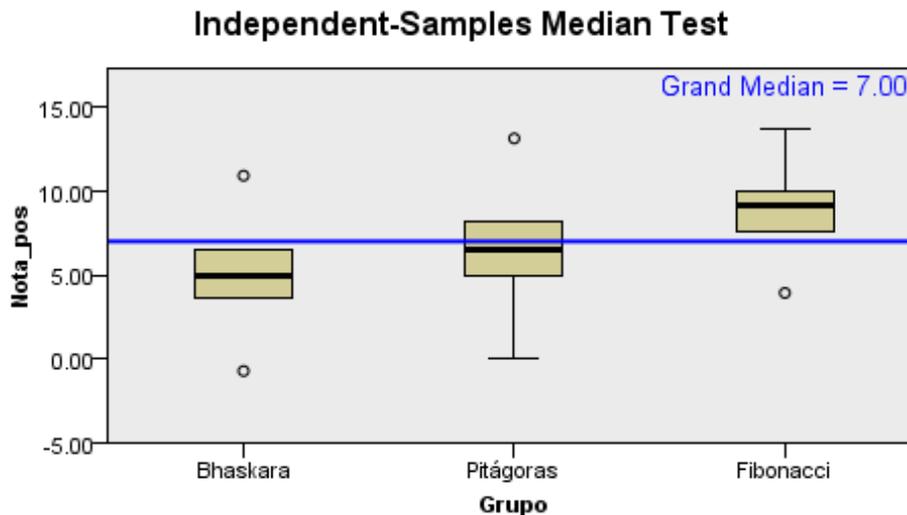
Já no caso da aplicação do teste *Kruskal-Wallis* nas notas do pós-teste, como apresentado na Tabela 5.17, não há significância estatística nas notas dos grupos *Bhaskara* e *Pitágoras*. Isto é explicado pois a diferença das medianas foi pequena. Tal diferença pode ser observada também no Gráfico 5.15, onde as medianas dos grupos *Bhaskara* e *Pitágoras* não se cruzam, mas estão muito próximas. Indicando que não é possível afirmar que os grupos referidos possuem notas diferentes no pós-teste. Mesmo assim, quando comparadas, dentro do mesmo grupo, as medidas do pós-teste foram superiores as do pré-teste, indicando que a abordagem foi válida e teve bons resultados.

Tabela 5.17: Teste *Kruskal-Wallis* da nota do pós-teste.

Grupo	Mediana	Resultado
Fibonacci	9,10	a
Pitágoras	6,55	b
Bhaskara	4,95	b

Fonte: elaborada pela autora.

Gráfico 5.15: Comparações de medianas das notas do pós-teste entre os grupos.



Fonte: elaborado pela autora.

Foi realizada uma pesquisa de opinião com os alunos, utilizando a ferramenta Enquete do MOODLE, para saber o que os alunos acharam do uso do MOODLE e do PmatE. A Tabela 5. 18 apresenta as questões e as possíveis respostas. Responderam a esta enquete 154 alunos.

Tabela 5.18: Questionário aplicado aos alunos.

Pergunta	Resposta
1- Você achou difícil utilizar o PmatE?	<input type="checkbox"/> Sim, o site é complicado. <input type="checkbox"/> Não, consegui fazer todas as atividades.
2- Para você, qual a vantagem de fazer a prova online?	* Questão dissertativa.
3- O que achou das questões do seu grupo no MOODLE?	<input type="checkbox"/> Fáceis. <input type="checkbox"/> Medianas, consegui fazer com dificuldade. <input type="checkbox"/> Difíceis.
4- Você se sente motivado a fazer as atividades, tanto no MOODLE quanto em outros sistemas?	<input type="checkbox"/> Sim, achei mais interessante. <input type="checkbox"/> Não, prefiro fazer no papel.

Fonte: elaborada pela autora.

A questão 1 teve cinco alunos que responderam que acharam o site complicado e 149 que responderam que não. Isto é, 96,75% dos alunos acharam o sistema simples de utilizar. A questão 2 teve somente doze alunos que disseram não ter vantagem em usar o computador, os demais citaram vantagens como as descritas na Figura 5.20.

Figura 5.20: Algumas respostas dadas a questão 2.

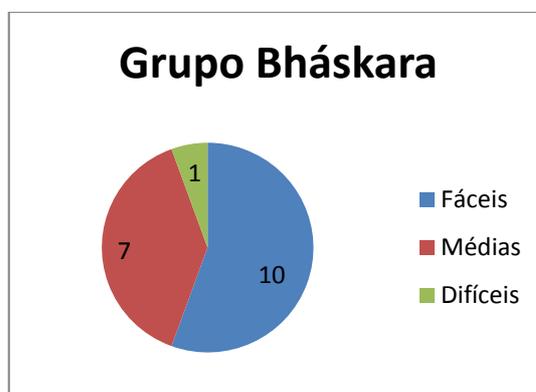
- 1- "Quando fazemos as provas no Moodle, em casa, temos mais tranquilidade."
- 2- "Visualização mais organizada, controle melhor do tempo."
- 3- "Com o relógio e o tempo da atividade temos mais noção do tempo. E o tempo, eu acho, é o pior dos problemas que venho tendo nas avaliações."
- 4- "A produtividade de fazer no computador, fora a questão ambiental de não usar o papel."

Fonte: elaborada pela autora.

Os Gráficos 5.16, 5.17 e 5.18 apresentam, respectivamente, as respostas dos alunos dos grupos *Bhaskara*, *Fibonacci* e *Pitágoras* a questão "O que achou das questões do seu grupo no Moodle?". As respostas foram separadas por grupo para facilitar a contextualização das conclusões. O grupo *Bhaskara* era o que possuía as questões consideradas pelos professores como mais simples. Isso foi confirmado pela maioria dos alunos ter considerado as questões fáceis ou medianas. O comportamento nos grupos *Fibonacci* e *Pitágoras* foi

semelhante, atingindo o objetivo de não dar questões tão fáceis que desestimulem o aluno, nem tão difíceis que ele não consiga fazer.

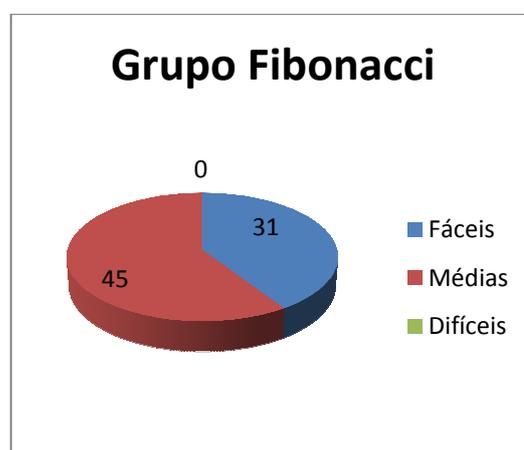
Gráfico 5.16: Respostas do grupo *Bhaskara* a questão 3.



Fonte: elaborado pela autora.

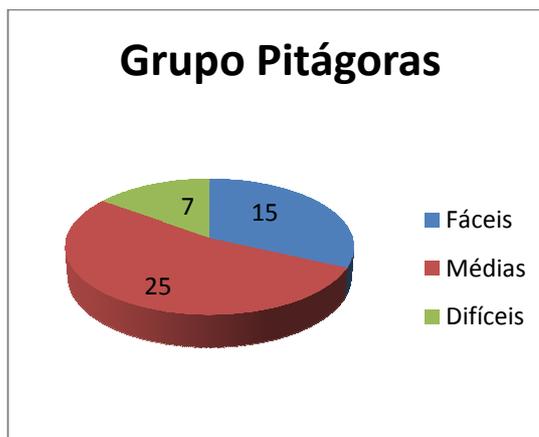
O grupo *Fibonacci* possuía as questões consideradas mais difíceis, o que explica que os alunos acharam as questões medianas ou fáceis.

Gráfico 5.17: Respostas do grupo *Fibonacci* a questão 3.



Fonte: elaborado pela autora.

Já o grupo *Pitágoras* possuía as questões consideradas intermediárias, o que explica que a maioria dos alunos considerou as questões medianas.

Gráfico 5.18: Respostas do grupo *Pitágoras* a questão 3.

Fonte: elaborado pela autora.

Na última questão: "Você se sente motivado a fazer as atividades, tanto no MOODLE quanto em outros sistemas?" 80,5% dos respondentes disseram achar mais interessante e 19,5% disseram preferir fazer a prova no papel.

Além da enquete com os alunos foi realizada uma enquete com os professores. A disciplina de matemática do 1º ano do EM tem dois professores que lecionam ela desde 2014. As perguntas e as respostas são apresentadas na Tabela 5.19, onde P1 representa o professor 1 e P2 o professor 2.

Tabela 5.19: Questionário com respostas aplicado aos professores.

Pergunta/Possíveis respostas	Resposta P1 e P2
1- A sequência de conteúdos é consistente com os objetivos do curso? () Muito () Um pouco () Neutro () Não é	Os dois professores responderam ser muito consistente.
2- O tamanho e a duração do curso foram apropriados? () Muito () Um pouco () Neutro () Não	Ambos responderam muito apropriados.
3- Você acredita que os caminhos de aprendizagem e o conteúdo foram apropriados para cada grupo? () Muito () Um pouco () Neutro () Não	Ambos responderam muito apropriados.
4- Você precisou fazer grandes mudanças no conteúdo para definir os grupos? () Muito () Um pouco () Neutro () Não	Ambos responderam não.
5- Foi necessário quanto esforço de planejamento para adotar esta abordagem? () Muito () Um pouco () Neutro () Nenhum esforço	Ambos responderam um pouco de esforço.
6- Você considerou a abordagem útil? Por quê? () Muito () Um pouco () Neutro () Não	Ambos responderem ser muito útil. P1- "Porque permite trabalhar com o aluno de forma mais individualizada, identificando as principais dificuldades"; P2- "Propicia identificar dificuldades diferentes para serem trabalhadas com mais intensidade em grupos diferentes"
7- Você recomendaria esta abordagem para outros professores? () Sim () Não	Ambos responderam que sim.
8- Você sente que as ferramentas adotadas lhe auxiliaram a ensinar? () Muito () Um pouco () Neutro () Não	Ambos responderam muito.
9- Quais os principais desafios para adotar esta abordagem?	P1- "Conscientização dos alunos e tempo para preparar as atividades"; P2- "Tempo para elaboração das atividades"
10- Com relação as ferramentas computacionais adotadas (Moodle + PmatE no 1º ano EM) qual você percebeu maior motivação e interesse dos alunos? E para você, como professor, qual apresentou melhores resultados e facilitou seu trabalho?	P1- "A de maior motivação foi o MOODLE, pois tiveram mais atividades. Como professor, gosto do MOODLE, pois além de possibilitar várias atividades aos alunos fornece relatórios de rendimentos e notas que facilitam o trabalho do professor." P2- "O MOODLE, pois os alunos já conhecem e têm facilidade para usar. Para o professor ele oferece bons resultados."

Fonte: adaptado de Caputi e Garrido (2015, p. 126).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ATIVIDADES FUTURAS

Após a descrição dos conceitos fundamentais, trabalhos relacionados e procedimentos metodológicos acerca dos tópicos que norteiam essa pesquisa, assim como os resultados obtidos por meio das três etapas de experimentos realizadas, é possível efetuar análises sobre os resultados da tese e sobre as possibilidades futuras que são vislumbradas.

O objetivo desta tese, conforme descrito no subitem 1.3 é: personalizar o ensino para conduzir o aluno em sua trajetória pessoal rumo ao aprendizado, sanando dificuldades de conteúdo pré-existentes. Levando em conta o objetivo principal, os resultados obtidos no projeto piloto demonstraram positivamente que o método planejado e os padrões metodológicos adotados poderiam ser replicados e trazer resultados ainda melhores. Visto que, o projeto piloto demandou um esforço considerável por parte da pesquisadora, no sentido de organizar, manter e criar material para ser utilizado no ambiente virtual MOODLE.

Ainda durante a execução do projeto piloto verificou-se que existem muitas ferramentas, sistemas e ambientes de aprendizagem no mercado. Muitos pagos e muitos gratuitos. Em função da proposta ter surgido em uma escola pública federal, para a qual o governo tem imposto restrições orçamentárias, a aquisição de um ambiente foi descartada. Restou a opção de ambiente gratuito ou implementação de um novo ambiente. A implementação de uma ferramenta computacional para atender ao método proposto e que permitisse uma menor intervenção do professor foi considerada trabalhosa, custosa e poderia não levar aos resultados almejados. Isso foi identificado já na qualificação do projeto de tese, sendo inclusive uma sugestão da banca.

Portanto, decidiu-se realizar uma análise dos ambientes e ferramentas disponíveis no mercado e das diferentes formas de utilização que pudessem garantir uma melhor adequação ao método desenvolvido. Isto porque, não é a ferramenta em si que irá garantir a personalização do ensino, e sim o modo como ela é organizada/planejada dentro do projeto pedagógico do professor e escola.

A constatação de que não é a ferramenta que irá garantir a personalização é confirmada por Schneider que afirma:

[...] simplesmente introduzir as tecnologias, sem pensar nos objetivos e benefícios do seu uso, destacando-se a possibilidade e a necessidade de personalização, no sentido de sugerir ao aluno atividades adequadas ao desenvolvimento de seu conhecimento e de suas habilidades. (2015, p.70).

Sendo assim, é o método de ensino do professor, aliado às ferramentas que ele irá utilizar que irão garantir a personalização do ensino. Mas, para personalizar o ensino, é necessário conhecer o aluno. Entender e descobrir aquilo que o aluno sabe ou não vem ao encontro da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), a qual considera a existência de conhecimentos prévios nos quais o estudante possa ancorar as novas ideias (quantidade e qualidade de subsunçores) como o fator de maior relevância para o aprendizado significativo. Nesse sentido, um aluno que possui dificuldades para assimilar determinado conteúdo, possivelmente tenha características peculiares a sua forma de aprender que precisam ser respeitadas (HANNEL et al., 2016).

Para adequar o ambiente de ensino às características dos alunos, o método desenvolvido implica na separação dos alunos em três grupos. A personalização das trajetórias é feita na separação dos alunos dentro dos grupos e também para cada aluno dentro de seu grupo, onde o aluno pode, individualmente, seguir por diferentes caminhos dependendo de seus avanços. A questão chave para a personalização passa a ser a forma como o professor (ou tutor) organiza e disponibiliza o espaço no ambiente virtual adotado e também presencialmente.

Independente do ambiente virtual utilizado, o que determinará se a atividade ou a técnica proposta pelo professor é significativa para o aluno, é a forma como o aprendiz relaciona a nova informação com o que já se encontra na sua estrutura cognitiva. Isso é um processo interno e individual, por isso o foco na criação de diferentes grupos com atividades que permitam seguir diferentes trajetórias.

Apesar de não haver como assegurar que uma atividade resultará em aprendizagem significativa, é possível, com base nos próprios subsunçores, caracterizar uma atividade como potencialmente significativa (NOVAK, 1996).

No ambiente virtual adotado é necessário definir estratégias e conhecer as ferramentas de atividades disponíveis para que se tenham atividades potencialmente significativas. No MOODLE, foi verificado que a ferramenta lição e a ferramenta questionário, usando questões parametrizadas são fortes aliados na busca da personalização. No caso do PmatE, as questões parametrizadas e o grande número de questões de matemática disponíveis para serem reusadas são o ponto forte. O *Khan Academy* tem uma proposta mais ampla, possui milhares de questões e vídeos, muitos traduzidos para o português, que podem ser muito proveitosos para a aprendizagem significativa.

Cabe ressaltar que a ideia principal nesta tese é utilizar o ambiente virtual como auxiliar do ensino presencial. O método foi proposto com a separação dos alunos em grupos

que quando usados na sala de aula presencial facilitam a aplicação dos conceitos de ensino híbrido.

Isso foi demonstrado no projeto piloto, quando os grupos criados no MOODLE faziam juntos atividades presenciais que liberavam o professor para atendimentos mais individualizados. À medida que o professor passava a atender e tirar dúvidas pontuais de cada grupo, também usando o modelo de atividade rotacional e sala de aula invertida. Assim, o aprendiz está sempre no centro do processo de aprendizagem significativa, o que é de fato a personalização do ensino.

Nesse sentido, o papel do professor é de curador e orientador do processo de aprendizagem (MORAN, 2015). Ainda segundo Moran, o professor:

[...] escolhe o que é relevante em meio a tanta informação disponível e ajuda os alunos a encontrarem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos, e cada aluno. (2015, p.42).

Nos três experimentos realizados observou-se uma melhora significativa nas notas dos alunos. Tais resultados indicam que a implantação do método e o uso dos diferentes ambientes como apoio a sala de aula presencial trouxeram resultados para o ensino personalizado, bem como para a aprendizagem significativa. Essas constatações foram confirmadas, não só pelo incremento das notas dos alunos, mas também pelas entrevistas com professores e alunos.

A utilização de uma plataforma de ensino não é condição para que ocorra o aprendizado, mas auxilia muito com a motivação. Isso foi confirmado na tese de Menegais (2015), por exemplo. No experimento com o Garança Mirim 2016 que utilizou o *Khan Academy*, foi notável a motivação dos alunos em usar a ferramenta. Acredita-se que esta motivação venha principalmente do fato de implementar técnicas de gamificação.

Tal constatação também ficou evidente ao usar os *badges* do MOODLE. Em ambos ambientes os alunos disputavam e discutiam em sala de aula quem tinha maior pontuação, quais medalhas haviam ganho e o que precisavam fazer para atingir uma pontuação maior. A professora presencial, ao ver tamanha excitação dos alunos para utilizar as ferramentas afirmou que "só a empolgação dos alunos para resolver os exercícios já valeu a iniciativa e o trabalho de planejamento".

6.1 Contribuições educacionais

Como contribuição educacional pode-se destacar o método desenvolvido. Esse método foi testado em 256 alunos no CMPA, no EF e EM e trouxe bons resultados em ambos os níveis. Além destes resultados já encontrados, o método está sendo replicado para outros anos na escola. No início de 2017, as turmas de matemática do 8º e 9º ano do EF passaram a incorporar o método e os avanços estão sendo acompanhados.

Como os professores já utilizam o MOODLE no CMPA, o tempo de treinamento para aplicação do método é menor. Conforme discutido em Dallacosta et al. (2014a), os professores do CMPA já passaram por cursos básicos e avançados do MOODLE. Sendo necessário reforçar para eles o uso das ferramentas lição e das questões calculadas. Pela proposta ter sido aceita pelos gestores, nas próximas edições do curso MOODLE, os professores serão capacitados para fazer uso do método. Isto já está ocorrendo na capacitação do MOODLE iniciada em maio de 2017.

O método aliado às práticas pedagógicas adotadas levaram a um melhor uso do AVA e a maior motivação dos alunos. Estas práticas pedagógicas incentivam as práticas de aprendizagem realizadas por cada aluno no ambiente. As quais devem ser monitoradas através da realização de testes formativos para o acompanhamento e redirecionamento das atividades para cada grupo de alunos. São exemplo de práticas pedagógicas adotadas: pré-teste e pós-teste como avaliação de conhecimentos e a utilização de OAs direcionados aos subsunçores que cada grupo precisa desenvolver.

Um dos principais benefícios para o estudante, ao interagir com AVAs, é a motivação. Isso foi constatado por Schneider, que afirma:

Para o estudante, os benefícios da personalização são, sobretudo, a motivação - que substitui a frustração por não aprender e não acompanhar o ritmo, ditado, muitas vezes, pelo professor - e a maximização o aprendizado, no sentido de que o aluno tem oportunidade de aprender de forma individual, com o grupo, com o uso das tecnologias e, efetivamente, com o professor. (2015, p.71).

6.2 Contribuições computacionais

A análise das ferramentas e as diferentes formas de utilização foram a principal contribuição computacional. Encontrar formas de utilizar o MOODLE para a personalização, mesmo que ele não tenha sido desenvolvido com este foco foi de grande valia. Em especial,

por este ser um ambiente amplamente utilizado nas escolas no Brasil e por ser de código livre e aberto.

Não adiantaria o desenvolvimento de um novo ambiente se não fosse pensado em treinamento dos professores e alunos. Entretanto, o custo para desenvolvimento e em especial para treinamento pode ser muito alto. Custo este que as escolas públicas não têm como arcar. No caso do CMPA, já vem sendo realizadas atividades de treinamento de professores para o uso do MOODLE (DALLACOSTA et al. 2014.a). Tais treinamentos, justificam a adoção deste ambiente, em detrimento de outros similares.

Juntamente com o MOODLE, a utilização dos ambientes do *Khan Academy*, PmatE e SIACUA demonstrou que os ambientes se complementam e que a utilização deles em conjunto poderá agregar ainda mais qualidade ao ensino.

Cada ambiente possui características peculiares, sendo melhor em alguns aspectos. Por exemplo, o MOODLE é um ótimo gerenciador de cursos, e tem diversas ferramentas para isso: *chat*, fórum, *badges*, portfólio, relatórios, agenda, etc. Já o *Khan Academy* destaca-se por ter milhares de vídeos curtos, (principalmente de matemática) por aplicar técnicas de gamificação e por permitir que através de relatórios o professor possa acompanhar e realizar recomendações de conteúdo aos seus alunos. O PmatE se destaca pela grande quantidade de questões parametrizadas, especialmente de matemática, que podem ser utilizadas para que o aluno teste seus conhecimentos. O SIACUA se caracteriza por utilizar redes Bayesianas para modelar o conhecimento do aluno dentro dos conteúdos definidos e assim direcionar o aluno à prática (através de exercícios) de conteúdos que ele precise mais.

Todos esses ambientes citados, incluindo o MOODLE - quando utilizado de acordo com o método proposto - buscam garantir que: o aluno aprenda em seu próprio ritmo e tenha o acompanhamento de suas dificuldades de conteúdo para poder saná-las; bem como auxiliem o professor a personalizar o atendimento dos alunos, diminuindo o fracasso escolar e facilitando para que os alunos que já sabem o conteúdo possam se desafiar ainda mais.

Importante salientar que, simplesmente usar tecnologia e colocar OAs no ambiente virtual, não garante a personalização. Muito menos garante o aprendizado significativo. Os OAs precisam ser pensados, reutilizados ou projetados de acordo com os subsunçores que pretende-se ensinar.

6.3 Limitações

Durante a realização da tese foram encontradas algumas dificuldades computacionais. Pode-se citar o problema com a versão do MOODLE no projeto piloto, que impedia a criação de grupos dentro de um mesmo curso. Essa dificuldade foi contornada com a criação de três cursos.

Outra dificuldade foi a separação, organização e criação de OAs para utilização no MOODLE. Como o foco da tese não estava na criação de materiais, foi necessário pesquisar OAs prontos que pudessem se adequar a cada um dos grupos.

Como limitação também pode-se elencar a criação das questões no PmatE, pois os professores não conheciam as linguagens para descrição das questões e não queriam utilizar as questões do banco de questões por estarem em português de Portugal. Nesse caso, a própria pesquisadora precisou criar as questões para serem utilizadas nas provas. Além disso, durante a utilização dessa ferramenta, ela passou por diversas melhorias (realizadas pelos programadores na Universidade de Aveiro) que atrasaram a sua oportuna utilização.

No sentido de replicar o método desenvolvido nesta tese, algumas limitações poderão ser:

- A política pedagógica da escola, pois os gestores educacionais precisarão apoiar as mudanças metodológicas;
- A escola precisa prover espaços que possuam acesso à computadores e internet;
- O professor precisa receber treinamento para uso do ambiente computacional adotado;
- O professor precisa entender o método e também aceitar a mudança;
- É preciso desenvolver, separar ou reaproveitar OAs que atendam às particularidades de cada grupo ou aluno e estruturá-los no ambiente seguindo a metodologia desenvolvida. Caso contrário, não será alcançada a personalização do ensino.

6.4 Trabalhos futuros

Atingir uma educação personalizada nas escolas com o uso de tecnologias traz bons resultados. Porém, pensar em desenvolver um novo AVA ou novas ferramentas para *Web* demandam muito tempo e dinheiro. Tanto para desenvolvimento quanto para adequação e treinamento (dos professores, tutores e alunos). Tempo e dinheiro exigidos são recursos que as escolas públicas não possuem. Nesse contexto, esta tese buscou soluções que já estavam em uso no ambiente escolar, que fossem tecnologias gratuitas e que não necessitassem de grandes codificações para se adaptar à rotina escolar.

Durante a realização dos experimentos e estudos da tese foram identificadas possibilidades que não puderam ser cobertas e por isso são citadas como oportunidades de melhorias e de trabalhos futuros.

Algumas oportunidades estão relacionadas ao estado do ambiente escolar. Principalmente, para replicar o método desenvolvido em outras escolas. Para isso, é necessário criar guias sobre a estrutura tecnológica, profissionais necessários para suporte e treinamento de professores e principalmente sobre a execução do treinamento dos professores. Escolas onde os professores não têm uma dedicação e uma abertura que os permitam experimentar novas tecnologias, dificilmente a solução proposta nesta tese funcionará. As escolas que mais precisam, com professores com vários outros empregos na busca de compensar os baixos salários (por uma questão de sobrevivência) precisariam de um esforço suplementar para que a referida solução de personalização da aprendizagem proposta nesta tese pudesse ser aplicável.

Desta forma, como trabalhos futuros, são listado :

- Criação do perfil do aluno integrado ao AVA adotado (neste caso, o MOODLE) que irá armazenar as informações dos relatórios do AVA e devolverá informações referentes ao perfil do aluno para o professor. No método desenvolvido o professor precisa verificar os relatórios e o perfil poderia trazer as informações e os alertas sobre a trajetória do aluno automaticamente.
- Realização de estudos de caso com a aplicação de diferentes objetos de aprendizagem de acordo com as características do aluno.
- Utilização de OAs criados de acordo com a metodologia MOTRAC.
- Modificação, no caso do MOODLE, para o uso da ferramenta lição na busca da aplicabilidade dos conceitos da TRI, para facilitar a descoberta de subsunçores do aluno.

- Instalação dos ambientes PmatE, MEGUA e SIACUA, diretamente nos servidores do CMPA, em vez do experimento feito nos servidores da Universidade de Aveiro, após a formalização de um acordo de cooperação.
- Integração do ambiente SIACUA com o MOODLE, o que facilitaria outros experimentos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- ALVES, L. R. G.; MINHO, M. R. S.; DINIZ, M.V.C. Gamificação: diálogos com a educação. In: Luciane Maria Fadel, Vania Ribas Ulbricht, Claudia Regina Batista, Tarcísio Vanzin (Org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, v.1, 2014. p. 74-97.
- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. **Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações**. [S.l: S.n]. SINAPE, 2000. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/heliton/arquivos/LivroTRI.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, R. M. (Org). **Ambientes virtuais de aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005.
- BACICH, L., NETO, A. T., TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BARROS, D. M. V. et. al. Educação e tecnologias: reflexão, inovação e práticas. Lisboa: [s.n.], 2011.
- BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. Campinas: Autores Associados, 5 ed., 2008.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay, 262 p., v. 1, 1956.
- BLOOM, B. S. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. **Educational Researcher**. v. 13, n. 6. Jun.-Jul., p. 4-16, 1984.
- BRUSILOVSKY, P. EDUCATIONAL APPLICATIONS OF ADAPTIVE HYPERMEDIA. **Human-Computer Interaction: Interact'95**, p. 410, 2016.
- CANTO FILHO, A. B. **MOTRAC – Modelo De Trajetórias de Aprendizagem Conceitual**. 2015. 135 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós- Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2015.
- CANTO FILHO, A. B.; NUNES, F. B.; ZUNGUZE, M. C.; HANNEL, K.; WAGNER, R.; SIMBINE, F. B. ; LIMA, J. V. Trajetórias de Aprendizagem. In: José Valdeni de Lima; Manuel Constantino Zunguze; Kelly Hannel; Felipe Becker Nunes;. (Org.). **Trajetórias de Aprendizagem: teoria e prática**. 1ed. Seattle: Amazon, 2016, v. 1, p. 1-10.
- CAPUTI, V., GARRIDO, A. Student-oriented planning of e-learning contents for Moodle. **Journal of Network and Computer Applications**. v. 53. [s.n], p.115-127, 2015.
- CARRASCO, J. B. C. **Una didáctica para hoy: cómo enseñar mejor**. Madrid: Ediciones Rialp, 2004.
- CARRASCO, J. B. C. **Cómo Personalizar la educación: una solución de futuro**. Madrid: Narced, 2007
- CHRISTENSEN, C. M., HORN, M. B., STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. [S.l: s. n], 2013. Disponível em: <http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.
- DALLACOSTA, A.; BRUM, A. S.; HANNEL, K. Um salto qualitativo e quantitativo das salas virtuais desenvolvidas no curso Moodle em escola pública de Educação Básica. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2014a. p. 566- 575.

- DALLACOSTA, A., HEIM, R. H., BOESING, A. R., HANNEL, K. Ortografando: a atividade questionário do MOODLE na forma de um jogo educacional. **MoodleMoot 2014**, São Paulo- SP, 1-4, 10 Out. 2014b.
- DESCALÇO, L., CARVALHO, P., CRUZ, J. P., OLIVEIRA, P., SEABRA, D. Using bayesian networks and parameterized questions in independent study. In: 6th EDULEARN15 CONFERENCE, 8th July 2015, Barcelona, Spain, **EDULEARN15 Proceedings**. International Academy of Technology, Education and Development (IATED): Barcelona, Spain, 2015, p. 3361-3368. Disponível em: <<http://library.iated.org/view/DESCALCO2015USI>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- FONSECA, M. M. G. **Modelo Bayesiano do Aluno no Cálculo com Várias Variáveis**. 2014. 128f. Dissertação (Mestrado em Matemática e Aplicações)- Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro, Aveiro- Portugal, 2014.
- FRANCO, S. R. K., COSTA, L. A. C., FAVERO, R. V. M., GELATTI, L. S., LOCATELLI, E. L. Aprendizagem na Educação a Distância: Caminhos do Brasil. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 10, 2006.
- FRYER, R. G. JR. **Injecting charter school best practices into traditional public schools: evidence from field experiments**. [S.l.:n.l]: 2014. Disponível em: <http://scholar.harvard.edu/files/fryer/files/2014_injecting_charter_school_best_practices_into_traditional_public_schools.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- GIDDENS, Anthony. **Sociologia**. Tradução: Sandra Regina Netz. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- GIRAFFA, L. M. M. Uma odisséia no ciberespaço: O software educacional dos tutoriais aos mundos virtuais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. [S.l.], v. 17, n. 01, p. 20, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, P. **High Tech High: uma proposta, várias tendências**. [S.l.:n.l]: 2012. Disponível em: <<http://porvir.org/high-tech-high-uma-proposta-varias-tendencias/20121211/>>. Acesso em: 22 fev 2016.
- GÓMES, M. N. P. **Educação Personalizada: Um projeto pedagógico em Pierre Faure**. Trad. Laureano Pelegrin. São Paulo: Edusc, 1997.
- GRANDI, R., HANNEL, K., MORAIS, C., HORN, A. Interactive Telepresence Applied to Social-educational Inclusion. **ICERI2013 Proceedings**, Seville-Spain, v.1, n.1, p. 1592-1599, nov. 2013. Disponível em: <<https://library.iated.org/view/GRANDI2013INT>> . Acesso em: 14 mai. 2017.
- HANNEL, K., MÜLLER, T. J., WAGNER, R., PASERINO, L. Análise de erros e estilos de aprendizagem na personalização de trajetórias usando ambientes virtuais de aprendizagem. In: José Valdeni de Lima; Manuel Constantino Zunguze; Kelly Hannel; Felipe Becker Nunes.(Org.). **Trajétórias de Aprendizagem: teoria e prática**. 1ed.Seattle: Amazon, 2016, v. 1, p. 11-30
- HAUGHEY, M.; MUIRHEAD, B. Evaluating learning objects for schools. In: **Journal of Instructional Science and Technology**, v.8, n.1, 2005. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ850358.pdf>> . Acesso em: 13 fev. 2017.
- HARGREAVES, D. **Personalising Learning**. [S.l.:s.n], 2006. Disponível em: <www.specialistschools.org.uk>. Acesso em: 08 nov. 2014.
- HARGREAVES, A., SHIRLEY, D. **The Fourth Way: The Inspiring Future for Educational Change**. [S.l.]: Corwin, 2009.
- HOPKINS, D. **Every School a Great School: Realizing the Potential of System Leadership**. [S.l.]: McGraw Hill, 2007.

- HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended: Usando a Inovação Disruptiva para Aprimorar a Educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft Standard for Learning Object Metadata**. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2000.
- JANTSCH, A., LIMA, J. V. DE. Modelagem De Objetos De Aprendizagem: Ênfase Na TV Digital Interativa. **Invenção Pedagógica? Reflexões acerca do uso de Tecnologias Digitais na Educação**. 2012. 1. ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, p.134-145.
- KELLER, F. S. "Good-Bye teacher...". **Journal of applied behavior analysis**.1968. v. 1. p 79-89. [S.l.]: Wiley Online Library.
- KHAN, S. **Um mundo, uma escola: a educação reinventada**. Tradução George Schlesinger. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013, p.255.
- LEADBEATER, C. **We-Think: Mass Innovation, Not Mass Production**. [S.l.:s.n]: Profile Books, 2009.
- LIMONGELLI C., SCIARRONE F., TEMPERINI M., VASTE G. Adaptive Learning with the LS-PLAN System: a Field Evaluation. In: **IEEE Transactions on Learning Technologies**, Los Alamitos, CA-USA: v. 2, n.3, p. 203-215, Jul-Set 2009.
- LIMONGELLI, C., SCIARRONE, F., VASTE, G. Personalized e-learning in MOODLE: the MOODLE_LS System. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**. [S.l.] v.7, n.1, English Edition, p. 49-58, Jan-Abr 2011.
- MEC. Teoria de resposta ao item avalia habilidade e minimiza o “chute” de candidatos. [S.l.:s.n], 2011. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=17319:teoria-de-resposta-ao-item-avalia-habilidade-e-minimiza-o-chute>>. Acesso em: 26 fev. 2016.
- MENEGAIS, D. **A formação continuada de professores de matemática: Uma inserção tecnológica da plataforma Khan Academy na prática docente**. 2015. 197 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós- Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS, 2015.
- MEYER, M. **Modularization and Multi-Granularity Reuse of Learning Resources**. 2008. p. 19-23. Disponível em: < <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/1156> >. Acesso em 16 out. 2013.
- MILIBAND, D. **Choice and Voice in Personalised Learning: Personalising Education**. [S.l.]: OECD, 2006, p. 24.
- MILLÁN, E. Bayesian system for student modeling. **AI Commun**. [S.l.] v. 13, n. 4, p. 277-278, out.-dez, 2000. Disponível em:< <http://content.iospress.com/articles/ai-communications/aic223>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
- MILLÁN, E. DESCALÇO, L., CASTILLO, G. OLIVEIRA, P. DIOGO, S. Using Bayesian networks to improve knowledge assessment. **Computer and Educations**. [S.l.] v.60, n.1, p. 436-447, Jan. 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.06.012>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- MINAYO, M. C. S., SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementaridade? In: **Caderno de Saúde Pública da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz**, jul./set., 1993.
- MORAN, J. Educação Híbrida Um conceito chave para a educação, hoje. In: Bacich, L.; Tanzi Neto, A.; Trevisani, F. M. (Orgs). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 27-45.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.
- MÜLLER, T. J. **Objetos de Aprendizagem Multimodais e o Ensino de Cálculo: Uma proposta Baseada em Análise de Erros**. 2015. 203 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós- Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS, 2015.
- NOVAK, D. J. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano-Edições Técnicas, 1996.
- NUNES, F. B., ZUNGUZE, M. C., HERPICH, F., TAROUÇO, L. M. R., FRANCO, S. R. K. Trajetórias de aprendizagem em mundos virtuais com a abordagem Mastery Learning. In: José Valdeni de Lima; Manuel Constantino Zunguze; Kelly Hannel; Felipe Becker Nunes;. (Org.). **Trajetórias de Aprendizagem: teoria e pratica**. 1ed.Seattle: Amazon, 2016, v. 1, p. 31-58.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças; repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PAULSEN, Morten Flate. **Online Education Systems: Discussion and definition of terms**. [S.l.]: NKI Distance Education, v. 202, 2002.
- PORVIR o futuro se aprende. Personalização. [S.l.:s.n], 2015. Disponível em: <<http://www.porvir.org/especiais/personalizacao/>>. Acesso em: 31 jan. 2016.
- PULINO FILHO, A. R. **Moodle: um sistema de gerenciamento de cursos**. Brasília: UnB, 2007.
- R-69 Regulamento Interno do Colégios Militares. PORTARIA Nº 042, 6 FEV. 2008 do Comandante do Exército Brasileiro. Disponível em: <<http://www.cmpa.eb.mil.br/legislacao/category/126-regulamentos?download=124:regulamento-dos-colegios-militares-r-69>>. Acesso em: 1 dez. 2015.
- RANGEL, M. **Métodos de Ensino Para a Aprendizagem E a Dinamização Das Aulas**. 3ª edição. Campinas: Papirus, 2005.
- ROGERS, C. R. **Sobre o Poder Pessoal**. São Paulo: Martins Fontes. 1978. 274 p.
- ROGERS, C. R. **Tornar-se pessoa**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes. 1997. 489 p. (Original publicado em 1961)
- SANTOS, N. (Org). **Monitoramento navegacional do aluno para descoberta de padrões de preferências de aprendizagem no MOODLE**. Porto Alegre: Cadernos de Informática, v.6, n. 01, 2011.
- SCHNEIDER, F. Otimização do espaço escolar por meio do ensino híbrido. In: Bacich, L., Neto, A. T., Trevisani, F. M. (Orgs). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 67-87.
- SEED. Integração das Tecnologias na Educação/ Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação. [S.l.:s.n]. 2005. Disponível em: <http://tvescola.mec.gov.br/images/stories/publicacoes/salto_para_o_futuro/livro_salto_tecnologias.pdf>. Acesso em: 14 out. 2013.
- SEPPÄLÄ, P., ALAMÄKI, H. Mobile Learning in teacher training. **Journal of Computer Assisted Learning**. V. 19, Issue 3, p. 330–335, set. 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046>> . Acesso em: 30 out. 2013.
- SHARPLES, M., TAYLOR, J., VAVOULA, G. Towards a Theory of Mobile Learning. In: 4th World conference on mLearning. Cape Town - South Africa, 2005. **Anais**. Disponível em: <<http://www.mlearn.org/mlearn2005/CD/papers/Sharples%20Theory%20of%20Mobile.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

- SIEGEL, S., CASTELLAN, N. J. **Estatística Não Paramétrica para as Ciências do Comportamento**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2006. 448p.
- USA. *National Education Technology Plan 2010*. Washington - DC, [s.n], 2010. Disponível em: <<http://tech.ed.gov/netp/>>. Acesso em: 13 nov. 2014.
- VAGALE, V. Personalization Opportunities in the MOODLE System. [s.l:s.n], 2011. Disponível em: <https://dukonference.lv/files/proceedings_of_conf/53konf/datorzinatnes/Vagale.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.
- VANDERVEEN A. Personalization and the 2 Sigma Problem. [S.l.:n.l]: 2014. Disponível em: <<https://www.edsurge.com/news/2014-08-10-personalization-and-the-2-sigma-problem>>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- YIN, R. K. **Applications of case study research**: Thousand Oaks, California: Sage Publications, 1993.
- WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência computação. In: Kowaltowski T., Breitman K. (Org.). **Atualização em informática 2007**: Sociedade Brasileira de Computação e Editora PUC Rio, 2007, v. 1, p. 221-262.
- WAGNER, R. ; PIOVESAN, S. ; LIMA, J. V. ; PASSERINO, L. Desenvolvendo ambientes de realidade virtual utilizando OpenSim. In: 8ª Conferencia Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem, 2013, Valdivia - Chile. **Anais da 8ª Conferencia Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem**, 2013.
- WEBER, G. K., WEIBELZAHN, S., Developing adaptive internet based courses with the authoring system NetCoach, **Proceedings of Third workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia**, 2001a, p. 35 – 48.
- WEBER, G. BRUSILOVSKY, P. ELM-ART: An adaptive versatile system for Web-based instruction, **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, (2001b), p. 351 – 384.

ANEXO 1- Instrumentalização da pesquisa bibliográfica

Nome do artigo	Área do conhecimento	Domínio de ensino	AVAs	Teoria de aprendizagem?	Objetivos pedagógicos	Tecnologia empregada	Desktop, móvel ou híbrida	Usa técnicas personalização?	Pontos positivos	Pontos negativos	Obs.	Evento/Periódico	Nacional ou Internacional
Exemplo: Desenvolvimento de um Repositório de Jogos Educacionais para o Ensino de Gerenciamento de Projetos	Exemplo: Computação, Educação, Saúde, (aqui especificamos apenas 1 área do conhecimento)	Ensino Fundamental, Médio, Profissionalizante, Graduação, Pós-graduação	Ex: Usa algum tipo de ambiente virtual como apoio? MOODLE, Rooda, Teleduc, etc.	Qual a teoria pedagógica utilizada. Exemplo: Piaget, Vygotsky, ...	O que o projeto/artigo pretende provar?	Citar as tecnologias empregadas para o desenvolvimento da personalização.	Muitos sistemas falam em personalização para o dispositivo que o aluno está utilizando. Nesta tese isto é tratado como adaptação.	Como utiliza a personalização do ensino, qual a técnica?	O que marcou que pode ser aplicado a esta tese?	O que marcou negativamente e e pode ser um desafio a ser superado?		Exemplo: SBIE (ano), CBIE, WIE, Renote, etc.	

ANEXO 2- Critérios/descriptores para classificação das questões.

OBJETOS DO CONHECIMENTO / HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS					
Gêneros textuais e conceitos			DOMINA		Item (ns) corresp.
			SI	NÃO	
H1 – Empregar os procedimentos de leitura em função dos diferentes objetivos e interesses do sujeito e das características do gênero e suporte.			M		
1.1. Procedimentos de leitura					
D1	Localizar informações explícitas em um texto.				9
D2	Inferir o sentido de uma palavra a partir do contexto em que foi empregada.				7
D3	Inferir o sentido de uma expressão a partir do contexto em que foi empregada.				1
D4	Inferir uma informação implícita em um texto.				12
D5	Identificar os elementos de um texto (narrador /foco narrativo).				5
1.2 Implicações do Suporte, do Gênero e/ou do Enunciador na Compreensão do Texto					
D6	Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinho, foto, etc.).				13
D7	Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.				10
H2 – Estabelecer as relações necessárias entre o texto, outros textos e recursos de natureza suplementar que o acompanham (gráficos, tabelas, desenhos, fotos etc.) no processo de compreensão e interpretação do texto.					
1.3 Coerência e Coesão no Processamento do Texto					
D8	Estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto.				14
D9	Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.				6
D10	Estabelecer relações lógico-discursivas presentes no texto, marcadas por elementos coesivos.				4
1.4 Relação entre Textos					
D11	Reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.				15
Reflexão linguística					
H3 – Utilizar inferências pragmáticas para dar sentido a expressões que não pertençam a seu repertório linguístico ou estejam empregadas de forma não usual em sua linguagem.					
2.1 Relação entre recursos Expressivos e Efeitos de Sentido					
D12	Identificar efeitos de ironia ou humor em textos variados.				8
D13	Identificar o efeito de sentido decorrente do uso da vírgula.				11
D14	Identificar o efeito de sentido decorrente do uso de outros sinais de pontuação ou outras notações.				2
D15	Identificar o efeito de sentido do uso da sinonímia/antonímia.				3

Produção Textual				
H4 – Redigir textos considerando as condições de produção: finalidade; especificidade do gênero; lugares preferenciais de circulação; interlocutor.				
D16	Compreende e atende à proposta dada.			16
D17	Organiza o texto em parágrafos.			16
D18	Redige períodos completos.			16
D19	Tem noções de pontuação.			16
D20	Emprega o vocabulário adequado ao gênero textual solicitado.			16
D21	Emprega adequadamente os principais elementos coesivos.			16
D22	Emprega adequadamente os sinais de acentuação.			16
D23	Emprega adequadamente as letras maiúsculas e minúsculas.			16
D24	Domina a ortografia da língua.			16
D25	Produz texto coerente, sem ambiguidades e trechos desconexos.			16

ANEXO 3- Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Pelo presente, convido-o para participar da pesquisa provisoriamente intitulado: “Ensino Personalizado”. Este projeto faz parte da Tese de Doutorado desenvolvida no programa de Pós Graduação em *Informática na Educação (PPGIE) do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*.

A pesquisa tem como objetivo criar mecanismos para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem utilizando recursos de ensino personalizado através do ambiente MOODLE. Todo o trabalho é acompanhado pela Coordenação do Projeto Garança e pela Supervisão Escolar do CMPA.

Algumas dessas ações, possivelmente, serão fotografadas e filmadas para possíveis visualizações futuras e acervo documental. Todos os instrumentos a serem aplicados serão mantidos em sigilo, servindo apenas para os fins da pesquisa, não se revelando os nomes ou rostos dos participantes.

O participante deverá acessar o ambiente MOODLE do CMPA e realizar as atividades propostas. Estas atividades visam desenvolver conteúdos de Língua Portuguesa diagnosticadas como necessárias ao desenvolvimento escolar do participante. É garantido ao participante e responsável:

- receber resposta a qualquer pergunta, ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
- que o participante não será identificado quando da divulgação dos resultados e que todas as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa;
- que, se existirem gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Este termo documento deverá ser assinado em duas vias, sendo que uma delas será retida pelo sujeito da pesquisa e a outra pelo pesquisador. O responsável pela pesquisa é a doutoranda 1º Ten Kelly Hannel e seu e-mail é: khannel@gmail.com.

Pelo presente termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, pois fui devidamente informado, de forma clara e detalhada, livre de qualquer constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa, dos instrumentos de coletas de informação que serão utilizados e dos benefícios, conforme já citados neste termo.

Data: ____|____|____

Nome do participante da pesquisa

Assinatura do participante da pesquisa

Nome do responsável

Assinatura do responsável

Pesquisadora: 1º Ten Kelly Hannel
khannel@gmail.com