



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MARCIANO MACHADO SARAIVA

**UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM PARA AUXILIAR NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

QUIXADÁ

2016

MARCIANO MACHADO SARAIVA

UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM PARA AUXILIAR NO PROCESSO
DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Sistemas de Infor-
mação do Campus Quixadá da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do grau de bacharel em Sistemas
de Informação.

Orientador: Prof. Me. Samy Soares
Passos de Sá

QUIXADÁ

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S247a Saraiva, Marciano Machado.

Um Ambiente Virtual de Aprendizagem para Auxiliar no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática / Marciano Machado Saraiva. – 2016.
80 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2016.

Orientação: Prof. Me. Samy Soares Passos de Sá.

1. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 2. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE. 3. AMBIENTE EDUCACIONAL. I. Título.

CDD 005

MARCIANO MACHADO SARAIVA

UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM PARA AUXILIAR NO PROCESSO
DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Sistemas de Infor-
mação do Campus Quixadá da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do grau de bacharel em Sistemas
de Informação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Samy Soares Passos de Sá (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Wladimir Araujo Tavares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Carlos Roberto Rodrigues Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus amigos, familiares e todos que contribuíram durante minha jornada pela graduação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Me. Samy Soares Passos de Sá, pela paciência na orientação, pelo convívio, pelo apoio e, principalmente, pela compreensão.

Aos professores Wladimir Araujo Tavares e Carlos Roberto Rodrigues Filho pelas considerações na proposta desse trabalho que permitiram qualifica-lo e pelas críticas construtivas feitas em torno deste trabalho.

Ao grupo PET-Tecnologia da Informação da Universidade Federal do Ceará, pela proposta desse trabalho e por todo suporte que possibilitou o desenvolvimento dessa ferramenta.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

“A matemática é a única linguagem que temos
em comum com a natureza.”

(Stephen Hakings)

RESUMO

Com o aumento dos recursos tecnológicos em sala de aula, surgiu a necessidade da criação de novas metodologias de ensino. Nessa linha, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma plataforma de ensino para auxiliar alunos de níveis médio e superior no seu ensino e aprendizado de matemática. Para isso, a plataforma desenvolvida utiliza da metodologia de ensino baseada na resolução de problemas para possibilitar que os alunos estudem matemática dentro e fora da sala de aula e em seu próprio ritmo, permitindo ainda que professores possam acompanhar o progresso no aprendizado de seus alunos e intervir quando estes enfrentem dificuldades durante seu aprendizado.

Palavras-chave: Ambiente Virtual de Aprendizagem. Educação. Metodologia de Ensino.

ABSTRACT

With the increase of technological resources in the classroom, the need arose for the creation of new teaching methodologies. In this line, the objective of the present work was to develop a teaching platform to help students of middle and higher levels in their teaching and learning of mathematics. For this, the developed platform uses problem-solving teaching methodology to enable students to study mathematics in and out of the classroom and at their own pace, while still allowing teachers to monitor progress in their students' learning and Intervene when they face difficulties during their learning.

Keywords: Virtual learning environment. Education. Teaching methodology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do Problema	30
Figura 2 – Exemplo de um possível percurso no ambiente	31
Figura 3 – Ciclo Cascata	33
Figura 4 – Mapa da Plataforma	44
Figura 5 – Tela inicial	53
Figura 6 – Tela com as lições de Proposições	53
Figura 7 – Tela de problemas do estudante	53
Figura 8 – Tela de uma postagem no fórum	53
Figura 9 – Tela de administração	53
Figura 10 – Tela de problemas do administrador	53
Figura 11 – Imagem de Charlie	60
Figura 12 – Imagem de Ruby	61
Figura 13 – Imagem de Samuel	62
Figura 14 – Imagem Stefane	63
Figura 15 – Diagrama de Casos de Uso	71
Figura 16 – Desenho Geral da Arquitetura	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métricas para a avaliação	44
Tabela 2 – Tarefas para a avaliação	45
Tabela 3 – Roteiro para a entrevista	46
Tabela 4 – Tempo de Execução das Tarefas	48
Tabela 5 – Número de Erros Cometidos	48
Tabela 6 – Número de Cliques Realizados	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ORM	Object Relational Mapper
PISA	Programme for International Student Assessment
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos do Trabalho	15
1.2	Divisão do Trabalho	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Metodologias no Ensino da Matemática	17
2.1.1	<i>Aula expositiva</i>	17
2.1.2	<i>Resolução de problemas</i>	18
2.1.3	<i>Modelagem Matemática</i>	19
2.1.4	<i>O Uso de Computadores</i>	20
2.2	Ambientes Virtuais de Aprendizagem	22
2.3	Gamificação	23
2.4	Trabalhos Relacionados	25
2.4.0.1	<i>The one world schoolhouse: Education reimagined</i>	25
2.4.0.2	<i>ActiveMath: A generic and adaptive web-based learning environment</i> .	27
2.4.0.3	<i>Duolingo: Learn a Language for Free while Helping to Translate the Web</i>	28
2.4.0.4	<i>Resolução de problemas em ambientes virtuais de aprendizagem num curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância</i>	29
2.5	Considerações finais do capítulo	30
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
3.1	Definição do Processo	32
3.2	Levantamento e Análise de Requisitos	34
3.3	Projeto do Sistema	37
3.3.1	<i>Arquitetura</i>	37
3.3.2	<i>Ferramentas</i>	38
3.4	Implementação do Sistema	39
3.5	Verificação e Validação	40
3.6	Definição dos Conteúdo para o Sistema	41
4	AVALIAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZA- GEM	42
4.1	Definição do Escopo da Avaliação	43

4.2	Planejamento	44
4.2.1	<i>Métricas da Avaliação</i>	44
4.2.2	<i>Tarefas</i>	45
4.2.3	<i>Roteiro da Entrevista</i>	45
4.2.4	<i>Teste Piloto</i>	46
4.3	Execução	46
4.4	Análise dos Resultados	47
4.4.1	<i>Tempo de execução das tarefas</i>	47
4.4.2	<i>Número de erros cometidos na execução das tarefas</i>	48
4.4.3	<i>Número de cliques realizados na execução das tarefas</i>	49
4.4.4	<i>Número de perguntas realizadas durante a execução das tarefas</i>	49
4.4.5	<i>Resultados da Entrevista</i>	50
5	RESULTADOS	52
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	54
6.1	Conclusões	54
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – DOCUMENTO DE PERSONAS	60
	APÊNDICE B – DOCUMENTO DE REQUISITOS	65
	APÊNDICE C – DOCUMENTO DE ARQUITETURA	74
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	79

1 INTRODUÇÃO

A Matemática, como ciência, tem uma relação muito especial com as novas tecnologias desde as calculadoras aos computadores, sistemas multimídia, e a *Internet*. No entanto, alguns professores costumam demorar a perceber como tirar proveito destas tecnologias como ferramentas de trabalho (PONTE, 1997). À medida que a quantidade de recursos tecnológicos na sala de aula foram aumentando, tornou-se conveniente a criação de novas metodologias de ensino, especificamente na Educação Matemática. A busca por novas metodologias de ensino que fazem uso destes recursos procura fazer da matemática uma disciplina atraente e desvinculada do ensino tradicional, que já se mostrou ineficiente (SILVA, 2009).

Grande parte dos alunos, em todas as faixas etárias, tem dificuldades em aprender matemática, e muitas vezes essas dificuldades ocorrem não pela falta de atenção ou por não gostar do conteúdo, mas por fatores mentais, psicológicos e pedagógicos que envolvem uma série de trabalhos e conceitos que precisam ser desenvolvidos (ALMEIDA, 2006). Mas como auxiliar alunos com dificuldades na aprendizagem da matemática? Em busca dessa resposta, diferentes sistemas de *software* foram desenvolvidos buscando servir à educação Matemática. Em 2006, Salman Khan cria a Khan Academy, essa plataforma utiliza vídeo-aulas e resolução de problemas para ensinar seus alunos, permitindo que cada um aprenda de forma independente e em seu próprio ritmo. Uma outra plataforma também importante nessa área, é o ActiveMath (MELIS *et al.*, 2001), uma plataforma que permite aos estudantes desfrutarem da experiência de estudar num curso gerado dinamicamente. Nessa plataforma, os conteúdos são representados no formato de eXtensible Markup Language (XML) (BRAY *et al.*, 1998) e armazenados numa base de conhecimento¹, onde são recuperados para gerar cursos individuais de acordo com regras pedagógicas² (MELIS; SIEKMANN, 2004). Estes e outros trabalhos serão apresentados com mais detalhes na seção 2.4.

O presente trabalho apresenta o projeto de uma plataforma de ensino, para auxiliar estudantes no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos. Este ambiente se propõe a servir como ferramenta para estudantes que buscam estudar fora do ambiente escolar e em seu próprio ritmo. A plataforma também dará suporte ao ensino e aprendizagem

¹ São bases de dados ou conhecimentos acumulados sobre um determinado assunto.

² São regras que determinam quando e quais ferramentas do sistema devem ser apresentadas e em que ordem.

em sala de aula, auxiliando professores com informações relevantes sobre o andamento do aprendizado de cada um de seus alunos, além das dificuldades que os mesmos apresentam.

A ideia deste trabalho surgiu quando professores das disciplinas de matemática da Universidade Federal do Ceará observaram um grande número de reprovações e desistências em suas turmas. Segundo os professores, um dos fatores que pode ser o causador são as deficiências de formação em matemática desde o ensino médio, e, por isso, faltaria aos alunos a base para compreender os novos assuntos. Essa suspeita é reforçada por um estudo apresentado em 2016 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (OECD, 2016). Esse estudo revelou que, em 2015, 67.1% dos alunos brasileiros ainda estavam abaixo do nível 2 (os níveis são de 1 a 6) de proficiência em matemática, deixando o país em 58º lugar na escala do Programme for International Student Assessment (PISA)³, ficando na frente apenas de países como Jordânia, Catar, Colômbia, Peru e Indonésia na última posição. Sendo que somente 0,8% dos estudantes brasileiros alcançaram os últimos patamares.

1.1 Objetivos do Trabalho

Este trabalho objetiva apresentar o projeto de uma plataforma de ensino para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de matemática por alunos dentro e fora da sala de aula, buscando contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de matemática.

Como objetivos específicos para este trabalho, temos:

- a) Levantar os requisitos do sistema.
- b) Desenvolver os módulos com funções de administração do sistema.
- c) Desenvolver os módulos com funções que serão utilizadas pelos estudantes aplicando técnicas de Gamificação.
- d) Avaliar a qualidade de uso da *interface* da plataforma desenvolvida através da aplicação de testes de usabilidade e entrevistas com estudantes do ensino médio e universitários.

³ O PISA é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada a estudantes na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países e que visa melhorar as políticas e resultados educacionais.

1.2 Divisão do Trabalho

Fundamentando-se na problemática mencionada e tendo em vista o objeto de estudo, dividimos esta monografia em seis capítulos. No segundo capítulo, destacaremos os aspectos teóricos sobre ensino e aprendizagem, assim como as tradicionais metodologias de ensino e as apoiadas por computador. Abordaremos também conceitos de gamificação e os trabalhos que servem de referência para os conceitos e idéias utilizadas no trabalho aqui desenvolvido. No terceiro capítulo, discutiremos a concepção, construção e modelagem do sistema, apresentando o que o mesmo deve possuir e porquê. No quarto capítulo, apresentaremos as etapas e resultados adquiridos na avaliação da plataforma de ensino desenvolvida. No quinto capítulo, apresentaremos os resultados alcançados com o trabalho e no sexto capítulo nossa conclusão e sugestões de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda os seguintes temas: metodologias no ensino da matemática, conceito de ambientes virtuais de aprendizagem, o uso da gamificação aplicada em AVAs, e, por fim, o que está sendo desenvolvido por outros pesquisadores da área.

2.1 Metodologias no Ensino da Matemática

Ao longo da história, várias metodologias e abordagens matemáticas foram utilizadas visando a melhoria do ensino. Segundo Hammes (2003), algumas delas foram aula expositiva, resolução de problemas, modelagem matemática, e o uso de computadores. Nas seções a seguir, descreveremos cada uma delas.

2.1.1 *Aula expositiva*

Em uma aula expositiva, o professor comumente faz uma revisão da aula anterior, apresenta o novo conteúdo e passa aos alunos uma série de exercícios de fixação. Esse novo conteúdo é apresentado de forma oral ou escrita, sem levar em consideração o conhecimento prévio dos estudantes nem tempo para perguntas. Essa é, sem dúvida, uma das mais utilizadas e antigas metodologias existentes. Durante o século passado, aulas expositivas foram o único processo empregado em sala de aula pelos professores. Dessa forma, a aula expositiva pode ser considerada cansativa e desinteressante, já que o aluno não participa do processo de ensino (HAMMES, 2003). Por outro lado, é uma das mais econômicas, flexível e proporciona que professor e alunos fiquem frente a frente com o conteúdo, além de ser um dos meios mais rápidos para atingir os objetivos de transmissão de determinados conteúdos (MARCON, 2008). Para Alencar (1996), essa abordagem possui diversos problemas, a escola tradicional não somente está desatualizada para atender às necessidades crescentes da sociedade contemporânea, como também apresenta algumas características que inibem o desenvolvimento do potencial de criação dos alunos:

- Destaca-se a incompetência, a ignorância e a incapacidade do aluno, deixando de assinalar os talentos e habilidades de cada um;
- O ensino voltado para o passado, em que se enfatiza a reprodução e a memorização do conhecimento;
- Desconsidera-se a imaginação e a fantasia como dimensões importantes da

mente;

- Exercício de resposta única, em que se cultua o medo do erro e do fracasso;
- A obediência, dependência, passividade e conformismo são os traços mais cultivados;
- Descaso em cultivar uma visão otimista do futuro;
- As habilidades cognitivas são desenvolvidas de forma limitada;

Autores como Lopes e Veiga (1995), defendem que a aula expositiva “pode ser transformada em uma atividade dinâmica, participativa e estimuladora do pensamento crítico do aluno”. Uma alternativa descrita por Lopes e Veiga (1995) é transformar a aula expositiva em uma aula expositiva dialógica. Essa forma de aula expositiva utiliza o diálogo entre professor e aluno para estabelecer uma relação de intercâmbio de conhecimentos e experiências (LOPES; VEIGA, 1995). De acordo com Freire e Guimarães (1982), o ensino dialógico se contrapõe ao ensino autoritário, transformando a sala de aula em ambiente propício à reelaboração e produção de conhecimentos.

2.1.2 Resolução de problemas

A resolução de problemas deve ser entendida como uma oportunidade para o aluno obter novos conhecimentos e não apenas conhecimentos prontos que fazem parte da nossa história. Ela ajuda o aluno a desenvolver sua autonomia buscando as respostas para seus próprios questionamentos. FOSSA e MENDES (1998) ressaltam que esta metodologia visa o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, favorecendo a reflexão e o questionamento do aluno que aprende a pensar por si mesmo, levantando hipóteses, testando-as, tirando conclusões e até discutindo-as com os colegas.

Podemos distinguir, mais claramente, um problema de um exercício. “Um problema matemático é uma situação que demanda a realização de uma sequência de ações ou operações para obter um resultado. Ou seja, a solução não está disponível de início, mas é possível construí-la” (NACIONAIS, 1998, p. 4). Segundo (SILVEIRA, 2001 apud SOUSA, 2005, p.4), “um problema matemático é toda situação que requer a descoberta de informações matemáticas desconhecidas para a pessoa que tenta resolvê-lo e/ou a invenção de uma demonstração de um resultado matemático dado. O fundamental é que o resolvidor conheça o objetivo a chegar, mas só estará enfrentando um problema se ele ainda não tem os meios para atingir tal objetivo”.

Como exemplo de problemas, apresentamos a seguinte situação envolvendo uma equação do 2º grau: *Duzentas e quarenta figurinhas devem ser repartidas por um grupo de meninos, mas na hora de reparti-las 5 meninos não apareceram para pegar as suas figurinhas. Por causa disso, cada menino recebeu 8 figurinhas a mais. Quantos meninos receberam figurinhas?*

Para resolver este problema será necessário que o aluno traduza o enunciado para a linguagem matemática apropriada $\frac{240}{x} + 8 = \frac{240}{x-5}$, realizando manipulações algébricas para chegar à expressão $8x^2 - 40x - 1200 = 0$ (ou $x^2 - 5x - 150 = 0$). Após estes passos, o aluno poderá utilizar algum procedimento padronizado para a resolução, como por exemplo, a aplicação da fórmula de Bhaskara.

Soares e Pinto (2001) acreditam que a utilização da resolução de problemas na prática educativa da matemática é uma metodologia que deve merecer atenção por parte de todos professores. Pois é a partir deles que se pode envolver o aluno em situações da vida real, motivando-o para o desenvolvimento do modo de pensar matemático. Segundo eles, a resolução de um problema “exige uma certa dose de iniciativa e criatividade aliada ao conhecimento de algumas estratégias”. Um bom problema deve ser desafiador, mas possível de ser resolvido, real, interessante e que propicie várias estratégias de solução. Portanto, como se pode perceber, o número de variáveis envolvidas na resolução de problemas é grande, já que o ato de resolver não se relaciona apenas com o conhecimento em si. Outros fatores como a intuição, a criatividade, a perspicácia, a ansiedade, as frustrações etc, também interferem na atividade de resolver problemas, contribuindo para diferenciar as pessoas umas das outras (CONCEIÇÃO; GONÇALVES, 2003).

2.1.3 Modelagem Matemática

De acordo com Bassanezi (2002, p. 16), “[...] a modelagem consiste na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem do mundo real”. Bíembengut (1990) acredita que a Modelagem está ligada à noção de trabalho de projeto. Segundo o autor, trata-se em dividir os alunos em grupos, os quais devem eleger temas de interesse para serem investigados por meio da matemática, contando com o acompanhamento do professor. Nas metodologias anteriores, o processo de ensino é deflagrado pelo professor. Na Modelagem Matemática, o processo é compartilhado com o grupo de alunos, pois sua motivação advém do interesse pelo assunto.

A Modelagem Matemática é uma metodologia que busca proporcionar ao aluno uma visão prática do conhecimento teórico aprendido na sala de aula, através de problemas de ordem prática ou de natureza empírica (FOSSA; MENDES, 1998). Barbosa (2001) destaca alguns aspectos importantes a cerca dessa metodologia:

- Maior interesse do(s) grupo(s) - O fato de o grupo compartilhar o processo de ensino, isto é, escolher aquilo que gostaria de estudar, ter a oportunidade de se manifestar, de discutir e propor, desenvolve o interesse de cada grupo e dos grupos.
- Interação maior no processo de ensino e de aprendizagem - Para a aprendizagem, o procedimento gerado a partir do interesse do grupo ou dos grupos, parece resultar em ganho, pois o grupo ou os grupos de alunos trabalham com aquilo que gostam, aquilo que para eles apresenta significado, por isso tornam-se corresponsáveis pela aprendizagem.
- Demonstração de uma forma diferenciada de conceber a educação e, em consequência, a adoção de uma nova postura do professor.

Na medida em que alunos e professores “escolhem” um tema gerador e o professor propõe um determinado estudo, se possível com um apelo social, os alunos buscam levantar informações, organizá-las, elaborar estratégias de ação, estimar e verificar resultados obtidos, entre outras ações. Mesmo que o problema inicial tenha uma origem não matemática, o aluno vê obrigado a utilizar a lógica, fazer uso de ideias, conceitos do campo matemático para obter uma solução para o assunto pesquisado (SILVA, 2007). É importante ressaltar que é muito difícil executar essa metodologia na prática, pois exige uma maior capacidade do aluno de solucionar problemas, trabalhar em grupo, saber pesquisar, ser pontual na entrega das tarefas, ser criativo, cumprir as metas, entre outros motivos.

2.1.4 O Uso de Computadores

A aprendizagem mediada por computadores surgiu em 1960 na Universidade de Illinois com o projeto PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations)(BITZER *et al.*, 1961), que deu origem ao primeiro sistema de ensino assistido por computador, o qual permitia a criação e apresentação de materiais sobre gramática (passar um verbo para o passado, reescrever um substantivo no plural, etc.) com revisão automática. De acordo com Woolley (1994), PLATO apoiou inicialmente apenas uma única

sala de aula com 20 alunos, até que em 1972, o sistema migrou para uma nova geração de *mainframes* que acabaria por apoiar milhares de terminais gráficos distribuídos em todo o mundo. O principal fator motivador para a introdução do computador na educação, segundo Silva (2009), foi o surgimento no final do século XX de um conhecimento baseado em simulação, característico da cultura informática, o que fez com que o computador fosse visto como um recurso didático indispensável.

Os benefícios da utilização do computador como um instrumento de ensino e aprendizagem, de acordo com Almeida (2000, p.12), referem-se a sua utilização como “uma máquina que possibilita testar ideias ou hipóteses, que levam à criação de um mundo abstrato e simbólico, ao mesmo tempo em que permite introduzir diferentes formas de atuação e interação entre as pessoas”. Já a principal associação de professores de matemática dos Estados Unidos (NCTM), diz que “a tecnologia é essencial no ensino e na aprendizagem da Matemática” e “influencia a Matemática que é ensinada e melhora a aprendizagem dos alunos” permitindo que estes se concentrem “nas decisões a tomar, na reflexão, no raciocínio e na resolução de problemas”. (MELO, 2007, p.26).

Quando se fala no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como um mediador para o processo de ensino e aprendizagem, muitas vezes, acaba-se esquecendo do papel do professor nesse processo. Num mundo em que há uma grande variedade de formas de utilização das TIC para apoio a educação, cabe ao professor decidir como e quando utilizar essas tecnologias e quais são formas mais eficazes para sua utilização levando em consideração os conteúdos que serão ofertados. Para isso, o professor necessita mudar sua metodologia de ensino, e isso pode resultar em problemas, já que, assim como afirmam Bitner e Bitner (2002, p. 96):

“Adultos não mudam facilmente. Mudança de qualquer tipo traz medo, ansiedade e preocupação. A utilização da tecnologia como uma ferramenta de ensino e aprendizagem na sala de aula faz isso em um grau ainda maior, uma vez que envolve tanto mudanças nos procedimentos de sala de aula e o uso de tecnologias muitas vezes desconhecidas. Os responsáveis por pedir aos professores para usar a tecnologia no currículo devem estar cientes de que existem medos e preocupações.” (BITNER; BITNER, 2002, p. 96, Tradução Livre).

Os problemas com a inserção do computador na educação podem ser ainda maiores, tendo em vista que muito se cogita sobre seu uso no ensino ser a solução para muitos dos problemas da educação, sendo que muitos desses problemas não podem encontrar uma solução nas tecnologias digitais (SILVA, 2009). Um dos fatores que pode influenciar

negativamente no processo de aprendizagem mediada por computador é o domínio do computador pelo aluno, tendo em vista que sua rapidez de evolução assim como sua própria complexidade, torna essa tarefa muito difícil de ser alcançada.

2.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

O surgimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem deu-se logo após o surgimento da internet nos anos 90. Nessa mesma época, novas ferramentas e produtos foram desenvolvidas para explorar os benefícios que a rede mundial de computadores trouxe (O'LEARY; RAMSDEN, 2002).

Para Valentini e Soares (2010), um Ambiente Virtual de Aprendizagem é um espaço social, constituído de interações cognitivo-sociais sobre (ou em torno de) um objeto de conhecimento no qual as pessoas interagem, mediadas pela linguagem da hipermídia, visando o processo de ensino-aprendizagem.

Geralmente, os AVAs possuem algumas características que os distinguem de outros tipos de sistemas de softwares. Segundo O'Leary e Ramsden (2002), algumas dessas características são:

- a comunicação entre tutores e alunos - por exemplo, email, fórum de discussão e bata-papo virtual;
- a auto-avaliação e avaliação sumativa - por exemplo, avaliação de múltipla escolha com automatizada marcação e feedback imediato;
- entrega de recursos de aprendizagem e materiais - por exemplo, através do fornecimento de notas de aula e materiais, imagens e clips de vídeo;
- áreas do grupo de trabalho compartilhados - possibilita os usuários compartilharem arquivos e se comunicarem;
- suporte para estudantes - possibilita a comunicação entre os tutores e seus estudantes, fornecimentos de materiais didáticos e alguma forma de tirar as dúvidas dos alunos;
- gestão e acompanhamento dos estudantes - sistema de autenticação para permitir que apenas estudantes tenham acesso aos cursos;
- ferramentas para o estudante - por exemplo agendas e calendários eletrônicos;
- aparência consistente e personalizável - uma interface padrão de fácil utilização, permitindo personalização, mas com um modo de utilização básico.

Carvalho (2013) afirma que AVAs integram funcionalidades de comunicação e partilha de informações e isso permite aceder à aprendizagem de uma forma flexível; em qualquer espaço (*anywhere*) e em qualquer hora (*anytime*). O autor complementa que:

“Um AVA deve, por um lado, enfatizar a aprendizagem através da integração de ferramentas interativas e comunicativas, da partilha de conteúdos multimédia, do alojamento de trabalhos e projetos, da integração de ferramentas de aprendizagem colaborativa, e por outro, deve proporcionar estratégias que potenciem a participação ativa e significativa dos alunos, abranger possibilidades didáticas de aprendizagem individual e em grupo, criar novos acessos a websites como forma de enriquecer o conhecimento, possuir ferramentas de controlo de acesso e registo de utilizadores e de gestão de grupos de trabalho” (CARVALHO, 2013, p. 41).

Muito se discute sobre as vantagens e desvantagens da utilização de AVAs na Educação a Distância (EAD). Entre as vantagens, destacam-se a acessibilidade a fontes inesgotáveis de assuntos para pesquisas, páginas educacionais específicas para a pesquisa escolar, comunicação e interação com outras escolas, estímulo para pesquisas a partir de temas previamente definidos ou a partir da curiosidade dos próprios alunos, estímulo ao raciocínio lógico, troca de experiências entre professores/professores, aluno/aluno e professor/aluno, dentre outras TAJRA (2001). Entre as desvantagens, citam-se a incapacidade dos estudantes de auto-agendar e regular o desempenho. Estudantes que carecem de motivação e auto-disciplina tipicamente lutam mais em um AVA do que em uma sala de aula tradicional. Não há professores e colegas em posição de oferecer lembretes regulares sobre tarefas, projetos e testes. A interação limitada do tutor e o isolamento de um grupo de aprendizagem são também desvantagens. Os tutores normalmente tentam se comunicar através de e-mail ou pelas ferramentas do AVA. No entanto, é mais difícil garantir uma escuta adequada e compreensão a distância. Além disso, leva mais tempo para interação e feedback através de ferramentas virtuais do que face-a-face. O isolamento social pode ser desafiador para os alunos que desenvolvem a interação diária com os colegas e o conforto informal que vem com um ambiente de sala de aula tradicional.

2.3 Gamificação

Ao longo da história, buscamos metodologias inovadoras para auxiliar a educação. Uma das metodologias que mais diferem do tradicional método de ensino é a utilização de jogos para o ensino e aprendizagem.

Surgiu em 2002, por meio de Nick Pelling, programador de computadores e inventor britânico, o termo Gamificação. Fardo (2013) define a Gamificação como o emprego de conceitos e técnicas criadas e utilizadas em jogos para auxiliar na educação. Alguns exemplos são:

- Sistema de Pontos: são abertos, diretos e motivacionais, permitindo a utilização de vários tipos diferentes de pontuação, de acordo com o objetivo proposto.
- Medalhas e Conquistas: tratam-se de uma representação visual de alguma realização/conquista do usuário no sistema. Os usuários querem receber medalhas dentro de um ambiente por diversos motivos, para muitos, o objetivo é a experiência agradável de receber a medalha ou por “coleccionar” medalhas.
- Desafios e Missões: são os elementos que orientam os usuários sobre as atividades que devem ser realizadas dentro de um sistema. É importante que existam desafios para os usuários completarem, pois isso fará com que exista algo interessante para ele realizar enquanto interage com o sistema.
- Níveis: indicam o progresso do usuário dentro do sistema.
- Rankings: seu propósito principal é a comparação entre os jogadores/usuários envolvidos.
- Personalização: permite o usuário transformar e personalizar itens que compõem o sistema de acordo com seu gosto, promovendo motivação, engajamento, sentimento de posse e controle sobre o sistema.

Para Halliwell (2013), o objetivo da Gamificação não é transformar tudo em um jogo, mas sim, encontrar a diversão, encontrar os aspectos ‘jogáveis’ de um problema, quaisquer que sejam, e usá-los para criar um ambiente que mova as pessoas um pouco mais em direção a um objetivo que tenham criado. Um exemplo bem interessante do uso de gamificação é o Duolingo¹ (AHN, 2013), uma plataforma online de aprendizagem em línguas que trabalha com o conceito de conhecimento coletivo e voluntário. No Duolingo, usuários podem ganhar pontos com as respostas corretas e lições completadas, assim como perder pontos a cada resposta incorreta. O mesmo ainda atribui status de reconhecimento de acordo o conhecimento obtido durante o jogo. Veja mais na subseção 2.4.0.3.

¹ O Duolingo é uma plataforma para ensino de idiomas gratuito, disponível em <www.duolingo.com>

A Gamificação ainda é muito nova e possui potencialidades de aplicação em diversas áreas, pois a linguagem e metodologia dos *games* são bastante populares, eficazes na resolução de problemas e aceitas naturalmente pelas atuais gerações que cresceram interagindo com esse tipo de entretenimento. Dessa forma, a gamificação se justifica a partir de uma perspectiva sociocultural (FARDO, 2013). Por ser um fenômeno emergente, existem poucos relatos de sua utilização em processos educacionais, devido ao fato de que os educadores precisam dominar bem essa linguagem para serem capacitados para aplicar em seus projetos (FARDO, 2013). Por isso, aplicá-la na educação pode impactar de forma inesperada os processos de ensino e aprendizagem. Além de haver um risco de ser empregada de forma incorreta e equivocada, reforçando ainda mais os problemas enfrentados no ensino tradicional, como por exemplo, uma valorização maior na nota obtida do que na própria aprendizagem. Fardo (2013) explica que isso pode acontecer se, ao aplicarmos a gamificação, utilizarmos apenas as mecânicas mais básicas dos games e com isso construirmos somente um sistema mais complexo de pontuação, por exemplo.

2.4 Trabalhos Relacionados

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem vêm sendo utilizados na educação, principalmente como uma ferramenta mais dinâmica, se comparados às metodologias de ensino tradicionais, e são de grande potencial na área da educação. Existem diversas pesquisas voltadas a aplicação de AVAs para apoiar o processo de ensino-aprendizagem e, em especial, a Matemática se destaca entre elas.

2.4.0.1 *The one world schoolhouse: Education reimagined*

Em um trabalho iniciado em 2006, Khan (2012) fundou a chamada Khan Academy², organização educacional que tem por objetivo oferecer exercícios, vídeos de instrução e um painel de aprendizado personalizado que habilita os estudantes a aprender no seu próprio ritmo dentro e fora da sala de aula. Em sua plataforma, são abordados assuntos como matemática, ciência, programação de computadores, história, história da arte e economia, entre outros (KHAN, 2012).

No ambiente, o desempenho do estudante é representado por medalhas. De acordo com o site da organização, medalhas e insignias estimulam o aprendizado de maneira

² Plataforma de aprendizagem disponível em: <www.khanacademy.org>

lúdica. As estatísticas mostram o quanto de trabalho o estudante está fazendo a cada dia, o quanto o estudante está focado em áreas de habilidades e tópicos e as habilidades que o estudante concluiu. Com os relatórios gerados pela plataforma, o tutor pode acompanhar todos os passos do estudante.

Durante uma conferência TED³ em 2011, denominada *Salman Khan: Let's Use Video to Reinvent Education* (KHAN, 2011), Khan fala sobre o funcionamento da plataforma e também do provável motivo do seu sucesso. Segundo Khan (2011), o diferencial da plataforma está em dois pontos importantes, a aprendizagem auto-ritmada e nos dados fornecidos aos tutores sobre o aprendizado de seus estudantes.

Em relação a aprendizagem auto-ritmada, Khan afirma que:

“Então quando fala-se em aprendizagem auto-ritmada, isso faz sentido para todo mundo – na chamada aprendizagem diferenciada – mas é meio maluco quando você vê isso na sala de aula. Porque toda vez que fizemos isso, em cada sala de aula que fizemos, repetidas vezes, depois de cinco dias nisso, há um grupo de garotos que está adiantado e há outro grupo de garotos um pouco atrás. E num modelo tradicional, se você fizesse uma avaliação pontual, diria: “Esses são garotos inteligentes, aqueles são garotos lerdos. Talvez eles devessem ser acompanhados de forma diferente. Talvez devêssemos coloca-los em salas diferentes.” Mas quando você deixa cada aluno trabalhar em seu próprio ritmo – e vemos isso repetidas vezes – você vê alunos que tomam um tempo extra em um conceito ou outro, mas uma vez que adquirem esse conceito, eles apenas vão adiante. E assim os mesmos garotos que você pensava que eram lerdos semanas atrás, agora você pensa que são inteligentes. E vemos isso repetidas vezes. E isso faz você se perguntar quantos estereótipos que talvez vários de nós recebemos eram apenas devido a uma coincidência de tempo” (KHAN, 2011, 13:29, Tradução Livre).

Khan (2011) também fala sobre a importância dos dados fornecidos pelos tutores:

“[...]. Nosso paradigma é armar os professores com a maior quantidade de dados possível – dados que, em quase qualquer outro campo, são esperados, se você trabalha com finanças ou propaganda ou fabricação. E assim os professores podem realmente diagnosticar o que está errado com os alunos de maneira que podem fazer suas interações mais produtivas possível. Agora os professores sabem exatamente o que os alunos têm feito, quanto tempo eles gastam todo dia, a quais vídeos assistiram, quando pausaram os vídeos, o que fez que parassem de ver, quais exercícios estavam fazendo, no que eles estavam se focando? [...]” (KHAN, 2011, 12:26, Tradução Livre).

O trabalho de Khan (2012), assim como o apresentado nesta monografia, apresenta o uso de um AVA para auxiliar na educação. Dessa forma, esse trabalho servirá

³ É uma série de conferências realizadas na Europa, Ásia e Américas pela fundação Sapling com o objetivo de disseminar ideias que podem mudar o mundo.

como referência para abordar o uso da aprendizagem auto-ritmada na educação matemática, assim como para definir as informações que deverão ser apresentadas aos tutores sobre a evolução da aprendizagem de seus estudantes na plataforma fruto deste trabalho. Contudo, os vídeos que fizeram da Khan Academy tão popular não farão parte desse trabalho.

O aspecto mais importante a se considerar aqui está na forma como as duas plataformas lidam com Obstáculos Epistemológicos. Segundo Bachelard (1996), durante o ato do conhecimento, ocorrem “lentidões e conflitos” que levam o estudante a parar diante do problema. A esta “inércia” é que foi relacionado o conceito. Na metodologia criada por Khan (2012), quando a plataforma é aplicada dentro da sala de aula, o professor pode identificar através da ferramenta, os estudantes que estão com esses obstáculos e o mesmo pode intervir para ajudar esses estudantes a superar essa barreira. No trabalho apresentado aqui, essa barreira será superada quando o sistema, ao identificar o obstáculo enfrentado, indicar ao estudante a existência desse obstáculo e o(s) conteúdo(s) que ele possui deficiência (causador(es) da barreira) para ele assim poder pausar o conteúdo que está estudando e voltar a estudar o(s) conteúdo(s) mais básicos que o sistema indicar. Por esse método o estudante, ao enfrentar um obstáculo na aprendizagem, saberá quais os conteúdos estudados anteriormente foram os causadores desse obstáculo e poderá, dessa forma, focar seus estudos nesses conteúdos para superar essa barreira.

2.4.0.2 ActiveMath: A generic and adaptive web-based learning environment

O projeto ActiveMath visa apoiar a aprendizagem verdadeiramente interativa, exploratória, e assume que o estudante deve ser responsável por seu aprendizado. Portanto, uma relativa liberdade para navegar através de um curso e para as escolhas de aprendizagem lhes é dada e, por padrão, o modelo de usuário é inspecionável e modificável (MELIS *et al.*, 2001). Melis *et al.* (2001) afirmam que a maioria dos sistemas tutores inteligentes não contam com uma escolha de adaptação de conteúdos e isso, segundo Melis *et al.* (2001), pode influenciar quando o público-alvo for alunos de faculdades e universidades, já que, diferentemente das escolas de ensino fundamental, um mesmo assunto é ensinado de forma diferente para diferentes grupos de utilizadores e em contextos diferentes (MELIS *et al.*, 2001).

Para conseguir um ambiente dinâmico de aprendizagem, ActiveMath utiliza regras pedagógicas que definem em quais momentos determinadas funcionalidades do

sistema estarão disponíveis, em que ordem os conteúdos serão apresentados para os alunos e como os mesmos deverão ser apresentados. O trabalho referido, assim como o desenvolvido por Khan (2012) descrito anteriormente, descreve a criação de um AVA, o mesmo utiliza também técnicas que permitem a geração dinâmica de cursos para os alunos.

O trabalho desenvolvido por Melis *et al.* (2001) apresenta um subsistema de exercícios que suporta diagnósticos de erros e equívocos dos estudantes, que gera estratégias tutoriais configuráveis para o *feedback*. Em nosso trabalho, quando o ambiente diagnosticar erros e equívocos frequentes cometidos pelos estudantes relacionados a um conteúdo estudado anteriormente, o sistema alertará ao estudante sobre uma possível deficiência que ele possua e o orientará a voltar a estudar o conteúdo indicado.

2.4.0.3 *Duolingo: Learn a Language for Free while Helping to Translate the Web*

Nesse trabalho desenvolvido por Ahn (2013), é apresentado o Duolingo, uma plataforma de ensino de idiomas e tradução automática de documentos. O ambiente funciona de maneira que os usuários progridam nas lições ao mesmo tempo que traduzem conteúdo real da internet.

O método utilizado pela plataforma se caracteriza pela lições fragmentadas, pelas quais os alunos, através do método de repetição, fixam o conteúdo da língua estudada. À medida que o usuário avança, ele progride em uma árvore de habilidades que o leva gradativamente ao fim do curso, enquanto oferece a opção de voltar atrás para refazer lições antigas que já poderiam ter sido esquecidas. Um estudo realizado na Universidade da Cidade de Nova York (VESSELINOV; GREGO, 2012) disse que 34 horas gastas no Duolingo igualou-se a um semestre de um curso de línguas.

Uma das características mais marcantes dessa plataforma é quantidade de técnicas de Gamificação empregadas. Possui sistema de pontuação, níveis, rankings, missões, medalhas, personalização, entre outras. Assim como a plataforma desenvolvida por Ahn (2013), o ambiente que desenvolveremos também contará com técnicas de Gamificação que serão utilizadas para melhorar a experiência do usuário, assim como para motivar esses usuários durante sua utilização do sistema.

2.4.0.4 Resolução de problemas em ambientes virtuais de aprendizagem num curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância

O trabalho desenvolvido por Dutra (2011), trata da utilização da metodologia de Resolução de Problemas (apresentada na subseção 2.1.2) em um AVA com o objetivo de investigar as contribuições que essa junção pode trazer para um curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Para isso, o ambiente desenvolvido por Dutra (2011) utiliza de fóruns semanais para discussão e resolução dos problemas, além de chats, utilizados ao final de algumas atividades, e um questionário final a ser respondido pelos alunos na última semana de aula.

Essa metodologia, segundo Dutra (2011), funciona através dos seguintes passos:

1. A atividade é postada na Plataforma Moodle⁴ no início da semana, pela manhã (segunda-feira). Assim, as atividades são distribuídas aos alunos para que possam ler, interpretar e entender o problema.
2. Os alunos passam a semana postando suas resoluções dos problemas e discutindo-as no fórum com os colegas, por meio da Plataforma Moodle.
3. A pesquisadora observa, incentiva e participa do processo de discussão, ajuda nos problemas secundários, dando *feedback* das resoluções postadas, respondendo e fazendo perguntas, tirando dúvidas, acompanhando de perto as discussões entre os alunos no fórum.
4. As impressões dos alunos sobre os problemas, no início da semana seguinte, e a formalização dos resultados são apresentadas nos chats semanais. Trata-se de uma plenária virtual para discutir os problemas, finalizando-a com uma solução aceita por todos.
5. Uma resolução é postada na Plataforma Moodle, para todos os pesquisados, observando os conteúdos apresentados nos problemas.

O trabalho apresentado aqui, assim como o desenvolvido por Dutra (2011), utiliza a Metodologia de Resolução de Problemas para auxiliar no ensino de matemática. Uma outra característica que as duas metodologias têm em comum é o uso de fóruns de

⁴ “A palavra Moodle referia-se originalmente ao acrônimo: ‘Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment’(...). Em inglês a palavra Moodle é também um verbo que descreve a ação que, com frequência, conduz a resultados criativos, de deambular com preguiça, enquanto se faz com gosto o que for aparecendo para fazer”. O Moodle deu o nome a uma plataforma de e-learning, de utilização livre e código fonte aberto, pela mão de Martin Dougiamas (ALVES *et al.*, 2009).

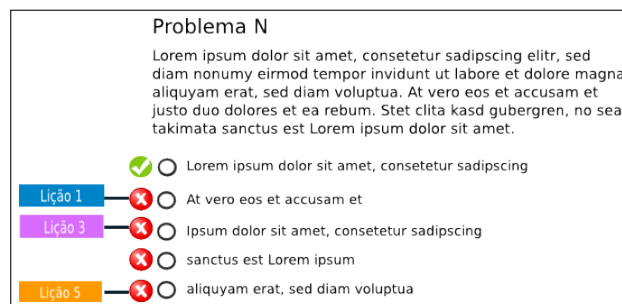
discussão como ferramenta que propicia uma construção coletiva de conhecimento, através do compartilhamento do conhecimento.

2.5 Considerações finais do capítulo

A plataforma que desenvolveremos faz uso da metodologia de resolução de problemas, possibilitando o aluno adquirir novos conhecimentos além daqueles estudados no momento. Por se tratar de um AVA, o mesmo possibilitará ao aluno uma maior interação com o professor e outros alunos, além da possibilidade de uma aprendizagem auto-ritmada. A aplicação da Gamificação no sistema, servirá para desenvolver engajamento, participação, e comprometimento entre os usuários do sistema.

Uma característica importante em nossa plataforma que a diferencia das demais citadas até momento, é a forma com ela lidará com as deficiências de aprendizado que os alunos venham a enfrentar ao longo de seus estudos. Pode ser possível, a partir de um item respondido incorretamente de um problema, identificar a deficiência do estudante. Por isso, é fundamental que no momento que o assistente estiver adicionando os itens do problema, ele possa escolher, para cada item incorreto, uma ou várias lições, indicando-lhes como supostas deficiências do estudante caso ele marque determinados itens. Na Figura 1, ilustramos a estrutura dos problemas que são utilizados no ambiente. No problema ilustrado, apenas o primeiro item é correto, os demais são incorretos. Os incorretos podem, ou não, indicar as deficiências que o aluno possua caso este conclua sua resposta marcando este determinado item. A medida que os erros do aluno forem se acumulando, pode ocorrer que os itens marcados incorretamente em suas respostas, indiquem deficiências que este aluno venha a ter.

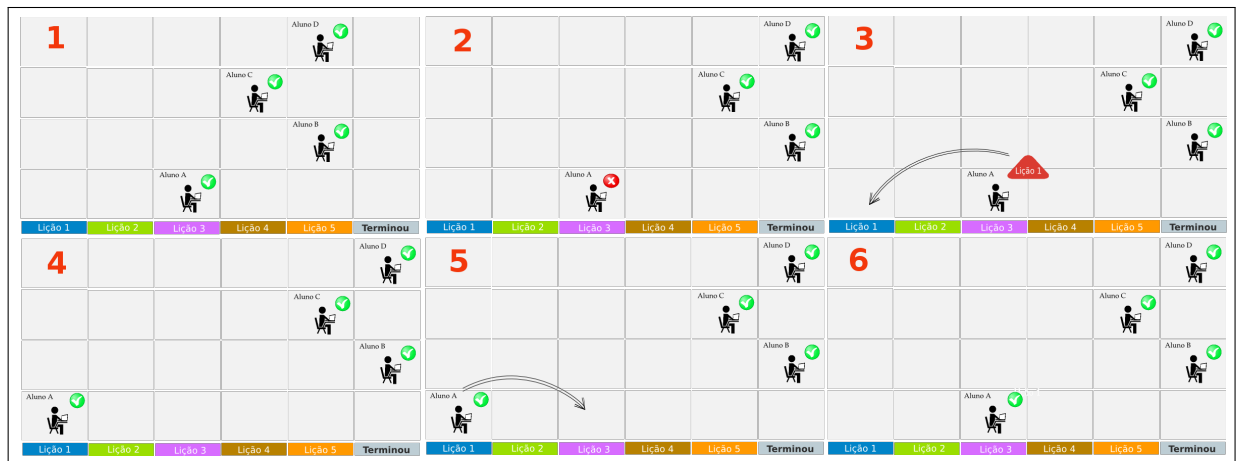
Figura 1 – Estrutura do Problema



Fonte – Do próprio autor.

Na Figura 2, ilustramos o nosso modelo de aprendizagem. Nesse modelo, cada conteúdo é fragmentado em lições, e durante o aprendizado dessas lições, pode ocorrer de alguns alunos ficarem para trás (Cena 1). Destes que ficaram para trás, alguns podem vir a enfrentar obstáculos e não conseguem avançar para as próximas lições (Cena 2). Ao identificar isso, o sistema poderá identificar as lições que estes alunos possuem deficiência e lhe sugira voltar para refazer essas lições antes de continuar (Cena 3). Após o aluno refazer a provável lição em que possui deficiência (Cena 4), este já estará hábito a superar o obstáculo e continuar com seu aprendizado (Cenas 5 e 6).

Figura 2 – Exemplo de um possível percurso no ambiente



Fonte – Do próprio autor.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos definem as principais etapas realizadas para o desenvolvimento deste trabalho, incluindo as pesquisas, o desenvolvimento e avaliação do *software*. Nas seções a seguir, descrevemos essas etapas.

3.1 Definição do Processo

Processos de *software* são utilizados pelos engenheiros de *software* para controlar e coordenar projetos de desenvolvimento de *softwares* reais (TALMA, 2006). Pádua (2003) descreve um processo como um conjunto de passos parcialmente ordenados, constituídos por atividades, métodos, práticas e transformações, usados para atingir uma meta. Desta forma, um modelo de processo de *software* é uma descrição simplificada de um processo, sendo também uma representação abstrata do mesmo para explicar as diferentes abordagens de desenvolvimento (SOMMERVILLE *et al.*, 2003). Tais processos de *software* são complexos e dependem do julgamento humano como em qualquer processo intelectual. Sendo assim, não existe um processo de *software* ideal, todos são desenvolvidos de maneiras diferentes por cada organização (SOMMERVILLE *et al.*, 2003).

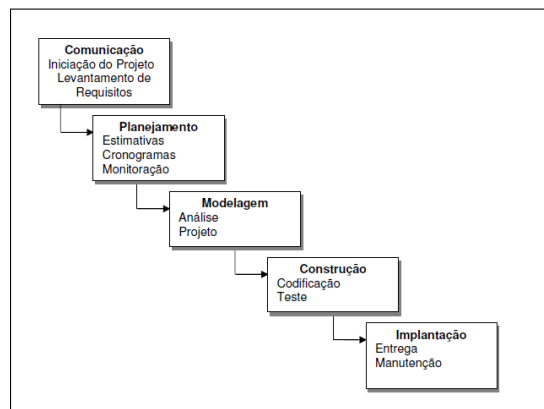
O processo de *software* utilizado para desenvolver o sistema foi baseado no modelo cascata, também chamado de ciclo de vida clássico, proposto por Royce em 1970. Neste modelo, as fases são sistematicamente seguidas de maneira sequencial (PRESSMAN, 2006). O modelo inicia com a fase de especificação de requisitos, passando pelo planejamento, modelagem, construção e implantação, finalizando na manutenção progressiva do *software*, como apresentamos na Figura 3.

As vantagens desse modelo se devem ao fato de que só se avança para a tarefa seguinte quando o cliente valida e aceita os produtos finais da tarefa atual, facilitando assim a compreensão adquirida ao longo do projeto, além de facilitar o processo de criação da documentação para o sistema (PRESSMAN, 2006). Já as principais desvantagens, segundo Pressman (2006), se devem ao fato de que os projetos reais raramente seguem o fluxo sequencial ao qual o modelo propõe. Este modelo exige ainda que todos os requisitos sejam estabelecidos na fase inicial, fato que geralmente é difícil tanto para o cliente quanto para o desenvolvedor, pois os requisitos geralmente estão em constante mudança. Outro grande problema com esse modelo é que o cliente só recebe uma versão executável do

sistema no final de todo o processo de desenvolvimento, o que não agrada a muitos clientes.

Levando em consideração as vantagens e desvantagens antes citadas, esse modelo foi escolhido como base para o processo por facilitar o desenvolvimento de uma documentação mais detalhada e principalmente pela equipe de desenvolvimento ser formada por uma única pessoa, o autor deste trabalho, impossibilitando a divisão de tarefas característica de metodologias ágeis ¹.

Figura 3 – Ciclo Cascata



Fonte – Pressman (2006)

Dividimos o processo em nove atividades. A seguir, descreveremos brevemente cada uma delas:

1. **Início do Projeto:** nessa atividade identificamos os objetivos do projeto e suas restrições.
2. **Requisitos:** nessa atividade realizamos o levantamento e análise dos requisitos, sua documentação, verificação e validação, além de um estudo para saber através dos requisitos se o projeto é viável.
3. **Projeto:** nessa atividade desenvolvemos o projeto da arquitetura do sistema, o planejamento dos módulos, o projeto da interface gráfica com o usuário e como serão persistidos as entidades do sistema.
4. **Implementação:** nessa atividade escolhemos primeiramente um módulo do sistema para implementar, em seguida planejamos como ocorrerá a implementação desse módulo, implementamos o módulo, e por último

¹ Metodologias de desenvolvimento de software que tem enfoque nas pessoas e não em processos ou algoritmos, além de uma preocupação menor em documentação e maior em implementação (SOARES, 2004).

realizamos a integração de módulo ao resto do sistema. Esse ciclo é repetido até que todos os módulos estejam desenvolvidos.

5. **Testes:** durante essa atividade realizaremos o planejamento dos testes para o sistema, em seguida executaremos os testes para cada módulo do sistema e para o sistema como um todo, e por último iremos gerar um relatório com os resultados dos testes.
6. **Implantação:** após o sistema desenvolvido e devidamente testado, ele segue para a implantação, em que prepararemos a plataforma onde o sistema será executado e realizaremos a implantação. Após a implantação, realizaremos testes de aceitação e a criação de um manual para o sistema.
7. **Gerenciamento do Projeto:** essa atividade ocorre durante todo o desenvolvimento do sistema e tem por objetivo permitir que o projeto consiga ser concluído dentro do prazo e da qualidade desejada.
8. **Avaliação do Processo:** essa atividade é executada durante todo o desenvolvimento do projeto e permite que o processo utilizado seja constantemente avaliado e adaptado conforme segue o desenvolvimento do projeto.
9. **Encerramento do Projeto:** nessa última atividade será realizado apenas uma reunião em que será oficializado o final do projeto.

O processo desenvolvido está disponível em <www.askmath.quixada.ufc.br/static/process/>.

3.2 Levantamento e Análise de Requisitos

O Levantamento e Análise de Requisitos é a fase do desenvolvimento de um *software* em que o analista verifica junto ao usuário quais as necessidades, condições e princípios que o *software* deverá atender (MATUDA; BEGOSSO, 2013). Essa fase possibilitou conhecer e estudar as necessidades do cliente, assim como as restrições que o software estará sujeito.

Para realizar a coleta dos requisitos, optamos por utilizar entrevistas com o cliente, que no caso foi um dos professores de matemática da Universidade Federal do Ceará (UFC). Nessas entrevistas, que se caracterizaram como semi-estruturadas ², foi

² Pois foram guiadas por um roteiro previamente elaborado e composto por questões abertas (BELEI *et al.*, 2008)

possível obter os requisitos do sistema, assim como o público-alvo a quem o sistema atenderá. Essa técnica foi utilizada porque permitia uma organização flexível e ampliação dos questionamentos à medida que as informações foram sendo fornecidas pelo cliente (FUJISAWA, 2000).

A plataforma atenderá quatro tipos de usuários que formaram seu público-alvo, serão administradores, professores, assistentes, e estudantes. Os administradores serão responsáveis por cadastrar novos professores, assim como realizar a manutenção do sistema. Os professores serão responsáveis por definir as disciplinas e lições que farão parte do sistema. Após as disciplinas e lições serem definidas pelos professores, os assistentes serão responsáveis por manter³ os problemas de cada lição. Os estudantes resolverão os problemas desenvolvidos pelos assistentes e poderão postar dúvidas sobre qualquer conteúdo no fórum de discussões. Quando a plataforma for aplicado em sala de aula, os professores serão ainda responsáveis por gerenciar suas turmas e acompanhar o andamento do progresso de cada um de seus estudantes. Já os assistentes, serão responsáveis por tirar dúvidas dos estudantes no fórum de discussões.

Para uma melhor compreensão do público-alvo, foram criadas Personas (PRUITT; GRUDIN, 2003), personagens fictícios usados para caracterizar os papéis dos diferentes usuários do sistema (GUERRA, 2010). Cada Persona criada possui um nome, hábitos, histórias pessoais, motivações, objetivos, entre outras (ver Apêndice A). A escolha dessa técnica deu-se pelo fato de que ela permite ao desenvolvedor saber mais precisamente para quem ele deveria construir o sistema, além de permitir uma distinção maior do público-alvo e, dessa forma, aprofundar-se nos interesses individuais de cada um.

Apresentaremos a seguir, os principais requisitos levantados durante essa etapa:

- Hierarquia dos Conteúdos: no sistema, deverão existir disciplinas. Cada disciplina deverá possuir lições e cada lição será formada por problemas. Os professores poderão cadastrar várias disciplinas e lições, já os assistentes ficarão responsáveis por adicionar os problemas nas lições. Quando o estudante entrar no sistema, ele poderá ver somente as lições de uma disciplina por vez, podendo alternar entre disciplinas. Para um estudante começar a responder os problemas, ele deverá escolher inicialmente a disciplina e em seguida a lição.

³ Adicionar, editar e excluir os problemas.

- Estrutura do Problema: cada problema possuirá uma descrição e vários itens. Os problemas serão somente de múltipla escolha e poderão possuir no mínimo dois e no máximo cinco itens. A quantidade de itens em cada problema ficará a critério do assistente que adicionará o problema ao sistema.
- Saltar Problemas: o sistema deverá permitir ao aluno saltar problemas e rever os saltos realizados com algumas restrições na quantidade de saltos..
- Pedir Ajuda: para todo problema, o estudante poderá consultar conteúdo de ajuda. No momento em que o assistente estiver adicionando o problema, ele poderá ou não adicionar um texto de ajuda para o estudante, isso fica a critério dele. Quando o estudante estiver resolvendo os problemas, ele terá um botão que, quando acionado, mostrará o texto de ajuda. O sistema deverá salvar a quantidade de vezes que o estudante pedir ajuda e em quais problemas.
- Fórum: o sistema deverá possuir um fórum onde os estudantes possam postar suas dúvidas para que professores, assistentes e outro participantes possam lhes ajudar com o problema. Esse fórum, deve possuir tópicos, comentários para os tópicos, e os comentários devem oferecer a opção de se comentar com imagens.

Após o levantamento dos requisitos, foi realizada a análise dos mesmos. Nessa análise, os requisitos foram agrupados em categorias. As categorias utilizadas são descritas por Sommerville *et al.* (2003) como:

- Requisitos Funcionais – especificam ações que um sistema deve ser capaz de executar, sem levar em consideração restrições físicas. Os requisitos funcionais especificam, portanto, o comportamento de entrada e saída de um sistema.
- Requisitos Não Funcionais – descrevem apenas atributos do sistema ou atributos do ambiente do sistema, como segurança, desempenho, usabilidade e confiabilidade.
- Requisitos de Domínio – são os requisitos do domínio da aplicação do sistema e que refletem características desse domínio.

Após esse agrupamento, os requisitos funcionais foram representados em Casos de Uso (JACOBSON, 1992). Um caso de uso identifica os agentes envolvidos em uma inte-

ração e especifica o tipo de interação utilizando anotações sugeridas pela Unified Modeling Language (UML) Sommerville *et al.* (2003). Em seguida, foi realizada a documentação dos requisitos (ver Apêndice B).

No final dessa etapa, ocorreu a Validação dos Requisitos junto ao cliente. A Validação dos Requisitos é definida como o processo que certifica que o modelo de requisitos gerado esteja consistente com as necessidades e intenções de clientes e usuários (PAIM, 2003). Essa etapa permitiu que os requisitos coletados e documentados estivesse de acordo com o que o cliente solicitou.

3.3 Projeto do Sistema

O Projeto de Software é a atividade de engenharia cujo foco é definir “como” os requisitos estabelecidos no projeto devem ser implementados no software (PRESSMAN, 2006). O objetivo da atividade de projetar é gerar um modelo ou representação que apresente solidez, comodidade e deleite (PRESSMAN, 2006). Nesta fase, definimos como será aplicado o conhecimento obtido na pesquisa bibliográfica para se desenvolver o sistema. Para isto, definimos a arquitetura de software e as ferramentas que serão utilizadas durante o desenvolvimento do sistema. Nas seções a seguir, descrevemos um pouco sobre cada um.

3.3.1 Arquitetura

Por arquitetura de software, entende-se a estrutura ou a organização de componentes de módulos, a maneira através da qual esses componentes interagem e a estrutura de dados que será usada pelos componentes (PRESSMAN, 2006).

A arquitetura utilizada baseia-se na arquitetura Cliente-Servidor (DAVID *et al.*, 2013), em que o processamento é dividido em processos distintos. Um processo é responsável pela manutenção da informação (servidor) e os outros são responsáveis pela captação de dados (clientes). Nessa arquitetura, os clientes enviam pedidos para o servidor, e este por sua vez processa estes dados e envia as respostas dos pedidos aos clientes.

Este modelo de arquitetura facilitará na manutenção do sistema, tendo em vista que toda atualização só necessitará ser realizada no servidor e automaticamente a mesma se propagará para todos os clientes. Com todos os recursos centralizados no servidor, podemos também ter um maior ganho com segurança, já que podemos centralizar

os nossos esforços para manter a segurança das informações em apenas um único ponto, além de possibilitar que apenas cliente credenciados possam acessar e/ou alterar essas informações. Uma das outras grandes vantagens que temos ao utilizar esse modelo, é que, à medida que a quantidade de clientes aumentar, será possível suprir esses clientes sem necessitar realizar nenhuma modificação essencial.

Para uma visualização mais detalhada da arquitetura de *software* definida, ver o Apêndice C.

3.3.2 Ferramentas

A análise do sistema foi feita com o auxílio da ferramenta de criação de diagramas Astah (ASTAH, 2016). A implementação com a linguagem Python (VANROSSUM; DRAKE, 2010), o sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL (MOMJIAN, 2001) e a camada de aplicação utilizará o framework Django (DJANGO, 2016). O módulo Rosseta (ROSETTA, 2016) será empregado para permitir a internacionalização do sistema.

A seguir, apresentaremos a lista das ferramentas e das tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do projeto:

- a) **Astah**: para a modelagem baseada em UML do sistema.
- b) **Python**: linguagem de programação para implementação do sistema.
- c) **Django**: framework web responsável pela camada de aplicação.
- d) **Rosetta**: aplicação desenvolvida em Django que facilitará a tradução do projeto para diversas línguas.
- e) **PostgreSQL**: como banco de dados para armazenamento e consulta de informações.
- f) **Metro UI CSS**: framework que faz uso de HTML, Cascading Style Sheet (CSS) e Javascript para criação do front-end do sistema.
- g) **MathJax**: é uma engine⁴ de código aberto desenvolvido em javascript na forma de um plugin para incluir equações matemáticas em todos os navegadores, esse plugin aceita expressões em MathML e Latex.

Algumas dessas ferramentas foram selecionadas por se tratarem de ferramentas *Open Source*, ou seja, que seu código-fonte pode ser alterado para diferentes fins, possi-

⁴ Uma biblioteca ou pacote de funcionalidades que são utilizadas para facilitar o desenvolvimento de alguma tecnologia.

bilitando assim que qualquer um consulte, examine ou as modifique, e outras por serem ferramentas que possibilitam um rápido desenvolvimento.

No final dessa etapa, foi gerado o Plano de Projeto, documento que guiou o desenvolvedor durante todo o processo de desenvolvimento.

3.4 Implementação do Sistema

A implementação envolve as atividades de codificação, compilação e integração. A codificação visa traduzir o design num programa, utilizando linguagens e ferramentas adequadas. A codificação deve refletir a estrutura e o comportamento descrito no projeto. Os componentes arquiteturais devem ser codificados de forma independente e depois integrados (AGUIAR, 2012).

O ambiente de desenvolvimento que está sendo utilizado para desenvolver o sistema consiste em:

- a) **Sistema Operacional:** Ubuntu 14.04 LTS;
- b) **Interpretador:** Python 2.7.6;
- c) **Banco de Dados:** PostgreSQL 9.3.13;
- d) **Framework de back-end:** Django 1.7.11;
- e) **Framework de front-end:** Metro UI CSS 3.0.15;

Para permitir uma maior independência desse ambiente com a maquina em que estamos desenvolvendo o sistema, decidimos criar um ambiente de desenvolvimento com o auxilio da ferramenta Virtualenv 15.0.2. O Virtualenv permite isolar o ambiente de desenvolvimento de um determinado projeto para garantir que um pacote instalado não interfira nos demais projetos que rodam na maquina, além de possibilitar saber facilmente a versão de todos os pacotes e componentes que estão sendo utilizados para desenvolver o sistema. Essa informação é importante quando formos replicar o ambiente de desenvolvimento no servidor de produção⁵.

Todos os códigos-fonte gerados nessa etapa, passaram por um processo de versionamento⁶ através da ferramenta Git 1.9.1, essa ferramenta permite:

- **Controle do histórico:** facilidade em desfazer e analisar o histórico do desenvolvimento, como também facilidade no resgate de versões mais antigas

⁵ O ambiente de produção é onde os usuários finais acessarão o software

⁶ O versionamento de uma aplicação tem como foco principal documentar as inclusões, alterações ou até mesmo exclusões de funcionalidades.

e estáveis.

- **Marcação e Resgate de Versões Estáveis:** permite marca onde um documento estava com uma versão estável, para ser facilmente resgatado no futuro.
- **Ramificação do Projeto:** permite dividir o projeto em várias linhas de desenvolvimento sem que uma interfira na outra.

No final dessa etapa, tivemos os códigos-fonte de todos os módulos do sistema, assim como o próprio sistema em funcionamento.

3.5 Verificação e Validação

Essa etapa destinou-se a mostrar que o sistema está de acordo com a especificação e que ele atende às expectativas de clientes e usuários, além de assegurar que o programa está fazendo aquilo que foi definido na sua especificação e que não possui erros de execução (AGUIAR, 2012).

Durante essa fase, realizamos Testes de Unidade e Integração em cada modulo do sistema, assim como Testes de Sistema no sistema já integrado.

Aniche (2014) define essas categorias de Testes de Software como:

- **Teste de Unidade** – é aquele que testa uma única unidade do sistema. Ele a testa de maneira isolada, geralmente simulando as prováveis dependências que aquela unidade tem. Em sistemas orientados a objetos, é comum que a unidade seja uma classe. Ou seja, quando queremos escrever testes de unidade para a classe Pedido, essa bateria de testes testará o funcionamento da classe Pedido, isolada, sem interações com outras classes.
- **Teste de Integração** – é aquele que testa a integração entre duas partes do seu sistema. Os testes que você escreve para a sua classe PedidoDao, por exemplo, em que seu teste vai até o banco de dados, é um teste de integração. Afinal, você está testando a integração do seu sistema com o sistema externo, que é o banco de dados. Testes que garantem que suas classes comunicam-se bem com serviços web, escrevem arquivos texto, ou mesmo mandam mensagens via *socket* são considerados testes de integração.
- **Teste de Sistema** – é aquele que garante que o sistema funciona como um todo. Este nível de teste está interessado se o sistema funciona como um

todo, com todas as unidades trabalhando juntas. Ele é comumente chamado de teste de caixa preta, já que durante o teste não se importa com a forma que os dados são processados, mas sim se as saídas estão de acordo com o que era esperado para entradas.

3.6 Definição dos Conteúdo para o Sistema

Após o sistema estar verificado e validado, tivemos que adicionar conteúdos para serem utilizados por usuários durante os testes da *interface*. Decidimos optar por deixar os monitores⁷ das turmas de matemática desenvolverem os conteúdos que foram utilizados no sistema durante a fase de avaliação.

Os monitores passaram por um treinamento, no qual aprenderam a utilizar o sistema para adicionarem os conteúdos.

⁷ É o aluno de graduação concursado para exercer, juntamente com o professor, atividades técnico-didáticas condizentes com o seu grau de conhecimento junto à determinada disciplina, já por ele cursada.

4 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

A interface permite o contato dos usuários com o sistema, a qualidade dessa interface está intimamente ligada com o grau de satisfação que os usuário venham a ter sobre o sistema. Projetar sistemas adequados ao uso e agradáveis de se utilizar melhorará a eficiência de uso do usuário e agregará mais qualidade ao produto final (ANTONINO, 2015).

Antonino (2015) acredita que a utilização de interfaces que dificultam a execução de tarefas pode ser frustrante para o usuário e pode fazer com que ele busque outras opções de softwares ou até mesmo crie uma rejeição ao sistema.

A qualidade da interface é verificada através da avaliação da usabilidade. Essa técnica utiliza métodos, técnicas e ferramentas, para checar a conformidade de um sistema com os critérios de usabilidade para encontrar problemas de interação e corrigi-los (ANTONINO, 2015).

Nielsen (1993) divide os critérios básicos de usabilidade em cinco:

- **Facilidade de aprendizado:** O sistema precisa ser fácil de aprender para que o usuário possa explorar de forma agradável as funcionalidades do sistema;
- **Eficiência:** O sistema deve ser o mais produtivo possível, possibilitando a execução de tarefas de forma ágil, e sem muito esforço;
- **Memorização:** Mesmo depois de um longo período sem utilizar o sistema, ao retornar, o usuário deve sentir facilidade de uso, sem precisar reaprender a usá-lo novamente;
- **Erros:** O sistema precisa ter a menor taxa de erros possível, e caso ocorram é preciso apresentar maneiras simples e rápidas de recuperá-los;
- **Satisfação:** A satisfação do usuário determinará o sucesso ou não do sistema. Por isso, quanto mais agradável e prazerosa for à experiência dele com o sistema, melhor será o êxito do produto de software.

Problemas relacionados a esses critérios de usabilidade, podem dificultar a interação do usuário com o sistema e diminuir a qualidade em seu uso. Pensando nisso, realizamos uma avaliação de usabilidade no sistema. Lima (2006) acredita que a avaliação de usabilidade tem como objetivos gerais: Validar a eficácia da interação humano-computador face a efetiva realização das tarefas por parte dos usuários; verificar a eficiência desta

interação, face os recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, busca de ajuda, etc.) e; obter indícios da satisfação ou insatisfação (efeito subjetivo) que ela possa trazer ao usuário.

A avaliação da plataforma foi realizada seguindo as seguintes etapas:

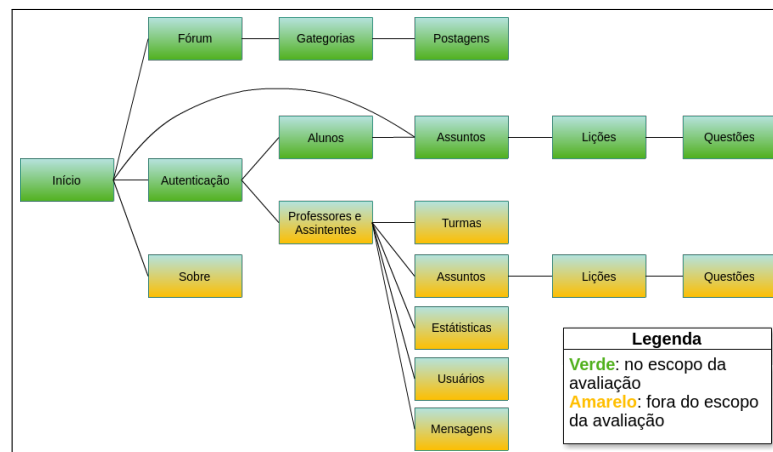
1. **Definição do Escopo da Avaliação:** Foram definidos os módulos e interfaces do sistema que seriam objeto da avaliação.
2. **Planejamento:** Foram definidas as tarefas que seriam realizadas pelos usuários, assim como as métricas da avaliação, o roteiro da entrevista e a realização de um teste piloto¹.
3. **Execução:** Consistiu na utilização de um método de observação aliado a um método de investigação. Como método de observação, tivemos Testes de Usabilidade, já para o método de investigação contamos com entrevistas.
4. **Análise dos Resultados:** Foi realizada com o apoio de Gravações de Áudio e Tela obtidas durante a execução dos testes com os usuários.

4.1 Definição do Escopo da Avaliação

Como qualquer outro AVA, a plataforma desenvolvida é formado por um conjunto de módulos. Os módulos avaliados são os responsáveis por apresentar as funcionalidades que são acionadas pelos alunos, como visualizar disciplinas, visualizar lições, responder questões, saltar questões, entre várias outras. A seguir, apresentamos o mapa da plataforma com os módulos que fizeram parte do escopo da avaliação:

¹ Teste realizado preliminarmente em uma escala menor de abrangência, ou seja, menor número de entrevistas, que servirá como orientação para realização da pesquisa propriamente dita, uma vez que fornecerá as devidas correções de questionário, amostra etc.

Figura 4 – Mapa da Plataforma



Fonte – Do Próprio Autor

4.2 Planejamento

Durante o planejamento, definimos todos os elementos do plano do teste de usabilidade, tais como os objetivos, métricas, tarefas, entre outros. A seguir, apresentaremos as etapas do planejamento da avaliação.

4.2.1 Métricas da Avaliação

O principal foco dessa avaliação é a usabilidade, por isso, avaliamos alguns fatores como a facilidade de aprendizado, eficiência no uso, satisfação do usuário, segurança no uso e facilidade de memorização. Na Tabela 2, apresentamos as métricas que foram consideradas durante a avaliação:

Tabela 1 – Métricas para a avaliação

Id	Fator	Método de Medição	Nível Ruim	Nível Almejado	Nível Ótimo
M1	Eficiência no uso	Tempo gasto para realizar uma tarefa	–	–	–
M2	Segurança no uso	Número de erros cometidos para cada tarefa	Por volta de 2 erros	Nenhum erro	Nenhum erro
M3	Eficiência no uso	Número de cliques para realizar uma tarefa	Por volta de 6 cliques	No máximo 3 cliques	–
M4	Facilidade de aprendizado	Se entende corretamente as informações da interface	Por volta de 3 perguntas	Sem perguntas	Sem perguntas
M5	Satisfação do usuário	Avaliação do usuário através da entrevista(subjetivo)	neutro	positivo	muito positivo

Fonte – Do Próprio Autor

4.2.2 Tarefas

Após termos o escopo da avaliação e as métricas que seriam utilizadas para avaliar, definimos as tarefas que deveriam ser realizadas pelo usuário durante a avaliação. Confira na tabela a seguir.

Tabela 2 – Tarefas para a avaliação

Id	Tarefa
T1	Imagine que você está à procura de uma ferramenta para praticar um pouco dos seus conhecimentos em matemática e acaba de conhecer o AskMath. Para utilizar o sistema pela primeira vez, você deve realizar o seu cadastro.
T2	Com o acesso ao sistema, você deve buscar a lição denominada "Introdução a Proposições".
T3	Após encontrar a lição "Introdução a Proposições", você deve começar a responder as questões apresentadas.
T4	Após resolver algumas questões da lição "Introdução a Proposições", você deve procurar pela disciplina chamada "Diferença".
T5	Realize sua inscrição em alguma Turma de Matemática.
T6	Suponha que você ficou com dúvida em algum conteúdo e deseja pedir ajuda. Sendo assim, você deve postar essa dúvida no Fórum de discussões.

Fonte – Do Próprio Autor

Essas tarefas foram escolhidas, pois permitiam o usuário explorar todas as principais funcionalidades do sistemas, assim como suas interfaces.

4.2.3 Roteiro da Entrevista

Entrevistas são uma das técnicas mais utilizadas de coleta de dados e levantamento de requisitos. Trata-se de uma conversa guiada por roteiro de perguntas ou tópicos, na qual o entrevistador busca obter informação de um entrevistado (SEIDMAN, 1998). Existem três tipos de entrevistas:

- **Estruturadas:** o entrevistador se mantém fiel a um roteiro, fazendo perguntas previamente definidas na ordem especificada. Ele não tem muita liberdade para explorar tópicos novos que surjam durante a entrevista.
- **Não estruturada:** o entrevistador realiza pergunta de modo flexível, usando perguntas abertas e aprofundando mais em alguns tópicos. O comprometimento do entrevistador é com o tópico abordado.
- **Entrevista semiestruturada:** o roteiro é composto de tópicos ou perguntas (geralmente abertas) que devem ser endereçados na entrevista, em uma ordem lógica. O entrevistador tem liberdade para explorar as respostas e até mesmo modificar a ordem dos tópicos, mas deve manter o foco nos objetivos da entrevista.

Para a avaliação, optamos por utilizar uma entrevista semiestruturada, por

possibilitar uma maior flexibilidade e também uma maior exploração do assunto estudado. Na Tabela 3, apresentamos o roteiro que nos guiou durante as entrevistas.

Tabela 3 – Roteiro para a entrevista

Finalidade	Pergunta
Caracterização	Você utiliza regularmente computador?
	Você já usou algum outro sistema parecido com este?
Funcionalidade	Você acha que o sistema faz o que ele se propõe a fazer?
	O que você acha das funções do sistema?
	Tem alguma função que você adicionaria no sistema?
Confiabilidade	Em algum momento o sistema apresentou alguma falha?
	(Caso tenha ocorrido falha). Você acha que o sistema agiu adequadamente na ocorrência da falha?
Usabilidade	O que você acha em relação a aprendizagem do uso do sistema?
	O que você achou do formato dos formulários do sistema?
	O que você acha das respostas que o sistema dar quando você executa uma ação?
Eficiência	O que você acha do tempo de resposta do sistema?
	É fácil encontrar o que se procura no sistema?
Melhorias	O que você não gostou no sistema?
	O que você gostou no sistema?
	Qual sugestão de melhoria você daria para o sistema?

Fonte – Do Próprio Autor

4.2.4 *Teste Piloto*

O objetivo do Teste Piloto foi identificar problemas ocasionados por ambiguidades e erros nos materiais de avaliação que poderiam prejudicar a avaliação. Após esse teste, foram realizadas correções no roteiro da entrevista e nas tarefas para o teste de usabilidade.

4.3 Execução

Como a abordagem é qualitativa, foram feitos poucos testes, pois o objetivo não é chegar a resultados estatisticamente válidos, mas sim obter evidências ou indicações de problemas e sugestões de como melhorar a qualidade de uso da interface. Tipicamente em testes com usuários se envolve de 5 a 12 usuários (DUMAS; REDISH, 1999). Em nossa avaliação, participaram 6 usuários, que foram escolhidos conforme a definição do público-alvo da plataforma.

Para facilitar a coleta e análise dos dados, gravamos as entrevistas com o auxílio de um gravador e a própria interação do usuário com o sistema através de *softwares* especializados. Ressaltamos que isso só foi possível pois os participantes nos concederam,

através de um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice D), permissão para as gravações. Desde que fosse mantida total confidencialidade dos dados gravados, servido apenas para facilitar sua análise.

A execução do teste consistiu nas seguintes etapas:

1. Primeiramente, cada participante foi cumprimentado pelo avaliador e orientado a sentar-se e ficar à vontade. Foi realizado algumas rápidas perguntas curtas para verificar o perfil do participante.
2. Em seguida, o avaliador apresentou o propósito e objetivos da avaliação.
3. Após as devidas explicações, foi iniciada a realização das tarefas, as quais foram descritas oralmente pelo avaliador. Nesta etapa, o avaliador requisitou que o participante verbalizasse suas dúvidas para ajuda-lo a coletar essas informações.
4. Depois de concluídas todas as tarefas, o participante foi submetido a uma entrevista, onde o avaliador veio a tratar, além de alguns questionamentos pré-definidos, fatos ocorridos durante a realização das tarefas.
5. Após a entrevista, o entrevistador agradeceu ao participante e lhe entregou um brinde como forma de agradecimento.

4.4 Análise dos Resultados

4.4.1 Tempo de execução das tarefas

Na Tabela 4 apresentamos as medidas de tempo de execução das seis tarefas realizadas comparando-as com valores previamente estabelecidos: nível ruim, almejado e ótimo.

Tabela 4 – Tempo de Execução das Tarefas

Tarefas/ Participantes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Participante 1	103s	20s	-	5s	5s	47s
Participante 2	126s	9s	-	175s	7s	34s
Participante 3	78s	10s	-	35s	5s	55s
Participante 4	48s	5s	-	30s	5s	40s
Participante 5	90s	5s	-	11s	4s	35s
Participante 6	35s	9s	-	20s	8s	25s
Média	80s	9s	-	46s	5s	39s
Nível ruim	120	30s	-	100s	15s	60s
Nível almejado	45s	5s	-	10s	5s	30s
Nível ótimo	20s	2s	-	4s	3s	15s

Fonte – Do Próprio Autor

Nota – Os dados estão expressos em segundos

Nota – Não é correto calcular o tempo de realização da atividade T3, já que isso depende do nível de conhecimento dos participantes com o conteúdo apresentado

Em geral, o tempo de execução das tarefas foi maior que o nível almejado, isso pode indicar que a eficiência no uso do sistema pode está comprometida. Em especial, nas tarefas T1 e T4, o tempo para execução dessas tarefas são bem maiores do que o nível almejado, em alguns casos, até o dobro do tempo. Com isso, podemos concluir que a eficiência de uso para realizar um cadastro e buscar uma lição específica está abaixo do nível desejado.

4.4.2 Número de erros cometidos na execução das tarefas

Na Tabela 5 apresentamos as medidas de número de erros cometidos durante a execução das seis tarefas, comparando-as com valores previamente estabelecidos: nível ruim, almejado e ótimo.

Tabela 5 – Número de Erros Cometidos

Tarefas/ Participantes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Participante 1	1	1	0	0	0	0
Participante 2	1	1	0	4	0	0
Participante 3	0	0	0	1	0	0
Participante 4	0	0	0	1	0	0
Participante 5	0	0	0	0	0	0
Participante 6	0	0	0	1	0	0
Média	0.16	0.33	0	1.16	0	0
Nível ruim	2	2	2	2	2	2
Nível almejado	0	0	0	0	0	0
Nível ótimo	0	0	0	0	0	0

Fonte – Do Próprio Autor

Em relação ao número de erros cometidos durante a realização das tarefas, foram poucos. Somente o Participante 2 durante a realização da tarefa T4 que acabou cometendo muito mais erros do que o nível almejado. Mas como ele acabou encontrando uma outra forma alternativa de realizar a tarefa (usando a barra de busca), isso pode ser relevado. Dessa forma, podemos concluir que o sistema possui uma boa segurança no uso nesse quesito.

4.4.3 *Número de cliques realizados na execução das tarefas*

Na Tabela 6 apresentamos as medidas de número de cliques durante a execução das seis tarefas realizadas, comparando-as com valores previamente estabelecidos: nível ruim, almejado e ótimo.

Tabela 6 – Número de Cliques Realizados

Tarefas/ Participantes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Participante 1	3	4	2	4	3	4
Participante 2	5	3	2	7	3	4
Participante 3	3	2	2	4	3	4
Participante 4	3	2	2	4	3	4
Participante 5	3	2	2	3	3	4
Participante 6	3	2	2	4	3	4
Média	3.33	0.33	2	4.33	3	4
Nível ruim	6	6	6	6	6	6
Nível almejado	3	3	3	3	3	3
Nível ótimo	3	2	2	3	3	3

Fonte – Do Próprio Autor

Apesar do tempo de realização das tarefas serem maior do que o esperado, a quantidade de cliques realizados para completar as tarefas foi próximo do nível almejado, o que indica que os participantes levaram mais tempo buscando entender a interface do que tomando caminhos alternativos para alcançar seus objetivos.

4.4.4 *Número de perguntas realizadas durante a execução das tarefas*

Durante a entrevista, não foram feitas muitas perguntas por parte dos participantes. Apenas o Participante 2 na Tarefa 4, que após tentar realizar a atividade por um tempo, questionou o avaliador se poderia usar a barra de busca para achar a lição ao qual a tarefa proponha.

4.4.5 *Resultados da Entrevista*

- Você utiliza regularmente computador?

Para esta pergunta, cinco participantes responderam que sim, apenas o Participante 3 respondeu que não usa tão constantemente.

- Você já usou algum outro sistema parecido com este?

Dois seis participantes, apenas um respondeu que já usou um sistema parecido, mas que já fazia muito tempo e não recordava o nome.

- Você acha que o sistema faz o que ele se propõe a fazer?

Todos responderam que sim. Quando questionado, o Participante 1 respondeu: "Sim, gostei muito da ideia e gostaria de usar depois".

- O que você acha das funções do sistema?

Todos disseram que, das que viram, gostaram. O Participante 5 disse ainda: "Acho que ainda tem poucas funcionalidades, mas talvez isso possa deixar mais fácil pra gente usar".

- Tem alguma função que você adicionaria no sistema?

As funções citadas pelos participantes foram: Bate-papo entre os alunos, um sistema de Ranking e videoaulas dos conteúdos.

- Em algum momento o sistema apresentou alguma falha?

Nenhum dos participante relatou falhas do sistema durante seu uso.

- Você acha que o sistema agiu adequadamente na ocorrência da falha?

Não foi realizada, já que de acordo com os participantes, o sistema não apresentou falhas.

- O que você achou da execução das funções do sistema?

Todos gostaram das funções, apenas o Participante 4 que relatou uma dificuldade em buscar uma lição específica que acabou ficando fácil com o uso da barra de buscar.

- O que você acha em relação a aprendizagem do uso do sistema?

Em geral, os participantes responderam que por ter poucas funcionalidades, foi fácil aprender a utilizar o sistema.

- O que você achou do formato dos formulários do sistema?

Nessa pergunta, todos responderam que acharam normais. O participante 6 relatou: "É bem padrão, acho que não deve ser mudado".

- O que você acha do tempo de resposta do sistema?

Todos relataram que o tempo de resposta do sistema foi rápido.

- É fácil encontrar o que se procura no sistema?

Alguns dos participantes relataram uma certa dificuldade em encontrar um lição específica.

- O que você não gostou no sistema?

Os participantes informaram que não teve algo que eles não gostaram no sistema.

- O que você gostou no sistema?

Dois participantes disseram que gostaram da opção de poder saltar uma pergunta, um deles falou sobre a descrição das perguntas que segundo ele "estão bem explicadas", e dois gostaram das lições possuírem níveis e do sistema de pontuação.

- Qual sugestão de melhoria você daria para o sistema?

Nessa pergunta, os participante voltaram a falar na adição de mais funcionalidades ao sistema, como bate-papo, ranking e a adição de conteúdos em vídeo.

5 RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos os resultados obtidos com este trabalho.

Definimos o processo que foi utilizado durante o desenvolvimento do sistema, coletamos, analisamos e validamos os requisitos do sistema e realizamos o projeto do sistema.

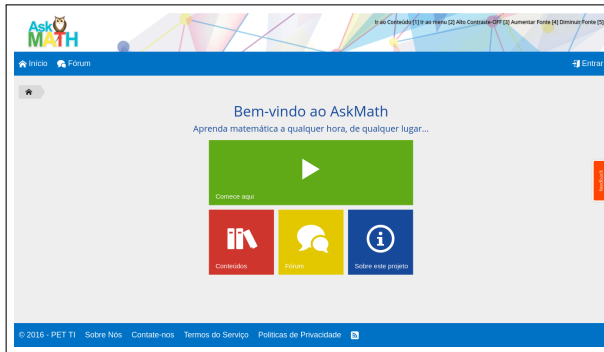
Na implementação, desenvolvemos os módulos:

- Gerenciador de Usuários: módulo responsável por gerenciar os usuários do sistema como professores, assistentes e alunos.
- Gerenciador de Turmas: módulo responsável por gerenciar as turmas de alunos do sistema.
- Gerenciador de Disciplinas: módulo responsável por gerenciar as disciplinas que serão cadastradas no sistema.
- Gerenciador de Lições: módulo responsável por gerenciar as lições que os professores irão cadastrar no sistema.
- Gerenciador de Questões: módulo responsável por gerenciar os problemas que os assistentes e professores poderão cadastrar para cada lição.
- Gerenciador de Pontuação: módulo responsável por gerenciar a pontuação ganha pelos alunos, assim como seu nível de experiência ao longo da utilização do sistema.
- Fórum: módulo responsável por permitir que alunos postem dúvidas dos mais variados assuntos relacionadas ao sistema, seja dúvidas em relação ao conteúdo apresentado em sala de aula, assim como informações sobre o sistema e sugestões.
- Gerenciador de Progresso: módulo responsável por acompanhar o andamento de cada estudante durante seu aprendizado e identificar os obstáculos epistemológicos enfrentados, indicando ao aluno a existência desses obstáculos e o(s) conteúdo(s) que ele possui deficiência (causador(es) do obstáculo) para ele assim poder pausar o conteúdo que está estudando e voltar a estudar o(s) conteúdo(s) que o sistema indicar.
- Gerador de Estatísticas: módulo responsável por gerar as estatísticas que o professor utilizará para acompanhar o andamento de suas turmas e alunos, assim como para o uso pelo estudante, que utilizará para acompanhar seu

próprio progresso durante sua aprendizagem no sistema.

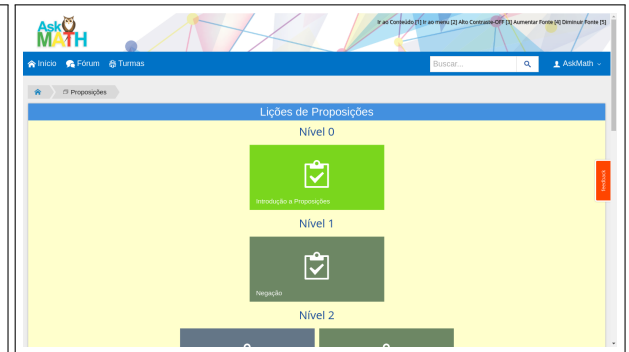
A seguir, apresentaremos algumas telas do sistema:

Figura 5 – Tela inicial



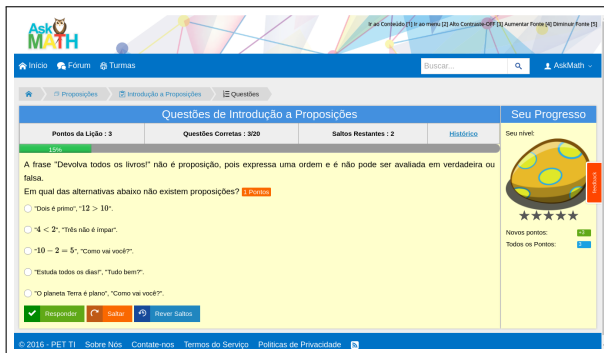
Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

Figura 6 – Tela com as lições de Proposições



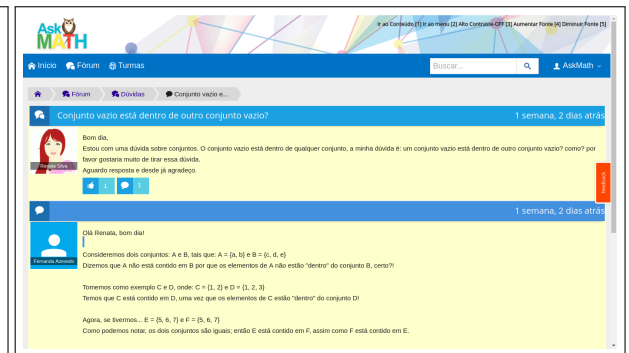
Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

Figura 7 – Tela de problemas do estudante



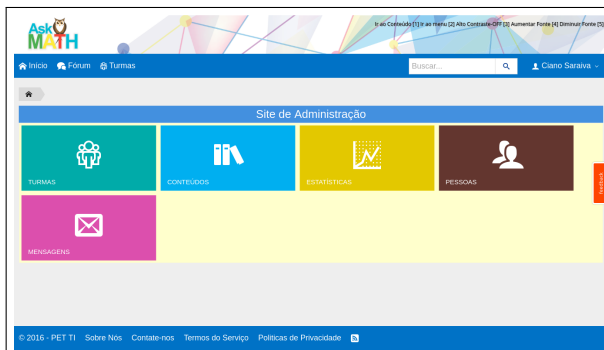
Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

Figura 8 – Tela de uma postagem no fórum



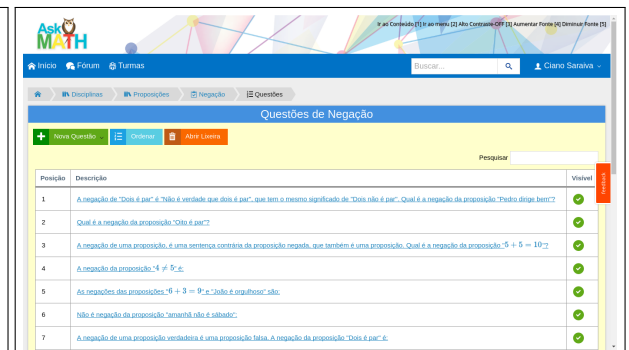
Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

Figura 9 – Tela de administração



Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

Figura 10 – Tela de problemas do administrador



Fonte – <www.askmath.quixada.ufc.br>

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esse capítulo apresenta as considerações finais a cerca desse trabalho. Além disso, é proposta a inclusão de novas funcionalidades que podem ser desenvolvidas em trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

Após a implementação da solução proposta por este trabalho, constatou-se que tanto o objetivo geral quanto os específicos foram atendidos. O sistema foi desenvolvido conforme as melhores práticas e padrões em desenvolvimento de *software* disponíveis no momento, tornando o sistema flexível, modularizado e reusável. Além disso, o sistema proporciona de fato um ambiente em que alunos podem praticar os conhecimentos adquiridos e até assimilar novos conhecimento.

Finalmente, o sistema pode ainda ser utilizado como complemento ao ensino presencial, auxiliando professores e tutores no acompanhamento do aprendizado de seus alunos e aprendizes.

Podem-se evidenciar limitações na solução desenvolvida na questão da comunicação entre aluno-aluno e aluno-profesor, já que isso só ocorre através do fórum de discussões, vale ressaltar que é improvável que, durante a aplicação do sistema, tais limitações sejam atingidas a ponto de comprometer a finalidade do sistema.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

No que tange trabalhos futuros que podem ser realizados baseando-se neste projeto, podem ser citados: desenvolver um módulo de bate-papo entre os alunos e professores, adição de conteúdos apresentados através de recursos visuais como vídeo, melhorias na *interface* gráfica para aumentar a usabilidade do sistema.

Por fim, pode-se avaliar o aprendizado que o sistema pode proporcionar à alunos durante seu uso como complemento ao ensino.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. H. d. Análise de requisitos para um consultório odontológico. **PMKB**, Manoel Ribas, 2012.
- AHN, L. V. Duolingo: Learn a language for free while helping to translate the web. In: **Proceedings of the 2013 International Conference on Intelligent User Interfaces**. New York: ACM, 2013. p. 1–2.
- ALENCAR, E. S. de. **A Gerência da Criatividade: Abrindo as Janelas para a Criatividade Pessoal e nas Organizações**. São Paulo: Makron Books, 1996.
- ALMEIDA, C. S. de. Dificuldades de aprendizagem em matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao insucesso nesta área. **Universidade Católica de Brasília**, Brasília–DF, 2006.
- ALMEIDA, M. E. B. de. **ProInfo: Informática e formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 2000. v. 1.
- ALVES, L.; BARROS, D.; OKADA, A. **Moodle: Estratégias Pedagógicas e Estudos de Casos**. Salvador: EDUNEB, 2009.
- ANICHE, M. **Unidade, integração ou sistema? Qual teste fazer?** 2014. Disponível em: <<http://www.blog.caelum.com.br/unidade-integracao-ou-sistema-qual-teste-fazer/>>. Acesso em: 26 maio 2016.
- ANTONINO, M. R. L. **Avaliação da Usabilidade do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle**. Monografia (Licenciatura em Informática) — Universidade Estadual do Ceará, Mauriti, 2015.
- ASTAH. **Astah Community**. 2016. Disponível em: <<http://www.astah.net/editions/community>>. Acesso em: 01 Jul 2016.
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico. **Contraponto**, Rio de Janeiro, p. 7–37, 1996.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. **Reunião anual da ANPED**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 30, 2001.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R.; NASCIMENTO, E. N.; MATSUMONO, P. H. V. R. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de educação**, Pelotas, n. 30, 2008.
- BÍEMBENGUT, M. S. Modelação matemática como método de ensino-aprendizagem de matemática em cursos de 1^o e 2^o graus. Rio Claro, v. 205, 1990.
- BITNER, N.; BITNER, J. Integrating technology into the classroom: Eight keys to success. **Journal of technology and teacher education**, Norfolk, v. 10, n. 1, p. 95–100, 2002.

BITZER, D.; BRAUNFELD, P.; LICHTENBERGER, W. Plato: An automatic teaching device. **IRE Transactions on Education**, IEEE, v. 4, n. 4, p. 157–161, 1961.

BRAY, T.; PAOLI, J.; SPERBERG-MCQUEEN, C. M.; MALER, E.; YERGEAU, F. Extensible markup language (xml). **World Wide Web Consortium Recommendation**, v. 16, p. 16, 1998.

CARVALHO, L. T. **Ambiente Virtual de Aprendizagem Matemática em contexto educativo**. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

CONCEIÇÃO, K. da; GONÇALVES, M. B. A resolução de problemas no processo ensino-aprendizagem de matemática nos cursos de engenharia. **Cobenge: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Rio de Janeiro/RJ, 2003.

DAVID, T.; GUERRAUI, R.; TRIGONAKIS, V. Everything you always wanted to know about synchronization but were afraid to ask. In: ACM. **Proceedings of the Twenty-Fourth ACM Symposium on Operating Systems Principles**. Lausanne, Switzerland, 2013. p. 33–48.

DJANGO. **Official Django Site**. 2016. Disponível em: <<http://www.djangoproject.com>>. Acesso em: 06 jun 2016.

DUMAS, J. S.; REDISH, J. **A practical guide to usability testing**. Oregon: Intellect Books, 1999.

DUTRA, D. S. d. A. **Resolução de problemas em ambientes virtuais de aprendizagem num curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2013.

FOSSA, J.; MENDES, I. Tendências atuais na educação matemática: experiências e perspectivas. **XIII Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste—Coleção EPEN**, Natal, 1998.

FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. Sobre educação (diálogos). Paz e Terra, Rio de Janeiro, v. 1, 1982.

FUJISAWA, D. S. **Utilização de jogos e brincadeiras como recurso no atendimento fisioterapêutico de criança: implicações na formação do fisioterapeuta**. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Estadual Paulista, Marília, 2000.

GUERRA, P. L. Colaboração para captura de requisitos: uma experiência com uso de personas. UFMG, Belo Horizonte, 2010.

HALLIWELL, J. **Gamification for the clueless: how you can make the mundane more exciting by using Points, Badges and Leaderboards, and what this can do for your business**. [S.l.]: Amazon Digital Services, Inc., 2013. 39 p.

- HAMMES, L. Tendências metodológicas atuais na prática de ensino. Florianópolis, 2003.
- JACOBSON, I. **Object-Oriented Software Engineering**. São Paulo: Addison Wesley, 1992.
- KHAN, S. **Salman Khan: Let's Use Video To Reinvent Education**. Ted Talks, 2011. Disponível em: <http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education>. Acesso em: 09 maio 2016.
- KHAN, S. **The one world schoolhouse: Education reimaged**. New York: Twelve, 2012.
- LIMA, P. S. R. **Um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar Apoiado por Interfaces Adaptativas**. Doutorado em Engenharia Elétrica — Universidade Federal do Pará, Pará, 2006.
- LOPES, A. O.; VEIGA, I. P. A. Aula expositiva: superando o tradicional. Técnicas de ensino: por que não?, São paulo, v. 2, p. 35–113, 1995.
- MARCON, B. K. Teorias do conhecimento: Metodologias de ensino-aprendizagem. Londrina, 2008.
- MATUDA, D. M.; BEGOSSO, L. C. Mapas mentais na engenharia de requisitos. **SULCOMP**, Assis, 2013.
- MELIS, E.; ANDRES, E.; BUDENBENDER, J.; FRISCHAUF, A.; GODUADZE, G.; LIBBRECHT, P.; POLLET, M.; ULLRICH, C. Activemath: A generic and adaptive web-based learning environment. **International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)**, San Antonio, v. 12, p. 385–407, 2001.
- MELIS, E.; SIEKMANN, J. Activemath: An intelligent tutoring system for mathematics. In: SPRINGER. **International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing**. Marbella, Spain, 2004. p. 91–101.
- MELO, M. **Princípios e normas para a matemática escolar**. Tradução de M. Rebelo. 2. ed. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 2007. 466 p.
- MOMJIAN, B. **PostgreSQL: introduction and concepts**. New York, NY: Addison-Wesley, 2001. v. 192.
- NACIONAIS, P. curriculares. **Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, DF: Secretaria de Educação Fundamental-Ministério da Educação e do Desporto, 1998.
- NIELSEN, J. Usability engineering. **Morgan Kaufmann Publishers**, San Francisco, 1993.
- OECD. Annual report of the Programme for International Student Assessment, **Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed**. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016.
- O'LEARY, R.; RAMSDEN, A. Virtual learning environments. **Learning and Teaching Support Network Generic Centre/ALT Guides, LTSN**. Retrieved July, Bristol, v. 12, p. 25, 2002.

PÁDUA, W. d. Engenharia de software: fundamentos, métodos e padrões. LTC, Rio de Janeiro, 2003.

PAIM, F. R. S. **Uma metodologia para definição de requisitos em sistemas Data Warehouse**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PONTE, J. P. da. Ensino da matemática na sociedade de informação. **Educação e Matemática**, Lisboa, n. 45, 1997.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Mcgraw-hill, 2006. v. 6. 720 p.

PRUITT, J.; GRUDIN, J. Personas: practice and theory. In: ACM. **Proceedings of the 2003 conference on Designing for user experiences**. [S.l.], 2003. p. 1–15.

ROSETTA. **Rosetta Documentation**. 2016. Disponível em: <<http://www.django-rosetta.readthedocs.io>>. Acesso em: 06 jun 2016.

SEIDMAN, I. **Interview as qualitative research**. New York: Teacher's College Press, 1998.

SILVA, F. R. A. d. **Ambiente computacional interativo para auxílio do processo de ensino aprendizagem de matemática básica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal do Pará, Santarém, 2009.

SILVA, L. S. da. **Modelagem Matemática, Ensino e Pesquisa: Uma experiência no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVEIRA, J. O que é um problema matemático. v. 17, 2001.

SOARES, M. dos S. Metodologias ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 3, n. 1, 2004.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. Metodologia da resolução de problemas. **24ª Reunião**, Londrina/PR, 2001.

SOMMERVILLE, I.; MELNIKOFF, S. S. S.; ARAKAKI, R.; BARBOSA, E. de A. **Engenharia de software**. São Paulo: Addison Wesley, 2003. v. 6.

SOUSA, A. B. de. A resolução de problemas como estratégia didática para o ensino da matemática. Universidade Católica de Brasília, 2005.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação: Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor da Atualidade**. São Paulo: Érica, 2001. v. 3.

TALMA, T. M. Desenvolvimento de software de auxílio ao fluxo e ao compartilhamento de informações administrativas em ambientes empresariais. Juiz de Fora, 2006.

VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. d. S. **Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários**. Caxias do Sul: Educs, 2010.

VANROSSUM, G.; DRAKE, F. L. **The Python Language Reference**. Amsterdam, Netherlands: Python software foundation, 2010.

VESSELINOV, R.; GREGO, J. Duolingo effectiveness study. **City University of New York**, New York, USA, 2012.

WOOLLEY, D. R. Plato: The emergence of online community. **Computer-Mediated Communication Magazine**, v. 1, n. 3, p. 5, 1994.

APÊNDICE A – DOCUMENTO DE PERSONAS

A.1 Charlie - Técnico em Informática

Figura 11 – Imagem de Charlie



Fonte – <www.geradordepersonas.com.br>

Empresa: Charlie trabalha na TechSolutions, uma empresa de tecnologia pequena, mas que está ganhando clientes e ampliando seus negócios.

Idade: 24 anos.

Genêro: Masculino.

Educação: Ensino técnico.

Mídias: Lê a revista Exame e usa ativamente email para trocar informações com outros funcionários da empresa.

Objetivos: Como a empresa que Charlie trabalha está ampliando seus negócios, ela necessita que alguns de seus funcionários possuam um melhor conhecimento na área, por isso, Charlie decidiu investir num ensino superior. O objetivo de Charlie é concluir seu curso de Engenharia de Software e voltar a trabalhar normalmente para sua empresa.

Desafios: Charlie está com muita dificuldade na primeira disciplina de Matemática de seu curso. Como ele já concluiu o ensino médio há bastante tempo, ele não se lembra de como resolver questões simples de matemática como funções de 1º grau, 2º grau, racionais, entre outras. Ele começou a estudar, mas não consegue encontrar uma forma intuitiva para verificar se está indo bem nos seus estudos, ficando preso aos exercícios que ele encontra nos livros.

Como podemos ajudá-lo: O AskMath possibilitará que Charlie estude todos os conteúdos que ele já havia estudado no ensino médio e que já os tinha esquecido. São lições agrupadas por disciplina, cada lição possui um conjunto de problemas criados especialmente para pessoas com dificuldade em aprender. Nosso sistema possibilitará que Charlie veja instantaneamente se sua resposta é correta ou não, ele também poderá pedir ajuda e saltar questões caso o mesmo não se sinta a vontade para respondê-las naquele momento. Com isso, é possível que ele acompanhe através de estatísticas como está seu desempenho durante os estudos.

A.2 Ruby - Bolsista de Graduação

Figura 12 – Imagem de Ruby



Fonte – www.geradordepersonas.com.br

Empresa: Ruby trabalha como bolsista de monitoria das disciplinas envolvendo Matemática na Universidade Federal do Ceará.

Idade: 21 anos.

Genêro: Feminino.

Educação: Ensino superior.

Mídias: Usa ativamente o facebook, twitter e wattsapp.

Objetivos: O principal objetivo de Ruby é terminar sua graduação e tentar uma bolsa de mestrado numa universidade renomada.

Desafios: Ruby como monitora das disciplinas de matemática, não consegue se aproximar dos alunos para ajuda-los com suas dúvidas. Segundo ela, "eles tem medo de

dizer para nós monitores que estão com dificuldades”, então Ruby está em busca de novas formas de ajudar os estudantes que estão com dificuldades.

Como podemos ajudá-la: Com o AskMath, Ruby poderá ajudar esses alunos adicionando problemas para eles exercitarem seus conhecimentos e tirar suas dúvidas no fórum de discussão que o sistema oferece.

A.3 Samuel - Professor

Figura 13 – Imagem de Samuel



Fonte – www.geradordepersonas.com.br

Empresa: Samuel trabalho como professor da disciplina de Cálculo I na Universidade Federal do Ceará.

Idade: 59 anos.

Genêro: Masculino.

Educação: Doutorado.

Mídias: Lê o jornal The New York Times e usa email para tirar dúvidas dos alunos.

Objetivos: Samuel é um professor exemplar e se preocupa muito em ensinar seus alunos. Seu principal objetivo é ensinar da melhor forma possível seus alunos, de forma que todos possam seguir excelentes carreiras quando se formar e se tornem ótimos profissionais.

Desafios: Samuel gosta de acompanhar o andamento dos estudos de seus alunos. Quando Samuel os questionam sobre as dificuldade que eles estão enfrentando nos seus

estudos, os mesmos dizem que “está tudo bem”, o que não reflete em suas notas. Sabendo disso, Samuel fica triste, já que não consegue saber como anda os estudos de seus alunos e gostaria de ajudá-los ainda mais.

Como podemos ajudá-lo: Com o AskMath, Samuel poderá acompanhar o andamento de sua turma e saber em quais conteúdos os alunos estão com mais dificuldade, para dar uma atenção especial a esses conteúdos. Samuel poderá ainda adicionar os conteúdos que ele achar mais interessantes, para que seus alunos possam praticar os conhecimentos adquiridos em sala de aula no conforto de suas casas. Samuel também verá as dúvidas que os alunos postam no fórum de discussões e quais desses alunos estão enfrentando obstáculos durante sua aprendizagem.

A.4 Stefane - Estudante do Ensino Médio

Figura 14 – Imagem Stefane



Fonte – www.geradordepersonas.com.br

Empresa: Ela trabalha no salão de beleza de sua mãe.

Idade: 18 anos.

Genêro: Feminino.

Educação: Ensino médio.

Mídias: Usa ativamente o Facebook e WhatsApp.

Objetivos: Stefane busca concluir o ensino médio e tirar uma boa nota no ENEM para tentar conseguir uma vaga para cursar Sistemas de Informação na Universidade Federal do Ceará, que é o curso de seus sonhos.

Desafios: Stefane, como estudante, não gosta de estudar matemática por livros e acha incomodo ter que levar seus livros enormes de matemática em sua bolsa para o salão de beleza de sua mãe para estudar, mas também quer ficar estudando enquanto não aparece clientes no salão. Um outro problema de Stefane, é que às vezes, ela fica com dúvidas na resolução de algum problema e precisa ligar para seus amigos em busca de explicações que nem sempre encontra.

Como podemos ajudá-la: Com o AskMath, Stefane não precisará mais levar seus livros de Matemática em sua bolsa, para aprender matemática ela precisará apenas de um dispositivo móvel. Isso possibilita que ela possa continuar estudando no salão enquanto este estiver vazio. Para solucionar as dúvidas de Stefane, temos pessoas esperando para ajudá-la no fórum de discussão, em que ela pode compartilhar suas dúvidas para que outros estudantes e professores possam ajuda-la e ao mesmo tempo ajudar outros que estejam com a mesma dúvida de Stefane.

APÊNDICE B – DOCUMENTO DE REQUISITOS

B.1 Introdução

Este documento especifica os requisitos do sistema AskMath, fornecendo aos desenvolvedores as informações necessárias para o projeto e implementação, assim como para a realização dos testes.

B.1.1 Visão geral do documento

Este documento apresenta os requisitos funcionais, não funcionais e de domínio. Para cada requisito funcional, definimos seu caso de uso e sua descrição detalhada. Além disso, definimos sua prioridade, explicado no tópico abaixo, e suas pré e pós condições, entradas e saídas caso existam, e por fim os diagramas de casos de uso do sistema e seus detalhamentos.

B.1.2 Prioridades dos requisitos

Cada requisito terá uma determinada prioridade, essa prioridade ira ajudar a equipe de desenvolvimento na escolha de quais requisitos mais se preocupar quando tiver desenvolvendo o sistema, criamos para isso, três níveis de prioridade:

- **Essencial:** é o requisito ao qual o sistema não entra em funcionamento sem ele. Esses requisitos tem que ser implementados o mais rápido possível.
- **Importante:** requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Esses requisitos deverão ser implementados, mas caso não sejam, o sistema ainda poderá funcionar consideravelmente.
- **Desejável:** requisito que não compromete o sistema, esse tipo de requisito é comumente deixado para versões posteriores do sistema.

B.2 Requisitos Funcionais

[RF001] Tipos de Usuário e Autenticação

O Sistema deverá possuir quatro tipos usuários, são estudantes, assistentes, professores e administradores, e todos deverão ser autenticados. O sistema deverá possuir um procedimento de autorização de utilizadores, onde cada utilizador deverá se identificar através de um nome de usuário e uma senha. Apenas os utilizadores autorizados podem acessar o sistema.

Prioridade: Essencial

[RF002] Cadastro

Para administradores, professores ou assistentes realizarem seu cadastro no sistema, será necessário que um administrador ou professor já com acesso ao sistema gere uma chave de acesso que poderá ser usada para permitir o cadastro. Caso o usuário não tenha essa chave de acesso, sua única opção para cadastro é a opção de estudante.

Prioridade: Essencial

[RF003] Recuperar Senha

O Sistema deverá propiciar aos usuários uma opção para recuperar sua senha caso necessite.

Prioridade: Essencial

[RF004] Hierarquia dos Conteúdos

No sistema, deverão existir disciplinas, cada disciplina deverá possuir lições e cada lição será formada por problemas. Os professores poderão cadastrar várias disciplinas e lições, já os assistentes ficarão responsáveis por adicionar os problemas nas lições. Quando o estudante entrar no sistema, ele poderá ver somente as lições de uma disciplina por vez, podendo alternar entre disciplinas. Para um estudante começar a responder os problemas, ele deverá escolher inicialmente a disciplina e em seguida a lição.

Prioridade: Essencial

[RF005] Estrutura do Problema

Cada problema possuirá uma descrição e vários itens. Os problemas serão somente de múltipla escolha e poderão possuir no mínimo dois e no máximo cinco itens, essa quantidade ficará a critério do assistente que realizará a adição do problema no sistema.
Prioridade: Essencial

[RF006] Manter Disciplinas

Professores poderão adicionar, editar e excluir disciplinas e lições.
Prioridade: Essencial

[RF007] Manter Problemas

Assistentes poderão adicionar, editar e excluir problemas das lições.
Prioridade: Essencial

[RF008] Alternar entre Disciplinas

Quando o aluno entrar no sistema pela primeira vez, ele verá uma lista com as disciplinas disponíveis, ele então deverá escolher uma opção. Em seguida, irão aparecer apenas lições referentes aquela disciplina, mas, caso ele queira, ele poderá trocar facilmente de disciplina.
Prioridade: Essencial

[RF009] Ver Detalhes da Lição

Antes de começar a resolver os problemas de uma lição, o estudante deverá ver informações sobre a mesma.
Prioridade: Essencial

[RF010] Sair da Lição

O Aluno poderá sair da lição antes mesmo de tê-la concluído, voltando depois à posição onde parou. Ao sair, o aluno deverá ver estatísticas referentes a evolução dele na lição.
Prioridade: Essencial

[RF011] Saltar Problemas

O sistema deverá permitir ao aluno saltar problemas e rever os saltos realizados com algumas restrições na quantidade de saltos.

Prioridade: Essencial

[RF012] Pedir ajuda

Para todo problema, o estudante poderá possuir uma ajuda. No momento em que o assistente estiver adicionando o problema, ele poderá ou não adicionar um texto de ajuda para o estudante, isso fica a critério dele. Quando o estudante estiver resolvendo os problemas, ele terá um botão que quando acionado, mostrará o texto de ajuda. O sistema deverá salvar a quantidade de vezes que o estudante pedir ajuda e em quais problemas.

Prioridade: Essencial

[RF013] Alterar Visibilidade do Problema

Um problema pode ser visível aos estudantes ou não. Quando o assistente estiver adicionando um problema, terá um campo marcado por padrão como verdadeiro que indicará se o problema estará visível ou não para os alunos. Caso o mesmo não queira que o problema adicionado fique imediatamente visível aos alunos, ele desmarcará esse campo e futuramente poderá editar o problema e marcá-lo quando quiser que os alunos passem a acessá-lo.

Prioridade: Essencial

[RF014] Deficiências

É possível, a partir de um item respondido incorretamente em um problema, identificar a deficiência do estudante, por isso é fundamental que no momento que o assistente estiver adicionando os itens do problema, ele possa escolher para cada item incorreto, uma ou várias lições, essas lições ficarão sendo as supostas deficiências do aluno caso ele responda incorretamente aquele problema marcando aquele determinado item.

Prioridade: Essencial

[RF015] Recompensas e Punições

A cada 3 problemas seguidos que o aluno responder corretamente, ele será parabenizado e ganhará um prêmio. A cada erro, ele deverá ganhar uma pequena bonificação como incentivo a continuar praticando.
Prioridade: Essencial

[RF016] Fórum

O sistema deverá possuir um fórum onde os estudantes possam postar suas dúvidas para que professores, assistentes e outro participantes possam lhes ajudar com o problema. Esse fórum, deve possuir tópicos, comentários para os tópicos, e os comentários devem oferecer a opção de se comentar com imagens.
Prioridade: Essencial

[RF017] Ordenar Problemas

O Sistema deve apresentar ao assistente uma forma simples para ele ordenar a sequência dos problemas de cada lição.
Prioridade: Essencial

[RF018] Suporte a Latex

O Sistema deve permitir ao assistente adicionar código Latex na criação dos problemas e lições. Quando os assistentes adicionarem os problemas, o sistema deverá reconhecer código Latex referente a fórmulas matemáticas. Toda vez que o assistente colocar um código Latex entre duas tags '\$', o sistema deverá reconhecer isso e mostrar para o usuário a imagem da fórmula referente àquele código.
Prioridade: Essencial

B.3 Requisitos Não Funcionais

[RN001] Tecnologias

O Sistema deve ser desenvolvido apenas com tecnologias open source.
Prioridade: Essencial

<p>[RN002] Persistência dos Dados</p> <p>O sistema deverá utilizar como sistema de gerenciamento de banco de dados o PostgreSQL.</p> <p>Prioridade: Importante</p>
<p>[RN003] Segurança</p> <p>O sistema não apresentará aos usuários quaisquer dados de cunho privativo.</p> <p>Prioridade: Essencial</p>
<p>[RN004] Estrutura</p> <p>O sistema deverá ser desenvolvido de forma modular para permitir a reusabilidade de seus módulos por outras aplicações no futuro.</p> <p>Prioridade: Essencial</p>
<p>[RN005] Padrões</p> <p>O Sistema deverá ser desenvolvido utilizando os princípios de Orientação a Objetos.</p> <p>Prioridade: Essencial</p>
<p>[RN006] Ambiente de Execução</p> <p>O sistema deverá ser acessado completamente via browser HTTP/HTML.</p> <p>Prioridade: Essencial</p>
<p>[RN007] Acessibilidade</p> <p>O Sistema devera possuir Responsive Web Design, assim como as várias diretivas de acessibilidade para web.</p> <p>Prioridade: Importante</p>
<p>[RN008] Internacionalização</p> <p>O Sistema será disponibilizado em inglês, mas de forma a permitir que versões em línguas latinas possam ser produzidas sem necessidade de ter acesso ao código fonte.</p> <p>Prioridade: Importante</p>

[RN009] Desempenho

Quando um aluno responder um problema, a correção deverá ser apresentada ao aluno, no máximo, em 2 segundos.
Prioridade: Essencial

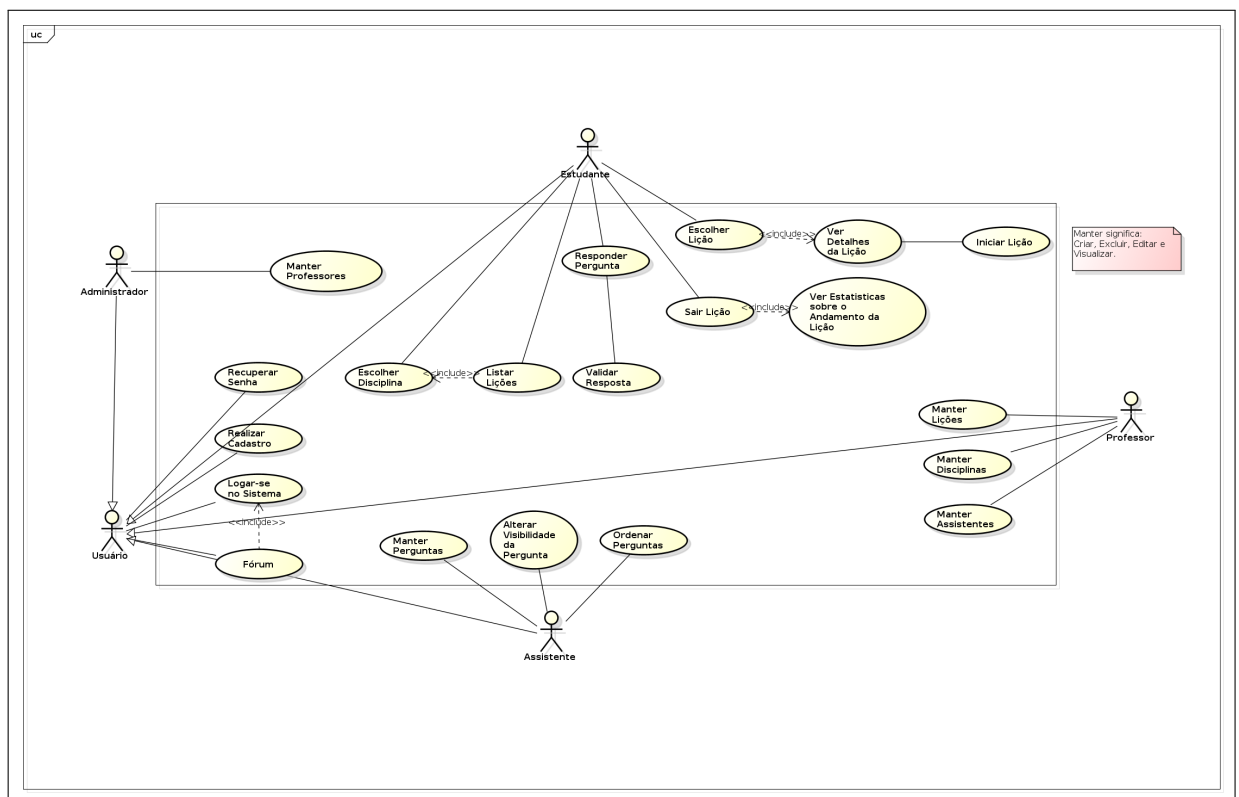
B.4 Requisitos de Domínio

[RN001] Log do Sistema

O Sistema deverá salvar o histórico de todas as ações que os usuários realizarem.
Prioridade: Essencial

B.5 Casos de uso

Figura 15 – Diagrama de Casos de Uso



Fonte – Elaborado pelo autor

B.5.1 Descrição dos Casos de Uso

- **Manter Professor:** O Administrador terá uma opção onde poderá manter professores: isso funcionará da seguinte forma: Para cadastrar, o Administrador logado, gera um código de alguns caracteres e dá ao professor, o professor de posse desse código, entra na tela de cadastro do usuário e escolhe o tipo de usuário que ele quer se cadastrar e informa o código de acesso que ele possui, assim ele terá permissão para se cadastrar como Professor.
- **Manter Assistente:** De forma análoga ao Administrador, o professor também irá gerar um código e entregar ao assistente, o assistente de posse desse código irá entrar na tela de cadastro do sistema, informar o tipo de usuário e o código de acesso.
- **Recuperação de Senha:** No momento do cadastro, cada usuário deverá indicar um e-mail válido, caso futuramente o usuário necessite alterar a senha, um e-mail será enviado à esse e-mail cadastrado com um link onde o mesmo poderá acessar para recuperar a senha.
- **Manter Conteúdos:** Apenas os professores terão permissão para manter conteúdos e lições, ao adicionar uma lição, ele terá que informar apenas o nome da lição e ao adicionar uma lição, ele terá que informar os Pré-Requisitos (Outras lições que eles recomendam ter sido concluídas para se prosseguir na atual) e Sugestões de Estudo (outras lições que eles recomendam seguir após concluir essa lição) para aquela lição assim como a quantidade máxima de pulos que o aluno poderá realizar naquela lição.
- **Manter Problemas:** Cada lição possuirá uma lista de problemas e os mesmos serão adicionadas pelos assistentes. Quando um assistente adicionar um problema, ele terá de informar a qual lição que ele pertence, os itens que ela terá, assim como o item correto, a ajuda caso esse problema necessite ter, a quantidade de pontos que ele terá e se ele irá ficar visível imediatamente para os alunos ou não.
- **Ver Detalhes da Lição:** Quando o aluno optar por responder as perguntas de uma determinada lição, antes de mais nada, ele precisa saber os detalhes daquela lição, detalhes do tipo: Quantidade de questões, Máximo de Saltos

Permitidos, Pré-Requisitos, Curiosidades sobre o conteúdo daquela lição.

- Sair da Lição: Enquanto o aluno estiver resolvendo os problemas, o sistema devera lhe oferecer a opção dele sair da lição, quando ele sair, ele terá de ver as estatísticas referentes ao andamento dele naquela lição como: Acertos, Erros, Saltos, Quantidade de Pontos Acumulados e também uma lista com as lições sugeridas.
- Ordenar Problemas: Quando o bolsista adicionar um problema, ele será adicionado automaticamente logo após os outros problemas daquela mesma lição(se pensarmos numa lista), mas ele deverá ter uma opção onde apenas arrastando os problemas de posição seja possível reordena-los.

APÊNDICE C – DOCUMENTO DE ARQUITETURA

C.1 Introdução

Neste documento detalharemos a arquitetura do sistema proposto para o projeto AskMath. Como o projeto é voltado para a web, o sistema é formado por diversos padrões de projetos de mercado, principalmente, padrões orientados a objetos. Vamos destacar cada parte da arquitetura escolhida para a fácil compreensão de outras equipes que venham a trabalhar no projeto, seguindo a risca seu modelo para permitir que o sistema seja facilmente modificado ou incrementado sem que a estrutura do software seja perdida.

C.2 Objetivos

- Prover uma visão geral da arquitetura do projeto, detalhando cada parte da estrutura do sistema para permitir a compreensão do mesmo.
- Permitir que este documento seja utilizado por outras equipes de desenvolvimento que darão continuidade ao projeto, quanto a novos integrantes inseridos na equipe.
- Apresentar aos *stakeholders* uma visão de alto nível de como o sistema é implementado e como está estruturado.
- Aumentar o desempenho e a robustez, bem como a capacidade de distribuição e manutenibilidade do sistema.

C.3 Considerações Gerais

As definições de arquitetura do processo de desenvolvimento do software estão preocupadas como o sistema deve ser organizado e com a estrutura geral do sistema. Estas definições tem que atender as especificações do projeto, desde as especificações de segurança, regras de negócio, até a parte de persistência de banco de dados. As decisões de projeto de arquitetura têm efeitos profundos sobre a possibilidade de o sistema atender ou não aos requisitos críticos, como desempenho, confiabilidade e manutenibilidade.

As definições da arquitetura atendem as especificações de projeto documentadas até o presente momento, apresentando um modelo completo do sistema que mostre seus diferentes componentes, suas interfaces e conexões.

C.4 Responsabilidades

Toda a equipe de desenvolvimento é responsável por elaborar este documento e por manter a integridade do mesmo durante o processo de desenvolvimento. Cada membro deve:

- Analisar todas as mudanças arquiteturais significativas e documentá-las;
- Ao verificar uma possível alteração na arquitetura, convocar uma reunião com toda a equipe para discutir a possível alteração.

C.5 Arquitetura

A arquitetura foi desenvolvida para ser de baixo acoplamento e que ao mesmo tempo fosse independente de tecnologias existentes do mercado, sendo assim, poderíamos por exemplo futuramente trocar o framework Django pelo Spring, e o mesmo seria transparente para os programadores e para o sistema.

C.5.1 *Elementos que compõe a Arquitetura*

A arquitetura é composta por elementos, que em conjunto produzem o produto final. Esses elementos são: Database, Models, Views e Templates.

Nos tópicos a seguir, descreveremos cada um dos componentes e o seu papel dentro da arquitetura como um todo, além de discutirmos as tecnologias e os padrões adotados para a implementação dos mesmos.

C.5.1.1 *Database*

No desenvolvimento de sistemas, necessitamos muitas vezes salvar as informações geradas para eventuais utilizações futuras das mesmas, para isso, temos disponíveis os banco de dados. Em geral, as linguagens de programação nos proporcionam formas de acessar esses dados, porém de forma muito complexa que acaba ocasionando um alto acoplamento para termos de alta coesão. O framework que utilizaremos (Django), nós proporcionará uma camada apenas de banco de dados ou camada de persistência. Nessa camada estarão as entidades do sistema, que implementam funcionalidades de conexão e outros controles que são iguais a todos os tipos de acessos a bancos de dados.

Com esse tipo de acesso aos dados, conseguiremos trocar facilmente de banco de dados sem afetar a implementação do sistema. Por exemplo, caso estejamos utilizando um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) relacional como o postgresql para armazenar os dados e necessitarmos migrar para um SGBD não “relacional”, os famosos banco de dados NoSQL, como o MongoDB, não será necessário alterar nenhum aspecto da implementação, pois as regras de negócio estarão totalmente separadas das funcionalidades de acesso ao banco de dados.

C.5.1.2 Models

São as entidades do sistema. Entidades são abstrações do mundo real modelados em forma de tabelas que guardarão informações no banco de dados. Nessa arquitetura, os modelos contemplarão também as associações entre as entidades, sendo que cada entidade também terá além de seus atributos, um conjunto de métodos para se relacionar com o sistema.

Os modelos implementarão um Object Relational Mapper (ORM) para as views acessarem o banco de dados, tornando o sistema independente do acesso ao banco.

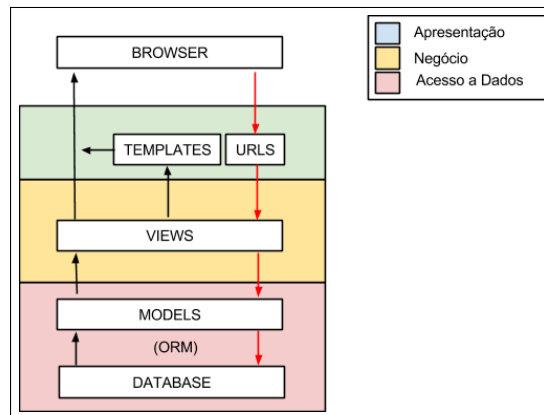
C.5.1.3 Views

Todo sistema é formado por um conjunto de regras de negócio. Uma regra de negócio é um fluxo lógico que deve ser processado para que seja gerado um resultado válido.

Uma View é responsável pela execução de um ou mais fluxos de execução que são modelados em um caso de uso, ou seja, uma view é uma implementação da regra de negócio, elas são basicamente funções que aceitam como primeiro parâmetro uma *request* que representa uma requisição Web (além de outros parâmetros) vinda do usuário pelo *browser*, ela irá tratar essa requisição e retornar uma resposta ao usuário.

Dessa forma, cada caso de uso acaba tornando-se uma view, sendo que views podem dispor de outras views para realizarem suas tarefas.

Figura 16 – Desenho Geral da Arquitetura



Fonte – Elaborada pelo autor.

C.5.2 *Desenho geral da arquitetura*

Nessa arquitetura, o browser do cliente utilizará de uma Uniform Resource Locator (URL) para realizar uma requisição à uma view. Essa view poderá utilizar os models para extrair dados do banco de dados e ela própria criar um template e retornar como uma forma de resposta ao usuário, ou então, utilizar um template pronto e apenas moldar esses dados dentro dele e retornar isso ao browser.

C.6 Padrões de projeto

Um padrão de projeto representa o trabalho de uma pessoa que encontrou o mesmo problema, tentou muitas soluções possíveis, selecionou e descreveu uma das melhores e você deve se aproveitar disso.

O conhecimento de padrões permite decidir o que deve ser feito e o que deve ser evitado. Sistemas baseados em padrões têm mais qualidade. Para o AskMath, foram analisados alguns padrões de projeto e selecionados aqueles que poderiam ser satisfatoriamente aplicados. Nas seções a seguir, descreveremos cada um deles.

C.6.1 *Proxy*

Fornecer um substituto ou marcador da localização de outro objeto para controlar o acesso a esse objeto, podemos controlar o acesso aos métodos de uma entidade da seguinte forma: cria-se uma classe *EntidadeProxy* que estende de *Entidade*, e reimplementa cada um dos métodos, nessa nova implementação, você deve solicitar que o usuário informe

uma autenticação que possua acesso, ao informar, esse método ira apenas chamar o método da Entidade.

C.6.2 Chain of Responsibility

Evitar o acoplamento do remetente de uma solicitação ao seu receptor, ao dar a mais de um objeto a oportunidade de tratar a solicitação. Encadear os objetos receptores, passando a solicitação ao longo da cadeia até que um objeto a trate.

C.7 Objetivos e Restrições Arquiteturas

Apresentaremos aqui os requisitos e objetivos do software que têm algum impacto na arquitetura, tais como: segurança, proteção de dados, privacidade, portabilidade, distribuição, reuso. Também são descritos nesta seção restrições arquiteturais que se aplicam ao projeto, tais como: estratégias de modelagem e implementação, ferramentas de desenvolvimento, sistemas legados.

C.7.1 Requisitos básicos

- Ubuntu Server como sistema operacional de produção.
- Utilização apenas de componentes *open source*.
- PostgreSQL como sistema de gerenciamento de banco de dados.
- Django como framework de desenvolvimento.
- O sistema devera ser Web.

C.7.2 Estratégias de implementação

- Persistência de tipagem (ex: formato de CPF, Data) devem ser feitos tanto no cliente através de Javascript, como no servidor através de regex(Regular Expression).
- Persistência de obrigatoriedade, verificar se todos os campos obrigatórios foram preenchidos deve ser feito tanto no cliente via javascript como no servidor e nas duas opções deve-se apresentar alertas caso algum campo seja enviado vazio para a requisição.

**APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO**

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar de um estudo referente ao projeto intitulado AskMath, desenvolvido por Marciano Saraiva. Fui informado(a) de que a pesquisa é orientada por Samy Soares, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário através do e-mail samysoares@gmail.com. Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus, e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é avaliar o sistema de aprendizagem AskMath, na perspectiva da usabilidade. Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de teste de usabilidade, entrevista semi-estruturada e observação a ser gravada a partir da assinatura desta autorização. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo pesquisador e/ou seu orientador. Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atenciosamente.

Nome e assinatura do pesquisador

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Nome e assinatura do(a) participante